

CRISTIANE RODRIGUES

**AVALIAÇÃO DE DISPERSANTES QUÍMICOS E
PRÉ-TRATAMENTOS NA DETERMINAÇÃO DE ARGILA DE
SOLOS DE MINERALOGIA DISTINTAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Solo e Água.

Orientador:

Dr. Pedro Marques da Silveira

Co-orientador:

Dr. Virlei Álvaro de Oliveira


Goiânia, GO – Brasil


2008

CRISTIANE RODRIGUES

TÍTULO: "Avaliação de dispersantes químicos e pré-tratamentos na determinação de argila de solos de mineralogias distintas".

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 30 de Julho de 2008,
pela Banca Examinadora Constituída pelos membros:


Dr. Virlei Alvaro de Oliveira
IBGE/GO


Prof. Paulo Klinger Tito Jacomine
UFRPE


Dr. Pedro Marques da Silveira
Orientador - Embrapa Arroz e Feijão

Goiânia - Goiás
Brasil

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, Venceslau e Helena;

Aos meus queridos irmãos, pela amizade e cumplicidade;

Aos meus sobrinhos amados.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida.

Ao orientador e amigo Prof. Dr. Pedro Marques da Silveira, pelo apoio incondicional. Um grande homem, com qualidades infinitamente maiores que seu tamanho.

Ao professor co-orientador desta dissertação, Prof. Dr. Virlei Álvaro de Oliveira, pela amizade e companheirismo em muitos momentos difíceis.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA) da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Ao Solocria Laboratório Agropecuário Ltda., pelo apoio ao trabalho; a todos os funcionários, meus queridos amigos.

À Embrapa Arroz e Feijão, pelo apoio.

A FURNAS Centrais Elétricas em nome da Geóloga Heloisa, pela atenção e colaboração sempre.

À Universidade Federal de Lavras, pelo uso da estrutura, a todos os funcionários e alunos do Departamento de Solos que me apoiaram, em especial, ao Bruno.

Ao meu chefe e grande amigo Orlando, pelo apoio e incentivo.

A minhas amigas Pérola e Maria Eloísa, pelo apoio e companheirismo.

Ao meu querido amigo Prof. Dr. Geraldo César Oliveira, pela ajuda em vários estágios do trabalho.

Ao Dr. Amaury de Carvalho e ao Prof. Dr. Nilton Curi, pela presteza na realização do trabalho.

Aos amigos Rios, Reizinha, Lino, Nara, Glenio, Hilton, Ana Paula, Kleber, Eli Regina, Abílio, pela agradável convivência.

Aos Profs. Drs. Jácomo, Wilson, Coutinho, Kliemman, Ronaldo, João Batista, Larissa, Regis, Vladia, e a todos que contribuíram com minha formação.

À Prof. Dra. Mara Rúbia, pelo apoio e trabalho frente a coordenação.

Ao meu amigo Sérgio, pela ajuda na estatística.

Ao meu querido amigo Wellington e aos demais funcionários.

Aos amigos Eduardo e Kátia, pelo companheirismo e hospedagem em Lavras.

A toda minha família e amigos, pessoas fundamentais na minha vida.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Agradeço aos Pedólogos convidados pela contribuição no desenvolvimento deste trabalho: Msc. Francisco Ferreira Fortunato (IBGE), Msc. Glailson Barreto Silva (IBGE), Dr. Humberto Gonçalves dos Santos (Embrapa-CNPS), Dr. João Bertoldo de Oliveira (I.A.C e UNICAMP), Dr. José Coelho de Araújo Filho (Embrapa-CNPS e UEP-PE), Dr. Mateus Rosa Ribeiro (UFRPE-PE), Msc. Nelson Lara da Costa (IBGE), Dr. Pablo Vidal Torrado (ESALQ), Dr. Paulo Klinger Tito Jacomine (UFRPE-PE) e Dr. Virlei Álvaro de Oliveira (IBGE).

SUMÁRIO

	LISTA DE TABELAS.....	9
	LISTA DE FIGURAS.....	10
	RESUMO.....	12
	ABSTRACT.....	13
1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1	CLASSES DE SOLOS.....	17
2.1.1	Argissolos.....	17
2.1.2	Chernossolos.....	17
2.1.3	Latossolos.....	18
2.1.4	Nitossolos.....	19
2.2	MÉTODOS USADOS PARA DETERMINAÇÃO DA TEXTURA.....	19
2.2.1	Pré-tratamentos.....	20
2.2.2	Dispersão química.....	21
2.2.3	Dispersão mecânica.....	23
2.2.4	Quantificações das frações e método da pipeta.....	24
2.2.5	Determinações ou estimativas da textura em campo.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E COLETA DOS SOLOS.....	28
3.2	MÉTODOS.....	29
3.2.1	Coleta e caracterização dos solos.....	29
3.2.2	Análises laboratoriais.....	30
3.2.2.1	Análise física.....	30
3.2.2.1.1	Tratamentos realizados usando dispersantes químicos.....	31
3.2.2.1.2	Argila Natural.....	34
3.2.2.1.3	Textura de campo.....	34
3.2.2.3	Análise química.....	34

3.2.3	Análise mineralógica da fração argila.....	35
3.2.4	Análise estatística dos teores de argila.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1	IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS.....	38
4.1.1	Perfil 1.....	38
4.1.2	Perfil 2.....	39
4.1.3	Perfil 3.....	41
4.1.4	Perfil 4.....	42
4.1.5	Perfil 5.....	44
4.2	CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DOS SOLOS.....	45
4.2.1	Perfil 2 – Chernossolo Argilúvico Órtico típico.....	45
4.2.1.1	Horizonte Bt1.....	46
4.2.1.2	Horizonte Bt2.....	47
4.2.2	Perfis 1 e 5 – Argissolo e Nitossolo.....	48
4.2.2.1	Horizonte Bt1- Nitossolo.....	49
4.2.2.2	Horizonte Bt2 – Nitossolo.....	50
4.2.2.3	Horizonte Bt1- Argissolo.....	51
4.2.2.4	Horizonte Bt2 - Argissolo.....	52
4.2.3	Perfis 3 e 4 – Latossolos.....	53
4.2.3.1	Horizonte Bw1- Latossolo ácrico.....	54
4.2.3.2	Horizonte Bw2 – Latossolo ácrico.....	55
4.2.3.3	Horizonte Bw1- Latossolo acriférrico.....	55
4.2.3.4	Horizonte Bw2 - Latossolo acriférrico.....	56
4.3	ATAQUE SULFÚRICO DOS HORIZONTES DIAGNÓSTICOS.....	57
4.4	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS.....	58
4.5	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E FÍSICAS DOS HORIZONTES B DIAGNÓSTICOS DETERMINADAS EM CAMPO.....	59
4.6	AVALIAÇÃO DOS TEORES DE ARGILA NOS SOLOS ESTUDADOS.....	62
4.6.1	Argila dispersa em água (ADA).....	62
4.6.2	Argila dispersa com uso de substâncias químicas e métodos mecânicos.....	65
4.6.2.1	Uso de substâncias químicas com agentes dispersantes.....	67
4.6.2.2	Uso de areia grossa como abrasivo para dispersão de argila.....	69

4.6.2.3	Uso do ultra-som para dispersão de argila.....	69
4.6.2.4	Uso de substâncias para eliminação de ferro livre.....	70
4.6.2.5	Uso de substância oxidante para eliminação de matéria orgânica.....	71
4.6.2.6	Uso de substâncias para alteração do balanço de carga no solo.....	71
4.6.3	Avaliação da textura de campo em relação às análises laboratoriais no triângulo textural.....	73
4.7	CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO PRÁTICO DOS TRATAMENTOS.....	76
5	CONCLUSÕES.....	77
6	REFERÊNCIAS.....	78
	ANEXOS.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Descrição dos tratamentos a que foram submetidas às amostras dos solos....	31
Tabela 2.	Complexo de laterização determinado por ataque sulfúrico dos horizontes diagnósticos dos solos estudados.....	58
Tabela 3.	Atributos químicos médios dos solos estudados, nos horizontes A e B.....	58
Tabela 4.	Estrutura dos horizontes B diagnósticos determinadas em campo.....	59
Tabela 5.	Avaliação da consistência dos horizontes B diagnósticos.....	60
Tabela 6.	Teores médios de argila obtidos da dispersão com água e grau de floculação de amostras provenientes de cinco solos nos horizontes A e B.....	63
Tabela 7.	Teores médios de argila obtidos da dispersão de amostras provenientes de cinco solos dos horizontes A e B.....	65
Tabela 8.	Diferença nos teores médios de argila (%) entre o tratamento e o tratamento T 1 (padrão), dos horizontes A e B dos cinco solos estudados.....	66
Tabela 9.	Classes texturais dos horizontes B diagnósticos dos cinco solos determinadas em laboratório e estimada pelos Pedólogos.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localização geográfica dos solos estudados.....	29
Figura 2.	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico–Perfil 1 – Ouro Verde-GO.....	38
Figura 3.	Paisagem do Perfil 1.....	39
Figura 4.	CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico – Perfil 2 – Ipiaú – BA.....	40
Figura 5.	Paisagem do Perfil 2.....	40
Figura 6.	LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico – Perfil 3 – Ouro Verde – GO.....	41
Figura 7.	Paisagem do Perfil 3.....	42
Figura 8.	LATOSSOLO VERMELHO Acriférico típico – Perfil 4 – Jataí – GO.....	43
Figura 9.	Paisagem do Perfil 4.....	43
Figura 10.	NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico – Perfil 5 – Ceres – GO.....	44
Figura 11.	Paisagem do Perfil 5.....	45
Figura 12.	Difratograma da análise integral - CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico–Bt1.....	46
Figura 13.	Difratograma das análises acumuladas - CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico–Bt1.....	47
Figura 14.	Difratograma da análise integral - CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico–Bt2.....	47
Figura 15.	Difratograma das análises acumuladas – CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico–Bt2.....	48
Figura 16.	Difratograma da análise integral - NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico–Bt1.....	49
Figura 17.	Difratograma das análises acumuladas - NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico–Bt1.....	50

Figura 18.	Difratograma da análise integral - NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico–Bt2.....	50
Figura 19.	Difratograma das análises acumuladas - NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico–Bt2.....	51
Figura 20.	Difratograma das análises integral – ARGISSOLO VERMELHO - AMARELO Eutrófico típico–Bt1.....	51
Figura 21.	Difratograma das análises acumuladas - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico– Bt1.....	52
Figura 22.	Difratograma da análise integral - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico–Bt2.....	52
Figura 23.	Difratograma das análises acumuladas - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico–Bt2.....	53
Figura 24.	Difratograma da análise integral - LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico–Bw1.....	54
Figura 25.	Difratograma das análises acumuladas - LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico–Bw1.....	54
Figura 26.	Difratograma da análise integral - LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico–Bw2.....	55
Figura 27.	Difratograma das análises acumuladas - LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico–Bw2.....	55
Figura 28.	Difratograma da análise integral - LATOSSOLO VERMELHO Acriférico Típico Bw1.....	56
Figura 29.	Difratograma das análises acumuladas - LATOSSOLO VERMELHO Acriférico típico–Bw1.....	56
Figura 30.	Difratograma da análise integral - LATOSSOLO VERMELHO Acriférico típico–Bw1.....	57
Figura 31.	Difratograma das análises acumuladas - LATOSSOLO VERMELHO Acriférico típico–Bw1.....	57

RESUMO

RODRIGUES, C. **Avaliação de dispersantes químicos e pré-tratamentos na determinação de argila de solos de mineralogias distintas.** 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.¹

O conhecimento a respeito das propriedades físicas do solo, incluindo os teores de argila é de suma importância para o meio ambiente e para a agricultura. Solos aparentemente iguais podem apresentar comportamento diferente devido a características intrínsecas, determinadas pela atuação de processos de formação diferentes e pela natureza de seu material formador. Os objetivos deste trabalho foram verificar pré-tratamentos e métodos de dispersão ou mesmo agentes químicos dispersantes, combinados ou não, mais eficientes para determinação de argila de algumas classes de solos, avaliando também a textura de campo determinada por um grupo de dez Pedólogos experientes. Foram selecionados cinco solos de natureza mineralógica contrastante, Latossolos Ácricos e Acriférricos (oxídico), Argissolos e Nitossolos (cauliniticos) e Chernossolos (esmectíticos). Foram utilizados treze tratamentos distintos: usando substâncias químicas como dispersantes, hidróxidos de sódio, hidróxido de lítio e hexametáfosfato; pré - tratamento com Ditionito para eliminação de ferro cristalino e oxalato de amônio para ferro amorfo e água oxigenada para eliminação de matéria orgânica; como ação mecânica foram testados o uso de areia grossa como abrasivo, o uso do ultra-som e o agitador horizontal de movimento helicoidal. Existe necessidade que sejam dados tratamentos diferenciados para determinação de argila, levando em consideração a natureza mineralógica; O hidróxido de lítio não é eficiente para dispersar solos eletropositivos e muito eficiente para dispersar solos eletronegativos; O uso de areia grossa como abrasivo e do ultra-som aumentaram os teores de argila em todos os tratamentos. O método que mais se aproximou da textura de campo foi o tradicional que usa o hidróxido de sódio como dispersante.

Palavras-chave: argila, dispersão, pré-tratamentos.

¹ Orientador: Dr. Pedro Marques da Silveira. Embrapa Arroz e Feijão.
Co-orientador: Dr. Virlei Álvaro de Oliveira. IBGE.

ABSTRACT

RODRIGUES, C. **Evaluation of chemical dispersants and pre-treatment in the determination of clay in soils of different mineralogy**. 2008. 94 f. Dissertation (Master in Agronomy: Soil and Water) – Escola de Agronomia e Engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.¹

The knowledge about the physical properties of soil, including the levels of clay is of paramount importance to the environment and for agriculture. Soil apparently equal may have different behavior because of inherent characteristics, determined by the performance of different procedures for training and the nature of their material trainer. The objectives of this study were pre-check treatments and methods of dispersal or chemical dispersants, combined or not, more efficient for determination of clay of some classes of land, also assessing the texture of field determined by a group of ten Pedólogos experienced. We selected five mineralogical contrasting nature of soil, Oxisols, Argisols, Nitosol and Chernosoils. Thirteen different treatments were used: using chemicals as dispersants, hydroxides sodium hydroxide, lithium and hexametafosfato; pre - treatment with Ditionito for disposal of iron and crystal ammonium oxalate to amorphous iron and hydrogen peroxide for disposal of organic matter, such as action mechanics were tested using sand as abrasive, the use of ultrasound and shaker horizontal movement of ribbon. There are data that need different treatment for determination of clay, taking into consideration the nature mineralogical; The lithium hydroxide is not efficient to disperse soil eletropositivos and very efficient to disperse soil electronegative; The use of sand as abrasive and ultrasound increased levels of clay in all treatments. The method that most closely approximated the texture of the field was that traditional uses sodium hydroxide and dispersant.

Key words: clay, dispersion, pre-treatment.

¹ Advisor: Dr. Pedro Marques da Silveira.Embrapa Rice and Beans.
Co-advisor: Dr.Virlei Álvaro de Oliveira.IBGE.

1 INTRODUÇÃO

Sem dúvida alguma a humanidade depende do solo que é considerado um recurso básico dos ecossistemas naturais e agropecuários. O estudo e a caracterização da natureza dos solos têm ganhado respaldo e destaque no meio científico devido a sua importância, tanto como recurso natural, como elemento da produção agropecuária.

O conhecimento a respeito das propriedades físicas do solo é de suma importância para o meio ambiente e para a agricultura. Diversos processos que degradam essas propriedades podem ser responsáveis pela perda da qualidade estrutural do solo e acontecem devido ao seu grau de desenvolvimento pedogenético, ao ambiente e antropização.

Solos aparentemente iguais podem apresentar comportamento diferente devido a características intrínsecas, determinadas pela atuação de processos de formação diferentes e pela natureza de seu material formador. Dependendo como essas partículas são arranjadas, determinam comportamentos físico-hídricos bastante diferenciados, que por sua vez podem significar diferenças consideráveis e muitas vezes determinantes no que se refere ao manejo, produção e produtividade.

O estudo de algumas propriedades físicas do solo é realizado em campo e em laboratório. A determinação de atributos físicos dos solos em laboratório tem sido utilizada com o objetivo de medir, quantificar e caracterizar a composição e a estrutura dos solos.

Em latim, *textura* significa teia, tecido; em solos, segundo Oliveira et al. (2007), o termo *textura* é empregado especificamente para expressar a distribuição percentual das partículas da terra fina seca ao ar (TFSA), e, por sua vez, a expressão composição granulométrica faz referência ao conjunto de todas as frações ou partículas do solo, desde as mais finas de natureza coloidal, até as mais grosseiras.

A textura do solo constitui-se numa das características físicas mais estáveis e isso faz com que a textura seja considerada elemento de grande importância na descrição, identificação e classificação do solo (Oliveira et al., 2007).

Conforme várias publicações relacionadas à textura do solo (Vettori, 1969; Raij & Zullo, 1977; Embrapa, 1997) no Brasil, os métodos mais usados para a determinação da textura dos solos em laboratório, são dois: o do densímetro e o da pipeta. No caso do densímetro, é medida a densidade do líquido em suspensão; e no método da pipeta é determinada a quantidade de material sólido em suspensão (massa). Ambos medem a

concentração de argila na suspensão solo-líquido, após dispersão com agentes químicos, agitação e determinado tempo para decantação da fração grosseira.

Um fator importante a ser considerado é a textura do solo determinada no campo, que é avaliada por meio do tato, pela sensação observada ao se esfregar a amostra do solo úmido entre os dedos. A fração areia dá sensação de atrito, o silte, de sedosidade e a argila, de plasticidade e pegajosidade. Naturalmente se trata de uma estimativa e deve servir apenas como referência para comparação com os métodos de laboratório e, principalmente, como importante ferramenta para os trabalhos de levantamento de solos em sua fase de campo.

A textura estimada no campo, por ser uma avaliação baseada em sensibilidade tátil, é carente de uma precisão numérica, se comparada aos métodos de laboratório, pelo menos na teoria. Entretanto pedólogos experientes têm conseguido grande sucesso nos resultados estimados em campo quando confrontados com os de laboratório, enquadrando-se nas diversas classes do triângulo textural (Santos et al., 2005).

Mesmo considerando as diferenças na sensibilidade determinadas por diferenças na natureza mineralógica das argilas, como menciona o SOIL Taxonomy (USDA, 1999), pedólogos brasileiros têm conseguido bons resultados, promovendo um trabalho mecânico diferenciado nas amostras de solos, para solos de natureza mineralógica diferente.

Para o laboratorista, ao proceder uma análise textural, é muito importante ter acesso à descrição prévia do solo, para utilizar o tratamento ou método adequado. Esse fato geralmente não ocorre, fazendo com que todo solo receba o mesmo tratamento usado em rotina, que nem sempre é eficiente para dispersar todas as classes de solos. Vários trabalhos têm sido realizados buscando estabelecer métodos e procedimentos adequados, porém poucos consideram os reais mecanismos da dispersão e os diversos tipos de minerais de argila ocorrentes em cada classe de solo.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar pré-tratamentos e métodos de dispersão ou mesmo agentes químicos dispersantes, combinados ou não, na determinação dos teores de argila de algumas classes de solos, selecionados com base em diferenças significativas em sua natureza mineralógica, avaliando também a argila ou textura de campo.

Tal fato é motivado considerando-se que muitos trabalhos têm sido conduzidos com o intuito de levantar a eficácia dos métodos de dispersão, principalmente em

Latosolos, solos naturalmente com alto grau de flocculação, considerando como método mais eficiente aquele que consegue as maiores dispersões, refletidas em maiores teores de argila total determinados. Segundo Jucksch (1995), o uso de um ou outro método na determinação de argila poderá incorrer em erros sub ou superestimados.

Há ainda que se considerar que todos os métodos de determinação de textura até hoje empregados têm o objetivo de tentar quantificar a distribuição dos vários elementos constituintes do material do solo. Todos, entretanto, desde a avaliação de campo, que emprega o manuseio e a hidratação para dispersar e a sensação tátil para estimar a quantidade, até as avaliações de laboratório mais modernas e sofisticadas, que conjugam métodos físicos e/ou mecânicos com agentes químicos e fazem a determinação por medição direta, invariavelmente têm na dispersão do material do solo as suas maiores limitações, fato determinado pela diferente natureza dos solos que impõe diferentes condicionantes da sua agregação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CLASSES DE SOLOS

2.1.1 Argissolos

Os Argissolos são juntamente com os Latossolos, os solos mais expressivos do Brasil, sendo encontrados em praticamente todas as regiões. Compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais argila de baixa atividade e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico (Embrapa, 2006). Segundo Oliveira et al. (2007), os Argissolos têm como característica marcante um aumento de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B que é do tipo textural (Bt), geralmente acompanhado de boa diferenciação também de cores e outras características. As cores do horizonte Bt variam de acinzentadas a avermelhadas e as do horizonte A são sempre mais escurecidas.

2.1.2 Chernossolos

Os Chernossolos ocupam pequenas áreas no estado de Goiás, mas como são constituídos por argilas expansivas, seu estudo se torna muito importante, se prestando bem aos objetivos do presente trabalho. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), são solos de pequena e mediana espessura, que se caracterizam pela presença de um horizonte superficial A do tipo chernozêmico (teores consideráveis de matéria orgânica, cores escurecidas e boa fertilidade), sobre horizontes subsuperficiais avermelhados ou escurecidos com argila de alta atividade, ou seja, com a fração argila constituída predominantemente por argilominerais tipo 2:1. Ocorrem em várias regiões do Brasil, mas têm concentração expressiva na região da Campanha Gaúcha, onde são utilizados com pasto e lavouras. No restante do Brasil ocorrem relativamente dispersos (Argilúvicos), ou em pequenas concentrações no Mato Grosso do Sul (Serra da Bodoquena) e Rio Grande do Norte (Oliveira et al., 2007).

2.1.3 Latossolos

Os Latossolos representam 49% dos solos de Goiás, apresentam teores de silte inferiores a 20% e argila variando entre 15% e 80% (Macedo, 1996). A grande maioria apresenta problemas de dispersão (Santana, 1973; Netto, 1996), sobretudo os mais oxídicos, graças à presença de microagregados de alta estabilidade, como observado por Ferreira et al. (1999).

Os Latossolos geralmente são muito intemperizados, profundos e de boa drenagem, caracterizam-se por grande homogeneidade de características ao longo do perfil, mineralogia da fração argila predominantemente caulinítica ou caulinítica-oxídica, que se reflete em valores de relação Ki baixos, inferiores a 2,2, e praticamente com ausência de minerais primários de fácil intemperização. Diferenciam entre si principalmente pela coloração e teores de óxidos de ferro, que determinaram a sua separação em quatro classes distintas ao nível de subordem no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006).

A fração argila dos Latossolos é composta principalmente por caulinita, óxidos de ferro (goethita e hematita) e óxidos de alumínio (gibbsita). Segundo Souza (2004), Latossolos gibbsíticos comumente apresentam problemas de dispersão e para estes, estudos têm sido conduzidos com bons resultados, utilizando-se de técnicas como: dispersão ultrassônica e uso de agitador com movimento helicoidal (Vitorino et al., 2001; Oliveira et al., 2002).

Alguns Latossolos podem apresentar problemas de dispersão graças à presença de microagregados de alta estabilidade. Esses grupamentos, muito argilosos, são parcialmente desagregados pela dispersão química e mecânica. A dispersão adequada da amostra de solo tem sido, portanto, um fator limitante na obtenção das frações texturais em alguns Latossolos, com altos teores de óxidos de Fe e de Al (Donagemma et al., 2003).

Segundo modelo proposto por Ferreira (1999), os Latossolos gibbsíticos apresentam desenvolvimento de microestrutura com predomínio de poros de empacotamento composto, implicando no surgimento de estrutura do tipo granular, menor densidade do solo, maior porosidade total com maior proporção de poros grandes, maior condutividade hidráulica, além de maior estabilidade de agregados em água. Os Latossolos cauliníticos apresentam pouca tendência no desenvolvimento de microestrutura, implicando, dessa maneira, no surgimento de estrutura em blocos, maior densidade do solo,

menor porosidade total com maior proporção de poros pequenos, menor condutividade hidráulica, e menor estabilidade de agregados em água. Essas características propostas por Ferreira (1988) e confirmadas por Carvalho (1991) são responsáveis pelas diferenças de dispersão de tais solos.

2.1.4 Nitossolos

Trata-se de uma ordem recém-criada no SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos), caracterizada pela presença de um horizonte B nítico, que é um horizonte subsuperficial com moderado ou forte desenvolvimento estrutural do tipo prismas ou blocos e com a superfície dos agregados reluzentes, relacionadas a cerosidade ou superfícies de compressão. Têm textura argilosa ou muito argilosa e a diferença textural é inexpressiva. São, em geral, moderadamente ácidos a ácidos com saturação por bases baixa a alta, com composição caulínico-oxídica, em sua maioria com argila de atividade baixa, ou com atividade alta ($\geq 20 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$) associada a caráter alumínico (Embrapa, 2006).

Os Nitossolos Vermelhos (ex-Terras Roxas Estruturadas e Terras Roxas Estruturadas Similares) têm ocorrência em praticamente todo o País, sendo muito expressivos em terras da bacia platina que se estende desde o Rio Grande do Sul a Goiás (região Sudoeste), além de terras no norte de Goiás, norte do Tocantins, sul do Maranhão, e algumas ocorrências no Mato Grosso (Oliveira et al., 2007).

2.2 MÉTODOS USADOS PARA DETERMINAÇÃO DA TEXTURA

Apesar de aparentemente simples, a granulometria é uma das determinações mais problemática na área de pedologia. São ainda comuns e significativas as diferenças entre os resultados de vários laboratórios, fato que reforça a necessidade de se ter um grande controle de campo por parte dos executores de levantamentos. Tais diferenças têm sido associadas a dificuldades de dispersão do material do solo por razões de apresentarem natureza calcária, salinidade ou teores elevados de materiais orgânicos ($> 5\%$). Para esses, tratamentos especiais visando à eliminação dessas interferências devem ser feitos, dando-se preferência ao método de pipeta (Oliveira et al., 2007).

