

RELAÇÕES PEDOMORFOGEOLÓGICAS E DISTRIBUIÇÃO DE PEDOFORMAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ÁGUAS EMENDADAS, DISTRITO FEDERAL⁽¹⁾

Marilusa Pinto Coelho Lacerda⁽²⁾ & Inara Oliveira Barbosa⁽³⁾

RESUMO

O Distrito Federal (DF) apresenta um modelo de distribuição de solos na paisagem condicionado pela compartimentação geomorfológica e substrato geológico. A perfeita compreensão das pedoformas auxilia o levantamento e mapeamento de detalhe ou semidetalhe dos solos de uma região. O mapeamento pedológico disponível do DF, realizado em 1978, em escala 1:100.000, ainda é a principal fonte de informações pedológicas do DF; no entanto, muitas vezes não atende aos diversos estudos pedológicos, em razão da escala reduzida. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar as relações solos-paisagem em uma topossequência na Estação Ecológica de Águas Emendadas - ESECAE, considerada representativa das relações entre feições do relevo, material de origem e classes de solos, em áreas com exposição das três unidades geomorfológicas definidas no Distrito Federal, incluindo as Chapadas Elevadas, bem como elaborar um mapa de pedoformas da área estudada, utilizando técnicas de geoprocessamento. Realizou-se um estudo da distribuição de solos na paisagem, por meio de avaliação das relações entre pedologia, geomorfologia e geologia. Para o desenvolvimento do trabalho, utilizaram-se os mapas geológicos e geomorfológicos disponíveis da ESECAE, além de geração do Modelo Digital do Terreno (MDT) e mapas de unidades geomorfológicas, de classes de declividade e de distribuição de geoformas. Por meio de dados da literatura e atividades de campo, com a caracterização dos solos nos perfis representativos ao longo da topossequência em estudo, estabeleceu-se o modelo de relação pedomorfogeológica da região, que permitiu estabelecer as relações entre os solos e as formas da paisagem e a elaboração do mapa de pedoformas da Estação Ecológica de Águas Emendadas.

⁽¹⁾ Trabalho realizado com auxílio financeiro do GDF. Recebido para publicação em 1 de junho de 2011 e aprovado em 15 de março de 2012.

⁽²⁾ Professora Associada I, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – FAV-UnB. Caixa Postal 4508, CEP 70910-960 Brasília (DF). E-mail: marilusa@unb.br

⁽³⁾ Geóloga do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. Quadra 01, Bloco B, CEP 70041-903 Brasília (DF). E-mail: inarabar@yahoo.com.br

O mapa de pedoformas gerado fornece dados para atividades de levantamento e mapeamento pedológico de detalhe e semidetado em áreas com exposição das unidades geomorfológicas de ocorrência no Distrito Federal.

Termos de indexação: gênese de solos, geoformas, geologia, geoprocessamento.

SUMMARY: SOIL-GEOMORPHOLOGICAL RELATIONSHIPS AND PEDOFORMS DISTRIBUTION IN THE ECOLOGICAL STATION OF ÁGUAS EMENDADAS, DISTRITO FEDERAL

The soil distribution model of the landscape of the Distrito Federal (DF) is influenced by the geomorphological partitioning and geological substrate. The in-depth understanding of pedoforms helps in detailed or semi-detailed soil surveys and mapping of a region. The available pedological mapping of the DF, established in 1978, scale 1:100.00, is still the main source of pedological information of the DF, however, often it cannot meet the needs of the various soil studies, due to the low scale. Thus, the purpose of this work was to study the soil-landscape relationships in a toposequence of the Estação Ecológica de Águas Emendadas – ESECAE, representative of relations among properties of the relief, parent material and soil classes in areas with presence of the three geomorphological units defined in the Distrito Federal, including the High Plateau unit, and making a pedoforms map in the area, by geoprocessing techniques. The soil distribution in the landscape was evaluated based on the soil genesis, geomorphology and geology relationships. For the development of this work, geological and geomorphological maps available from ESECAE were used, and Digital Terrain Model (DTM) and maps of geomorphological units, slope classes and geoform distribution were elaborated. Through data obtained from literature and field works, with the characterization of representative soil profiles along the toposequence studied, a model of soil-geomorphological relationship was established in the region. This led to the establishment of the relationships between soils and landscape forms and the mapping of pedoforms of the ESECAE. This pedoforms map provides data for detailed and semi-detailed soil surveys and mapping in areas with the presence of the geomorphological units of the Distrito Federal.

