

III.1 INTRODUÇÃO

As metodologias seguidas nesta Tese estão resumidas na forma de um fluxograma (Fig. III.1), onde estão descritas, sucintamente, as conexões entre os estudos de escritório, de campo, de laboratório e de tratamento dos dados. Estas várias fases estão descritas em maior detalhe no texto que segue.

III.2 CRITÉRIOS DE ESCOLHA DOS PERFIS ESTUDADOS

A seleção dos perfis estudados baseiou-se na organização dos elementos naturais na paisagem, levando em consideração a geologia, a compartimentação geomorfológica e a distribuição de solos. Dessa forma, foram escolhidas áreas representativas dos grandes compartimentos geomorfológicos definidos no capítulo II, sobre diferentes tipos de rochas metapsamo-pelíticas do Grupo Paranoá e do Grupo Canastra, estudadas por Faria (1995) e Freitas-Silva & Campos (1998), e sobre os diferentes tipos de solos integrantes dos rególitos lateríticos da região. A existência de cortes desenvolvidos por obras de engenharia nos diversos contextos geológicos, geomorfológicos e pedológicos também foram fundamentais na escolha dos perfis.

O Grupo Araxá e o Grupo Bambuí, compostos por litofácies clásticas, recentemente descritos no DF (Freitas-Silva & Campos 1998), que ocorrem nas porções SW e E, respectivamente, não foram representados. Na época da seleção das áreas de estudo, essas porções eram consideradas como pertencentes ao Grupo Paranoá, sendo que, onde ocorre o Grupo Bambuí, era considerado como parte da unidade Pelito-carbonatada (PC) (Faria 1995). Rególitos lateríticos ocorrem nessas porções, distintos dos estudados nesta Tese e devem constituir temas de futuras pesquisas.

Dentro dos compartimentos geomorfológicos representados, os perfis estudados localizam-se nos topos da Chapada da Contagem e da Chapada de Brasília, nos divisores de drenagem da Depressão do Paranoá, nas superfícies residuais da bacia do São Bartolomeu e no Divisor São Bartolomeu-Preto.

Os perfis estudados representam litossequências, sequências verticais e topossequência.

As litossequências constituem perfis que representam variações faciológicas do rególito em função das variações composicionais do material de origem (Curi 1983). As litossequências estudadas ocorrem sobre rochas metapsamo-pelíticas do Grupo Paranoá.