Segundo Day (1965), a dispersão do solo é realizada por meio da combinação de métodos químicos e mecânicos, sendo a dispersão química baseada no conceito de repulsão como resultado da elevação do potencial eletrocinético das partículas coloidais. Esse processo é usualmente obtido com a saturação do complexo de troca com o sódio. Os métodos físicos ou mecânicos envolvem a separação das partículas individuais por meio de alguns processos como fricção, agitação e vibração da amostra.

Segundo Carvalho (1985), nenhum método deve ter aplicação generalizada, e para cada solo ou classe de solos deverá ser escolhido o método que proporcione melhor dispersão com um mínimo de operações, não se esquecendo de que a dispersão é um processo complexo envolvendo variáveis do tipo de agitação, presença de agente abrasivo e agente dispersante. Os grupamentos muito argilosos nem sempre são totalmente quebrados pela dispersão química e mecânica, contribuindo, pelo seu tamanho, para superestimar a proporção de silte do solo analisado (Donagemma et al., 2003).

Segundo Medina (1972), o êxito da análise textural está na dependência de se conseguir suspensões de solo onde suas partículas se apresentem realmente individualizadas e assim se mantenham até sua separação e quantificação.

A dispersão mecânica intensa ou usando o ultra-som combinado com pré-tratamentos químicos apropriados deve produzir um resultado com maior quantidade de argila. Em contraste, uma dispersão menos drástica, química ou mecânica poderá refletir numa distribuição mais natural das partículas do solo (Gee & Bauder, 1986).

O Manual de Métodos de Análise de Solo (Embrapa, 1997) descreve métodos de análises físicas, químicas e mineralógicas e esses métodos são amplamente utilizados na caracterização dos solos no Brasil.

2.2.1 Pré-tratamentos

Os pré-tratamentos normalmente são poucos utilizados nas análises de rotina da maioria dos laboratórios. São utilizados para remoção de agentes cimentantes e flocculantes, remoção de matéria orgânica, óxidos de ferro, carbonatos e sais solúveis (Gee & Bauder, 1986). Diferentes métodos de pré-tratamento podem produzir resultados diferentes, assim sendo, a análise granulométrica deve ser operacionalmente definida, pois os resultados dependem do método adotado (McKeague, 1978).

Santana (1973), Menk & Oliveira (1974) e Barreto (1986) observaram aumentos expressivos na proporção de argila em resposta à aplicação de pré-tratamentos para Latossolos.

Quando a matéria orgânica apresenta teores superiores a 5%, é recomendada a sua remoção, destacando-se o uso da água oxigenada (Embrapa, 1997). A dificuldade para sua remoção depende da concentração de matéria orgânica na amostra, do pH do solo e da presença associada, no solo, de carbonatos livres, gesso, óxidos e sais solúveis.

De acordo com Barreto (1996), considerando, especificamente, os óxidos de ferro, o tratamento com solução de ditionito-citrato-bicarbonato, proposto por Mehra & Jackson (1960), não deveria ser utilizado em solos das regiões tropicais e úmidas. Esse pré-tratamento pode dissolver partículas de óxidos de ferro do tamanho das argilas, influenciando os resultados da análise textural. Para esses solos, indicam-se pré-tratamentos menos drásticos, como o que utiliza solução de ácido clorídrico a $0,05 \text{ mol L}^{-1}$.

A participação dos óxidos de ferro e alumínio nos fenômenos físico-químicos do solo é especialmente significativa em Latossolos ricos nesses componentes. A eliminação desses óxidos tem sido causa de algumas controvérsias entre pesquisadores para execução da análise granulométrica. Baver (1956) relatou que esses componentes fazem parte da fração coloidal do solo, mesmo estando presente como óxido livre contribui como uma porção significativa dos materiais inorgânicos lateríticos.

Kilmer & Alexander (1949) preconizaram o pré-tratamento de amostras com ácido clorídrico a $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ (HCl) para eliminação de bases trocáveis e sais solúveis, que interferem na dispersão. Butierres (1980) estudou os efeitos do calcário e do fosfato de potássio no ponto de carga zero (PCZ), e grau de floculação e os resultados encontrados demonstraram que o uso da calagem aumentou o pH correspondente ao PCZ, e o fosfato de potássio provocou pequena diminuição do mesmo. O calcário e o fosfato diminuiram o grau de floculação.

2.2.2 Dispersão química

A dispersão química é baseada, fundamentalmente, no incremento da repulsão das partículas em resposta à elevação do seu potencial zeta. Normalmente esse processo é completado com a saturação do complexo de troca com sódio. Dentro do processo químico, são conhecidos como elementos dispersantes em uma escala de eficiência,

Li>Na>K>Rb>Cs (Baver, 1956). Os compostos químicos contendo sódio são os mais usados, apesar deste estar em segundo lugar dentro da escala de eficiência de dispersão, por questões de facilidade de mercado e custos.

Baver (1956) mencionou que na escolha do dispersante químico ideal contendo sódio, para análise textural, a presença dos cátions cálcio, magnésio e hidrogênio no complexo sortivo dos solos é levada em conta, pois se sabe que, em solos com teores de Ca^{+2} e Mg^{+2} elevados, ocorre problema de estabilização da suspensão; o calgon (hexametáfosfato de sódio) nesse caso é o dispersante mais indicado, e quando há predominância de H^+ no complexo sortivo e óxidos, o hidróxido de sódio (NaOH) passa a ser o melhor dispersante químico.

Dentre os principais tratamentos, recomenda-se para solos com pH inferior a 6,0 e livres de sais solúveis, o hidróxido de sódio como dispersante; para solos ricos em cálcio e magnésio, o hexametáfosfato de sódio tamponado com carbonato de sódio (Camargo et al.,1986).

Camargo et al. (1986) concluíram que o hidróxido de sódio sem pré-tratamento ácido não é adequado para dispersar solos com altos teores de bases trocáveis. Opta-se atualmente no laboratório da Seção de Pedologia desta Instituição pela mistura de hidróxido e hexametáfosfato de sódio, que vem levando sempre a resultados mais consistentes.

A elevação do potencial eletrocinético do sistema usando hidróxido de sódio consiste em substituir os cátions divalentes (íons flocculantes) por íons Na^+ . Kirkham & Powers (1972) afirmaram que a espessura da dupla camada é governada pelo tamanho do raio hidratado e valência do cátion adsorvido. Sendo assim, quando o complexo de troca estiver saturado com sódio, que possui um pequeno raio iônico e grande raio de hidratação, a condição será de dispersão, isso porque, quando o cálcio é substituído pelo sódio, a espessura da dupla camada é aumentada e os colóides são dispersos. Além disso, há um aumento do potencial negativo da superfície da partícula que favorece a dispersão.

O lítio é o mais diferente dos metais da família dos alcalinos, grupo IA da tabela periódica, o tamanho do raio iônico é muito menor que qualquer um dos íons alcalinos, Li^+ 0,68A, Na^+ 0,97, K^+ 1,33 A (Krauskopf, 1972). O lítio possui o maior ponto de ebulição e ponto de fusão, menor eletropositividade, formando compostos instáveis (LiCO_3 , Li_2NO_3 , LiOH).

2.2.3 Dispersão mecânica

A dispersão mecânica usando agitadores do tipo coqueteleira é o método mais utilizado na rotina da maioria dos laboratórios de física do solo, pela facilidade e rapidez no processo. Os agitadores do tipo coqueteleira possuem alta rotação (10.000 a 12.000 rpm), numa operação com tempo variável entre 05 e 20 minutos (Embrapa, 1997).

Outro método muito utilizado é a dispersão mecânica com a agitação lenta de amostras de solos (26 – 30 rpm) em garrafas de Stholmann, com adição de abrasivos. Esse tem sido um método eficiente (Kilmer & Alexander, 1949; Grohman & Van Raij, 1974; Carvalho, 1985; Jucksch, 1995).

Oliveira et al. (2002) compararam diversos métodos de dispersão mecânica, combinando também tratamentos químicos e chegaram à conclusão de que o método da agitação mecânica lenta, utilizando-se de um agitador horizontal de movimento helicoidal por 3 horas e 30 g de areia grossa como abrasivo, foi mais eficiente na dispersão dos latossolos estudados, ricos em gibbsita, do que o método da coqueteleira, apresentando valores mais próximos do método de dispersão ultra-sônica, o qual foi usado como testemunha.

O agitador horizontal de movimento helicoidal possui capacidade para cerca de 110 recipientes (copinhos com tampa) de plástico, e a alta produtividade do agitador horizontal permite que um maior número de amostras de solos seja processado ao mesmo tempo, com boa eficiência (Oliveira et al., 2002).

A dispersão ultra-sônica se baseia no princípio da transmissão de ondas de vibração na solução do solo. As ondas sonoras produzem bolhas microscópicas que colapsam, produzindo cavitação, que vem a ser o fenômeno de formação de bolhas de vapor ou gás em líquido por efeito de forças de natureza mecânica e que, ao colapsarem, liberam energia em grande intensidade. Essa energia liberada quebra os agregados do solo (Sá et al., 2005).

Genrich & Bremner (1972) e Grohman (1976) concluíram que o uso da dispersão ultra-sônica, em virtude da baixa produtividade e/ou do custo de equipamento, têm se restringido a trabalhos de pesquisas.

O uso de partículas de areia grossa e outros materiais (esferas, bolas de gude e outros) como “abrasivos” é uma prática que tem se generalizado entre os laboratórios brasileiros na expectativa de conseguir maior eficiência na dispersão de solos oxídicos,

comuns no território brasileiro. Esse procedimento não é oficialmente recomendado nos manuais técnicos, mas tem sido muito utilizado em razão de se acreditar ser eficiente na dispersão desses solos.

Segundo Resende et al. (2007), as frações areia e silte dos solos são muito instáveis e com o decorrer do tempo, submetidas a ações intempéricas, tendem a se decompor e se transformar em argila que é mais resistente. Por tal razão, solos jovens comumente apresentam maiores teores de silte, e essa característica tem sido usada para separar solos muito intemperizados no SiBCS (Embrapa, 2006).

Assim sendo, deve-se considerar que a constituição das partículas (natureza) principalmente as situadas nos tamanhos silte e areias é muito diferenciada para solos jovens (pouco intemperizados) e solos senis (solos muito intemperizados), visto que nestes últimos só permanecem partículas muito resistentes. Assim excessivo trabalho mecânico, com métodos drásticos, sem dúvida terá atuação diferenciada em solos jovens e solos intemperizados e nos primeiros certamente haverá grande possibilidade de haver quebra de partículas.

Oliveira et al. (2005) relataram que a fração areia dos solos apresenta partículas constituídas principalmente por componentes resistentes ao intemperismo e relacionam para essa fração, presença de quartzo, ilmenita; concreções e nódulos; agregados de argila não dispersa e minerais primários intemperizáveis, estes últimos na fração areia fina. Também esses autores relacionam como ocorrência na fração silte, componentes como: ilmenita (TiO_2); minerais primários facilmente intemperizáveis (feldspatos, micas, anfibólios e outros), quartzo e agregados de argila não dispersa, entre outros. Logo, fica claro que não se tratam apenas de partículas individualizadas e muito menos partículas resistentes, mas partículas que podem com certa facilidade se decomporem.

2.2.4 Quantificação das frações e método da pipeta

O método da pipeta (Day, 1965) é utilizado universalmente na análise granulométrica do solo devido a sua simplicidade e precisão, permitindo fracionar o solo em um número maior de classes. O peneiramento é um processo conveniente para a separação de partículas maiores que 0,05 mm. Apesar de simples, o peneiramento tem limitações que nem sempre são reconhecidas. A probabilidade de uma partícula passar por

uma peneira, depende da natureza, tamanho e forma da partícula e do tempo de vibração da peneira.

Para quantificar as frações do solo, há necessidade de separá-las previamente. Dependendo do tamanho, utiliza-se o peneiramento para as frações areia grossa e areia fina, e a sedimentação, para as frações silte e argila. Em se tratando da estimativa do tempo de sedimentação da fração silte, restringindo a porção superior da suspensão às partículas de argila, utiliza-se a Lei de Stokes, com algumas aproximações, que permitem sua utilização para o caso específico das partículas de solo (Khonke, 1969).

A análise com peneiras é apropriada para partículas grandes do solo, especialmente as que se encontram entre as frações cascalho e areia grossa. Depois do solo dispersado, pode-se passar a suspensão por uma ou mais peneiras que separam as partículas maiores (Gavande, 1976).

Segundo Baver et al. (1972), a velocidade de queda das partículas em um líquido viscoso depende do tamanho, densidade e forma das partículas. Em um determinado líquido, partículas maiores caem mais rapidamente que partículas menores, e, conseqüentemente, depositam-se mais rapidamente. Esse princípio serve com base para todas as práticas de análise mecânica.

A análise da sedimentação baseia-se na relação que existe entre a velocidade de deposição e o diâmetro da partícula, estando a velocidade de deposição relacionada com o diâmetro de uma partícula esférica em queda (Gee & Bauder, 1986). Ainda segundo esses autores, diferenças na densidade de partículas para diferentes solos afetam o tempo de sedimentação de partículas. Contudo, tais autores mostraram que mudança moderada na densidade de partículas tem apenas efeitos na determinação da distribuição de partículas; erros na densidade de partículas de aproximadamente $0,1 \text{ g.cm}^{-3}$ resultam em erros menores que 0,5% de argila para solos com teores maiores que 50%.

A sedimentação é a técnica mais usada para determinar a textura das partículas dispersas do solo. Depende da proporção pelas quais as partículas caem em um fluido viscoso e a medida dessa proporção (Gavande, 1976).

2.2.5 Determinações ou estimativas da textura em campo

O estudo e a caracterização da natureza da variabilidade espacial de ocorrência de solos são fundamentais para a avaliação da influência dos atributos do solo na produtividade das culturas agrícolas. Diversos trabalhos que relacionam pedologia com geomorfologia evidenciam que os estudos de variabilidade espacial do solo, levantamentos pedológicos e pedogênese produzem melhores e aplicáveis resultados quando os trabalhos de campo são intensificados e métodos geomorfológicos são incluídos (Daniels et al., 1971; Gerrard, 1993).

Segundo o Manual Técnico de Pedologia da Fundação IBGE (Oliveira et al., 2007), “descrições de perfis de solos no campo, criteriosas, objetivas e precisas são a base da identificação e classificação de solos, nada pode substituí-las”. Ainda segundo esse Manual, a avaliação da textura em campo deve ser feita por meio do tato, pela sensação observada ao se esfregar a amostra úmida entre os dedos, já que, em função dos inúmeros problemas que vêm sendo detectados em resultados de laboratórios no Brasil, principalmente em caso de solos oxídicos (Latosolos), o controle de campo por meio desse processo de avaliação textural é de suma importância.

Segundo o SOIL Taxonomy (USDA, 1999), alguns solos não são completamente dispersos pelos métodos convencionais de laboratório e as determinações de campo devem ser referidas como determinações aparentes. Menciona ainda que os resultados de campo podem ser confirmados pelos resultados de laboratório e os critérios de avaliação devem ser ajustados se necessário.

No “Field book for describing and sampling soils” (USDA, 2002), tem-se que os conteúdos de argila, silte e areia de uma amostra de solo podem ser estimados no campo pelo uso das mãos ou medidos quantitativamente em laboratórios, pelos métodos tradicionais da pipeta ou do hidrômetro.

Quando o solo apresentar sensação tátil micácea (sensação de sedosidade, material escorregadio, deslizante), comum em solos derivados de rochas xistosas (mica xistos) e em alguns solos de natureza aluvionar, deve-se acrescentar após a classe de textura, entre parênteses, a palavra micáceo, por exemplo: franco (micáceo). Quando se tratar de material orgânico, a textura deverá ser descrita como orgânica, ou orgânica fibrosa, em caso de material com elevados teores de fibras, por exemplo: textura orgânica fibrosa (Oliveira et al., 2007).

Santos et al. (2005) consideraram que embora seja difícil avaliar em campo as sensações de sedosidade, aspereza e pegajosidade, atreladas à presença das diversas partículas do solo em sua forma subdividida, a prática permite inferências importantes. Mencionaram também que a avaliação no caso de solos oxídicos leva os examinadores muitas vezes a subestimar os teores de argila, pelo fato de não se conseguir desfazer certos agregados estruturais comuns nesses solos, que são comumente denominados pseudo-silte ou areia muito fina, e por outro lado, os solos com argilas expansivas têm os teores de argila comumente superestimados em razão da grande manifestação da plasticidade e pegajosidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E COLETA DOS SOLOS

Para a realização desta pesquisa foram feitas coletas de cinco perfis de solos, classificados conforme o SiBCS (Embrapa, 2006). Os perfis foram escolhidos tendo como critérios contemplar tanto solos com problemas de dispersão como é o caso dos Latossolos oxídicos da região central do Brasil, quanto solos com diversificação na natureza mineralógica, que foram também importantes do ponto de vista geográfico e/ou econômico. Portanto, foram escolhidos solos de natureza mineralógica contrastante, Latossolos Ácricos e Acriférricos, Argissolos e Nitossolos e Chernossolos, que foram coletados nos municípios de Ceres, Ouro Verde e Jataí no Estado de Goiás e no município de Ipiaú, no Estado da Bahia (Figura 1), que apresentam as seguintes coordenadas geográficas:

P.1 - Perfil 1 – Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico (PVAe)- Ouro Verde-GO

Coordenada Geográfica: - 16° 14' 39'' S / 49° 07' 46'' WGr

P.2 - Perfil 2 – Chernossolo Argilúvico Órtico típico (MTo)- Ipiaú-BA

Coordenada Geográfica: -14° 11' 15'' S / 39° 43' 9'' WGr

P.3 - Perfil 3 – Latossolo Vermelho Ácrico típico (LVw)- Ouro Verde-GO

Coordenada Geográfica: -16° 16' 36'' S / 49° 06' 47'' WGr.

P.4 - Perfil 4 – Latossolo Vermelho Acriférrico típico (LVwf)- Jataí-GO

Coordenada Geográfica: - 17° 55' 15'' S / 51° 42' 58'' WGr

P.5 - Perfil 5 – Nitossolo Vermelho Eutrófico típico (NVef)- Ceres-GO

Coordenada Geográfica: - 15° 18' 20'' S / 49°37'54" WGr

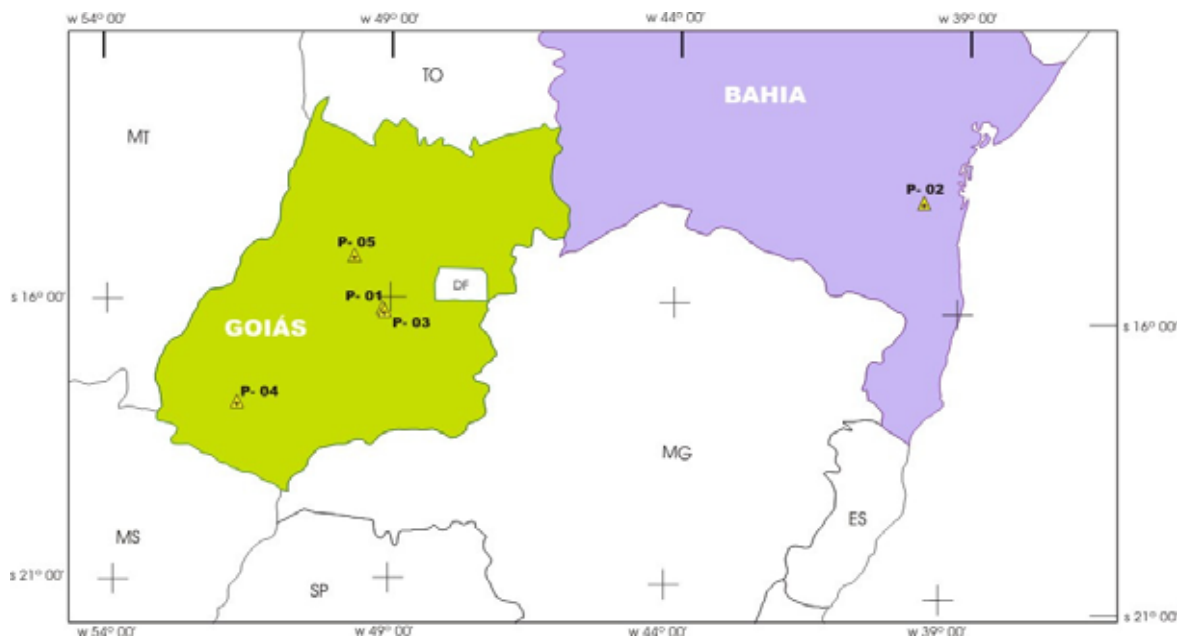


Figura 1. Localização geográfica dos solos estudados

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Coleta e caracterização dos solos

A escolha dos solos foi feita em função dos objetivos do trabalho, ou seja, foram escolhidos solos com constituição mineralógica distinta. As coletas foram feitas seguindo recomendações do Manual Técnico de Pedologia da Fundação IBGE (Oliveira et al., 2007). Em campo foram descritas as características morfológicas de cada perfil, contemplando dados como cor, profundidade e espessura dos horizontes, textura tátil ou de campo, estrutura, consistência seca e molhada. Também foram observados aspectos do relevo, geologia, material de origem, pedregosidade, rochosidade, vegetação e uso atual nos locais de coleta, além de aspectos relacionados à erosão. As descrições morfológicas completas, bem como os resultados analíticos de rotina, para caracterização dos solos, encontram-se nos Anexos 1, 2, 3, 4, e 5.

Dos cinco perfis estudados, foram coletadas amostras de cada horizonte genético, tanto para fins de caracterização taxonômica, quanto para se direcionar as investigações objeto deste trabalho. No total, foram coletadas 20 amostras deformadas de horizontes dos solos, sendo quatro por perfis amostrados, números estes definidos em

função da caracterização morfológica de cada um deles, realizada por ocasião dos trabalhos de campo.

3.2.2 Análises laboratoriais

As amostras de solos foram analisadas no laboratório Solocria em Goiânia-GO, no laboratório de Física do Solo da Universidade Federal de Lavras (MG) e no laboratório de Furnas Centrais Elétricas S.A, localizado na cidade de Aparecida de Goiânia-GO.

3.2.2.1 Análise física

Nesse procedimento, as determinações se limitaram à análise granulométrica, mais especificamente, à determinação da textura ou composição granulométrica da TFSA, já que este é o tema central da presente investigação. Para tanto, vários procedimentos visando promover a dispersão das argilas foram testados e basearam-se tanto na variação dos procedimentos e recursos de ordem física ou mecânica, quanto de ordem química, e mesmo na combinação entre eles.

Para realizar a dispersão física, foram utilizados dois métodos: o método da agitação mecânica lenta empregando-se um agitador horizontal de movimento helicoidal e o método do ultra-som (Gee & Bauder, 1986; Vitorino et al., 2001; Oliveira et al., 2002).

No método da agitação mecânica lenta, utilizando-se o agitador horizontal de movimento helicoidal, foi utilizado o tempo de agitação de três horas para todos os tratamentos, sendo que na maioria dos tratamentos foram adicionadas 30 g de areia grossa (Oliveira et al., 2002). No método do ultra-som, foi utilizado o tempo de sonificação de cinco minutos.

Para dispersão química foram usados diversos reagentes, individualmente ou combinados entre si e/ou combinados com métodos físico-mecânicos.

As frações grosseiras (areias) foram separadas através do peneiramento, enquanto as frações mais finas (silte e a argila) foram separadas por meio de sedimentação. O cálculo do tempo de sedimentação foi feito utilizando-se a Lei de Stokes (1951).

O método da pipeta (Day, 1965; Embrapa, 1997) foi usado em todos os tratamentos.

3.2.2.1.1 Tratamentos realizados usando dispersantes químicos

A Tabela 1 descreve os tratamentos a que foram submetidas às amostras dos solos estudados para determinação dos teores de argila.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos a que foram submetidas às amostras dos solos.

Tratamentos	Descrição
T 1	NaOH (Agitador horizontal)
T 2	NaOH + Areia Grossa (Agitador horizontal)
T 3	HCl 0,05N + Areia Grossa (Agitador horizontal)
T 4	Pré-tratamento com H ₂ O ₂ + NaOH + Areia Grossa (Agitador horizontal)
T 5	Pré-tratamento com Ditionito + NaOH + Areia Grossa (Agitador horizontal)
T 6	Pré-tratamento com H ₂ O ₂ + Ditionito + NaOH + Areia Grossa (Agitador horizontal)
T 7	Pré-tratamento com Oxalato+ NaOH + Areia Grossa (Agitador horizontal)
T 8	Pré-tratamento com fosfato de potássio + NaOH + Areia Grossa (Agitador horizontal)
T 9	Pré-tratamento com CaCo ₃ + NaOH + Areia Grossa (Agitador horizontal)
T 10	Hexametáfosfato + Areia Grossa (Agitador horizontal)
T 11	NaOH (Ultra-som 5 min)
T 12	Hidroxido de lítio (Agitador horizontal)
T 13	Hidroxido de lítio + Areia Grossa (Agitador horizontal)

- Tratamento 1: foram pesadas 10 g de TFSE (Terra Fina Seca em Estufa) e efetuou-se a dispersão usando 10 mL de NaOH 1N; a solução foi submetida à agitação em mesa orbital por um período de três horas. Após a agitação, as suspensões foram passadas em peneira de 53 µ; o material retido na peneira (fração areia) foi colocado na estufa (24 horas a 105 °C). O material que passou pela peneira (fração silte + argila) foi colocado em uma proveta de 500 mL. O volume da proveta foi completado com água até 500 mL. Calculou-se o tempo de sedimentação do silte ($r = 0,0001$ mm) pela fórmula de Stokes (1951):

$$T = \frac{9 \cdot h \cdot \eta}{2 \cdot (D_p - D_w) \cdot g \cdot r^2}$$

Em que: T: tempo de sedimentação (s);

h: altura da pipetagem (cm);

η : viscosidade da água da suspensão (poise);

D_p : densidade média de partícula (kg dm^{-3});

D_w : densidade do fluido (kg dm^{-3});

g: aceleração da gravidade ($\text{cm s}^{-2} = 980$);

r: raio da partícula sedimentada (mm).