Index terms: Soil genesis, geoforms, geology, geoprocessing.

INTRODUÇÃO

Na pedogênese, estudos da influência do relevo e material de origem associados, dois importantes fatores de formação dos solos, originam dados importantes na compreensão da distribuição dos solos na paisagem de uma região, além de oferecerem elementos de predição dos atributos físicos, químicos e mineralógicos dos solos formados (Resende et al., 2007). Assim, avaliações das relações entre geomorfologia, geologia e classes de solos podem permitir a elaboração de modelos preditivos da distribuição dos solos em uma dada paisagem, auxiliando, por sua vez, os trabalhos convencionais de levantamento, mapeamento e classificação de solos. Trabalhos dessa natureza têm sido amplamente utilizados, alguns deles com auxílio de geotecnologias, podendo-se citar Teramoto et al. (2001), Motta et al. (2002), Ippoliti et al. (2005),

Campos et al. (2006), Lacerda et al. (2008, 2009) e Barbosa & Lacerda (2009), entre outros.

O Planalto Central do Brasil apresenta três distintas superfícies geomorfológicas, sendo a primeira superfície, a mais antiga, correspondente ao antigo penepiano elaborado pelo ciclo de erosão “Sul-Americana” de idade Terciária (Rodrigues & Klamt, 1978), cujos remanescentes constituem as Chapadas Elevadas do Distrito Federal (Penteado, 1976; Novaes Pinto, 1994; Martins & Baptista, 1998; Motta et al., 2002).

O Distrito Federal (DF), inserido no Planalto Central Brasileiro, apresenta modelo de distribuição de solos na paisagem condicionado pela compartimentação geomorfológica associada ao substrato geológico, particularmente em áreas com exposição das unidades geomorfológicas definidas no DF, incluindo a unidade denominada de Chapadas

Elevadas, com altitude entre 1.135 e 1.350 m, que se apresenta de maneira descontínua, em razão da atuação de processos erosivos (Chapadas de Brasília, de Sobradinho e da Estação Ecológica de Águas Emendadas).

A Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE) constitui uma unidade de conservação ambiental localizada na porção NE do Distrito Federal, onde as classes de solos estão associadas à evolução geomorfológica, controladas pela geologia, tanto pela ocorrência de unidades litológicas, que podem apresentar comportamento distinto com relação à pedogênese e erosão diferencial, quanto pela estruturação geológica regional e local.

Atualmente, a utilização de geotecnologias tem permitido a elaboração de mapas pedológicos em escalas de semidetalhe ou detalhe, mediante o estabelecimento de modelos de distribuição de solos na paisagem por meio de relações pedomorfológicas. A eficácia do uso de geoprocessamento em estudos de distribuição de solos na paisagem, utilizando Modelos Numéricos do Terreno (MNT), vem sendo demonstrada em trabalhos como os de Moore et al. (1993), Miranda et al. (1999) e Ippoliti et al. (2005). Lacerda et al. (2009) e Barbosa et al. (2010) associaram informações geológicas à caracterização geomorfológica, estabelecendo modelos pedomorfogeológicos das regiões de estudo, permitindo, assim, o mapeamento preliminar das classes de solos das regiões estudadas.