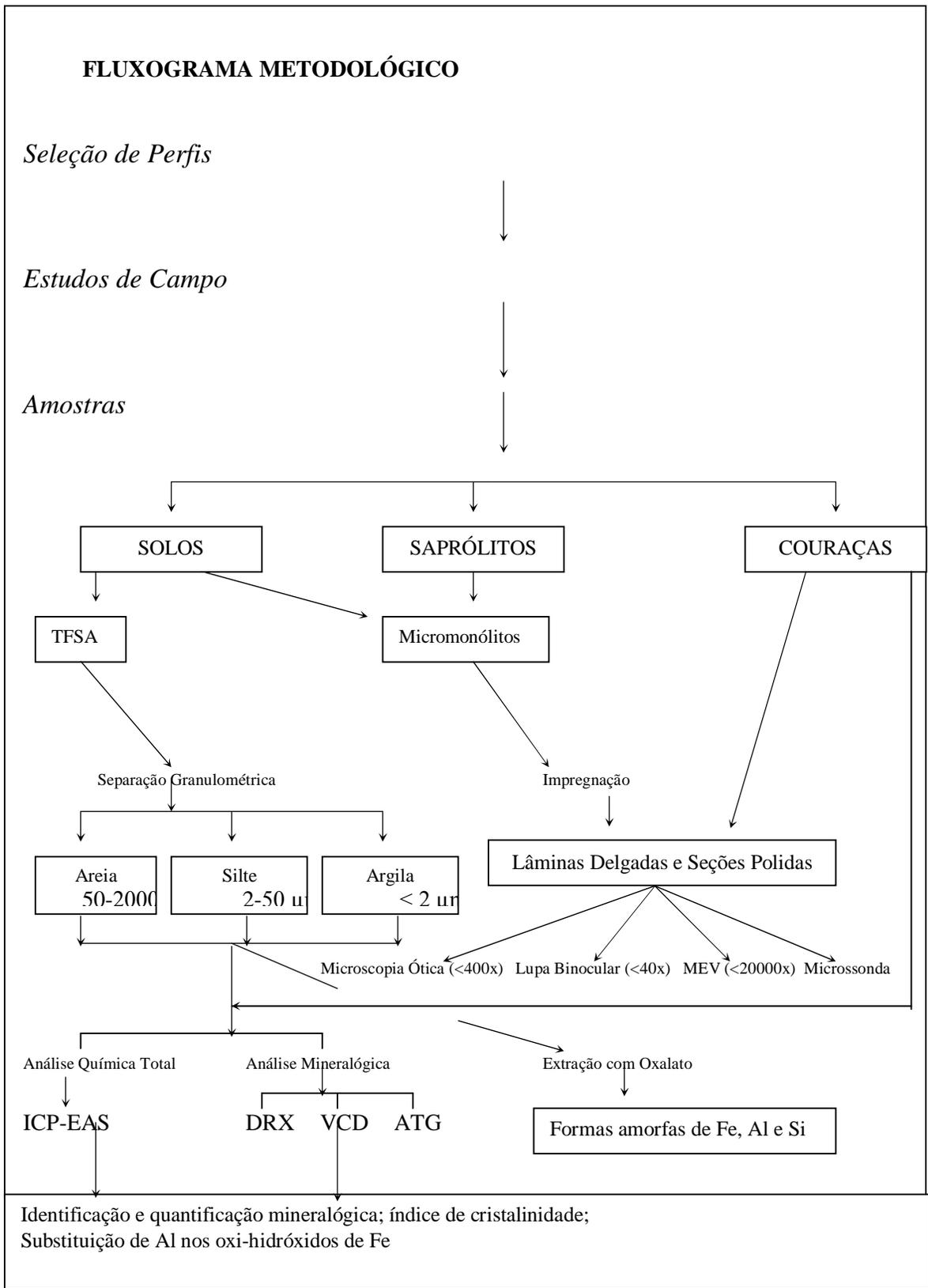


Figura III.1 – Fluxograma metodológico mostrando todos os passos da pesquisa. Abreviações: TFSA (terra fina seca ao ar, <2mm); MEV (microscopia eletrônica de varredura); ICP-EAS (espectrometria de emissão atômica com plasma de acoplamento indutivo); DRX (difratometria de raios-X); VCD (varredura calorimétrica diferencial); ATG (análise termogravimétrica).

As seqüências verticais constituem variações faciológicas verticais do rególito, típicas de perfis lateríticos convencionais e sobre um mesmo tipo de material de origem (Tardy 1993). As seqüências verticais estudadas ocorrem sobre filitos do Grupo Canastra.

As toposseqüências representam perfis desenvolvidos sobre o mesmo tipo de material de origem, mas apresentando variações faciológicas laterais, segundo uma linha entre as superfícies de topo e o eixo de drenagem (Leprun, 1979). A toposseqüência estudada ocorre sobre sedimentos na região de Águas Claras.

III.3 CONTEXTO DOS PERFIS ESTUDADOS

A litosseqüência São Sebastião, apresentada no capítulo IV, localiza-se a oeste da cidade homônima, representando a Chapada de Brasília e porções dissecadas pertencentes à bacia do São Bartolomeu (Fig. III.2). Partindo do Plano Piloto, o acesso é feito através da DF-001 (Estrada Parque Contorno) e DF-135. Os estudos foram realizados em cortes de estrada da DF-135 e em cascalheiras. A geologia, de oeste para leste, é representada por rochas das unidades Q₃ (Quartzito Médio) e R₄ (Metarritmito Argiloso) do Grupo Paranoá e pela litofácies Filito do Grupo Canastra, que apresentam acamamentos com direção geral NS, mergulhando para leste. Nesta área ocorrem os compartimentos geomorfológicos Chapadas Elevadas, Rebordos, Escarpas e Planos Intermediários, associados às unidades Q₃ e R₄ do Grupo Paranoá e litofácies Filito do Grupo Canastra, respectivamente. As classes de solo LE, LV, AQ e Cb ocorrem na área estudada.