Agitou-se a solução da proveta (± 1 minuto) e após o tempo de sedimentação determinado pela fórmula anterior, pipetou-se uma alíquota de 10 mL, a 5 cm de profundidade. Colocou-se a alíquota de 10 mL pipetada em um cadinho, previamente pesado, e levou-se à estufa por 24 horas (105 °C) e em seguida o cadinho foi pesado, assim como o recipiente contendo a areia. Na solução contendo silte e argila foi descontado o peso do NaOH 0,1 mol L⁻¹ proporcionalmente ao volume extraído (0,0008 g). Determinou-se o teor de argila pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ Argila} = 500 \times (PS_c - P_{\text{NaOH}})$$

Em que: % Argila: teor de argila do solo (%);

PS_c: peso seco do material contido no cadinho (g);

P_{NaOH}: peso do NaOH colocado na solução dos 10 mL da pipetagem;

A areia total foi fracionada em areia grossa e areia fina; o material retido em cada uma das peneiras foi pesado e, por regra-de-três, determinou-se a porcentagem das frações;

- Tratamento 2: foi utilizado o mesmo procedimento do Tratamento 1, adicionando 30 g de areia grossa à solução de NaOH 1N;
- Tratamento 3: foi utilizado o mesmo procedimento do Tratamento 2, mas empregando-se 100 mL de HCl 0,05N ao invés de 10 mL de NaOH 1N;
- Tratamento 4: foi utilizado o mesmo procedimento do Tratamento 2, porém com um pré-tratamento para remoção de matéria orgânica, usando água oxigenada 30% (Embrapa, 1997);
- Tratamento 5: foi utilizado o mesmo procedimento do Tratamento 2, porém com um pré-tratamento para remoção do óxido de ferro cristalino e do alumínio, utilizando-se do citrato-ditionito-bicarbonato (Mehra, & Jackson, 1960; Embrapa 1997);
- Tratamento 6: foi utilizado o mesmo procedimento do Tratamento 2, mas antes foram feitos os mesmos pré-tratamentos usados nos Tratamentos 4 e 5, sendo que a matéria orgânica foi removida previamente;

- Tratamento 7: foi utilizado o mesmo procedimento do Tratamento 2, porém com um pré-tratamento para remoção de óxidos de ferro amorfos, por meio do método do oxalato ácido de amônio (McKeague, 1978; Embrapa, 1997);
- Tratamento 8: foi utilizado o mesmo procedimento do Tratamento 2, porém com um pré-tratamento com fosfato de potássio. Foi cortado um pedaço de tubo PVC de aproximadamente 20 cm de altura e 10 cm de diâmetro, o fundo foi confeccionado com isopor, tendo ao centro um orifício de 1,0 cm de diâmetro, preenchido com gase para oferecer passagem para o lixiviado. Para 250 g de solo, foram aplicados 50 g de fosfato de potássio p.a. Esse material foi molhado duas vezes por semana para acelerar as reações, a quantidade de água adicionada por vez foi de 15 mL. O tempo usado para reação foi de oito semanas;
- Tratamento 9: foi utilizado o mesmo procedimento do Tratamento 2, porém com um pré-tratamento com carbonato de cálcio. Foi cortado um pedaço de tubo de PVC de aproximadamente 20 cm de altura e 10 cm de diâmetro, o fundo foi confeccionado com isopor, tendo ao centro um orifício de 1,0 cm de diâmetro, preenchido com gase para oferecer passagem para o lixiviado. Para 250 g de solo, foram aplicados 50 g de carbonato de cálcio, esse material foi molhado duas vezes por semana para acelerar a reação e a quantidade de água adicionada por vez foi de 15 mL, o tempo usado para reação foi de oito semanas;
- Tratamento 10: foi utilizado o mesmo procedimento do Tratamento 2, porém mudando o dispersante químico. Neste caso, 20 g de hidróxido de sódio foram dissolvidas em cinco litros de água destilada e posteriormente foram adicionadas 50 g de hexametáfosfato de sódio, agitando com agitador magnético até completa dissolução dos reagentes. Foram usados 50 mL da solução para 10 g de solo (Camargo et al., 1986);
- Tratamento 11: foi utilizado o mesmo procedimento do Tratamento 1, porém mudando o método de agitação. No lugar do agitador horizontal, foi empregado o método do ultra-som, utilizando-se de um aparelho marca Misonix modelo XL2020TM, operando a 20 kHz, no estágio 9 do amostrador, 80W de potência. Adotou-se a relação solo-água de 1:20 (Vitorino et al., 2000). O tempo de sonificação foi de 300 segundos, correspondendo, respectivamente, à energia específica aplicada de 120 J mL^{-1} , calculadas segundo Sá et al. (2000);
- Tratamento 12: foi utilizado o mesmo procedimento do Tratamento 1, substituindo o NaOH 1N pelo LiOH 1N;

- Tratamento 13: foi utilizado o mesmo procedimento do Tratamento 2, substituindo o NaOH 1N pelo LiOH 1N.

3.2.2.1.2 Argila Natural

Para determinar a argila natural, também chamada de argila dispersa em água, foram usados os mesmos procedimentos comuns empregados nos Tratamentos 1, 2 e 11, sem a utilização de dispersante químico.

3.2.2.1.3 Textura de campo

Para determinar a argila ou textura de campo, foram convidados dez pedólogos experientes e com renome na comunidade científica: Msc. Francisco Ferreira Fortunato (IBGE), Msc. Glailson Barreto Silva (IBGE), Dr. Humberto Gonçalves dos Santos (Embrapa-CNPS), Dr. João Bertoldo de Oliveira (I.A.C e UNICAMP), Dr. José Coelho de Araújo Filho (Embrapa-CNPS e UEP-PE), Dr. Mateus Rosa Ribeiro (UFRPE-PE), Msc. Nelson Lara da Costa (IBGE), Dr. Pablo Vidal Torrado (ESALQ), Dr. Paulo Klinger Tito Jacomine (UFRPE-PE) e Dr. Virlei Álvaro de Oliveira (IBGE)).

3.2.2.3 Análise química

A metodologia usada nas análises químicas, na maioria dos casos, foi a mesma adotada pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 1997). A seguir serão descritos sucintamente os métodos usados:

- pH em água e KCl N - determinados por potenciometria na proporção solo-solução 1:2,5;
- Carbono orgânico - oxidação da matéria orgânica do solo com dicromato de potássio em meio sulfúrico, titulado com solução padrão de sulfato ferroso;
- Matéria orgânica – calculada com base no teor médio de carbono orgânico presente na matéria orgânica, utilizando-se da fórmula: $MO\% = C \cdot 1,724$;
- Cálcio e magnésio trocáveis - extraídos com KCl N e determinados por espectrofotometria de absorção atômica;

- Potássio e sódio trocáveis - extraídos com H_2SO_4 0,025 N + HCl 0,05 N e determinados por fotometria de chama;
- Fósforo extraível (Mehlich) - extraído com H_2SO_4 0,025 N + HCl 0,05 N e determinado por colorimetria com molibdato, baseado na formação do complexo fosfomolibdico, reduzido por ácido ascórbico;
- Acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) – extraído com acetato de cálcio tamponado a pH 7, 0 determinado por titulação com NaOH;
- Alumínio trocável - extraído com KCl N e determinado por titulação com NaOH;
- Ponto de carga zero (PCZ) - estimado pela equação $\text{PCZ} = 2 \text{ pH KCl} - 2\text{pH}_2\text{O}$;
- Valor S - calculado pela fórmula $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+$;
- Hidrogênio (H^+) - calculado pela fórmula $[(\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}) - \text{Al}^{3+}]$;
- Valor T (CTC) - calculado pela fórmula: valor S + $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$;
- Valor V - calculado pela fórmula: (valor S/valor T)* 100;
- Boro – extraído com água quente e determinado por colorimetria com azometina;
- Cobre, ferro, manganês, zinco, cádmio, chumbo, níquel (Mehlich) – extraídos com H_2SO_4 0,025 N + HCl 0,05 N e determinados por absorção atômica;
- Cobalto (Mehlich) – extraídos com H_2SO_4 0,025 N + HCl 0,05 N e determinado por colorimetria com R-Nitroso;
- Molibdênio (Mehlich) – extraídos com H_2SO_4 0,025 N + HCl 0,05 N e determinado por colorimetria com tiocianato de sódio;
- Ataque sulfúrico – para extração de ferro, alumínio, titânio e sílica no resíduo da TFSA após dissolução com ácido sulfúrico 1:1, aquecido até a fervura, sob refluxo, com posterior resfriamento, diluição e filtração. A determinação da sílica foi feita no resíduo, e o ferro, alumínio e titânio, no filtrado. A determinação das relações moleculares K_i e K_r foram feitas utilizando-se as fórmulas:

$$K_i = 1,70.(SiO_2/Al_2O_3)$$

$$K_r = 1,70.SiO_2/(Al_2O_3 + Fe_2O_3 \cdot 0,6375)$$

3.2.3 Análise mineralógica da fração argila

As análises foram realizadas no Laboratório de Difração de Raios-X do Laboratório de Mecânica das Rochas da Divisão de Geotecnia de FURNAS (LABS.C -

DCT.C), em um difratômetro marca Siemens, modelo D5000. As amostras foram analisadas sob voltagem 40KV e amperagem de 40mA, em sistema $\theta/2\theta$, com velocidade de varredura de 0,05°/seg, de 2° a 70° 2 θ . A fonte de energia foi um filamento de tungstênio (catodo) e o tubo de raios-X foi de cobre (anodo), cujos comprimentos de onda (λ) foram: $K\alpha$ 1,5418 Å e $K\beta_1$ 1,3922 Å.

As amostras foram submetidas a moagem prévia em moinho orbital até a sua total moagem (100% passante na peneira 325 mesh – 0,043mm) com o objetivo de obter material representativo de granulação bem fina. Concluída essa etapa, parte do material foi analisada no Difratômetro de Raios-X, pelo Método do Pó Não-Orientado (*Análise Integral*). Na seqüência, procedeu-se à separação por sedimentação em coluna da fração argila dessas amostras, seguida por montagem em vidro de três lâminas orientadas para cada registro, ou seja, apenas com deslizamento de uma lâmina sobre à que contém a “lama” para orientação. Nessas lâminas, fez-se uma *Análise Natural* (apenas com secagem ao ar), uma após saturação com etileno-glicol em dessecador, colocado sobre chapa aquecida a 50°C, por 12 horas, para garantir a completa saturação da atmosfera interna e, assim, possibilitar a identificação dos argilominerais expansivos, caso existissem. Após a retirada das amostras do dessecador, as mesmas foram levadas imediatamente ao difratômetro de raios-X para análise (*Análise Glicolada*). Outro tratamento dado às amostras foi a calcinação da “fração argila” a 550°C, por 3 horas (*Análise Calcinada*). Essa análise serve para indicar a presença de minerais que passam por retração de sua estrutura em tais condições (caulinita, gibbsita, goethita, entre outros).

As interpretações foram realizadas em computador acoplado ao difratômetro, utilizando-se o Software EVA, versão 5 de 1997, com banco de dados de 1998, contendo cerca de 117 mil fichas, entre minerais, cimento e material cerâmico.

3.2.4 Análise estatística dos teores de argila

A análise estatística dos teores de argila foi realizada nos dados observados nos horizontes A e B das amostras provenientes de cinco solos, comparando, dentro do mesmo solo e mesmo horizonte, os teores médios de argila obtidos da dispersão das amostras nos 13 tratamentos, com o Tratamento 1 considerado padrão, utilizando-se o teste Dunnett's a 0,05 % de significância.

Ainda, indiretamente, os resultados do ataque sulfúrico fornecem também indicativos dos teores das frações finas dos solos (argila e silte), considerando que esse tipo de análise mostra o quantitativo dos principais elementos constituintes dos minerais secundários (argilominerais) presentes, principalmente, na fração argila e em parte da fração silte, embora feitos na fração TFSA, segundo metodologia Embrapa (1997). Por conseguinte, nos solos muito intemperizados, como os Latossolos (P.3 e P.4), que apresentam pequenos teores de silte, e a fração areia é constituída basicamente por minerais primários resistentes e agregados (Oliveira et al., 2007), há uma relação muito próxima entre o somatório dos percentuais dos elementos constituintes e os teores de argila e silte, pois esta última fração, principalmente em Latossolos muito intemperizados, é constituída em boa parte por minerais secundários. Resende et al. (2007) e Moreira (2006) detectaram valores de somatório desses elementos (Si, Al, Fe e Ti) determinados por fluorescência de raios X, situados entre 85% e 90% da constituição total da TFSA, para Latossolos do Planalto Central Goiano.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

4.1.1 Perfil 1

O Perfil 1 (Figuras 2 e 3) foi classificado segundo o SiBCS (Embrapa, 2006) como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média cascalhenta/argilosa, A moderado, caulínítico, fase Floresta Tropical Subcaducifólia. Ocorre em relevo forte ondulado e está localizado na Fazenda Nações Unidas, situada a 2 km da rodovia GO-330, no sentido norte e a 7Km de Campo Limpo de Goiás para Ouro Verde de Goiás. Coordenadas 16° 14' 39,4" S e 49° 07' 46" WGr. O material de origem é proveniente da alteração de rochas locais, faz parte do Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu, composto por rochas granulíticas meta e paraderivadas (Anexo 1).



Figura 2. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico-Perfil 1 Ouro Verde-GO.



Figura 3. Paisagem do Perfil 1

4.1.2 Perfil 2

O Perfil 2 (Figuras 4 e 5) foi classificado segundo o SiBCS (Embrapa, 2006) como CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico, textura argilosa/muito argilosa, fase Floresta Tropical Subperenifólia, relevo forte ondulado, localizado em área de cava da mina de níquel sulfetado, município de Ipiaú-BA, coordenadas $14^{\circ} 11' 15''$ S e $39^{\circ} 43' 9''$ WGr. O material de origem é proveniente da alteração de peridotito, faz parte do Complexo Intrusivo Mirabela, composto por dunitos serpentinizados, peridotitos e piroxenitos e gabros (Anexo 2).



Figura 4. CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico-Perfil 2 - Ipiaú-BA



Figura 5. Paisagem do Perfil 2.

4.1.3 Perfil 3

O Perfil 3 (Figuras 6 e 7) foi classificado segundo o SiBCS (Embrapa, 2006) como LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico, textura argilosa, A moderado, gibbsítico-oxídico, fase vegetação de transição cerrado/floresta, relevo suave ondulado. Está localizado na margem da GO-330, a 3 Km de Campo Limpo de Goiás para Ouro Verde de Goiás, coordenadas $16^{\circ} 16' 36''\text{S}$ e $49^{\circ} 06' 47''\text{WGr}$. O material de origem é composto por granulito ácido com provável contribuição de material retrabalhado e faz parte do Complexo Granulítico Anápolis-Itaúçu (Anexo 3).



Figura 6. LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico-Perfil 3-Ouro Verde-GO



Figura 7. Paisagem do Perfil 3.

4.1.4 Perfil 4

O Perfil 4 (Figuras 8 e 9) foi classificado segundo o SiBCS (Embrapa, 2006) como LATOSSOLO VERMELHO Acriférico típico, textura argilosa, A moderado, fase cerrado tropical subcaducifólio, relevo suave ondulado, localizado na área do Campus da UFG, ao lado do campo de futebol, Município de Jataí–GO, coordenadas, 17° 55' 15'' S e - 51° 42' 59'' WGr. O material de origem é proveniente do basalto, formação Serra Geral (Anexo 4).



Figura 8. LATOSSOLO VERMELHO Acriférico típico-Perfil 4 - Jataí-GO



Figura 9. Paisagem do Perfil 4.

4.1.5 Perfil 5

O Perfil 5 (Figuras 10 e 11) foi classificado segundo o SiBCS (Embrapa, 2006) como NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, textura muito argilosa, A proeminente, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo ondulado, localizado a 1 km de Ceres-GO, na estrada para Rubiataba-GO (Vale do São Patrício), coordenadas 15°18'20" S e 49°37'54" WGr. O material de origem é composto por gabro norítico, faz parte do Complexo básico / ultrabásico de Barro Alto (Anexo 5).



Figura 10. NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico-Perfil 5 – Ceres-GO



Figura 11. Paisagem do Perfil 5.

4.2 CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DOS SOLOS

Neste caso não será seguida a ordem numérica dos perfis; eles serão ordenados do menos intemperizado para o mais intemperizado. Foi realizada análise integral em lâmina não orientada e fração argila ao natural, fração argila glicolada e fração argila calcinada, em lâmina orientada, que possibilitaram a identificação dos minerais. Serão chamados minerais principais os mais importantes para a classificação dos solos.

4.2.1 Perfil 2 – Chernossolo Argilúvico Órtico típico

As Figuras de 12 a 15 a seguir mostram os difratogramas de Raios X elaborados em amostras de argila dos horizontes Bt1 (Figuras 12 e 13) e Bt2 (Figuras 14 e 15) do Perfil 2 (Chernossolo Argilúvico Órtico típico).

Os resultados de ambos os horizontes apontam o argilomineral montmorilonita como o principal mineral secundário constituinte das argilas desse solo, fato que está de acordo com a conceituação dos mesmos, constante no SiBCS (Embrapa, 2006) e conforme Kampf et al. (1995) e Oliveira et al. (1995).

Esse argilomineral, pertencente ao grupo das esmectitas, tem estrutura bissialítica (2:1), conforme Kampf & Curi (2003), o que confere às mesmas características de grande expansibilidade, alta CTC (capacidade de troca de cátions) e, em consequência, elevado quantitativo de cargas elétricas negativas e/ou balanço de cargas negativo. Em geral são encontrados em solos pouco evoluídos em que prevalecem altas relações Si/Al (índice Ki) e altas concentrações de bases (Wollast, 1967).

Os picos relativos a espaçamento basal de 14,823 Å (1,4823 nm) detectados no difratograma de lâmina de pó (análise integral) e de 17,1329 Å (1,71329 nm) detectados na lâmina de amostra orientada, em tratamento com etileno glicol (amostra glicolada), são características identificadoras do argilomineral (Besoain, 1985; Kampf & Curi, 2003).

Outros minerais secundários que ocorrem na fração argila desses solos são hematita e goethita, que são responsáveis pela coloração vermelho-amarelada dos mesmos.

4.2.1.1 Horizonte Bt1

- Mineral Principal: Montmorilonita (MT);
- Minerais Traços: Alofano (Al), quartzo (Q), hematita (HM) e goethita (G).

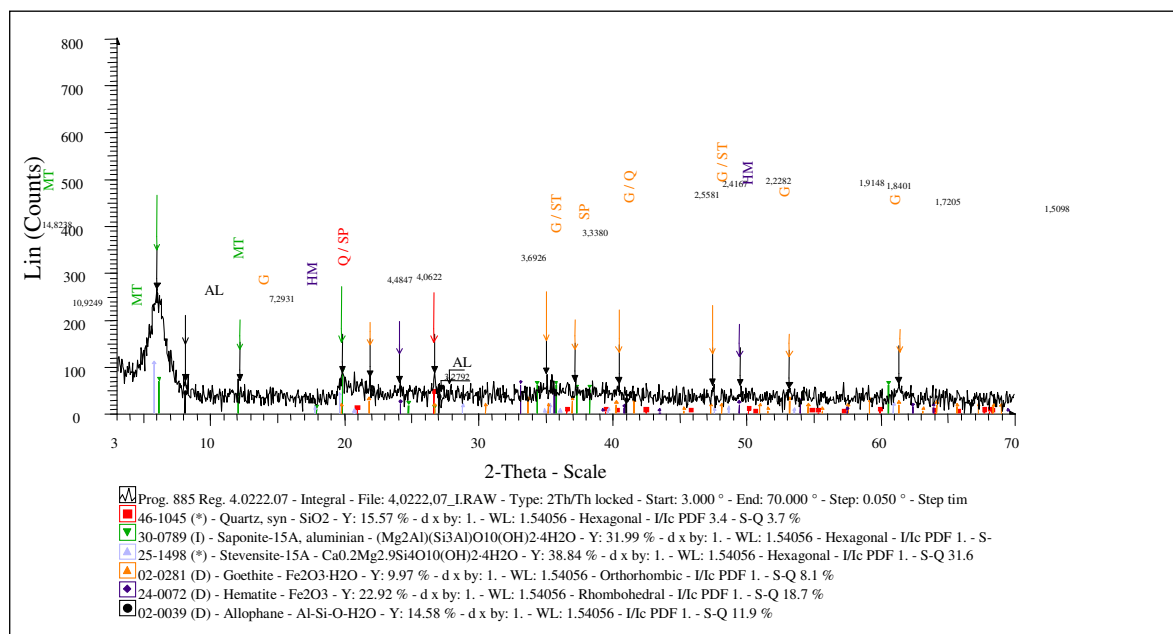


Figura 12. Difratograma da análise integral - CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico-Bt1 .

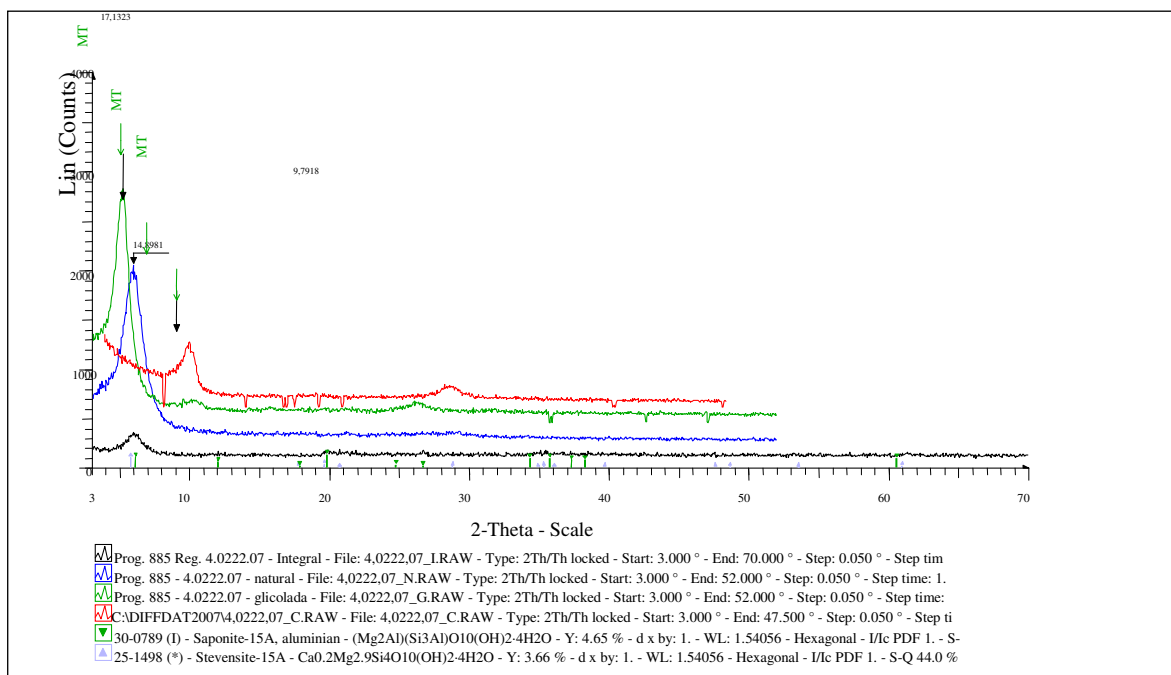


Figura 13. Difratoograma das análises acumuladas - CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico Calcinado (vermelho), glicolada (verde), natural (azul) e integral (preta) – Bt1.

4.2.1.2 Horizonte Bt2

- Mineral Principal: Montmorilonita (MT);
- Minerais Traços: Quartzo(Q), magnetita (MG), feldspato(FED) e alofano (Al).

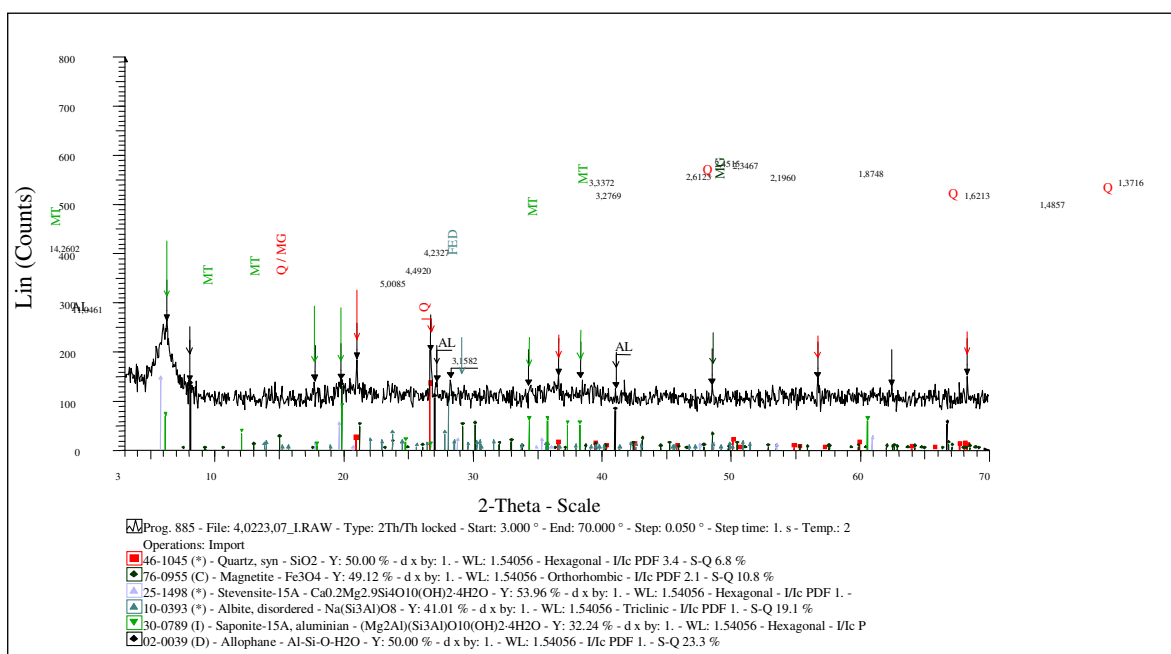


Figura 14. Difratoograma da análise integral - CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico-Bt2.