A demanda por mapeamentos de solos em escalas detalhadas torna-se necessária para embasar os estudos relacionados ao uso sustentável das terras, entre os diversos estudos envolvendo solos. Essa demanda é ressaltada no Distrito Federal, onde a principal fonte de informações sobre pedologia ainda é o levantamento pedológico de reconhecimento de solos, em escala 1:100.000, realizado pelo Serviço Nacional de Levantamento de Solos (Embrapa, 1978).

Como as relações entre os solos e as formas da paisagem ou pedofomas são bastante utilizadas como base de levantamento pedológico, o objetivo deste trabalho foi determinar as relações entre geomorfologia, geologia e distribuição dos solos ao longo de uma topossequência representativa da distribuição de solos na paisagem da Estação Ecológica de Águas Emendadas, além de elaborar o mapeamento das pedofomas, com utilização de técnicas de geoprocessamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, foram levantadas as informações existentes sobre geomorfologia, geologia e pedologia

no Distrito Federal. Foram adquiridas as bases temáticas correspondentes (mapas pedológicos, geomorfológicos e geológicos), assim como imagens de satélite disponíveis. Como material básico de referência, foram utilizadas cartas planialtimétricas, em escala 1:10.000, da base de dados do CODEPLAN/SICAD (1991).

A Estação Ecológica de Águas Emendadas – ESECAE é uma unidade de conservação – UC, localizada no Planalto Central Brasileiro, no extremo nordeste do Distrito Federal, na Região Administrativa de Planaltina, a uma distância de 38 km do centro de Brasília e a 5 km do centro da cidade de Planaltina. A ESECAE tem uma área de 10.547 ha e é destinada à proteção do ambiente natural, à realização de pesquisas básicas e aplicadas em ecologia e à educação conservacionista (Figura 1). Foi selecionada para o estudo porque representa uma área com exposição das principais unidades geomorfológicas de ocorrência no DF, incluindo a unidade mais antiga e de maior altitude, denominada de Chapadas Elevadas, além de apresentar unidades litológicas diferenciadas. Assim, mostra desenvolvimento de classes de solos distintas, associadas à evolução geomorfológica do DF e à variação do material de origem.

De acordo com Freitas-Silva & Campos (1998), na Estação Ecológica de Águas Emendadas ocorrem rochas psamopelíticas atribuídas ao Grupo Paranoá: unidade R₃ – metarritmito arenoso; unidade Q₃ – quartzito médio; unidade R₄ – metarritmito argiloso; e unidade PPC – rochas psamopelíticas carbonatadas, que ocupam 97 % da área, além de cerca de 3 % de ocorrência de rochas do Grupo Canastra (clorita-filitos e quartzitos micáceos).

Com relação à geomorfologia, neste trabalho adotou-se o modelo descrito por Martins & Baptista (1998), que individualizaram as seguintes unidades geomorfológicas no DF: 1) Chapadas Elevadas: relevos planos, altitudes acima de 1.135 m; 2) Planos Intermediários (Rebordos e Escarpas): formas com diversos graus de dissecação, altitudes de 1.080 a 1.135 m; e 3) Planícies: feições de dissecação mais recente, altitudes abaixo de 1.080 m.

Foram realizadas campanhas de campo, onde foram observadas as relações entre as feições geomorfológicas, as unidades geológicas e as classes de solos correspondentes (Latosolos, Neossolos Quartzarênicos, Plintossolos, Cambissolos, Neossolos Litólicos e Gleissolos), determinando-se as geoformas e pedofomas associadas. As campanhas de campo foram divididas em quatro etapas:

Etapa 1 – reconhecimento no campo das unidades geomorfológicas, unidades geológicas e classes de solos associadas, com estabelecimento de relações pedomorfogeológicas. Para o estabelecimento das relações entre classes de solos e feições