A seqüência vertical Capão da Onça, apresentada no capítulo V, localiza-se na cabeceira da bacia do córrego Capão da Onça, sub-bacia do rio São Bartolomeu, representante de Chapadas Baixas do Divisor São Bartolomeu-Preto (Fig. III.2). Partindo do Plano Piloto, o acesso à área é feito pela DF-015 (Estrada Parque Tamanduá) e DF-250, sentido leste, tomando-se, a partir desta última, a DF-130 à direita. O acesso aos perfis é feito por estrada vicinal à direita da DF-130, 8 km após a entrada nessa via, em direção à borda da chapada. Os estudos foram realizados em cascalheira, na borda da chapada, e em cortes de estrada, no centro do Divisor e adentrando as porções mais dissecadas. Filitos do Grupo Canastra ocorrem em toda a área estudada. O compartimento Planos Intermediários é representado em toda a área.

A litosseqüência Águas Claras, apresentada no capítulo VI, localiza-se na futura cidade de Águas Claras, limitando com as cidades de Taguatinga e Guará (Fig. III.2). Partindo do Plano Piloto, o acesso é feito através da DF-003 (Estrada Parque Indústria e Abastecimento) e DF-085 (Estrada Parque Taguatinga), à esquerda da entrada de Taguatinga. Os estudos foram realizados em perfis abertos pelos cortes do Metrô - DF, e em cascalheiras adjacentes. Nesta área, de oeste para leste, ocorrem rochas apresentando acamamentos com atitude geral NS, mergulhando para oeste, e dobras suaves mesoscópicas com eixo NS, representantes das unidades R₃ (Metarritmito Arenoso) e A (Ardósia). Em termos geomorfológicos, a área é representada pelos compartimentos Chapadas Elevadas, Rebordos e Planos Intermediários. A unidade R₃ ocorre nos compartimentos Chapadas Elevadas e Rebordos, sendo que a unidade A em Planos Intermediários e no limite deste compartimento com Rebordos. As classes de solo LE, LV e Cb estão presentes na área estudada. O perfil representa interflúvio dos Córregos Águas Claras, a norte, e Olho D'Água da Cruz, a sul, adentrando a Depressão do Paranoá.

A toposseqüência Águas Claras, apresentada no capítulo VII, localiza-se na futura cidade de Águas Claras, adjacente à linha do metrô e perpendicular à litosseqüência Águas Claras (Fig. II.2). Os estudos foram realizados em corte contínuo, destinado à rede pluvial da cidade, entre a linha do metrô e o eixo de drenagem do córrego Águas Claras. O perfil ocorre sobre sedimentos espessos desenvolvidos em calha. As classes de solos LE, LV e Hi ocorrem no perfil estudado.