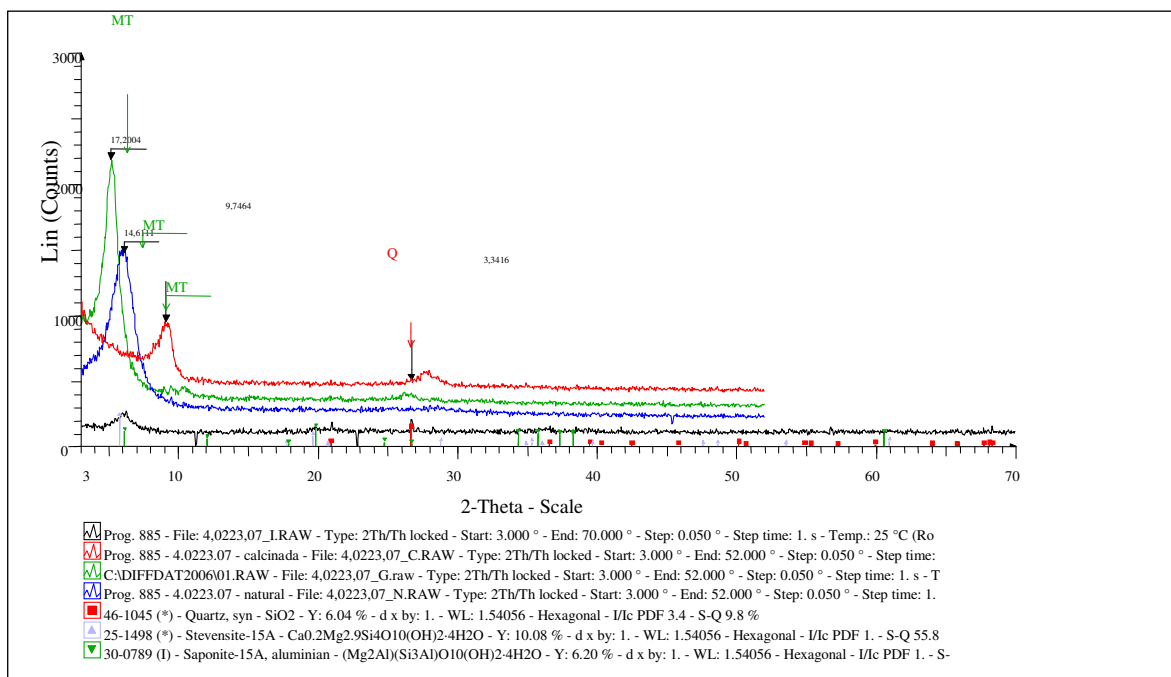


Figura 15. Difratoograma das análises acumuladas – CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico Calcinado (vermelho), glicolada (verde), natural (azul) e integral (preta)-Bt2.

4.2.2 Perfis 1 e 5 – Argissolo e Nitossolo

A mineralogia das argilas dos Perfis 1 e 5 (Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Nitossolo Vermelho Eutrófico), conforme pode ser visto nos difratogramas de Raios X mostrados nas Figuras 16 a 23, tem como principal mineral secundário a caulinita, seguido de gibbsita e hematita no caso do Nitossolo e de ilita e magnetita no caso do Argissolo, mineralogia essa de acordo com o previsto para tais solos pela sua conceituação constante no SiBCS (Embrapa, 2006).

O predomínio de caulinita na sua fração argila denota solos relativamente bem intemperizados, conforme descreve o SOIL Taxonomy (USDA, 1999), e esta confere aos mesmos, ao contrário da montmorilonita, características de baixa ou nenhuma expansibilidade e baixa CTC, definidas por baixo quantitativo de cargas elétricas negativas, embora apresentem ainda balanço negativo de cargas (Birkeland, 1984).

O pico (principal) de difração na distância interplanar de 7,16 Å (0,716 nm), na amostra de pó e sua ausência na lâmina pré-tratada com calcinação, são características

distintivas deste argilomineral em todas as amostras de ambos os solos analisados, (Besoain, 1985; Kampf & Curi, 2003).

O aquecimento da amostra a 550° C (amostra calcinada) e o correspondente desaparecimento dos reflexos (picos) de caulinita são usualmente aplicados para confirmar a sua identificação (Kampf & Curi, 2003).

4.2.2.1 Horizonte Bt1 - Nitossolo

- Mineral Principal: Caulinita (K);
- Minerais Subordinados: Gibbsita (GB) e hematita (HM).

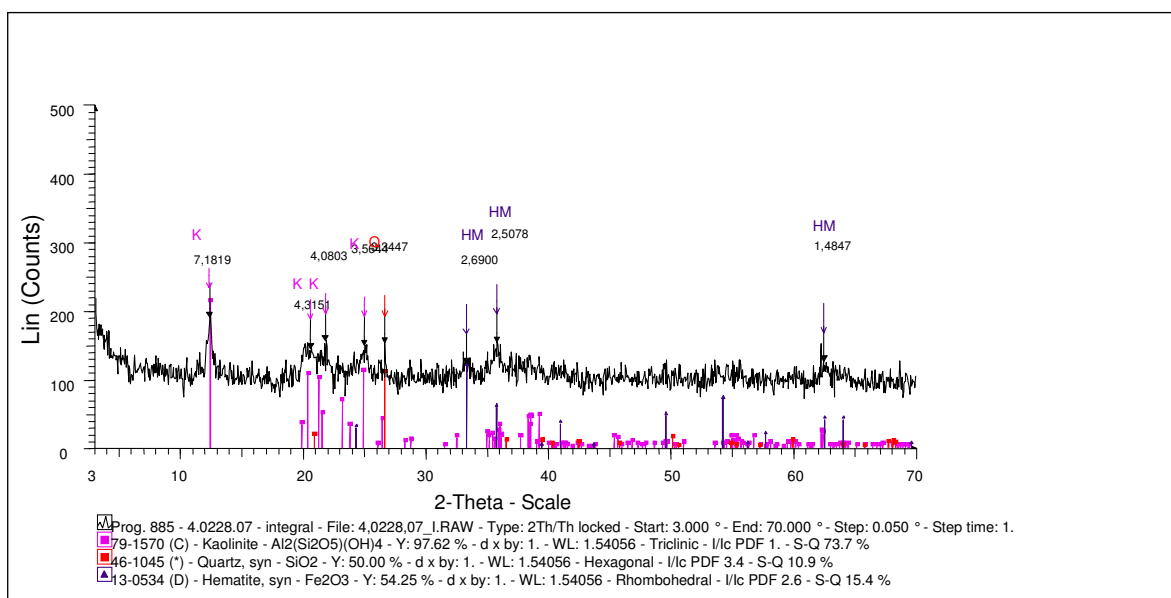


Figura 16. Difratograma da análise integral- NITOSSOLO VERMELHO Eutroférrico típico–Bt1.

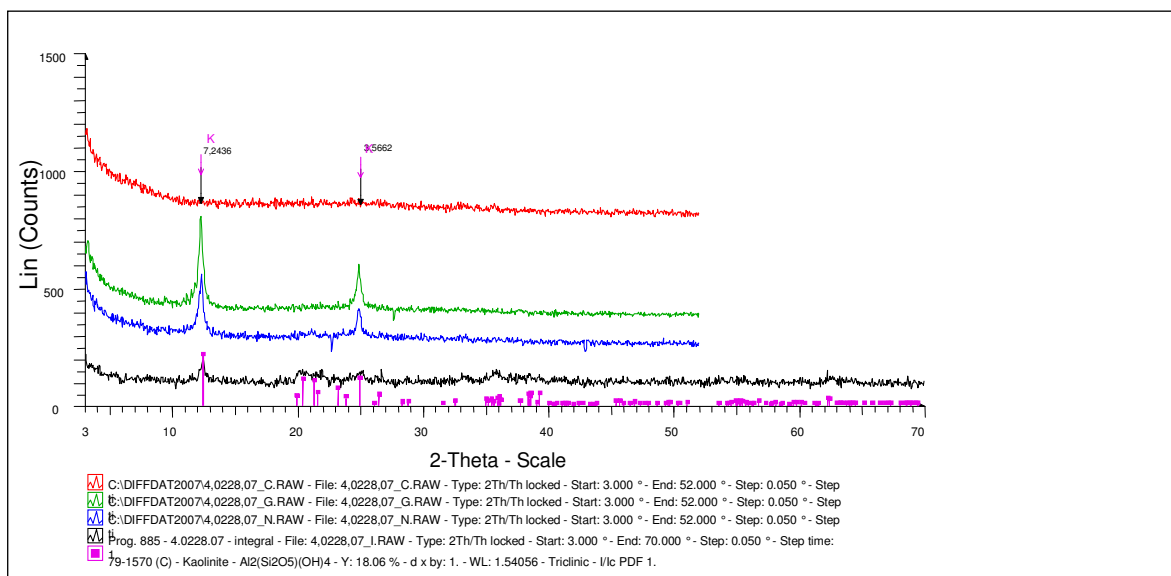


Figura 17. Difratoograma das análises acumuladas- NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico–Bt1 Calcinado (vermelho), gicolada (verde), natural (azul) e integral (preta).

4.2.2.2 Horizonte Bt2 - Nitossolo

- Mineral Principal: Caulinita; (K);
- Minerais Subordinados: Hematita (HM), quartzo (Q) e goethita (G);
- Mineral Traço: Interestratificado e gibbsita (GB).

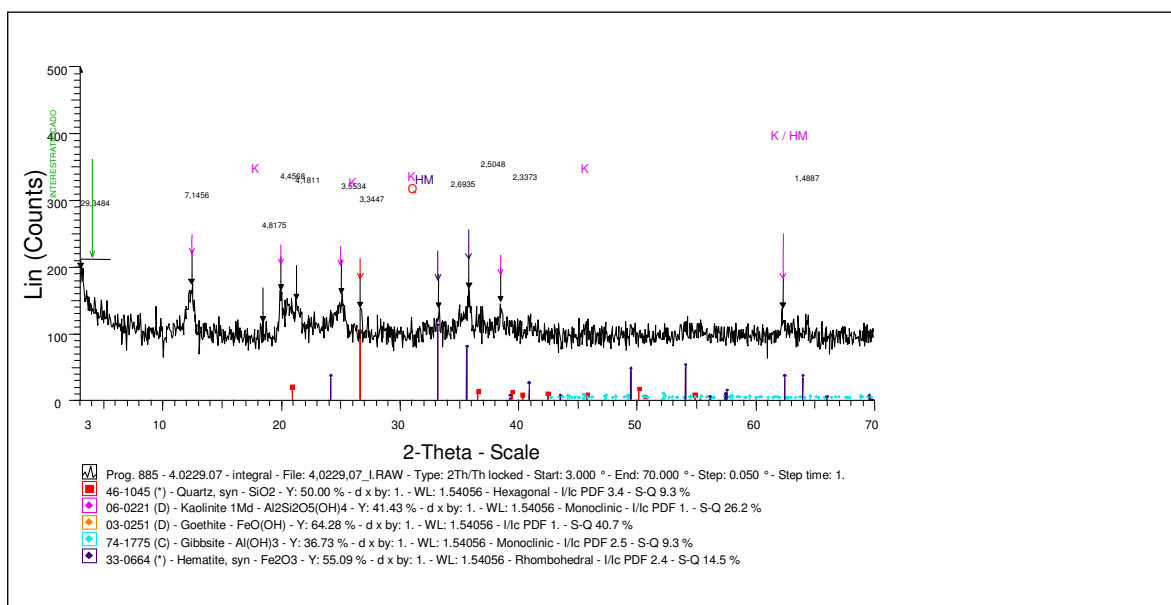


Figura 18. Difratoograma da análise integral- NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico-Bt2.

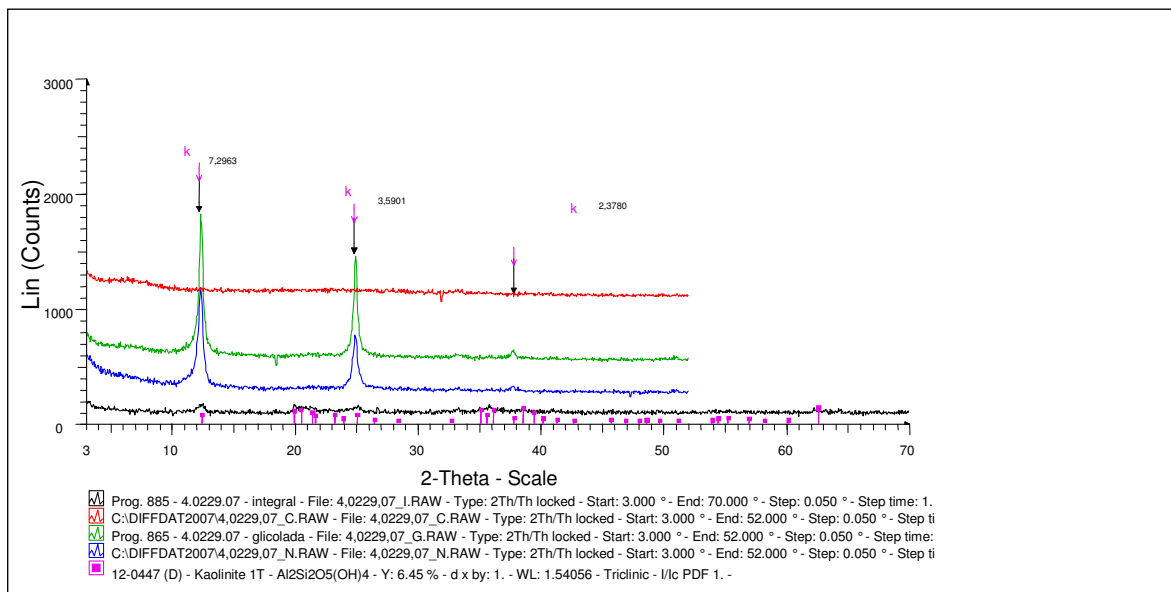


Figura 19. Difratoograma das análises acumuladas- NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico-Bt2 Calcinado (vermelho), glicolada (verde), natural (azul) e integral (preta).

4.2.2.3 Horizonte Bt1 - Argissolo

- Mineral Principal: Caulinita (K);
- Minerais Subordinados: Quartzo (Q), illita (IL) e magnetita(MG).

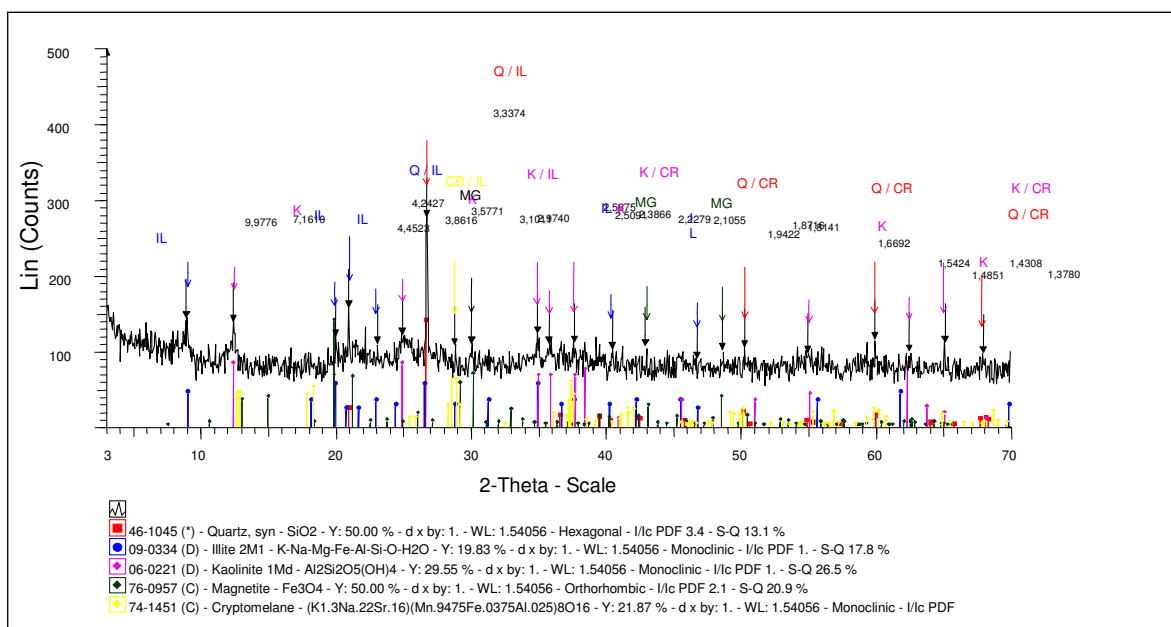


Figura 20. Difratoograma da análise Integral–ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrofico típico-Bt1.

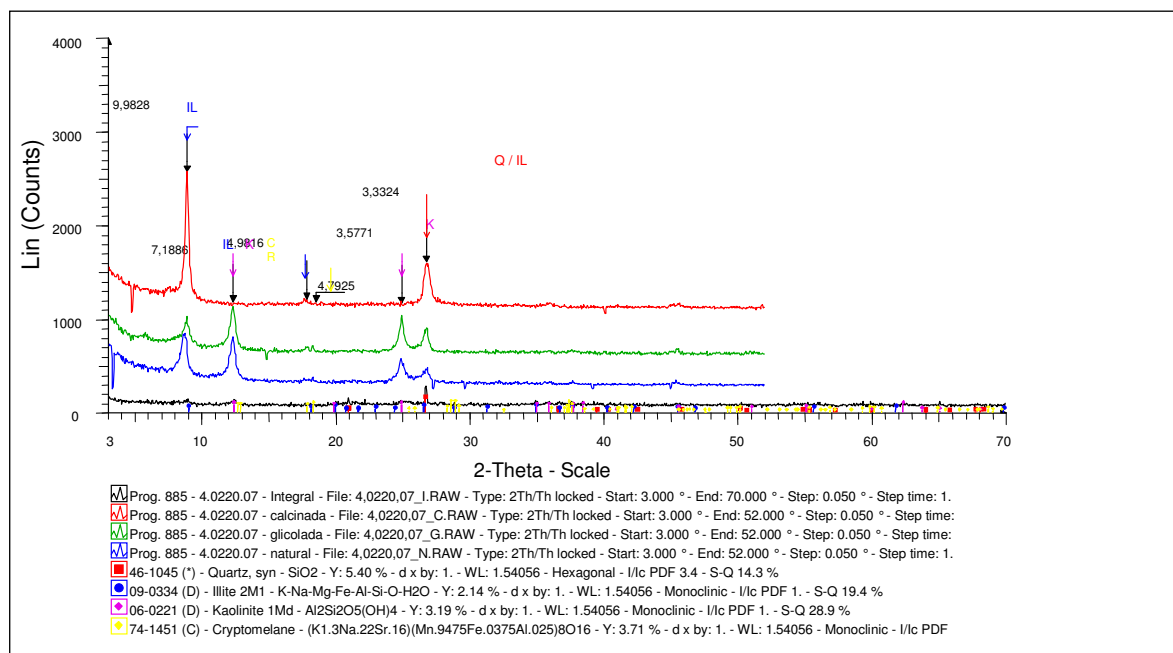


Figura 21. Difratoograma das análises acumuladas - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrofico típico - Bt1 Calcinado (vermelho), glicolada (verde), natural (azul) e integral (preta).

4.2.2.4 Horizonte Bt2 - Argissolo

- Mineral Principal: Caulinita (K);
- Minerais Subordinados: Quartzo (Q), illita (IL) e magnetita (MG);
- Mineral traço: Criptomelano (CR).

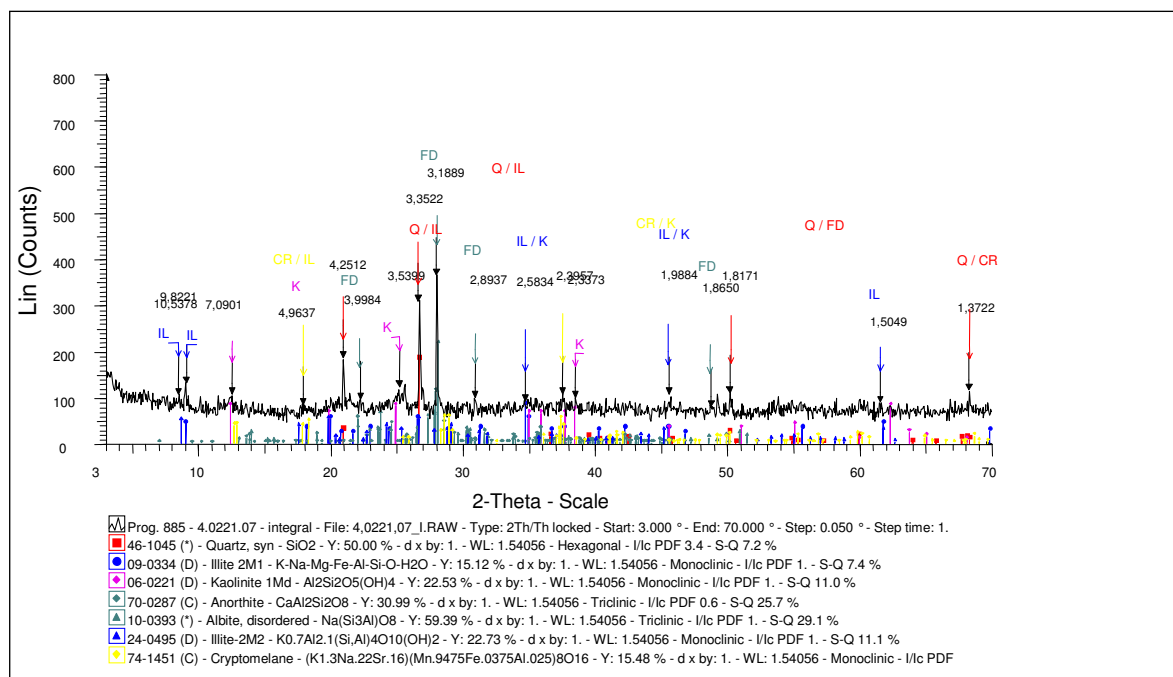


Figura 22. Difratoograma da análise integral – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrofico típico-Bt2.

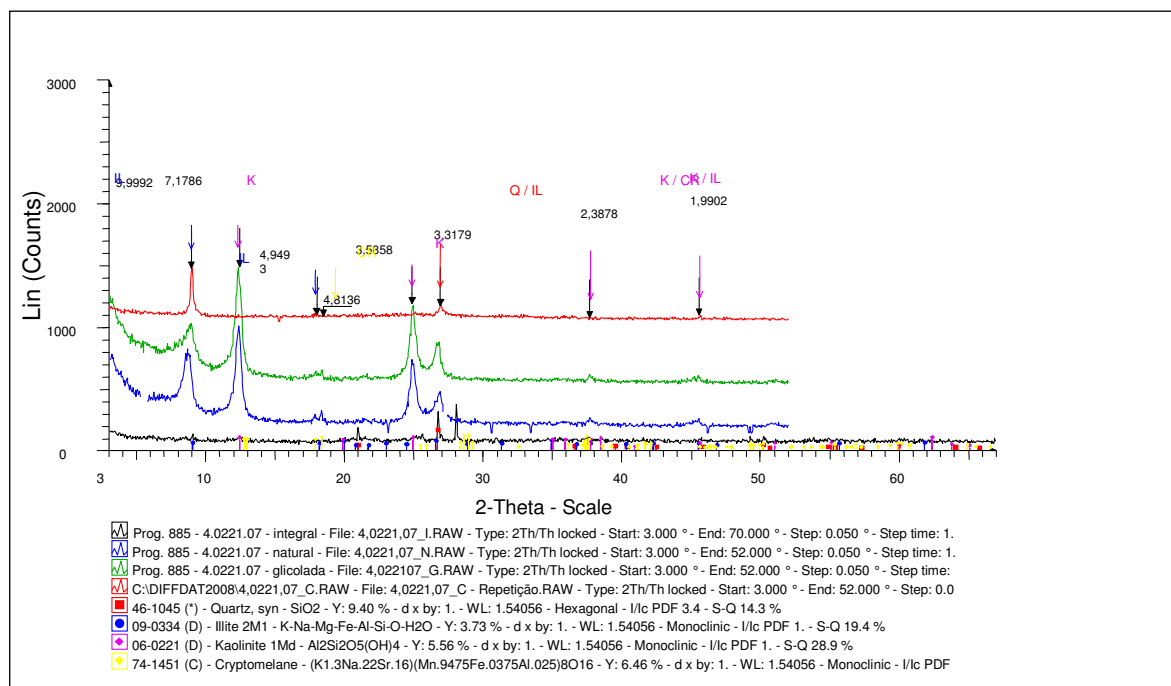


Figura 23. Difratoograma das análises acumuladas - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrofico típico-Bt2 Calcinado (vermelho), glicolada (verde), natural (azul) e integral (preta).

4.2.3 Perfis 3 e 4 – Latossolos

Os Latossolos estudados (Latossolo Vermelho Ácrico – Perfil 3 e Latossolo Vermelho Acriférico – Perfil 4) apresentam mineralogia predominantemente oxídica, conforme pode ser visto nos difratogramas elaborados, constantes nas Figuras 24 a 31. Tais resultados são condizentes com vários sistemas taxonômicos que mencionam essa mineralogia para solos dessa natureza (USDA, 1999; Embrapa, 2006).