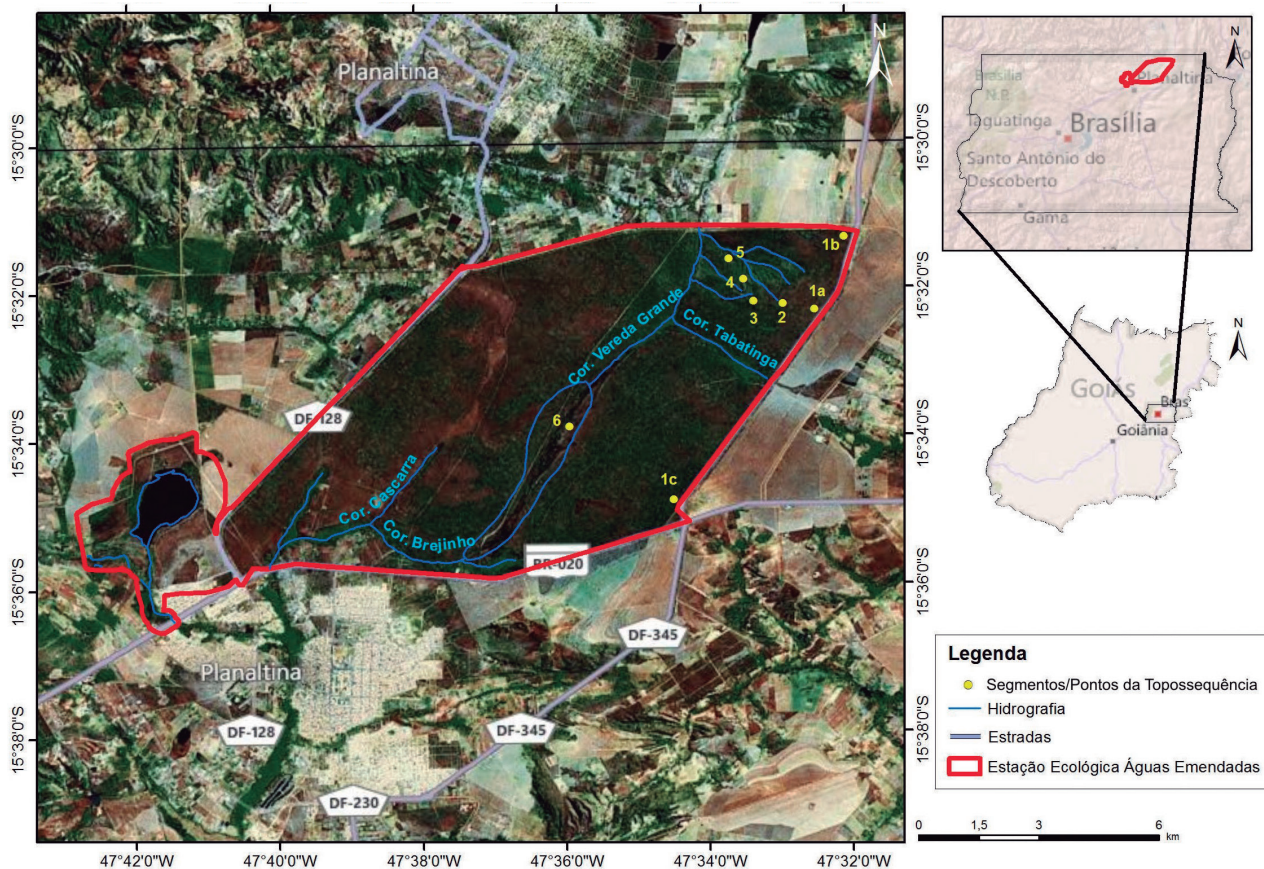


Figura 1. Localização da área e dos segmentos da topossequência de estudo. Fonte: imagem de satélite TM Landsat 5, de agosto de 2010.

geomorfológicas, foi utilizada a altitude, determinada por meio de leituras com altímetro, e a declividade, extraída por intermédio de leituras com clinômetro.