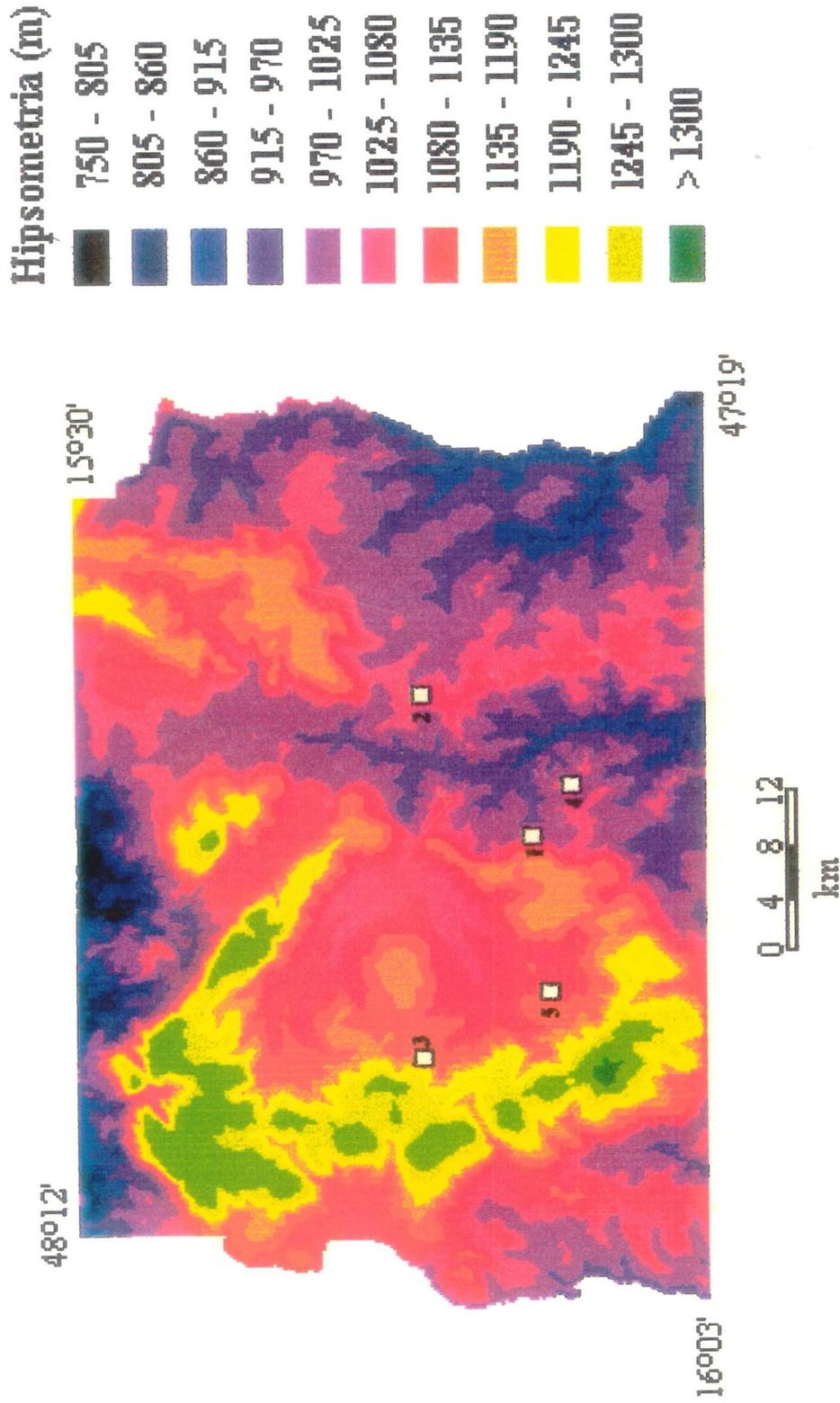


Figura III.4 – Contexto geomorfológico das áreas estudadas. 1. Litossequência São Sebastião; 2. Sequência Vertical Capão da Onça; 3. Litossequência e Topossequência Aguas Claras; 4. Sequência Vertical Profitora; 5. Litossequência Granja do Ipê.

A topossequência Águas Claras, apresentada no capítulo VII, localiza-se na cidade de Águas Claras, adjacente à linha do metrô e perpendicular à litossequência Águas Claras (Figs. III.2, III.3 e III.4). Os estudos foram realizados em corte contínuo, destinado à rede pluvial da cidade, entre a linha do metrô e o eixo de drenagem do córrego Águas Claras. A seqüência ocorre sobre sedimentos espessos depositados em calha, onde as classes de solos LE, LV e Hi estão representadas.

A litossequência Granja do Ipê, apresentada no capítulo VIII, localiza-se adjacente à Universidade Holística, antiga Granja do Ipê (Figs. III.2, III.3 e III.4). Partindo do Plano Piloto, o acesso à área é feito pela DF-003, sentido sul, tomando-se estrada vicinal à direita, 8 km após a entrada do Núcleo Bandeirante. Na área estudada ocorrem a unidade R₃ (Metarritmito Arenoso) e o topo da unidade A (Ardósia) do Grupo Paranoá. Os compartimentos geomorfológicos Chapadas Elevadas, Bordas de Chapada e Planos Intermediários estão representados na região estudada. As classes de solo LE e LV estão presentes na área de estudo. Os estudos mais detalhados foram realizados em cascalheira no limite de Bordas de Chapadas com Planos Intermediários.

A seqüência vertical Proflora, apresentada no capítulo VIII, representante de Chapadas Baixas, localiza-se adjacente à BR-251, distando 5 km do entroncamento da DF-135, sentido leste, e a 5 km do rio São Bartolomeu (Figs. III.2, III.3 e III.4). A área é representada por pequenas superfícies residuais de aplainamento, na bacia do São Bartolomeu, desenvolvidas sobre filitos do Grupo Canastra. Os estudos concentraram-se em cascalheiras adjacentes à BR-251.