Em todos os casos a gibbsita foi o principal mineral encontrado, o que demonstra se tratarem de solos em avançado estágio de intemperização, característicos das zonas tropicais do planeta (USDA, 1999). Constatou-se ainda presença subordinada de goethita, hematita e caulinita.

A presença considerável de óxidos constituindo a fração argila desses solos lhes confere características e propriedades especiais, tais como presença de cargas dependentes de pH, inversão do balanço de cargas (Meurer, 2000), baixo quantitativo de cargas elétricas de natureza variável ou não (Brady, 1989), alto grau de floculação das argilas, elevado ponto de carga zero, entre outras (Resende et al., 2007).

4.2.3.1 Horizonte Bw1 - Latossolo ácido

- Minerais Principais: Gibbsita (GB) e quartzo (Q);
- Mineral Subordinado: Caulinita (K) e hematita (HM);

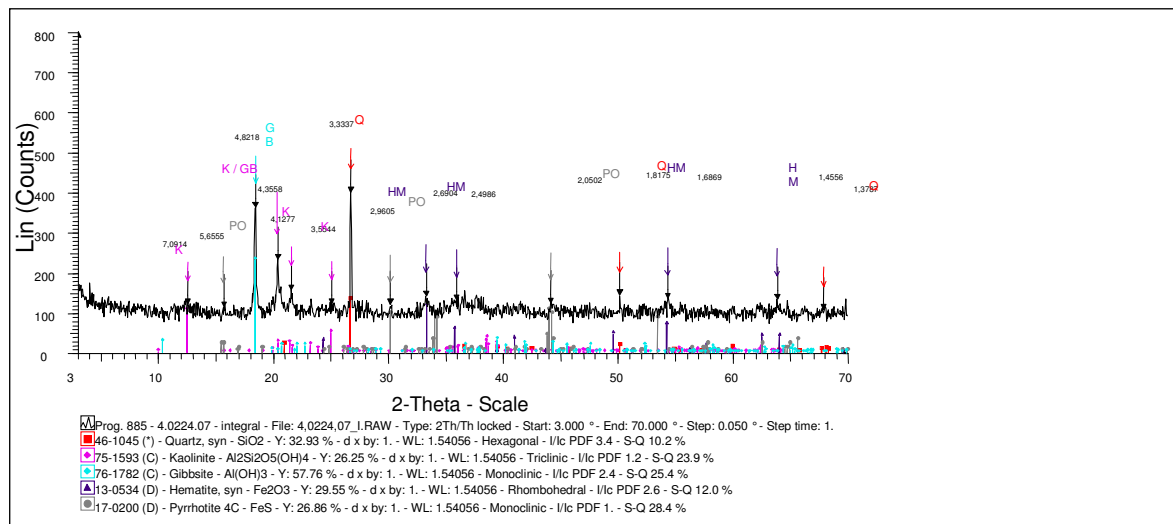


Figura 24. Difratograma da análise Integral – LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico-Bw1

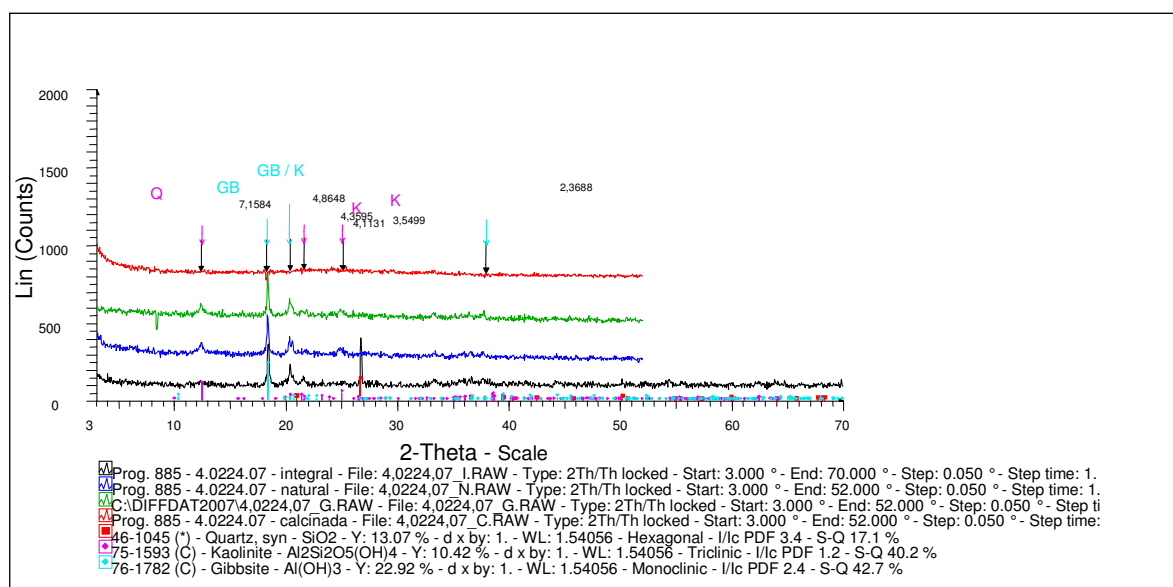


Figura 25. Difratograma das análises acumuladas - LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico-Bw1 Calcinado (vermelho), gicolada (verde), natural (azul) e integral (preta).

4.2.3.2 Horizonte Bw2 - Latossolo ácido

- Mineral Principal: Gibbsita (GB);
- Minerais Subordinados: Quartzo (Q), goethita (G) e hematita(HM);

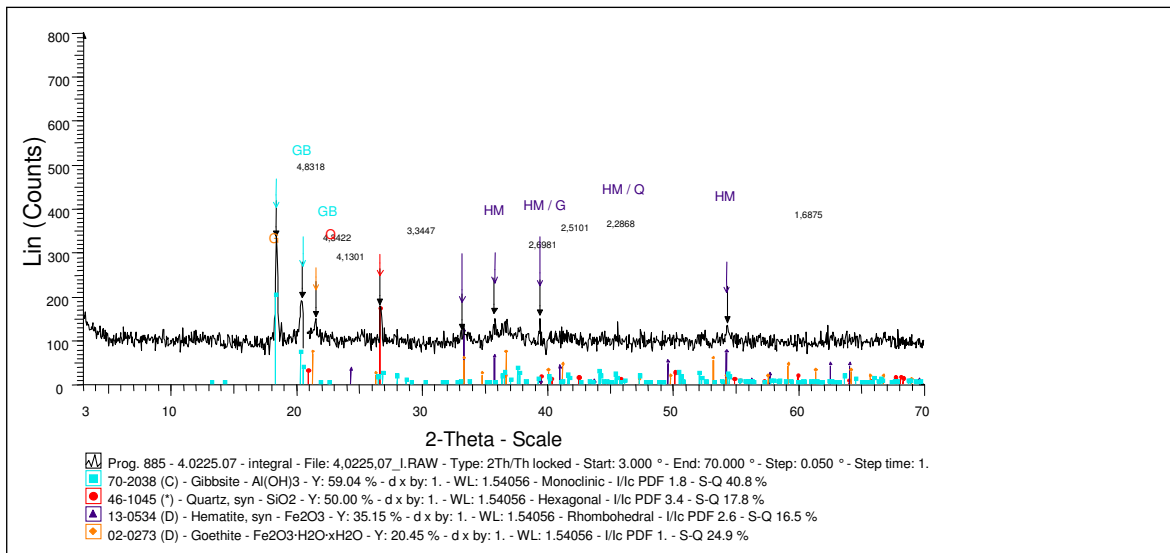


Figura 26. Difratograma da análise integral– LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico-Bw2

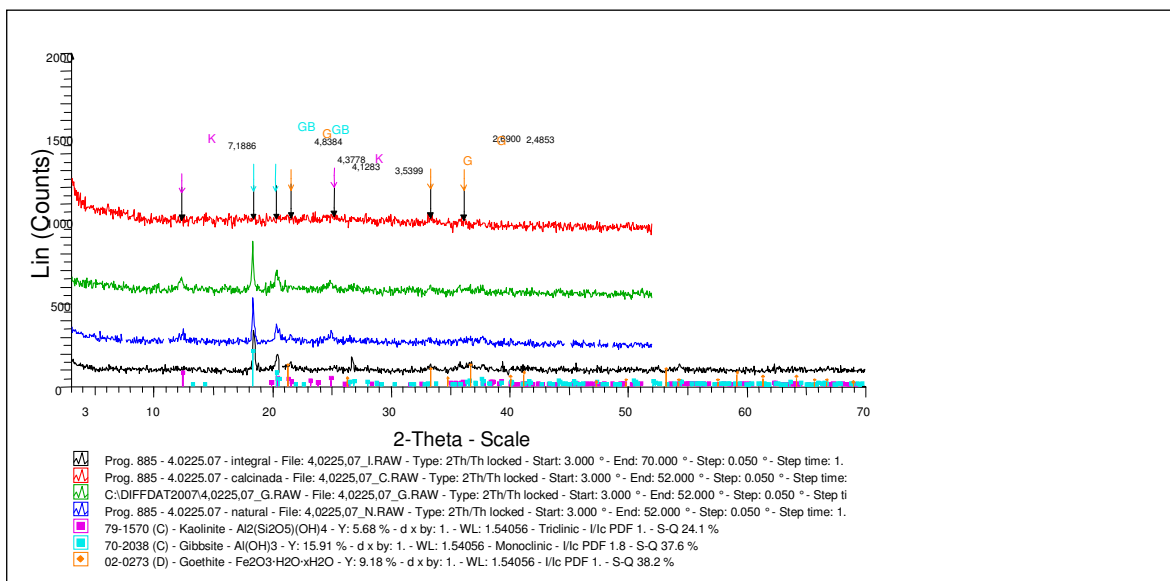


Figura 27. Difratograma das análises acumuladas- LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico-Bw2 Calcinado (vermelho), glicolada (verde), natural (azul) e integral (preta).

4.2.3.3 Horizonte Bw1 - Latossolo acriférrico

- Mineral Principal: Gibbsita (GB);
- Mineral Subordinado: Hematita (HM);
- Mineral Traço: Caulinita (K).

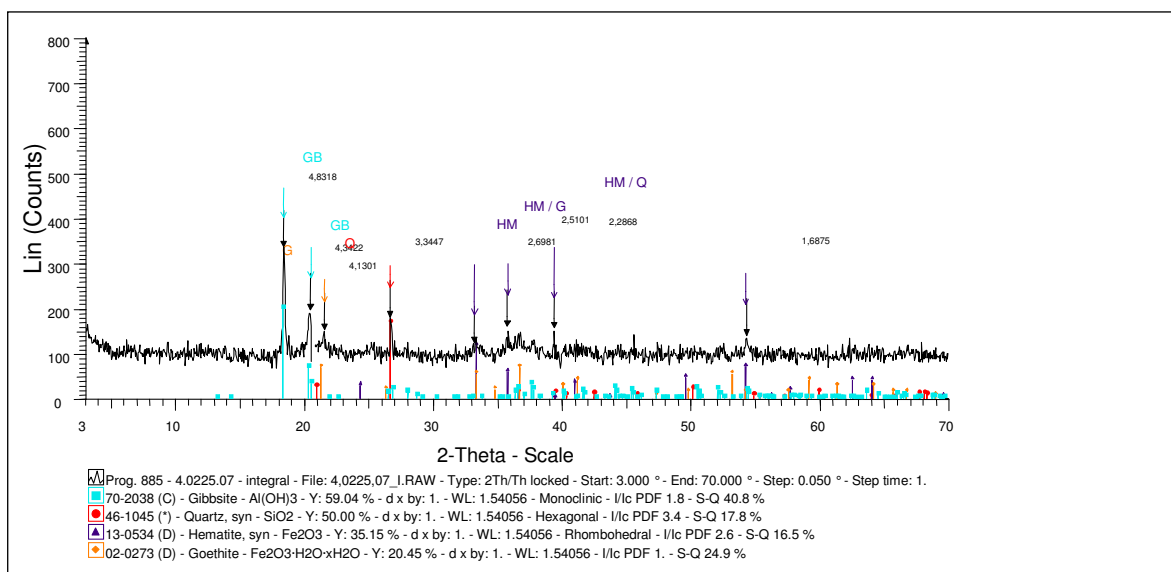


Figura 28. Difratoograma da análise integral– LATOSSOLO VERMELHO Acriférico típico-Bw1.

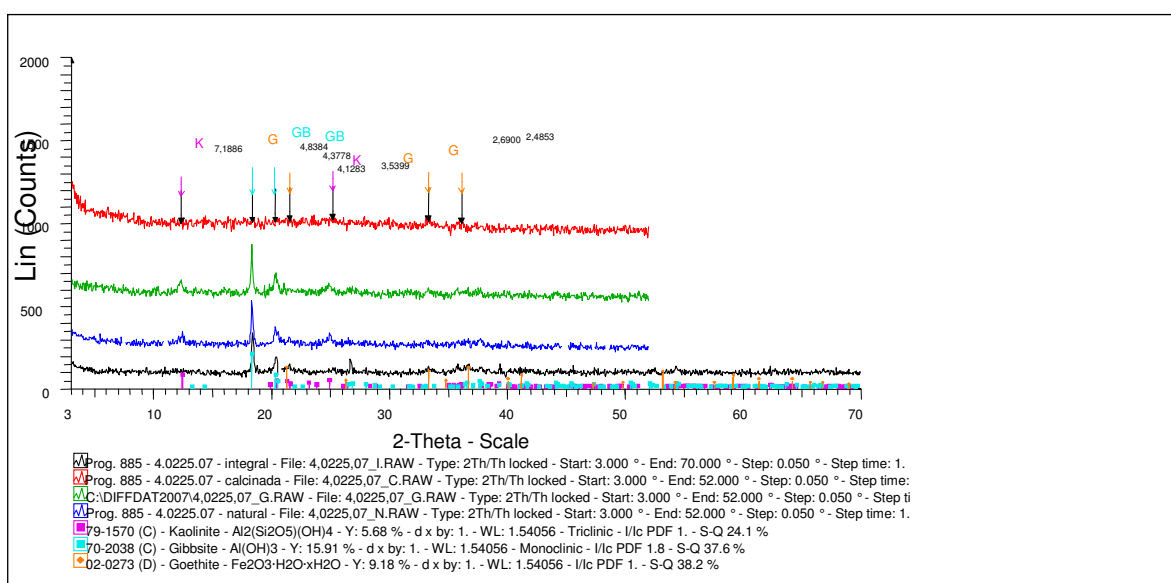


Figura 29. Difratoograma das análises acumuladas- LATOSSOLO VERMELHO Acriférico típico Calcinado (vermelho), glicolada (verde), natural (azul) e integral (Preta) – Bw1.

4.2.3.4 Horizonte Bw2 - Latossolo acriférico

- Mineral Principal: Gibbsite (GB);
- Minerais Subordinados: Hematita (HM) e caulinita (K);

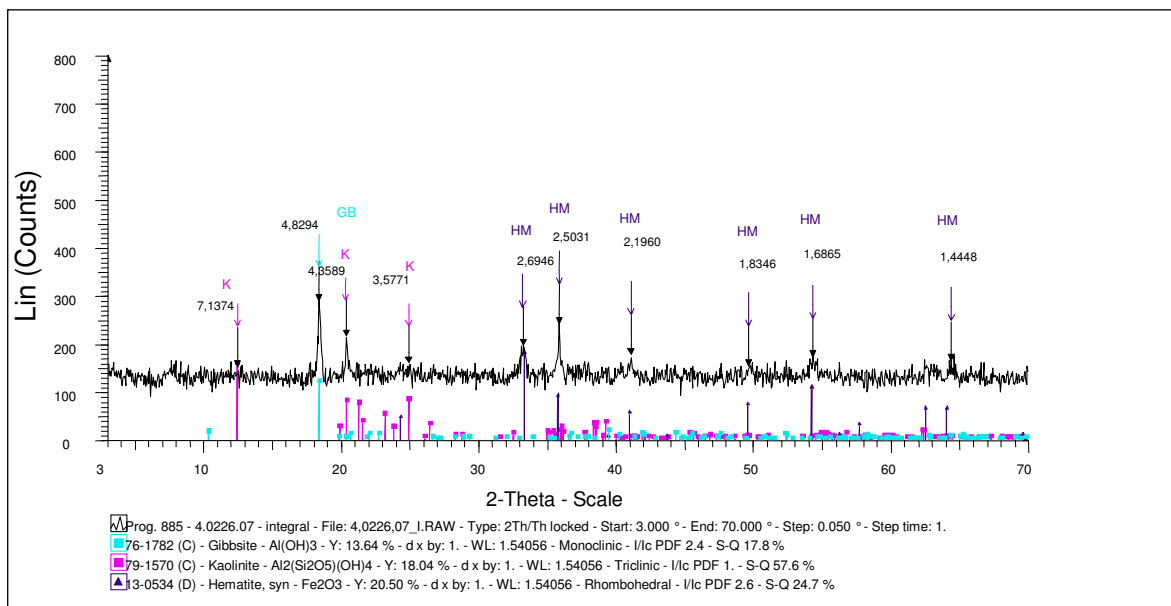


Figura 30. Difratoograma da análise Integral – LATOSSOLO VERMELHO Acriférico típico-Bw1.

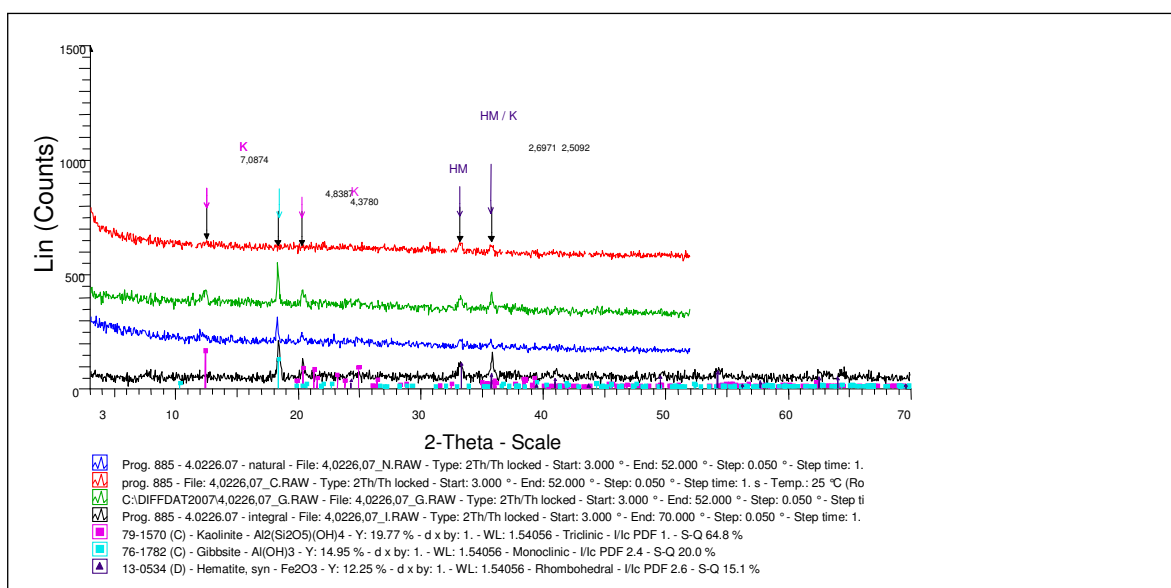


Figura 31. Difratoograma das análises acumuladas- LATOSSOLO VERMELHO Acriférico típico-Bw1 Calcinado (vermelho), glicolada (verde), natural (azul) e integral (preta).

4.3 ATAQUE SULFÚRICO DOS HORIZONTES DIAGNÓSTICOS

Os dados da Tabela 2, de maneira indireta, corroboram os resultados obtidos da difração de RX. Teores de sílica mais elevados no solo montmorilonítico (P.2), seguidos

dos caulíníticos (P.1 e P.5) e menores nos oxídicos (P.3 e P.4), estão de acordo com o grau de intemperismo atribuído a cada um deles em sua conceituação, conforme o SiBCS (Embrapa, 2006), fato que reflete o comportamento normal destes elementos (Si e Al) mediante os processos de intemperismo (Mason, 1971; Birkeland, 1984). Também os valores de Ki e Kr (índices de intemperismo) mostram-se bastante coerentes com as distinções mineralógicas entre eles, conforme foi observado por Verdade (1972).

Tabela 2. Complexo de laterização determinado por ataque sulfúrico dos horizontes diagnósticos dos solos estudados.

Perfil/Solo	Hz	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Σ Óxidos	Argila		Silte		Ki	Kr	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
							T 1	T 1	T 2	T 2			
-----%-----													
P.1 - Pve	Bt2	14,60	16,00	13,20	1,05	44,85	43,00	13,00	50,00	12,00	1,55	1,02	1,90
P.2 - Mto	Bt2	28,00	15,40	16,00	0,80	60,20	61,50	14,00	65,00	13,00	3,09	1,86	1,51
P.3 - LVw	Bw2	9,50	21,70	22,00	1,40	54,60	45,14	7,00	53,00	7,00	0,74	0,45	1,55
P.4 - LVwf	Bw2	9,02	22,50	25,50	1,60	58,62	53,12	6,00	61,00	5,00	0,68	0,40	1,39
P.5 - Nvef	Bt2	24,40	24,00	18,00	1,40	67,80	69,80	12,00	75,00	11,00	1,73	1,17	2,09

Σ óxidos = Somatório de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ e TiO₂

4.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS

A Tabela 3 reúne algumas das principais características analíticas dos solos estudados. No geral, observa-se uma grande concordância entre os mesmos e os parâmetros definidores de cada uma das classes, constantes em suas definições e conceitos, conforme o SiBCS (Embrapa, 2006).

Tabela 3. Atributos químicos médios dos solos estudados, nos horizontes A e B.

Perfil/Solo	Hz	S	T	V	pH H ₂ O	pH KCl	ΔpH	PCZ	C.O
		-----cmolc/dm ³ ---	-----%-----	-----g/kg---					
P.1 - Pve	Ap	11,70	18,40	63,59	5,80	4,60	-1,20	3,40	29,60
P.1 - Pve	Bt2	8,53	11,43	74,64	6,60	5,00	-1,60	3,40	4,10
P.2 - Mto	Ap	28,15	31,45	89,51	6,10	5,00	-1,10	3,90	37,70
P.2 - Mto	Bt2	50,99	52,89	96,41	6,50	5,20	-1,30	3,90	10,40
P.3 - LVw	Ap	3,10	9,10	34,07	4,80	5,20	+0,40	5,60	18,0
P.3 - LVw	Bw2	0,35	3,15	11,05	5,00	5,80	+0,80	6,60	4,10
P.4 - LVwf	A1	0,51	8,81	5,79	4,20	5,10	+0,90	6,00	17,40
P.4 - LVwf	Bw2	0,35	3,65	9,59	3,80	5,00	+1,20	6,20	7,00
P.5 - Nvef	Ap	12,72	17,92	70,98	5,60	5,20	-0,40	4,80	29,00
P.5 - Nvef	Bt2	7,27	9,27	78,43	6,00	5,70	-0,30	5,40	4,00

S= Soma de bases, T= Capacidade de troca catiônica, V%= Saturação por bases, C.O= Carbono Orgânico

Observa-se, por exemplo, para o solo com argilas 2:1 (Chernossolo) elevada CTC, e alta soma e saturação por bases associadas a um balanço de cargas negativo, enquanto para os solos caulíníticos (Argissolo e Nitossolo), embora eutróficos ($V > 50\%$), valores bem inferiores de CTC e soma de bases, em concomitância com balanço de cargas negativo (ΔpH). Por fim, observam-se os solos oxídicos (Latosolos) com valores baixíssimos de CTC e soma de bases, associados a um balanço de cargas positivo, o que é perfeitamente condizente com uma condição de intemperismo extremo.

4.5 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E FÍSICAS DOS HORIZONTES B DIAGNÓSTICOS DETERMINADAS EM CAMPO

A Tabela 4 apresenta a estrutura dos horizontes B diagnósticos dos solos estudados, obtidos por avaliação no ato da coleta no perfil.

Tabela 4. Estruturas dos horizontes B diagnósticos determinadas em campo.

Perfil/Solo	Hz	Estrutura		
		Grau	Tamanho	Tipo
P.1 – Pve	Bt1	Moderada	Pequena	Blocos subangulares
P.1 – Pve	Bt2	Forte	Média	Blocos subangulares e angulares.
P.2 – Mto	Bt1	Forte	Média	Prismática, blocos angulares
P.2 – Mto	Bt2	Forte	Média	Prismática, blocos angulares
P.3 – LVw	Bw1	Forte	Muito pequena	Granular
P.3 – LVw	Bw2	Forte	Muito pequena	Granular
P.4 – LVwf	Bw1	Forte	Muito pequena	Granular
P.4 – LVwf	Bw2	Forte	Muito pequena	Granular
P.5 – Nvef	Bt1	Forte	Pequena	Prismática, blocos angulares e subangulares
P.5 – Nvef	Bt2	Moderada	Pequena e média	Prismática, blocos angulares e subangulares

Segundo Santos (2005), solos com argila expansiva 2:1 tendem a apresentar blocos angulares fortemente desenvolvidos e estrutura prismática composta de blocos, fato confirmado na descrição morfológica do Perfil 2 (Chernossolo), que é um solo dotado de argilominerais do tipo 2:1 (esmectitas) conforme previsto na definição destes no SiBCS (Embrapa, 2006). De acordo com Resende et al. (2007), as argilas silicatadas (filossilicatos) têm a forma de placas ou lâminas e, por isso, tendem a se ajustar face a face, aumentando a coesão entre as placas e formando uma massa compacta e impermeável (estruturas grandes e regulares – poliédricas).

De maneira análoga a forte estruturação em blocos desenvolvidas nos horizontes B do Nitossolo e dos Argissolo estudados, pode em grande parte ser creditada à presença predominante do argilomineral caulinita, e, por outro lado, a estruturação granular

presente nos Latossolos é atribuída à presença da gibbsita e demais óxidos, que, segundo Resende et al. (2007), atua como “cunha” dificultando o ajuste face a face e fazendo com que o material do solo se apresente como “terra de formiga”. A estrutura granular é o tipo de estrutura mais comum em solos oxídicos e/ou com altos teores de matéria orgânica (horizontes A) (Oliveira et al., 2007).

A Tabela 5 mostra os resultados da avaliação da consistência dos horizontes B diagnósticos determinados por um grupo de dez pedólogos.

Tabela 5. Avaliação da consistência dos horizontes B diagnósticos.

Perl/Sol	Hz	Consistência		
		Seca	Úmida	Molhada
1 - Pve	Bt1	Muito dura e extre. dura	Firme	Muito plástica e muito pegajosa
1 - Pve	Bt2	Muito dura e extre. dura	Firme	Muito plástica e muito pegajosa
2 - Mto	Bt2	Extre. dura	Muito firme	Muito plástica e muito pegajosa
3 - LVw	Bw1	Lig. dura e Macia	Muito Friável	Lig. Plástica e lig. pegajosa
3 - LVw	Bw2	Lig. dura e Macia	Muito Friável	Lige. Plástica e lig. pegajosa
4 - LVwf	Bw1	Lig. dura e Macia	Muito friável	Lig. Plástica / Plástica e lig. pegajosa e pegajosa
4 - LVwf	Bw2	Lig. dura e Macia	Muito friável	Lig. Plástica / Plástica e lig. pegajosa e pegajosa
5 - Nvef	Bt1	Muito dura	Firme	Muito Plástica e muito pegajosa
5 - Nvef	Bt2	Muito dura	Firme	Muito Plástica e muito pegajosa

Os resultados acima foram estimados por $\geq 80\%$ dos pedólogos consultados, Lig.= Ligeiramente, Extre.= extremamente

Segundo Resende et al. (2007) e Oliveira et al. (2007), a avaliação da consistência do solo se trata da manifestação das forças de adesão (atração entre as partículas e outros corpos) e coesão (atração de partículas entre si); é também uma característica relacionada à natureza mineralógica dos solos. Neste trabalho, ela foi procedida em amostras dos horizontes B diagnósticos de cada solo, por um grupo de 10 pedólogos colaboradores.

Observa-se que em todos os estados de umidade das amostras, o P.2 (Chernossolo) é o que apresenta os mais elevados graus de consistência (extremamente duro quando seco, muito firme quando úmido e muito plástico e muito pegajoso quando molhado).

A consistência se torna menos desenvolvida nos solos caulíníficos (P.1 e P.5) em relação ao P.2, sendo que entre esses é menos desenvolvida no Nitossolo em relação ao Argissolo. A diferença fundamental na avaliação ficou por conta da determinação em amostra seca que para o Nitossolo os pedólogos avaliaram como muito dura e no caso do Argissolo, parte dos mesmos avaliou como muito dura e outra parte como extremamente dura.

Dentre os Latossolos (P.3 e P.4), com mineralogia oxídica-gibbsítica, a consistência se torna menos desenvolvida em todos os casos, independente dos teores de argila. No caso do P.3 (Latossolo Vermelho Ácrico), a avaliação em amostra seca ficou nas classes ligeiramente dura a macia, em amostra úmida na classe muito friável e em amostra molhada nas classes ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa. No P.4 (Latossolo Vermelho Acriférico), a avaliação, em amostra seca, também ficou nas classes ligeiramente dura a macia; em amostra úmida, na classe muito friável; em amostra molhada, nas classes ligeiramente plástica, plástica, ligeiramente pegajosa e pegajosa.

De acordo com Resende et al. (2007), a consistência do solo quando seco reflete o ajuste face a face das partículas e logicamente será mais pronunciada (> consistência) em solos com predomínio de argilas silicatadas. Ainda segundo esses autores solos constituídos por partículas bem organizadas (em lâminas – silicatadas) apresenta aumento de adesão e coesão, enquanto solos com argilas mal organizadas estruturalmente (oxídicas) apresentam redução. Esta colocação confirma e justifica os resultados obtidos pelos pedólogos, que observaram essa situação (Tabela 5), consistência mais observada no P.2 (Chernossolo), seguida do P.1 (Argissolo) e do P.5 (Nitossolo) e por fim dos P.3 e P.4 (Latosolos).

Oliveira et al. (2007) mencionaram que, em condição de solo seco, as forças de coesão (governadas por cargas elétricas, forças de Van der Waals, ligações iônicas e covalentes, atração eletrostática, e outras) têm sua máxima expressão, enquanto em solo molhado, as forças de adesão (governadas principalmente pela tensão superficial) é que têm sua máxima expressão.

Dessa forma a diferença de consistência observada em amostra seca entre Argissolo e Nitossolo, embora ambos caulíníficos, pode ser creditada tanto à maior presença de argilas mal organizadas estruturalmente (no caso gibbsita, detectada como mineral subordinado), quanto a um menor quantitativo de cargas elétricas presentes neles, como pode ser observado na diferença entre os valores de ΔpH (Tabela 3); nesse caso, então, satisfazendo a condição de maior eficácia das forças de coesão, que têm sua maior expressão em solo seco e que são governadas entre outros fatores pela presença de cargas elétricas (Oliveira et al., 2007).

Pelo mesmo raciocínio pode-se entender a maior expressão de coesão da amostra de Chernossolo em relação ao Nitossolo e Argissolo, pois, embora ambos sejam formados por argilas silicatadas laminares (bem organizadas), em amostra seca o maior

quantitativo de cargas das argilas 2:1, refletidas em maior CTC (Kampf & Curi, 2003), o que pode ser comprovado na Tabela 3. Em amostra úmida, essa característica não influenciou, pois a consistência não diferiu, mostrando que a tensão superficial e o quantitativo de argilas foram determinantes, mas, este último foi ainda mais relevante.

No caso dos Latossolos, em particular, a diferença entre ambos leva-se a entender que para solos com a mesma mineralogia, portanto com o mesmo quantitativo de cargas elétricas, os teores de argila passam a ser determinantes e, neste caso, afetam principalmente a consistência em amostra molhada, que é mais dependente de tamanho de partícula que determina a tensão superficial.

Em síntese, pode-se dizer que solos constituídos de argilas silicatadas, com argilas eletronegativas (maiores CTC), serão os mais consistentes para teores equivalentes de argila em amostra seca; em amostras molhadas, passam a ser mais importantes os teores de argila, e os mais argilosos serão os mais plásticos e pegajosos.

Em solos eletropositivos (baixa CTC ou ΔpH nulo ou positivo), como é o caso dos Latossolos estudados, a distinção na consistência se dará principalmente em amostra molhada e será função dos teores de argila ou da composição textural.

4.6 AVALIAÇÃO DOS TEORES DE ARGILA NOS SOLOS ESTUDADOS

4.6.1 Argila dispersa em água (ADA)

A ADA foi determinada usando apenas a água como agente dispersante com três formas mecânicas de agitação, e o Grau de Flocculação (GF) foi calculado em relação à argila do T 1 (Tabela 7), que é o método mais tradicional de determinação de argila, para efeito de comparação entre os métodos de dispersão.

O GF é uma forma de prever quanto da argila total entra em suspensão sem auxílio de dispersante químico. Quanto menor o GF, maior é a facilidade da argila entrar em suspensão, neste caso, em condições de campo, pode-se interpretar que os agregados são pouco estáveis à ação da água, sendo o solo suscetível ao processo erosivo. Ferreira (1988), Carvalho (1991) e Jucksch (1995) concluíram que solos gibbsíticos apresentam maior grau de estabilidade de agregados do que os caulíníticos; os dados apresentados na Tabela 6 confirmam os resultados obtidos por esses autores.

A Tabela 6 mostra resultados para ADA e GF perfeitamente de acordo com a natureza mineralógica de cada um dos solos conforme é veiculado na conceituação de cada um dos mesmos (Embrapa, 2006). Assim, os maiores valores de ADA e menores de GF são observados no P.2 (Chernossolo), que é um solo esmectítico e dotado de elevada CTC, enquanto os menores valores de ADA associados aos maiores de GF foram constatados nos Latossolos (P.3 e P.4), que apresentam mineralogia oxídica, estando os valores intermediários nos perfis de mineralogia predominantemente caulínica (P.1 e P.5), resultados estes em consonância com a conceituação desses solos, segundo o SiBCS (Embrapa, 2006).

Tabela 6. Teores médios de argila obtidos da dispersão com água e grau de floculação de amostras provenientes de cinco solos nos horizontes A e B.

Perfil/Solo	Hz	ADA1	ADA 2	ADA 3	GF 1	GF 2	GF 3
		-----g/kg-----			-----%-----		
P.1 – Pve	Ap	230,00	241,7	242,0	24,14	20,28	20,18
P.1 – Pve	Bt2	10,00	18,5	30,0	97,67	95,70	93,02
P.2 – Mto	Ap	340,00	348,5	479,2	22,73	26,72	-8,91
P.2 – Mto	Bt2	530,00	540,0	589,0	13,82	12,20	4,23
P.3 – LVw	Ap	280,00	300,0	320,0	39,78	35,48	31,18
P.3 – LVw	Bw2	0,00	0,0	0,0	100,00	100,00	100,00
P.4 – LVwf	A1	40,00	48,9	59,6	92,62	90,98	89,01
P.4 – LVwf	Bw2	0,00	0,0	0,0	100,00	100,00	100,00
P.5 – Nvef	Ap	290,00	310,0	348,7	47,80	44,20	37,24
P.5 – Nvef	Bt2	15,00	20,0	27,5	97,85	97,13	96,06

ADA1= Argila H₂O agitador horizontal, ADA2= Argila H₂O agitador horizontal + areia grossa, ST= sensação tátil, ADA3= Argila H₂O ultra-son 5 min, GF=Grau de floculação

Em todos os solos, os resultados de argila dispersa em água foram inferiores aos encontrados quando foi usado o NaOH como dispersante (argila total), independente do método de agitação através do agitador horizontal com ou sem presença de abrasivos e com o uso do ultra-son, indicando que em qualquer solo há uma quantidade de argila (argila “floculada”) que não se dispersa com uso de hidratação e ação mecânica simples de movimentos regulares. Exceção verificada apenas no horizonte Ap do perfil 2, quando se usou o ultra-son. Neste caso, o teor de argila encontrado foi superior ao Tratamento 1, o que pode significar uma “ótima” ou excessiva eficiência de dispersão.

No que diz respeito aos tratamentos físicos empregados (agitador horizontal, agitador horizontal + areia grossa e ultra-son), para o solo de alta CTC (P.2), os valores de ADA em geral são ligeiramente superiores na medida que os métodos físicos de dispersão

são mais vigorosos, refletindo assim o efeito do trabalhamento mecânico na dispersão, embora, ao se considerar os valores encontrados, se possa atribuir para a adição de grãos de areia no processo de agitação um aumento inferior a 2% na dispersão, enquanto para o uso de ultra-som cerca de 11%.

Nos solos com CTC muito baixa (horizontes Bw dos Latossolos), a diferente ação dos métodos não surtiu nenhum efeito, evidenciando que os “flocos” de argila, ou seja, os agregados de argila estão todos ligados por forças maiores que as empregadas.

Nos horizontes diagnósticos dos solos cauliniticos (P.1 e P.5), observam-se também valores superiores de ADA com uso de métodos mais “drásticos” de dispersão, que são proporcionalmente mais elevados que no caso dos solos esmectíticos, porém se equivalem àqueles em valores absolutos, em razão do montante de ADA que é muito inferior.

Tais fatos constatados obviamente estão estreitamente associados à natureza mineralógica dos solos estudados, mais especificamente à quantidade e natureza das cargas elétricas presentes na sua superfície. Solos esmectíticos têm elevada CTC e tem boa parte de suas partículas unidas por ação de tais forças, através de cátions “ligantes” que são forças facilmente anuladas por introdução de moléculas de água ou de íons de maior tamanho (hidratados) entre as camadas (Oliveira et al., 2007). Por tal razão apresentam elevada ADA.

Nos solos oxídicos nenhuma ADA foi constatada, enquanto nos solos cauliniticos um pequeno percentual foi observado. No tocante a cargas elétricas, a diferença entre estes materiais está na natureza das cargas, que nos óxidos são praticamente quase 100% dependentes de pH, enquanto na caulinita há cerca de 43% de cargas permanentes e o restante dependente de pH, já nas esmectitas, cerca de 95% das cargas são permanentes (Brady, 1989).

Assim boa parte da união das partículas do solo, nos solos de alta CTC (esmectíticos), é governada por grande quantidade de cargas elétricas permanentes, comuns na superfície dos mesmos e que são facilmente anuladas por hidratação, o que explica os altos valores de ADA no P.2. Nos solos cauliniticos, além de uma quantidade bem menor de cargas totais (baixa CTC), há também um pequeno percentual de cargas permanentes, que são as responsáveis por atração entre partículas e, portanto, as forças são facilmente anuladas por hidratação, por tal razão os resultados de ADA são muito pequenos. Finalmente nos solos oxídicos, como a ausência de cargas permanente é praticamente total,

não existem argilas unidas eletrostaticamente, elas são unidas por ausência de forças de repulsão e de íons ligantes (Meurer, 2004), que possam ser separadas por hidratação simples, por tal razão a ADA é zero.

Observa-se então que a quantidade ou a presença de ADA num solo está diretamente ligada a sua CTC e indiretamente ao tipo de constituição mineralógica.

Segundo o SiBCS (Embrapa, 2006), o horizonte B latossólico apresenta alto grau de flocculação (igual ou muito próximo a 100%) nos sub-horizontes mais afastados da superfície e com menor teor de matéria orgânica, o que evidencia a pouca mobilidade das argilas e a alta resistência a dispersão, o que esta de acordo com os resultados observados nos Perfis 3 e 4.

Os altos índices de flocculação nos Perfis 3 e 4 (Latossolo ácrico e Latossolo acriférico) são atribuídos à quantidade de óxidos de ferro e alumínio, os quais foram confirmados pela mineralogia, através da difratometria de raios-X e ataque sulfúrico, comuns nestes solos mais intemperizados e que atuam como agentes cimentantes das partículas. Nos horizonte A de todos os solos, o GF foi baixo, atribuído à presença da matéria orgânica.

4.6.2 Argila dispersa com uso de substâncias químicas e métodos mecânicos

A Tabela 7 apresenta os teores médios de argila dos cinco solos estudados, em dois horizontes submetidos a treze tratamentos. A discussão dos resultados será feita posteriormente de acordo com a finalidade em que cada tratamento foi empregado.

Tabela 7. Teores médios de argila obtidos da dispersão de amostras provenientes de cinco solos dos horizontes A e B.

Perfil/Solo	Hz	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13
P.1 - PVe	Ap	303,2	350,0	360,0	395,0	356,5	420,0	366,8	367,8	375,9	385,0	437,0	503,4	520,0
P.1 - PVe	Bt2	430,0	500,0	514,0	504,2	510,0	518,0	509,3	506,0	507,9	530,0	555,0	0,0	0,0
P.2 - Mto	Ap	440,0	470,0	484,0	490,0	489,3	512,0	485,3	475,6	489,0	512,0	517,0	600,0	620,0
P.2 - Mto	Bt2	615,0	650,0	680,0	665,0	659,0	675,0	673,5	665,0	666,5	676,0	690,0	605,4	624,3
P.3 - LVw	Ap	465,0	530,0	585,0	566,5	553,4	570,0	574,0	546,0	552,9	525,0	578,0	0,0	0,0
P.3 - LVw	Bw2	451,4	530,0	590,0	530,0	548,0	558,0	569,8	545,6	543,8	519,0	569,0	0,0	0,0
P.4 - LVwf	A1	542,3	620,0	679,0	648,7	667,4	678,0	666,0	635,0	648,0	600,0	663,0	0,0	0,0
P.4 - LVwf	Bw2	531,2	610,0	665,0	625,0	650,0	669,0	649,2	629,5	629,5	606,0	667,0	0,0	0,0
P.5 - NVef	Ap	555,6	600,0	618,0	640,0	640,0	650,0	622,7	620,0	625,6	630,0	652,0	680,0	702,5
P.5 - NVef	Bt2	698,0	750,0	765,0	758,7	765,0	770,0	760,0	757,5	759,9	767,0	824,0	0,0	0,0

Os tratamentos estão descritos na Tabela 1.

A Tabela 8 apresenta as diferenças encontradas nos teores médios de argila (%) entre os diversos tratamentos e o tratamento 1 considerado padrão, dos horizontes A e B dos cinco solos estudados, comparadas pelo teste estatístico de Dunnett's, a 0,05% de significância.

Tabela 8. Diferença nos teores médios de argila (%) entre os tratamentos e o tratamento T 1 (padrão), dos horizontes A e B dos cinco solos estudados.

T-T 1	Argissolo		Chernossolo		Latossolo ácrico		Latossolo acriférico		Nitossolo	
	Ap	Bt2	Ap	Bt2	Ap	Bw2	Ap	Bw2	Ap	Bt2
2-1	4,68*	7,00*	3,00 ns	3,50*	6,50*	7,86*	7,77*	7,88*	4,44*	5,20*
3-1	5,68*	8,40*	4,00*	6,50*	12,00*	13,86*	13,60*	13,38*	6,24*	6,70*
4-1	9,18*	7,42*	5,00*	5,00*	10,15*	7,86*	10,64*	9,38*	8,44*	6,07*
5-1	5,33*	8,00*	4,93*	4,40*	8,84*	9,66*	12,47*	11,88*	8,44*	6,70*
6-1	11,68*	8,80*	7,20*	6,00*	10,50*	10,66*	13,57*	13,78*	9,44*	7,20*
7-1	9,22*	7,93*	4,53*	5,85*	10,90*	11,84*	12,37*	11,80*	6,71*	6,20*
8-1	6,46*	7,60*	3,56*	5,00*	8,10*	9,42*	9,27*	9,83*	6,44*	5,95*
9-1	7,27*	7,79*	4,90*	5,15*	8,79*	9,24*	10,57*	9,83*	7,00*	6,19*
10-1	8,18*	10,00*	7,20*	6,10*	6,00*	6,76*	5,77*	7,48*	7,44*	6,90*
11-1	13,38*	12,50*	7,70*	7,50*	11,30*	11,76*	12,07*	13,58*	9,64*	12,60*
12-1	20,02*	-43,00*	16,00*	0,96 ns	-46,50*	-45,14*	-54,23*	-53,12*	12,44*	-69,80*
13-1	21,68*	-43,00*	18,00*	0,93 ns	-46,50*	-45,14*	-54,23*	-53,12*	14,69*	-69,80*
	S= 3,56	S= 3,54	S= 3,51	S= 2,96	S= 2,69	S= 3,06	S= 2,33	S= 2,84	S= 2,37	S= 2,42

ns, *, respectivamente, não significativo e significativo a 0,05% pelo teste de Dunnett's; S = diferença mínima significativa

De acordo com a Tabela 8, os Argissolos, Nitossolos e Latossolos ácricos e acriféricos apresentaram diferença significativa em todos os tratamentos quando comparados com o tratamento padrão T 1.

Apenas para o Chernossolo que é esmectítico, a diferença não foi significativa em apenas 3 situações, no horizonte Ap T 2-T 1 e no horizonte Bt2 T 12-T 1 e T 13-1. A explicação provável é que nessa classe de solo, com alta CTC, a atração eletrostática entre cargas elétricas negativas das diferentes partículas e íons ligantes, é a maior responsável pela união entre partículas (Brady, 1989), e dessa forma a introdução de dispersantes químicos apresenta boas respostas na dispersão tanto com o NaOH como com LiOH na presença ou não de abrasivos.

4.6.2.1 Uso de substâncias químicas como agentes dispersantes (Todos os Tratamentos)

Foram utilizados agentes dispersantes químicos distintos para possibilitar a comparação e análise da eficiência dos mesmos. O T 1 representa o tratamento mais

tradicional e serve como referência para os demais. Foram utilizados, respectivamente, Hidróxido de Sódio, Hexametáfosfato de Sódio e Hidróxido de Lítio como substâncias dispersantes. De acordo com os resultados analisados (Tabela 7), cada reagente apresentou comportamento distinto considerando as diferentes classes de solos.

No solo esmectítico P.2 (alta CTC), todos os tratamentos foram eficientes em relação ao uso de NaOH sem abrasivos. O hexametáfosfato de sódio foi mais eficiente que o NaOH e o LiOH mais eficiente que o hexametáfosfato de sódio. Em solos com alta CTC, a atração eletrostática entre cargas elétricas negativas das diferentes partículas e íons ligantes, é a maior responsável pela união entre partículas (Brady, 1989), e dessa forma a introdução de dispersantes químicos apresenta boas respostas na dispersão. Entre os agentes dispersantes, naturalmente alguns são mais eficientes, o que se deve a algumas de suas características que determinam maior ou menor reatividade.

O uso do hexametáfosfato de sódio há muito tem sua eficiência exaltada para a dispersão de solos com alta CTC (Medina & Grohmann, 1962; Camargo et al 1986; Oliveira, 2007). Isso possivelmente se deve tanto à ação do sódio deslocando íons divalentes e trivalentes e aumentando o tamanho da dupla camada difusa (Meurer, 2004; Resende et al., 2007); quanto à ação do íon H^+ deslocando alguns íons monovalentes (potássio principalmente) e também facilitando maior hidratação das camadas de argila, que por sua vez anula também as forças de atração, através do aumento da distância da dupla camada. Esse fato justifica os valores mais elevados de argila obtidos com o uso de hexametáfosfato em relação ao NaOH.

O NaOH e o LiOH são substâncias usadas com o propósito de promover o aumento da distância da dupla camada e, assim, a dispersão dos colóides. Por se tratarem de íons de semelhante tamanho teriam comportamento equivalente na função de deslocar outros íons e promover a dispersão. Tal fato funciona bem em solos eletronegativos (alta CTC), entretanto. para solos eletropositivos, o LiOH não teve nenhuma eficiência, e o NaOH, como já amplamente comprovado (Kirkham & Powers, 1972; Embrapa, 1997), apresentou resultados positivos em todas as situações.

A explicação para tal comportamento tão adverso parece estar na diferença de reatividade entre os íons lítio e sódio. Segundo Baver (1956), o lítio estaria em primeiro lugar em escala de eficiência como dispersante, seguido do sódio e de outros íons, em razão de seu menor tamanho. Entretanto uma característica denominada potencial iônico (Mason, 1971; Birkeland, 1984) o dota de um poder ionizante diferenciado do sódio, o que

responde pelo seu comportamento diferenciado em meio aquoso, na condição de elemento dispersante.

O lítio (Mason, 1971; Birkeland, 1984) tem potencial iônico (relação entre o tamanho do íon e sua carga) maior (1,5 contra 1,0 do Na), o que o torna mais reativo em meio aquoso, capaz de arrancar OH^- das moléculas de água e se precipitar, dependendo de algumas condições do meio.

Por tal razão, o lítio, quando em meio de argilas muito carregadas, tem maior poder de reação que o sódio e é mais fortemente atraído, exercendo, então, uma função mais eficiente para deslocar íons divalentes e trivalentes; por tal razão leva a resultados maiores de argilas que o NaOH. O sódio por sua vez é mais solúvel que o lítio (Mason, 1971; Birkeland, 1984), e, ao invés de precipitar como hidróxido retirando OH^- da água, fica em solução rodeado por moléculas de água (mais hidratável), e, ainda assim, é atraído para as cargas negativas das argilas, embora fique retido mais frouxamente que o Li.

Quando em meio de argilas descarregadas eletricamente, a situação se inverte. Na ausência de um bom quantitativo de cargas elétricas permanentes que o atraiam mais fortemente, o Li do LiOH se combina firmemente com a OH^- (com a qual é adicionado) e precipita, pois é mais reativo, enquanto o sódio do NaOH permanece em solução. Assim, a hidroxila adicionada junto ao sódio, que não se precipita com ele, é atraída pelas superfícies hidroxiladas positivas (cargas dependentes de pH), e atribuem às argilas cargas negativas que funcionam como repulsoras entre partículas. Por tal razão, o LiOH é totalmente ineficiente em solos descarregados eletricamente, o que acontece com os Latossolos P.3 e P.4 e com os horizontes B de Argissolos e Nitossolos (P.1 e P.5). Como nem sempre os laboratórios têm conhecimento prévio da natureza mineralógica das amostras, essa substância apresenta, então, grande limitação para uso geral como dispersante, embora tenha grande eficiência para solos com alta CTC.

4.6.2.2 Uso da areia grossa como abrasivo para dispersão de argila (T 2, T 3, T 4, T 5, T 6, T 7, T 8, T 9, T 10 e T 13)

O uso de areia grossa como abrasivo aumentou os níveis de argila em todos os tratamentos em que a dispersão aconteceu; para todos os solos, com e sem uso de dispersante químico. Esses resultados podem ser justificados por diversos trabalhos (Grohman & Van Raij, 1974; Grohman, 1976; Carvalho, 1985; Jucksch, 1995 e Oliveira,

2002). Esses autores salientam que as diferenças encontradas se devem à ação abrasiva da areia adicionada ao material de solo e, ou ao método de agitação, já que, no caso da agitação lenta, a suspensão do solo sofre quedas sucessivas no interior do recipiente, ocasionando atrito dos agregados (Grohman & Van Raij, 1974).

Nos solos mais intemperizados, tem eficácia apenas quando associado ao uso de um dispersante químico muito solúvel, pois, como pode ser visto, não altera significativamente os valores de ADA (Tabela 6), principalmente nos horizontes B diagnósticos em que a eficácia foi nenhuma.

No caso do T 13 que usa o LiOH como dispersante e areia grossa, os resultados foram ineficientes quando usado só o LiOH (T 12). Pode-se dizer que o uso de areia grossa não tem eficácia igual para todas classes de solo e tratamentos realizados.