Desta forma, as seqüências selecionadas são representativas das principais paisagens lateríticas existentes no DF. Outras porções do DF, além das que ocorrem a SW e a E, representadas por rochas do Grupo Paranoá que não foram estudadas, ocorrem sobre rochas carbonáticas onde não desenvolvem perfis lateríticos, e portanto, não são objetos de estudo desta Tese.

III.4 DESCRIÇÃO DE CAMPO

As descrições de campo objetivaram a individualização dos horizontes de intemperismo expostos pelos perfis com o objetivo de separar as diversas fácies lateríticas. As descrições seguiram os critérios convencionais, a partir dos seguintes parâmetros, visíveis à vista desarmada e/ou com lupa de bolso (5 ou 10 X de aumento): cor, estrutura, consistência, tipos de fragmentos (forma e granulometria), e vazios (formas e dimensões) (vide Anexo I).

A partir destes parâmetros foi possível fazer uma classificação de campo das fases de geração e orientar a amostragem.

III.5 AMOSTRAGEM

A amostragem foi realizada com o objetivo de representar os horizontes e fácies descritos no campo. Neste sentido, foram amostrados horizontes e subhorizontes, em várias posições dentro das seqüências estudadas.

Amostras deformadas e indeformadas foram coletadas para os estudos em laboratório. As *amostras deformadas* são definidas como materiais coletados que não preservam a estrutura natural. Essas foram utilizadas nos estudos mineralógicos. Enquanto que as *amostras indeformadas*, que preservam a estrutura natural, foram destinadas à confecção de lâminas delgadas e seções polidas para estudos petrográficos.

AMOSTRAS DEFORMADAS

A representatividade de amostras deformadas dos horizontes de *solum* e de saprólito, aparentemente homogêneos na escala de campo, pode ser obtida fazendo amostragem composta, e/ou em

canal, e/ou obedecendo intervalos fixos de 5 a 10 cm de distância na vertical entre uma amostra e outra (Harden 1986).

A amostragem em canal representa um quadrilátero onde a espessura do horizonte é a metade da dimensão paralela ao corte exposto e a profundidade é no mínimo de 5 cm. Os horizontes devem ser subdivididos em subhorizontes de amostragem quando são muito espessos. Essa forma de amostragem foi seguida nesta Tese nos diversos perfis estudados.

As couraças foram representadas por fragmentos desses materiais, sendo que as estruturas e feições de interesse foram subamostradas em laboratório.

AMOSTRAS INDEFORMADAS

A coleta de amostras indeformadas foi feita na forma de micromonólitos, no caso de materiais friáveis, como saprólitos e horizontes de *solum*, e de fragmentos, no caso de materiais naturalmente consistentes, como as couraças. Teve-se o cuidado de orientar e marcar na amostra o azimute correspondente da face da exposição e os planos horizontal e vertical antes de retirá-la do perfil.

Os micromonólitos foram coletados por meio de saboneteiras de plástico consistente, apresentando dimensões de 10x15x5 cm, aproximadamente. O procedimento de amostragem é similar aos monólitos, por meio da confecção de faixa de alto relevo com a forma da caixa, empregando faca ou canivete, e a amostra retirada e cuidadosamente acondicionada na caixa.

III.6 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS DEFORMADAS

As amostras de *solum* geralmente apresentam materiais de várias origens e granulometrias. As várias frações granulométricas podem ter origens tanto da rocha-mãe, como pedogéneros. Dessa forma, a preparação das amostras para estudos mineralógicos exige a separação granulométrica. A preparação de amostras segue normalmente dois passos: a secagem e o peneiramento.

PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS E SEPARAÇÃO EM PENEIRAS

Os procedimentos de acondicionamento e secagem das amostras podem provocar mudanças nas características mineralógicas. No entanto, é mais conveniente e econômico guardar amostras secas do que amostras de campo em várias condições de umidade.