Em todos os casos, esse procedimento ajuda a separar os agregados mais estáveis dos solos, não unidos apenas por atração eletrostática, como é o caso da estrutura dos Latossolos e de parte do material dos demais solos que ocorrem subordinadamente (como outros argilominerais presentes e óxidos). Por tal razão, mostra maior eficiência nos Latossolos e em alguns solos caulíníticos (P.1).

4.6.2.3 uso do ultra-som para dispersão de argila (T 11)

A utilização do ultra-som foi feita empregando-se o tempo de sonificação de 5 minutos (Sá et al., 2000). O método apresentou resultados de dispersão superiores aos tratamentos 1 e 2 quando a eficiência de dispersão foi testada. Esse tratamento mostrou-se mais eficiente que todos os demais, com base na quantidade total de argila determinada, o que revela que sem dúvida tem um poder de desagregação muito superior. O comportamento entre os solos seguiu a mesma tendência verificada com o uso de areia grossa como abrasivo, diferindo apenas quanto à quantidade de argila determinada que foi maior. Assim, o uso da areia grossa foi mais eficiente nos solos que naturalmente têm auto grau de floculação (baixa ADA), onde obviamente sua ação é mais necessária.

Resultados de ataque sulfúrico determinado para alguns horizontes desses solos (Tabela 2), de acordo com Vettori (1969) e Embrapa (1997), mostram a constituição de argilominerais e outras substâncias (óxidos) constituintes da fração fina (argila e parte do silte) dos solos e revelam, por exemplo, valores de $586,2 \text{ g/kg}^{-1}$ de somatório dos elementos (Al_2O_3 , Fe_2O_3 e SiO_2) para o Bw2 do Perfil 4 (Latosolo gibbsítico). Portanto, com sua

fração fina dominada por óxidos de alumínio e ferro, que teve seu teor de argila em campo estimado como classe argilosa e cerca de $531,2 \text{ g/kg}^{-1}$ de argila e 70 g/kg^{-1} de silte no T 1; no T 11 (Tabela 7), observa-se um valor de $667,0 \text{ g/kg}^{-1}$ de argila e de silte, ficando, então, a indagação de quais compostos seriam os demais componentes necessários para suprir essa quantidade de fração fina determinada com uso de ultra-som.

Quando os resultados foram comparados à sensação tátil nos horizontes diagnósticos, o ultra-som foi eficiente para os Perfis 1, 2 e 5.

4.6.2.4 Uso de substâncias para eliminação de ferro livre (T 5, T 6 e T 7)

Os resultados dos tratamentos que visam eliminar óxidos de ferro livre têm influência positiva do ponto de vista de promover melhor a dispersão, particularmente, no caso de solos muito vermelhos. Todos os tratamentos (T 5, T 6 e T 7) apresentaram maior eficiência (traduzida em maiores teores de argila total detectada) em relação ao tratamento T 2, que neste caso funciona como testemunha. Entre os solos, as principais respostas foram observadas nos solos derivados de basalto (P.4 e P.5), refletidos em maiores relações (T 5-T 2 e T 6-T 2), com valores lógicos considerando-se que são materiais (basalto) com elevados teores de Fe total (Tabela 2), o que certamente é responsável pela maior presença de ferro livre. Embora esse tipo de determinação não tenha sido feita, a coloração muito avermelhada desses solos é, junto com o material de origem de natureza básica, indicativo de maior presença de ferro livre. Esse fato justificaria a maior eficiência dos métodos de dispersão para tais solos, pois a presença dessas substâncias na fração argila dos solos dificulta a dispersão (Resende et al., 2007).

Dos três tratamentos, segundo Oliveira et al. (2007), o uso do Ditionito (CDB) tem a função de eliminar óxidos de Fe, Al e Mn livres do solo, enquanto o oxalato ácido de amônio tem a função de atacar os óxidos e hidróxidos amorfos de Fe, Al e Si. Esse fato, em função dos resultados obtidos, mostra que, nos solos estudados, as menores respostas encontradas no tratamento T 6 (menores teores de argila total) se devem certamente à menor presença de óxidos e hidróxidos amorfos desses solos em relação às substâncias cristalinas.

4.6.2.5 Uso de substância oxidante para eliminação de matéria orgânica (T 4 e T 6)

A adição de H_2O_2 como pré-tratamento na análise textural, independentemente da natureza do solo, tem atuação praticamente exclusiva na tarefa de eliminar a ação floculante da matéria orgânica, pela sua eliminação por oxidação. Os resultados (Tabela 7) mostram o aumento significativo da dispersão nos tratamentos que usaram a H_2O_2 em relação aos que não usaram, refletido na maior quantidade de argila determinada, proporcionalmente maior nos horizontes dotados de maiores teores de carbono orgânico. Ou seja, mostram que houve maior dispersão nos horizontes superficiais de todos os solos, associada aos maiores teores de matéria orgânica naturalmente presentes nesses horizontes.

A introdução da água oxigenada por ter uma reação ácida certamente promove uma ligeira diminuição do pH, fato que aparentemente também não promoveu nenhuma modificação na quantidade de argila dispersa, nem mesmo no caso dos solos com carga de pH dependente (Latosolos) como se poderia esperar (Brady, 1989; Meurer, 2004), pelo menos de forma significativa.

Por outro lado, a maior dispersão observada no solo P.2 (Chernossolo) certamente se deve à maior presença de matéria orgânica, como pode ser visto pelos resultados de carbono orgânicos determinados (Tabela 3). Entretanto, conforme observado por Camargo et al. (1986), o uso de pré-tratamentos com ácido para solos de alta CTC mostra sempre resultados mais consistentes.

4.6.2.6 Uso de substâncias para alteração do balanço de carga no solo (T 8 e T 9)

Solos ácidos, ou melhor, solos dotados de cargas de pH dependentes, que apresentam balanço de cargas positivo ou nulo (ΔpH positivo ou nulo), têm apresentado bons resultados de manejo químico, com a introdução de íons que alteram a relação entre o pH natural e o pH em que as cargas se equivalem (PCZ ou ponto de carga zero), baixando o PCZ, ou aumentando o pH. Ou seja, aumentam a quantidade de cargas elétricas negativas disponíveis e, com isso, aumentam a CTC. O aumento da CTC por sua vez é responsável por uma maior retenção de cátions nutrientes na superfície, é também um fator que estimula a dispersão das argilas em virtude da repulsão de cargas de potencial equivalente (Meurer, 2004).

No presente trabalho, além do uso do dispersante NaOH, já corriqueiro na determinação textural, e que, entre outras funções, promove também o aumento do pH da solução do solo, empregou-se como pré-tratamentos adicionais a introdução de íons de carga negativa ($\text{PO}_4^{=}$) com alto potencial iônico (Birkeland, 1984; Mason, 1987; Essington, 1980), com a finalidade de introduzir cargas negativas às argilas oxídicas (ditas de superfície hidroxilada) e também tratamentos específicos com o fim de elevar o pH dos solos (CaCO_3). Em ambos os casos com o objetivo final de elevar a CTC e assim promover uma melhor dispersão, principalmente nos Latossolos.

Os resultados obtidos mostram que para esses tratamentos, houve uma resposta superior em relação à capacidade de dispersão das argilas para os Latossolos (P.3 e P.4).

Considerando a ação individualizada de cada um, observa-se que, para os solos oxídicos P.3 e P.4 (Latossolos), houve equivalência de eficácia no P.4 e ligeira superioridade no P.3, enquanto nos demais solos, a situação se inverteu, mostrando que a elevação do pH foi ligeiramente mais eficaz.

Tal situação mostra que a introdução de íons negativos (Tabela 7) de elevado potencial iônico tem boa eficiência para essa classe de solo (oxídico) e se liga com relativa força à superfície dos óxidos, atribuindo-lhes cargas negativas e aumentando a CTC (Essington, 1980). A elevação do pH com calcário é também bastante positiva para essa classe de solos, pois também atribui cargas negativas nas superfícies hidroxiladas dos óxidos, através da elevação do pH (Brady, 1989; Meurer, 2004). No caso dos demais solos, a eficiência desse pré-tratamento é diminuída, o que a princípio se atribui a um percentual menor de cargas elétricas positivas presentes nos solos (relação cargas positivas/cargas negativas), o que faz com que o efeito dos mesmos seja inexpressivo percentualmente.

Quanto aos horizontes A, a ação dos pré-tratamentos foi distinta também. A adição de NaOH foi mais eficiente em todos os solos, demonstrando que a elevação do pH com a introdução de íons OH^- deslocou cátions adsorvidos na matéria orgânica e promoveu maior dispersão, enquanto a adição de $\text{PO}_4^{=}$ não teve igual eficiência, fato que a princípio pode ser explicado com base na natureza das cargas de cada solo.

No P.2, a quantidade de cargas positivas (pH dependentes), embora existam, é muito pequena em relação ao montante de cargas e se torna inexpressiva percentualmente a ação da adição do fosfato.

Nos solos oxídicos, por outro lado, a eficácia da ação do fosfato independe da quantidade de matéria orgânica, considerando que o montante de cargas é predominantemente positivo, o que faz com que a eficácia do PO_4^- seja equivalente em todo os horizontes.

Já nos solos cauliníticos (P.1 e P.5), aparentemente a ação do fosfato foi mais eficiente nos horizontes superficiais (Tabela 7). Segundo Brady (1989), o montante de cargas elétricas da caulinita é muito inferior ao da montmorilonita e mais da metade delas é dependente de pH, ou seja, passa a ser positiva em condição de pH baixo, o que reduziria percentualmente a ação da adição do PO_4^- na fração argila de solos cauliníticos, como foi confirmado pelos resultados em relação aos solos oxídicos, que têm a maioria de suas cargas positivas.

Assim, os maiores valores de T 8-T 2 dos horizontes A dos solos cauliníticos deve ser encarado como uma menor eficiência desse tratamento no material caulinítico que a maior eficiência em relação à matéria orgânica, embora Brady (1989) mostre dados de amostra de matéria orgânica com 75% de suas cargas de natureza variável ou dependentes de pH, e que em condição de pH baixo se tornam positivas. Isso somado ao fato de que esses solos apresentam matéria orgânica mais elevada que os Latossolos, justificando em parte também a melhor performance.

4.6.3 Avaliação da textura de campo em relação às análises laboratoriais no triângulo textural

A Tabela 9 apresenta as classes no triângulo textural e também os resultados obtidos de textura de campo, avaliadas por um grupo de dez pedólogos (neste caso foram mostradas apenas duas dessas classes texturais, as que apresentaram maior frequência).

Pelos dados apresentados na Tabela 9, pode-se observar que para todos os solos e em todas as situações de tratamentos, os resultados dos teores de argila determinados com uso do NaOH como dispersante no T 1 são os que mais se aproximam dos resultados da avaliação de campo, realizada pela maioria dos Pedólogos. O T 1 apresentou o menor quantitativo do teor de argila dentre todos, o que indiretamente o aponta como o menos eficaz em termos de dispersão.

Tabela 9. Classes texturais dos horizontes B diagnósticos dos cinco solos determinadas em laboratório e estimada pelos Pedólogos.

Perfil	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	Classes estimadas % pelos pedólogos
1	A	A	a	a	a	a	a	a	a	a	a	*	*	a= 70, ma =20
2	Ma	Ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	Ma	ma= 70, a= 30
3	A	A	ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	a	ma	*	*	a= 40, faa= 40
4	Ma	Ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	*	*	ma=50, aa= 30
5	Ma	Ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	ma	*	*	ma= 70, a=30

a= argila (> 35% < 60%), aa=argiloarenosa 35% < 55% (areia > 45%), ma= muito argilosa (> 60%), faa= franco argiloarenosa (20% < 35%), * não ocorreu dispersão

Para o P.2 (Chernossolo), observa-se que houve coincidência da avaliação por sensação tátil da maior parte dos pedólogos consultados (70%), tanto para os resultados do tratamento T 1 (NaOH), quanto para os demais tratamentos. Para o Nitossolo (P.5), os resultados foram semelhantes aos do perfil do Chernossolo (P.2).

O Perfil 1 também é constituído por argilas silicatadas (caulinítico) e apresenta dados semelhantes aos anteriores no que diz respeito ao percentual de coincidência entre os valores estimados pelos pedólogos (70%), diferindo, entretanto, com relação aos resultados não coincidentes (20%), que, neste caso, superestimaram os teores de argila, enquanto nos Perfis 2 e 5 ocorreu comportamento inverso.

Considerando-se que a sensação de plasticidade e pegajosidade auxilia a aferição dos teores de argila (Oliveira et al., 2007), e que estas são relacionadas ao tipo de mineral de argila, sendo mais expressas em solos com argilominerais bem organizados estruturalmente (Resende et al., 2007), é natural que, em solos com mineralogia constituída predominantemente por argilominerais como esses, haja uma tendência a uma avaliação maior dos teores de argila (superestimando), conforme já observado por Santos et al. (2005). Tal fato pode ser usado para entender à avaliação superestimada de alguns pedólogos para o caso do P.1.

No caso dos Latossolos (P.3 e P.4), a situação se modifica pelo fato de serem solos naturalmente com alto grau de floculação (Tabela 6), influenciando tanto na completa dispersão química, quanto mecânica. Como se sabe esses são, na realidade, os solos mais problemáticos para a determinação da textura e têm sido a principal motivação para os estudos neste sentido (Oliveira et al., 2002; Santos et al., 2005). Observa-se que nesses solos, o percentual de acerto em relação ao T 1 foi bem menor, variando no horizonte

avaliado de 40 % de concordância (“acerto”) no P.3 que tem menores teores de argila a 50 % no P.4.

Os dados revelam para os Perfis 3 e 4 tanto os menores percentuais de acerto das avaliações dos pedólogos em relação aos métodos analíticos, quanto as maiores discrepâncias entre as avaliações (amplitude de variação).

Além de um menor percentual de acerto entre os pedólogos nos Perfis 3 e 4, verifica-se também grande tendência de subestimação dos resultados quando da avaliação pelo tato, tanto em relação ao tratamento tradicional pelo NaOH, e também em relação a todos os demais.

Resende et al. (2007) e Santos et al. (2005) observaram que solos dotados de minerais desorganizados estruturalmente, como é o caso dos Latossolos oxídicos (P.3 e P.4), tendem a atenuar a expressão dos resultados de consistência em amostra molhada, caso da plasticidade e pegajosidade e, em razão disso, induzem a uma subestimação dos teores de argila, o que esclarece as razões dos resultados encontrados por boa parte dos avaliadores.

Em síntese, pode-se dizer que, entre as avaliações texturais de campo e os resultados de laboratório, houve concordância de até 70% para os solos de minerais silicatados e de 40 a 50% para os solos oxídicos, e que dentre os tratamentos o T 1 (NaOH) foi o mais próximo, considerando-se todos os solos.

As diferenças entre os percentuais de acerto dos avaliadores para os 2 grupos de solos (silicatados e oxídicos) podem ser explicadas pelo fato de que os materiais silicatados favorecem à expressão da consistência (Resende et al., 1995) e, ao mesmo tempo, apresentam maior argila dispersa em água (ADA); portanto, para a sua avaliação textural, há obviamente uma menor dependência da dispersão mecânica, ou seja, a simples hidratação da amostra com uma pequena homogeneização é suficiente para possibilitar uma boa estimativa. Nesse caso, a hidratação com a introdução de moléculas de água entre camadas promove o seu distanciamento e elimina a ação das forças de atração exercida pelas cargas elétricas que nesses solos são uma das mais significativas (Brady, 1989; Resende, 2007).

Nos solos oxídicos, a ADA (argila dispersa em água) é praticamente nenhuma (grau de floculação elevado) e as partículas não são mantidas unidas pela ação de cargas elétricas e sim pela ausência ou quase ausência delas (Meurer, 2004; Resende, 2007). Por tal razão e pelo fato de se tratarem de moléculas não laminares e de menor tamanho, a sua

hidratação é muito mais lenta e difícil e o bom trabalhamento mecânico da amostra em campo é imprescindível para preparar a mostra para o ponto de avaliação.

Considerando-se que os pedólogos avaliadores não tinham conhecimento prévio da representação de cada amostra que receberam, pode-se, pelo menos em parte, atribuir a diferença de percentual de acerto a diferentes graus de trabalhamento mecânico das amostras aplicados por cada avaliador.

Por tais razões, entende-se que há necessidade de diferente trabalhamento (mais intensivos e direcionados) a ser dado às amostras de Latossolos em relação aos demais. A diferença entre a dispersão mecânica promovida e a maior dificuldade de hidratar e promover a total dispersão dos agregados estruturais dos Latossolos certamente gerou uma maior diversificação nos resultados de avaliação desses solos em relação aos demais.

Outra parcela do percentual de avaliações não concordantes, que pode ser tratada como desvios de avaliação, poderia também ser creditada à subjetividade inerente a cada avaliador (aferição pessoal de cada pedólogo das sensações indicadoras da proporcionalidade entre partículas, que está associada tanto à experiência de cada avaliador acerca de cada tipo de material e mesmo à diferença de sensibilidade de cada um), junto a uma natural diferença imposta pela natureza de cada material que envolve a tendência de cada material de sub ou superestimar a quantidade de argila principalmente (Santos et al., 2005).

Considerando-se que todos os recursos são feitos em laboratório para se conseguir a dispersão adequada do solo e, então, quantificar os constituintes por métodos diretos, depreende-se que o método da dispersão lenta (agitação com movimentos helicoidais), com uso de NaOH como dispersante complementar, por ser o método que mais se aproxima das determinações de campo, seria o mais recomendável do ponto de vista pedológico.

4.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO PRÁTICO DOS TRATAMENTOS

Um bom trabalho para determinação analítica deve apresentar resultados confiáveis e justificáveis, aliado à praticidade e viabilidade econômica. O NaOH é o dispersante mais usado para determinação de textura (Embrapa, 1997). Além de ser eficiente, é um reagente com custo baixo.

Quando se compara o preço de 1 kg de NaOH com a mesma quantidade de LiOH de algumas marcas mais usadas em laboratórios, as diferenças atingem níveis exorbitantes, chegando a aproximadamente 5.000%. Em termos práticos 1 kg de LiOH corresponderia a aproximadamente 54kg de NaOH. Além do custo ser muito mais alto, o LiOH não demonstrou eficiência para a maioria dos solos que apresentaram baixa CTC, conforme demonstrado anteriormente.

O hexametáfosfato tem sido usado com sucesso para dispersar solos com alta CTC. Como já é uma metodologia consolidada para esses solos (Medina & Grohmann, 1962; Oliveira et al., 2007), apesar de ter custo mais alto, seu uso é justificado pela eficiência para os casos citados anteriormente. Em termos percentuais 1 kg de hexametáfosfato custa em torno de 80% a mais quando comparado com o NaOH. Como o custo é mais elevado, uma análise prévia da química de rotina justificaria o uso ou não desse reagente, já que sua maior eficiência é notada em solos com valores altos de CTC.

Quanto ao uso de pré-tratamentos, além dos custos aumentarem por se usar um ou mais reagentes, aumenta também o tempo para obtenção dos resultados, o que dificulta o uso em análises de rotina. Contudo, esses tratamentos, conforme, demonstrado anteriormente, apresentam justificativas para seu uso, cabendo bem para análises voltadas para pesquisa e para os serviços de levantamento detalhado de solos.

Quanto ao método de agitação, a mesa orbital além de ter um custo mais baixo, trabalha várias amostras de uma vez (110 amostras por operação), enquanto o Ultra-som tem o custo mais elevado, trabalhando as amostras individualmente.

5 CONCLUSÕES

Existe necessidade de que sejam dados tratamentos diferenciados para determinação de argila, levando em consideração a natureza mineralógica distinta das classes de solos.

Dados de estrutura e consistências determinadas no campo são elementos indicativos diretos da natureza mineralógica dos solos.

O hidróxido de lítio não é eficiente para dispersar solos eletropositivos (descarregados, com baixa CTC) e muito eficiente para dispersar solos eletronegativos (alta CTC).

A quantidade de argila dispersa em água num solo está diretamente ligada a sua CTC e indiretamente ao tipo de constituição mineralógica de cada um.

O uso de areia grossa como abrasivo aumentou os níveis de argila em todos os tratamentos, em que a dispersão aconteceu; para todos os solos, com e sem uso de dispersante químico.

O uso de areia grossa não tem eficácia igual para todas as classes de solo.

O método que mais se aproximou da textura de campo foi o tradicional (T 1) que usa o hidróxido de sódio como dispersante.

Há necessidade de um diferente trabalhamento da amostra de solo, mais intensivo e direcionado aos Latossolos óxidicos em relação aos demais solos, pelos Pedólogos.

6 REFERÊNCIAS

- BARRETO, W. **Eletroquímica de solos tropicais de carga variável**: capacidade da dupla camada elétrica. 273 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, 1986.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Trad. de Antônio B. Neiva Figueiredo F. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898 p.
- BAVER, L. D. **The mechanical composition of soil physics**. New York: John Willey, 1956. p.48-79.
- BENEMMA, J.; JONGERIUS, A.; LEMOS, R.B. Micromorphology of some oxic and argillic horizons in south Brazil in relation to weathering sequences. **Geoderma**, v.4, n.1, p. 333-355, 1970.
- BESOAIN, E. **Mineralogia de arcillas de suelos**. San José: Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura, 1985. 1205 p.
- BIRKELAND, P.W. **Soil and geomorphology**. New York: Oxford University Press, 1984. 372 p.
- BUTIERRES, M. F. M. **Efeito do calcário e fosfato de potássio no ponto zero de carga (PCZ) e grau de flocação em três solos do Rio Grande do Sul**. 1980. 259 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, cap. 5, p. 232-245. 1980.
- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94 p. (IAC. Boletim Técnico, 106).
- CAROLINO DE SÁ, M. A.; LIMA, J. M.; LAGE, G. Procedimento padrão para medida da potência liberada pelo aparelho de ultra-som. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 300-306, 2000.
- CARVALHO, M. A. **Eficiência de dispersantes na análise textural de materiais de solos com horizonte B latossólico e B textural**. 1985. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1985.
- CARVALHO, A. F. **Emprego da agitação horizontal na avaliação da estabilidade de agregados de cinco solos da região sudeste**. 1991. 73 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.
- DANIELS, R. B.; GAMBLE, E. E.; CADY, J. G. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. **Adv. Agron**, v. 23, n.2, p. 51-87, 1971.
- DAY, P. R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C. A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: ASA, 1965. Parte 1. (American Society of Agronomy, 9).

DONAGEMMA, G. K., H. A. RUIZ, M. P.F. FONTES, J. C. KER & C. E. G. R. SCHAEFER. Dispersão de Latossolos em resposta à utilização de pré-tratamentos na análise textural. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 765-772, 2003.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa. Produção de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos 2006.

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B. & CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v 23, n.3, p. 515-523, 1999.

GAVANDE, S. A. **Física de suelos: principios e aplicaciones**. México: Ed. Limusa, 1976. 351 p.

GEE, G. W.; BAUDER, J. W. Particle size analysis. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 383-411.

GENRICH, D. A.; BREMNER, J. M. A reevaluation of the ultrasonic vibration method of dispersing soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 36, p. 944-947, 1972.

GERRARD, J. Soil geomorphology - present dilemmas and future challenges. **Geomorphology**, v 7, p. 61-84, 1993.

GROHMANN, F. Análise de agregados de solos. **Bragantia**, Campinas, v. 19, n.13, p. 201-213, 1960.

GROHMAN, F.; VAN RAIJ, B. Influência dos métodos de agitação na dispersão da argila do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14, 1973, Santa Maria. **Anais ...** Campinas: SBCS, 1974. p.123-132.

GROHMAN, F. A vibração ultrassônica na dispersão de latossolos argilosos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, 1975. Campinas. **Anais ...** Campinas: SBCS, v. 1, n. 1, p. 27-30, 1976.

JUCKSCH, I. **Meios mecânicos e concentrações de NaOH na dispersão e estabilidade de suspensões de argila**. 1995. 50 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

KAMPF, N. ; AZEVEDO, A. C. ; COSTA JR, M. I. . Estrutura Básica de Argilomineral 2:1 com Hidroxi-Al Entrecamadas em Latossolo Bruno no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 185-190, 1995.

KÄMPF, N.; CURI, N. Argilominerais em solos brasileiros. 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. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 3, p. 1-54, 2003.

KHONKE, H. **Soil physics**. 2. ed. New York: MacGraw Hill, 1969. 224 p.

KILMER, V. J.; ALEXANDER, L. T. Methods of making mechanical analysis of Soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 68, n.1, p. 15-24, 1949.

KIRKHAM, D.; POWERS, W.L. **Advanced soil physics**. 2. ed. New York: Interscience, 1972. 548 p.

KRAUSKOPF, K. **Introdução à geoquímica**. v. 2. São Paulo: Editora Polígono/USP, 1972. 311 p.

MASON, B. H. **Princípios de Geoquímica**. São Paulo: Polígono/USP, 1971. 403 p.

McKEAGUE, J. A. **Manual on soil sampling and methods of analysis**. 2. ed. Ottawa: Canadian Society of Soil Science, 1978. 212 p.

MACEDO, J. Os solos da região dos cerrados. In: ALVAREZ V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade Federal de Viçosa, 1996. p. 135-155.

MEDINA, H. P. Constituição física. In: MONIZ, A.C. **Elementos de pedologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1972. p.11-20.

MEDINA, H. P. & GROHMANN, F. Contribuição ao estudo da análise granulométrica do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 6, Salvador, 1957. **Anais ...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, n. 1, p.29-38, 1962.

MEHRA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from clays by dithionite-citrate-bicarbonate system buffered with sodium bicarbonate. **Clays Clay Miner**, v. 7, n.1, p. 317-327, 1960.

MENK, J. R. & OLIVEIRA, J. B. Estudo comparativo da influência de agentes dispersantes e de pré-tratamentos na análise granulométrica de solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14, Santa Maria, 1973. **Anais ...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, n.1, p. 104-121, 1974.

MEURER, E. J.; BISSANI, C. A.; SELBACH, P. A. Poluentes do solo e do ambiente. In: Meurer, E. J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Genesis, 2000. v. 1 p. 151-168.