Vários minerais, como alofana, haloisita hidratada e montmorillonita, são sensíveis à desidratação em temperaturas acima de 100° C, ou mesmo empregando o processo de liofilização, no qual há a eliminação da água à baixa temperatura, provocando mudanças nas características mineralógicas (Besoain 1985). Por isso, preferiu-se a secagem ao ar em temperatura ambiente.

As amostras foram removidas de seus recipientes e colocadas em uma área aberta para secagem. A cada dia, ou várias vezes por dia, se o tempo estiver úmido, a amostra é remexida para garantir uma rápida e total secagem, sendo esse o procedimento seguido nessa Tese.

Após a secagem a matéria orgânica foi eliminada, já que esta interfere nos métodos de identificação e quantificação dos minerais de solo (DRX, ATD, EIV, entre outros), especialmente da fração argila. Além disso, a matéria orgânica humificada (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, enzimas) geralmente está unida de forma complexa à superfície da argila.

O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a 10% é usualmente empregado para a destruição da matéria orgânica e concentração da fração mineral em várias granulometrias (Kiehl 1979). Entretanto, a oxidação da matéria orgânica por H_2O_2 pode produzir intermediários do tipo oxalato, o qual dissolve óxi-hidróxidos de Fe e Mn de baixa cristalinidade (Borggaard 1988), que podem reprecipitar na forma de películas na superfície de minerais, dificultando as análises. Além disso, a peroxidação geralmente não é completa, permanecendo resíduo de matéria orgânica nas amostras.

Ataques à base de hipoclorito de sódio (NaOCl) têm demonstrado ser mais específicos e eficientes na eliminação da matéria orgânica sem a interferência com os minerais do solo (Omueti & Lavikulich 1988).

A maioria das amostras estudadas, por suas características naturais, contém quantidades desprezíveis de matéria orgânica e não interferem nos procedimentos de separação para fins mineralógicos. Entretanto, nas amostras enriquecidas em matéria orgânica a eliminação foi garantida empregando o ataque com hipoclorito. Este consiste na dissolução de 1:10 de amostra com NaOCl 6% por 6 horas em temperatura ambiente.

A separação granulométrica exige a definição das faixas granulométricas. As escalas existentes baseiam-se em critérios matemáticos, onde os limites geralmente são definidos por uma progressão geométrica - na base 2, no sistema de Wentworth, e na base 10, no sistema de Atteberg.

Na prática, as faixas granulométricas dependem dos procedimentos de separação e das características dos materiais. A maioria das amostras de *solum* estudadas não apresentaram materiais com granulometria acima de 2000 μm . Neste caso, foram empregadas as seguintes faixas granulométricas: 2000-50 μm (fração areia), 50-2 μm (fração silte) e menor que 2 μm (fração argila). As faixas granulométricas acima do limite superior de 50 μm foram obtidas via peneiramento e as faixas abaixo desse limite por sedimentação.

DISPERSÃO

A separação das frações silte e argila exigem procedimentos de suspensão e sedimentação.

As amostras enriquecidas em óxi-hidróxidos de Fe e Al apresentam grandes dificuldades de dispersão devido principalmente às variações de carga dependente do pH. Deve-se empregar um procedimento específico de dispersão de partículas de carga variável, para que não haja variações na porcentagem das frações obtidas. Argilas nas quais predominam minerais de carga permanente geralmente não apresentam problemas de dispersão.

Dessa forma, é necessário manter a suspensão em pH's acima do ponto de carga zero, onde tanto os óxi-hidróxidos de Fe e argilo-minerais são carregados negativamente, para que não ocorra floculação. O melhor procedimento é levar a suspensão a pH 9,5 com NaOH diluído e fazer subseqüentes lavagens com água.

O uso do íon Na, na forma de ortofosfato, pirofosfato ou hexametáfosfato, como dispersante, determina a sorção do íon, provavelmente uma quimisorção, que aparece nas curvas de ATD e nos difratogramas de raios-X (Besoain 1985). Omueti & Lavikulich (1988) mostraram que a utilização de H_2O_2 seguido pela adição de qualquer um destes fosfatos modificam os padrões de DRX, especialmente de amostras com a presença de clorita. Amostras que não apresentam nenhum traço de argilo-minerais 2:1, com mineralogia dominada por caulinita e gibbsita não apresentam modificações nos difratogramas. Todos os autores desaconselham a utilização dos fosfatos como meio dispersante na determinação mineralógica, devendo estar restrito apenas às separações granulométricas para determinação mecânica.