MOREIRA, H. L. **Evolução e gênese de PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários do Estado de Goiás**. 2006. 90 f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

NETTO, A.R. **Influência da mineralogia nas propriedades físicoquímicas de solos brasileiros**. 144 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

OLIVEIRA, G.C.; DIAS JÚNIOR, M.S.; VITORINO, A.C.T.; FERREIRA, M.M.; SÁ, M.A.C. & LIMA, J.M. Agitador horizontal de movimento helicoidal na dispersão mecânica de amostras de três Latossolos do sul e campos das vertentes de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n. 1, p. 881-887, 2002.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. 574 p.

OLIVEIRA, V. A. de; COSTA, J. R. de S. **Levantamento detalhado dos solos**. In: Zoneamento Ambiental da Bacia do Córrego Taquara - Distrito Federal. Goiânia: IBGE/DGC/DIGEO-CO, 1995. p. 73-162.

OLIVEIRA, V. A. de (Coord.). **Manual técnico de pedologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de recursos naturais e estudos ambientais, 2007. 300 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 4).

RAIJ, B. VAN.; ZULLO, M. A. T. **Métodos de análise de solo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1977. 16 p. (Circular, 63).

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 2007. 322 p.

SÁ, M. A. C. de; LIMA, J. M.; LAGE, G. Procedimento padrão para medida da potência liberada pelo aparelho de ultra-som. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 300-306, 2000.

SANTANA, D.P. **Estudo de solos do Triângulo Mineiro e de Viçosa: I. Mineralogia, II. Adsorção de fosfatos**. 56 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 1973.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa: SBCS/SNLCS, 2005. 100 p.

SOUZA, Z.M. **Variabilidade espacial e atributos de um latossolo sob diferentes formas do relevo**. 2004. 141 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2004.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil Survey Division Staff. **Soil survey manual**, Washington, 1993. 437 p. (Agriculture handbook, 18).

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **SOIL Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys**. 2nd ed.

Washington, D.C.: U. S. Department of Agriculture, 1999. 863 p. (Agriculture handbook, n. 436).

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Field Book for describing and sampling soils**. National Soil Survey Center. Lincoln, v. 3, p.1-44, 2002. (USDA-NRCS)

VERDADE, F. C. Análise química total. In: MONIZ, A. C. (Coord.). **Elementos de Pedologia**. São Paulo: EDUSP, 1972. p.200-209.

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EPE, Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim Técnico, 7).

VITORINO, A. C. T.; FERREIRA, M. M.; OLIVEIRA, G. C.; DIAS JÚNIOR, M. S.; SÁ, M. A. C. de; LIMA, J. M.; CURI, N. Níveis de energia ultra-sônica na dispersão de argila de solos da região de Lavras (MG). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1330-1336, 2001.

WOLLAST, R. Kinetics of alteration of K-feldspar in buffered solution at low temperature. *Geochim.Cosmochim. Acta*, v. 31, p. 635-649, 1967.

ANEXOS

Anexo A: Descrição geral, morfológica e analítica do Perfil 1.....	85
Anexo B: Descrição geral, morfológica e analítica do Perfil 2.....	87
Anexo C: Descrição geral, morfológica e analítica do Perfil 3.....	89
Anexo D: Descrição geral, morfológica e analítica do Perfil 4.....	91
Anexo E: Descrição geral, morfológica e analítica do Perfil 5.....	93

Anexo A: Descrição geral, morfológica e analítica do Perfil 1.

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média, A moderado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: PVAe

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Nações Unidas. A 2 Km da rodovia GO-330, no sentido norte e a 7Km de Campo Limpo de Goiás para Ouro Verde de Goiás. Coordenada Geográfica: 16° 14' 39 ''S / 49° 07' 46'' WGr.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço/médio inferior de encosta, em local com 25-30% de declividade.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas granulíticas meta e paraderivadas. Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração de rochas locais.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Forte ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado e forte ondulado.

DRENAGEM: Bem drenado.

EROSÃO: Forte

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Tropical Subcaducifólia

USO ATUAL: Pastagem.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap- 0-17 cm; cinzento (5YR 5/1, seco) e preto (5YR 2,5/1, úmido); franco com cascalho; forte e média e grande granular e blocos subangulares; ligeiramente dura, macia; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

AB- 17-26 cm; cinzento claro (5YR 6/1, seco) e cinzento muito-escuro (5YR 3/1, úmido); franco cascalhento; moderada média e grande, granular e blocos subangulares; ligeiramente dura, macia, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

Bt1- 26-53 cm; bruno-avermelhado (5 YR 4/3); franco-argilosa cascalhenta; moderada pequena blocos subangulares; dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e gradual.

Bt2- 53-91 cm; vermelho-amarelado (5 YR 4/6); franco-argilosa; forte média blocos subangulares e angulares; cerosidade comum e moderada; dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.

Raízes: Finas, comuns no Ap, AB e Bt1, poucas no Bt2 e raras nos demais horizontes.

Análise: Perfil 1- PV Ae								
Horizontes		Granulometria da Terra Fina (g kg ⁻¹)					Grau de Floculação (g/100g)	Silte Argila
Símb.	Profund. (cm)	Areia Grossa 2 – 0,2 mm	Areia Fina 0,2 – 0,05 mm	Silte 0,05 – 0,002 mm	Argila T 2 < 0,002 mm	Argila Natural (g kg ⁻¹)		
Ap	0-17	180,0	350,0	120,0	350,0	230,0	34,29	0,37
AB	17-26	160,0	340,0	100,0	400,0	320,0	20,0	0,29
Bt1	26-53	150,0	280,0	90,0	480,0	160,0	66,67	0,32
Bt2	53-91	160,0	220,0	120,0	500,0	10,0	98,0	0,55

Bases Trocáveis (cmol _c .kg ⁻¹)				Soma de Bases (S) (cmol _c .kg ⁻¹)	Valor T (cmol _c .kg ⁻¹)	Saturação por bases (V%) $\frac{100 S}{T}$	Saturação por Alumínio (m%) $\frac{100 Al^{3+}}{Al^{3+} + S}$	Saturação por Sódio (Na %) $\frac{100 Na}{T}$
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺					
9,50	1,90	0,28	0,020	11,70	18,40	63,59	0,0	0,11
9,10	1,50	0,24	0,030	10,87	16,07	67,64	0,0	0,19
8,70	1,60	0,22	0,015	10,54	14,64	71,98	0,0	0,10
6,70	1,60	0,22	0,014	8,53	11,43	74,64	0,0	0,12

pH (1: 2,5)		Acidez Extraível (cmol _e /kg ⁻¹)		(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	Relação	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)
H ₂ O	KCl N	H ⁺	Al ³⁺	C	N	MO	C/N	P	S
5,8	4,6	6,7	0,0	29,6	3,1	51,0	9,54	5,3	3,0
6,4	4,8	5,2	0,0	14,5	1,4	25,0	10,36	2,5	4,0
6,4	4,8	4,1	0,0	8,7	0,6	15,0	14,50	2,1	4,5
6,6	5,0	2,9	0,0	4,1	0,3	7,0	13,53	2,1	3,5

Ataque por H ₂ SO ₄ (g kg ⁻¹)				Relações Moleculares			Micronutrientes (mg kg ⁻¹)						
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ki = $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	Kr = $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	B	Zn	Fe	Mn	Cu	Co	Mo
-	-	-	-	-	-	-	0,13	9,2	45,2	115,8	1,0	0,07	0,08
-	-	-	-	-	-	-	0,15	6,4	54,5	121,0	2,0	0,08	0,08
14,2	16,4	13,4	1,04	1,47	0,97	1,92	0,17	4,2	74,2	62,50	3,4	0,07	0,07
14,6	16,0	13,2	1,05	1,55	1,02	1,90	0,17	8,8	82,7	51,10	3,5	0,07	0,09

Anexo B: Descrição geral, morfológica e analítica do Perfil 2.

CLASSIFICAÇÃO: CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico, textura argilosa/muito argilosa.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: MTo.

LOCALIZAÇÃO: Área de cava da mina. Município de Ipiaú-BA. Coordenada Geográfica: 14° 11' 15'' S / 39° 43' 9'' WGr

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço médio inferior de encosta com 30% de declividade.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Dunitos serpentizados, peridotitos e piroxenitos e gabros. Complexo Intrusivo Mirabela.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração de peridotito.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Forte ondulado.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado.

DRENAGEM: Moderadamente a bem drenado.

EROSÃO: Moderada a forte.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Tropical Subperenifólia.

USO ATUAL: Capoeira.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap – 22 cm; bruno acinzentado muito-escuro (10YR 3/2, úmido); argila; moderada a forte pequena e média granular e blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, friável a firme, plástica a muito plástica e pegajosa a muito pegajosa; transição plana e clara.

BA – 22 - 30 cm; bruno escuro a bruno (10 YR 4/3, úmido); argila; forte média e grande blocos angulares e subangulares; cerosidade pouca a comum e moderada; dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.

Bt1 – 30 - 60 cm; bruno amarelado-escuro (10 YR 4/4, úmido); muito argilosa; forte média prismática, que se desfaz em forte média e grande blocos angulares; cerosidade abundante e forte; dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e difusa.

Bt2 – 60 - 100 cm+; bruno amarelado-escuro (10 YR 4/6, úmido); muito argilosa; forte média prismática, que se desfaz em forte média e grande blocos angulares; cerosidade

abundante e forte; dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e difusa.

Raízes: Finas e médias comuns no Ap e poucas no BA.

Perfil 2- Mto								
Horizontes		Granulometria da Terra Fina (g kg ⁻¹)					Grau de Floculação (g/100g)	Silte Argila
Símb.	Profund. (cm)	Areia Grossa 2 – 0,2 mm	Areia Fina 0,2 – 0,05 mm	Silte 0,05 – 0,002 mm	Argila T 2 < 0,002 mm	Argila Natural (g kg ⁻¹)		
Ap	0-22	180,0	120,0	230,0	470,0	340,0	27,66	1,92
BA	22-30	110,0	210,0	110,0	570,0	470,0	17,54	0,52
Bt1	30-60	70,0	170,0	110,0	650,0	530,0	18,46	0,65
Bt2	60-100	40,0	180,0	130,0	650,0	530,0	18,46	0,48

Bases Trocáveis (cmol _c .kg ⁻¹)				Soma de Bases (S) (cmol _c .kg ⁻¹)	Valor T (cmol _c .kg ⁻¹)	Saturação por bases (V%) $\frac{100 S}{T}$	Saturação por Alumínio (m%) $\frac{100 Al^{3+}}{Al^{3+} + S}$	Saturação por Sódio (Na %) $\frac{100 Na}{T}$
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺					
9,90	18,0	0,16	0,09	28,15	31,45	89,51	0,0	0,29
8,10	28,0	0,04	0,08	36,22	38,62	93,79	0,0	0,21
7,90	36,0	0,03	0,08	44,01	45,81	96,07	0,0	0,17
6,90	44,0	0,02	0,07	50,99	52,89	96,41	0,0	0,13

pH (1: 2,5)		Acidez Extraível (cmol _k /kg ⁻¹)		(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	Relação	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)
H ₂ O	KCl N	H ⁺	Al ³⁺	C	N	MO	C/N	P	S
6,0	5,0	3,3	0,0	37,7	3,0	65,0	12,57	1,0	3,0
6,0	5,0	2,4	0,0	10,4	1,6	18,0	6,53	0,80	4,0
6,5	5,2	1,8	0,0	11,6	1,5	20,0	7,73	0,50	3,5
6,5	5,2	1,9	0,0	10,4	1,5	18,0	6,96	0,30	3,0

Ataque por H ₂ SO ₄ (g kg ⁻¹)				Relações Moleculares			Micronutrientes (mg kg ⁻¹)						
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ki = $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	Kr = $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	B	Zn	Fe	Mn	Cu	Co	Mo
-	-	-	-	-	-	-	0,15	4,4	130,0	30,9	9,3	0,07	0,08
-	-	-	-	-	-	-	0,17	3,7	101,8	32,7	10,2	0,08	0,08
28,4	15,0	16,40	0,70	3,22	1,90	1,44	0,17	4,0	116,1	24,1	11,4	0,07	0,08
28,0	15,4	16,00	0,80	3,09	1,86	1,51	0,17	3,8	189,0	160,0	10,2	0,07	0,08

Anexo C: Descrição geral, morfológica e analítica do Perfil 3.

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico, textura argilosa, A moderado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LV_w

LOCALIZAÇÃO: Margem da GO-330. A 3 Km de Campo Limpo de Goiás para Ouro Verde de Goiás. Coordenada Geográfica: 16° 16' 36'' S / 49° 06' 47'' WGr

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço médio de grande pendente com 2 a 3 % de declividade.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo Granulíticos Anápolis-Itaúçu.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Granulito ácido com provável contribuição de material retrabalhado.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado e plano.

DRENAGEM: Acentuadamente drenado.

EROSÃO: Ligeira.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Vegetação de transição Cerrado/Floresta Tropical Subcaducifólia.

USO ATUAL – Pastagem

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap- 0-20 cm; bruno-avermelhado (5 YR 4/4, seco) e bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 2,5/4, úmido); franco-argilosa; moderada média e grande granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.

BA- 20-42 cm; bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4); argila ; moderada média e grande granular e blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bw1- 42 -91 cm; vermelho-escuro (2,5 YR 3/6); argila; forte muito pequena granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bw2- 91-185 cm+ ; vermelho-escuro (2,5 YR 3/6); argila; forte muito pequena granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Raízes: Poucas finas nos horizontes Ap, BA e Bw1 e raras no Bw2.

Perfil 3- LVw								
Horizontes		Granulometria da Terra Fina (g kg ⁻¹)					Grau de Floculação (g/100g)	Silte Argila
Símb.	Profund. (cm)	Areia Grossa 2 – 0,2 mm	Areia Fina 0,2 – 0,05 mm	Silte 0,05 – 0,002 mm	Argila T 2 < 0,002 mm	Argila Natural (g kg ⁻¹)		
Ap	0-20	230,0	150,0	90,0	530,0	280,0	47,17	0,60
BA	20-42	210,0	140,0	100,0	550,0	0,0	100,0	0,71
Bw1	42-91	220,0	150,0	70,0	560,0	0,0	100,0	0,47
Bw2	91-185+	220,0	180,0	70,0	530,0	0,0	100,0	0,44

Bases Trocáveis (cmol _c .kg ⁻¹)				Soma de Bases (S) (cmol _c .kg ⁻¹)	Valor T (cmol _c .kg ⁻¹)	Saturação por bases (V%) $\frac{100 S}{T}$	Saturação por Alumínio (m%) $\frac{100 Al^{3+}}{Al^{3+} + S}$	Saturação por Sódio (Na %) $\frac{100 Na}{T}$
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺					
2,0	1,0	0,07	0,030	3,10	9,10	34,07	0,0	0,33
0,5	0,2	0,04	0,020	0,76	4,96	15,32	0,0	0,40
0,2	0,1	0,03	0,025	0,36	3,76	9,45	0,0	0,67
0,2	0,1	0,03	0,018	0,35	3,15	11,05	0,0	0,57

pH (1: 2,5)		Acidez Extraível (cmol _k /kg ⁻¹)		(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	Relação	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)
H ₂ O	KCl N	H ⁺	Al ³⁺	C	N	MO	C/N	P	S
4,8	5,2	6,0	0,0	18,0	2,0	31,0	8,99	1,5	3,0
4,9	5,2	4,2	0,0	1,04	1,1	18,0	9,49	1,2	4,5
5,0	5,7	3,4	0,0	0,70	0,9	12,0	7,73	1,0	4,9
5,0	5,8	2,8	0,0	0,41	0,3	7,0	20,3	1,0	4,0

Ataque por H ₂ SO ₄ (g kg ⁻¹)				Relações Moleculares			Micronutrientes (mg kg ⁻¹)						
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ki = $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	Kr = $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	B	Zn	Fe	Mn	Cu	Co	Mo
-	-	-	-	-	-	-	0,16	0,7	70,0	9,3	2,0	0,08	0,09
-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,5	72,5	7,0	2,7	0,07	0,08
9,7	22,0	22,5	1,30	0,75	0,45	1,54	0,13	0,4	69,0	6,4	1,7	0,06	0,07
9,5	21,7	22,0	1,40	0,74	0,45	1,55	0,13	0,5	67,0	4,5	1,6	0,07	0,08

Anexo D: Descrição geral, morfológica e analítica do Perfil 4.

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Acriférrico típico, textura argilosa, A moderado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVwf.

LOCALIZAÇÃO: Área do Campus da UFG, ao lado do campo de futebol. Município de Jataí-GO. Coordenada Geográfica: - 17° 55' 15'' S / 51° 42' 58'' WGr.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço médio de encosta com 4 – 5% de declividade.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Basalto. Formação Serra Geral.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Basalto.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerrado Tropical Subcaducifólio.

USO ATUAL: Capoeira

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1- 0 – 18cm; bruno-avermelhado-escuro (1 YR 3/4, úmido); argiloarenosa; moderada a forte pequena granular; ligeiramente dura a macia, muito friável, ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

BA-18 – 37cm; bruno-avermelhado-escuro a vermelho-escuro (1 YR 3/5, úmido); argiloarenosa; forte pequena granular; macia, muito friável, ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição plana e difusa.

Bw1 37 – 104cm; vermelho-escuro (1,5 YR 3/6, úmido); argila/muito argilosa; forte muito pequena granular, com aspecto maciço muito poroso “in situ”; macia, muito friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bw2 104 – 170cm+; vermelho-escuro (1,5 YR 3/6, úmido); argila/muito argilosa; forte muito pequena e pequena granular, com aspecto maciço muito poroso “in situ”; macia, muito friável, plástica e pegajosa.

Raízes: Muitas finas no Ap e BA, Comuns no Bw1 e poucas no Bw2.

Perfil 4- LVwf								
Horizontes		Granulometria da Terra Fina (g kg ⁻¹)					Grau de Floculação (g/100g)	Silte Argila
Símb.	Profund. (cm)	Areia Grossa 2 – 0,2 mm	Areia Fina 0,2 – 0,05 mm	Silte 0,05 – 0,002 mm	Argila T2 < 0,002 mm	Argila Natural (g kg ⁻¹)		
Ap	0-18	150,0	170,0	60,0	620,0	40,0	93,55	0,35
BA	18-37	150,0	190,0	80,0	580,0	10,0	98,28	0,42
Bw1	37-104	140,0	180,0	80,0	600,0	0,0	100,0	0,44
Bw2	104-170+	150,0	190,0	50,0	610,0	0,0	100,0	0,56

Bases Trocáveis (cmol _c .kg ⁻¹)				Soma de Bases (S) (cmol _c .kg ⁻¹)	Valor T (cmol _c .kg ⁻¹)	Saturação por bases (V%) $\frac{100 S}{T}$	Saturação por Alumínio (m%) $\frac{100 Al^{3+}}{Al^{3+} + S}$	Saturação por Sódio (Na %) $\frac{100 Na}{T}$
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺					
0,30	010	0,07	0,020	0,51	8,81	5,79	37,04	0,2
0,25	0,10	0,04	0,015	0,43	8,43	5,04	32,00	0,18
0,20	0,10	0,03	0,012	0,36	5,06	7,15	35,59	0,24
0,20	0,10	0,03	0,010	0,35	3,65	9,59	36,36	0,27

pH (1: 2,5)		Acidez Extraível (cmol _c /kg ⁻¹)		(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	Relação	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)
H ₂ O	KCl N	H ⁺	Al ³⁺	C	N	MO	C/N	P	S
4,2	5,1	8,0	0,3	17,4	2,0	30,0	8,70	1,8	4,0
4,2	5,2	7,8	0,2	15,7	1,3	27,0	12,05	1,5	4,9
3,9	4,5	4,5	0,2	10,4	0,9	18,0	11,60	1,2	4,0
3,8	5,0	3,1	0,2	7,0	0,8	12,0	8,70	1,0	5,1

Ataque por H ₂ SO ₄ (g kg ⁻¹)				Relações Moleculares			Micronutrientes (mg kg ⁻¹)						
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ki = $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	Kr = $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	B	Zn	Fe	Mn	Cu	Co	Mo
-	-	-	-	-	-	-	0,15	2,2	86,50	18,90	10,9	0,07	0,08
-	-	-	-	-	-	-	0,17	1,1	91,20	17,80	10,30	0,07	0,08
9,00	23,0	26,0	1,50	0,67	0,39	1,39	0,17	2,5	89,20	16,30	11,60	0,07	0,09
9,02	22,5	25,50	1,60	0,68	0,40	1,39	0,13	1,30	92,80	17,50	12,50	0,07	0,08

Anexo E: Descrição geral, morfológica e analítica do Perfil 5.

CLASSIFICAÇÃO - NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, textura muito argilosa, A proeminente, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO- NVef

LOCALIZAÇÃO – A 1 km de Ceres na estrada para Rubiataba (Vale do São Patrício).
Coordenada Geográfica: 15° 18' 20'' S / 49°37'54" WGr.

SITUAÇÃO E DECLIVE - Local com 12 -14% de declividade.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA- Complexo básico / ultrabásico de Barro Alto.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração de Gabro norítico.

PEDREGOSIDADE - Não pedregosa.

ROCHOSIDADE - Não rochosa.

RELEVO LOCAL - Ondulado.

RELEVO REGIONAL - Ondulado e forte ondulado.

DRENAGEM - Bem drenado

EROSÃO -Forte (sulcos e ravinas abundantes).

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta Tropical Subcaducifólia.

USO ATUAL - Pastagem.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap – 0-20cm; vermelho-acinzentado (10YR 4/2, seco); vermelho-escuro (10R 3/4, úmido); muito argilosa; moderada média e grande granular; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa a gradual.

BA - 20-32cm; vermelho escuro a vermelho-acinzentado (10R 3,5/4, úmido); muito argilosa; forte pequena prismática secundariamente, média e grande blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e moderada; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bt₁ - 32-72cm; vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4, úmido); muito argilosa; forte pequena prismática e grande blocos angulares e subangulares; cerosidade abundante e forte; dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bt₂ - 72 - 115cm; vermelho-acinzentado (10R 4/4, úmido); argila, moderada pequena e média prismática e secundariamente, blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e moderada a forte; dura, friável, plástica e pegajosa.

Raízes: Muitas e finas no Ap e BA; Comuns e finas no Bt1; Raras e finas no Bt₂.

Perfil 5- NVe								
Horizontes		Granulometria da Terra Fina (g kg ⁻¹)					Grau de Floculação (g/100g)	Silte Argila
Símb.	Profund. (cm)	Areia Grossa 2 - 0,2 mm	Areia Fina 0,2 - 0,05 mm	Silte 0,05 - 0,002 mm	Argila T 2 < 0,002 mm	Argila Natural (g kg ⁻¹)		
Ap	0-20	30,0	160,0	210,0	600,0	290,0	51,67	1,31
BA	20-32	30,0	180,0	160,0	630,0	340,0	46,03	0,89
Bt1	32-72	20,0	160,0	100,0	720,0	250,0	65,28	0,63
Bt2	72-115	20,0	120,0	110,0	750,0	15,0	98,00	0,53

Bases Trocáveis (cmol _c .kg ⁻¹)				Soma de Bases (S) (cmol _c .kg ⁻¹)	Valor T (cmol _c .kg ⁻¹)	Saturação por bases (V%) $\frac{100 S}{T}$	Saturação por Alumínio (m%) $\frac{100 Al^{3+}}{Al^{3+} + S}$	Saturação por Sódio (Na %) $\frac{100 Na}{T}$
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺					
9,90	2,5	0,29	0,030	12,72	17,92	70,98	0,0	0,17
8,70	1,7	0,11	0,015	10,53	15,33	68,68	0,0	0,10
6,40	1,4	0,08	0,010	7,89	10,59	74,50	0,0	0,09
5,8	1,4	0,06	0,010	7,27	9,27	78,43	0,0	0,11

pH (1: 2,5)		Acidez Extraível (cmol _c /kg ⁻¹)		(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	Relação	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)
H ₂ O	KCl N	H ⁺	Al ³⁺	C	N	MO	C/N	P	S
5,6	5,2	5,2	0,0	29,0	2,4	50,0	12,08	11,5	4,0
5,5	5,0	4,8	0,0	16,2	1,4	28,0	11,60	4,7	4,0
6,1	5,4	2,7	0,0	7,0	1,1	12,0	6,33	2,1	4,0
6,0	5,7	2,0	0,0	4,6	0,4	8,0	11,60	1,8	4,5

Ataque por H ₂ SO ₄ (g kg ⁻¹)				Relações Moleculares			Micronutrientes (mg kg ⁻¹)						
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ki = $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	Kr = $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	B	Zn	Fe	Mn	Cu	Co	Mo
-	-	-	-	-	-	-	0,13	9,5	62,70	110,0	4,3	0,08	0,08
-	-	-	-	-	-	-	0,15	5,8	42,90	78,0	5,3	0,07	0,07
23,50	24,50	18,40	1,50	1,63	1,10	2,09	0,13	2,5	50,60	75,0	5,5	0,07	0,08
24,40	24,00	18,00	1,40	1,73	1,17	2,09	0,15	1,9	53,20	40,2	4,5	0,07	0,08

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(GPT/BC/UFG)

Rodrigues, Cristiane.
R696a Avaliação de dispersantes químicos e pré-tratamentos na determinação de argila de solos de mineralogia distintas [manuscrito] / Cristiane Rodrigues. – 2008.
94 f.: il., figs., tabs.

Orientador: Dr. Pedro Marques da Silveira; Co-orientador:
Dr. Virlei Álvaro de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,
Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2008.

Bibliografia: f.78-83.

Inclui lista de tabelas e de figuras.

Anexos.

1. Física do solo 2. Argila 3. Mineralogia do solo I. Silveira, Pedro Marques da. II. Oliveira, Virlei Álvaro de III. Universidade Federal de Goiás, **Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos.** IV. Tittulo.

CDU: 631.43