O uso do ultra-som como meio para estimular uma adequada dispersão pode alterar a forma e o tamanho das partículas, especialmente no caso dos minerais de morfologia tubular, fibrilar e laminar, como a haloisita, a sepiolita-atapulgita e a caulinita. Dependendo da frequência e intensidade aplicada, pode produzir uma considerável fragmentação das partículas. É provável que outras propriedades dependentes da superfície sejam afetadas (Besoain 1985).

A dispersão com ultra-som de ponta contamina a amostra com significantes quantidades de Ti, Al e V, como um resultado da composição destas pontas, sendo empregado o ultra-som de caixa (Busacca 1986).

Após a sonificação, o pH deve ser novamente ajustado a 9,5 por causa da dissolução do CO₂, do ar ou pequenas reações químicas com a amostra que podem causar uma queda no pH (Schulze 1988).

Nesta Tese, o procedimento de suspensão do material empregou 10 g de amostra em diluição de 1L de água deionizada em becker, onde foi adicionado 10 mL de NaOH 1M. As suspensões produzidas foram sonificadas em ultra-som de caixa por 10 a 15 min. O pH foi ajustado a 9,5 após a sonificação, adicionando algumas gotas de solução de NaOH, conforme Schulze (1988).

SEPARAÇÕES DAS FRAÇÕES SILTE E ARGILA

A partir do momento que as frações silte e argila estão postas em suspensão, é possível separá-las através da técnica da pipeta ou por centrifugação.

A morfologia dos grãos é importante na sedimentação. Nos filossilicatos a tendência é a sedimentação segundo a maior área superficial na direção da deposição. Partículas arredondadas sedimentam sem orientação preferencial.

A separação das frações se efetua calculando a velocidade de sedimentação, a qual é proporcional ao raio de uma partícula considerada esférica, de acordo com a lei de Stokes, de maneira que coletando as amostras em determinados tempos pode-se obter os limites de tamanho que se queira. Para aumentar a velocidade de sedimentação pode-se utilizar a centrifugação.

O procedimento empregado nesta Tese seguiu a rotina do Laboratório de Separação de Minerais do IG-UnB, que utiliza centrifugação a 700 rpm por 10 min para separar a fração silte. A suspensão restante é centrifugada a 3.000 rpm por 30 min para separar a fração argila.

TÉCNICAS DE SEPARAÇÃO QUÍMICA

Após as separações físicas, é necessário o tratamento das frações produzidas por meio de técnicas químicas para a concentração de grupos de fases minerais com o objetivo de facilitar a interpretação dos dados obtidos por técnicas instrumentais.

As técnicas de separação química são consideradas seletivas (Borggaard 1988). As mais convencionais, e que foram utilizadas, são as seguintes:

- *Concentração dos Óxi-hidróxidos de Fe* - Os óxi-hidróxidos de Fe, geralmente são difíceis de serem caracterizados com a devida profundidade em função das baixas cristalinidades típicas desses minerais no ambiente supergênico. Além disso, algumas amostras apresentam baixas concentrações desses minerais. O procedimento químico mais específico que existe para a concentração desses óxi-hidróxidos, sem afetá-los cristaloquimicamente, e que foi empregado aqui, é o proposto por Kampf & Schwertmann (1982). Adicionam-se 2 g de amostra a um volume de 200 mL de NaOH 5M em becker de teflon (vidro é dissolvido nessas condições), em ebulição em banho de areia por 30 a 60 min. Após o ataque, a amostra é recuperada em água e lavada por duas vezes. O resíduo é tratado com HCl 0,1M para eliminar a sodalita que forma durante a reação. É importante que existam silicatos na amostra, pois estes impedem a recristalização dos óxi-hidróxidos de Fe. Caso contrário, é necessário adicionar sílica gel (0,1 g) ao ataque.

- *Dissolução dos Óxi-hidróxidos de Fe* - Por outro lado, é possível também concentrar os silicatos, eliminando-se os óxi-hidróxidos de Fe. O procedimento que foi empregado baseia-se na redução e complexação do Fe através de um ataque sequencial, chamado como CBD (citrato-bicarbonato-ditionito). Inicialmente, as amostras (0,5 g) foram colocadas em solução de citrato de sódio 0,2 M (100 mL) tamponado a pH 8 por bicarbonato de sódio (agente complexante), em temperatura até 75°C, em banho-maria. Depois de 15 minutos nessa temperatura, adicionou-se progressivamente 0,5 g de ditionito de sódio (agente redutor), até observar que a cor da amostra ficou branca ou creme. Após o resfriamento, lavou-se o

resíduo pelo menos duas vezes, para retirar o excesso de sódio. A análise dos extratos de CBD indicam também o grau de substituição de Al nos óxi-hidróxidos de Fe.

III.7 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS INDEFORMADAS

Em geral, a preservação da organização interna dos materiais de rególito, especialmente de horizontes de *solum* e saprólito, é dificultada por causa da baixa consistência. Por isso, é necessário o emprego de resinas para impregnar esses materiais, sem destruição das texturas e tramas, e possibilitar a confecção de lâminas delgadas e seções polidas.

Convencionalmente, utiliza-se uma mistura de resina de poliéster (30 a 50%), monômero de estireno (70 a 50%) e catalisador (3 a 8 gotas em 500 mL da mistura) para os procedimentos de impregnação. O processo deve ser feito adicionando a resina lentamente à amostra, em condições de vácuo, uma a duas vezes por dia, dependendo da permeabilidade da amostra. Após a impregnação, a amostra é colocada em estufa para a secagem final. Normalmente, o procedimento dura entre 10 e 15 dias.

Nesta Tese foi desenvolvida uma câmara de impregnação, em funcionamento rotineiro, para a manipulação de dezenas de amostras simultaneamente.

As amostras impregnadas foram submetidas aos mesmos procedimentos de confecção de lâminas e seções polidas convencionais.

III.8 TÉCNICAS INSTRUMENTAIS

É imprescindível o emprego de várias técnicas instrumentais nos estudos mineralógicos e petrográficos de rególitos. Sabe-se que toda e qualquer técnica tem vantagens e limites. Dessa forma, a utilização de vários procedimentos e técnicas instrumentais é fundamental para os estudos petrográficos, a caracterização e a quantificação de minerais; especialmente no caso dos minerais de rególito, que necessitam de técnicas sofisticadas para a obtenção de informações simples, como, por exemplo, a morfologia.

A seguir são descritas sucintamente as técnicas instrumentais que foram utilizadas.

DIFRATOMETRIA DE RAIOS-X

A difratometria de raios-X (DRX) é a técnica mais empregada na identificação, caracterização e quantificação das fases minerais que compõem os rególitos. Baseia-se na interação de uma radiação monocromática de raios-X com a amostra em diversos ângulos de incidência. No método do pó, que foi empregado aqui, o resultado dessa interação é coletado em um detector que o transforma em sinal elétrico amplificado e registrado na forma digital ou analógica, designada de difratograma. Os picos são resultados da difração de raios-X em planos cristalográficos existentes na amostra, relacionando a posição, intensidade e forma. Os minerais apresentam padrões difratométricos específicos, podendo ser diferenciados um do outro em função disso.

A DRX constitui um complemento dos estudos petrográficos e podem, em condições experimentais apropriadas, gerar informações acerca da estrutura cristalina e de substituições isomórficas.

Utilizou-se um Geigerflex da Rigaku, do Laboratório de Difratometria de Raios-X do IG-UnB, que dispõe de dois goniômetros e filtro em linha, sendo que um deles é controlado por computador. Este equipamento dispõe de programas de tratamentos de dados (procura automática de picos, suavização da curva, correção de *background*, cálculo da largura a meia altura, procura dos possíveis minerais, análise qualitativa). A radiação $\text{CuK}\alpha$ foi a empregada nos estudos. A inconveniência de se empregar a radiação $\text{CuK}\alpha$ para minerais de Fe deve-se à elevada fluorescência produzida por esses minerais, o que diminui a resolução e a qualidade dos dados difratométricos, mas esse problema não chegou a prejudicar os objetivos do trabalho. A utilização de tubo de Fe ou de Co para as análises de amostras ricas em Fe é mais