Etapa 2 – seleção de topossequência representativa para o estudo, cujos critérios foram: ocorrência das três unidades geomorfológicas definidas para o Distrito Federal, com maior variação nas classes de declividade, e presença de unidades litológicas diversificadas do Grupo Paranoá. Esses critérios condicionam a formação das principais classes de solos de ocorrência na ESECAE.

Etapa 3 – individualização de segmentos da topossequência, que representam fragmentos da paisagem, inseridos em unidades geomorfológicas semelhantes, podendo, porém, apresentar variações nas classes de declividade e no material de origem, originando classes de solos distintas, de acordo com as relações pedomorfológicas estabelecidas.

Etapa 4 – seleção de pontos com ocorrência das principais classes de solos dos segmentos da topossequência para abertura de trincheiras e descrição morfológica dos perfis de solos, seguida de coleta de amostras para análises laboratoriais em auxílio à perfeita classificação, segundo

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Embrapa, 2006). Quando havia formação de mais de uma classe de solo num mesmo segmento, particularmente por variações nas classes de declividade ou ocorrência de materiais de origem diferentes, foram, também, realizadas caracterizações expeditas das classes de solos em cortes do terreno e por meio de tradagens.

A topossequência estabelecida para o estudo localiza-se na porção nordeste da ESECAE, disposta ao longo de uma drenagem paralela ao córrego Tabatinga. A topossequência foi avaliada no sentido leste-oeste, ou seja, do topo (Chapadas Elevadas) até as áreas mais deprimidas da ESECAE, representadas pelo vale do córrego Vereda Grande. O substrato geológico é constituído por rochas psamopelíticas do Grupo Paranoá. Foram selecionados e descritos seis segmentos ao longo da topossequência, podendo representar uma ou mais classes de solo, em função da variação geomorfológica e geológica nas proximidades (Figura 1). As unidades geomorfológicas foram embasadas em Martins & Baptista (1998), e as unidades geológicas foram estabelecidas de acordo com Freitas-Silva & Campos (1998).

O segmento 1 da topossequência foi subdividido em pontos 1a, 1b e 1c, todos localizados na região de topo, na unidade geomorfológica de Chapadas Elevadas, porém desenvolvidos em materiais de origem diferenciados, de forma que representassem três dos principais solos da ESECAE. O segmento 6, também, foi subdividido em 6a e 6b, ambos localizados a sudoeste da topossequência principal, onde a planície aluvionar do córrego Vereda Grande é mais extensa, proporcionando o desenvolvimento de classes distintas de solos hidromórficos. Os pontos 6a e 6b localizam-se perpendicularmente à linha de drenagem do córrego Vereda Grande, ambos representados na figura 1 pelo segmento 6, onde o ponto 6a encontra-se mais afastado da drenagem em relação ao ponto 6b (Figura 1).

Nas classes de solos de maior ocorrência na ESECAE, constituindo, portanto, os solos considerados representativos deste estudo, correspondentes aos segmentos 1 (pontos 1a, 1b e 1c), 2 e 6 (pontos 6a e 6b) da topossequência, foram abertas trincheiras para descrição morfológica completa e coleta de amostras, de acordo com Santos et al. (2005). As amostras foram encaminhadas para realização de análises físicas e químicas, a fim de auxiliar a perfeita classificação dos solos no quarto nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos - SiBCS (Embrapa, 2006). Nos demais segmentos e naqueles com desenvolvimento de mais de uma classe de solo, os solos foram caracterizados por meio de cortes do terreno e tradagens, com a definição dos principais atributos morfológicos nos horizontes diagnósticos, como cor, espessura, estrutura e consistência (Santos et al., 2005). Os pontos representativos dos segmentos da topossequência foram georreferenciados com GPS Garmin Map60CSX.

As análises químicas e granulométricas foram conduzidas de acordo com Embrapa (1997).

Por intermédio do software ArcGIS 9.3, foi gerado um banco de dados digitais, implementando-se as cartas planialtimétricas em escala 1:10.000 da base de dados da CODEPLAN/SICAD (1991), as imagens de satélite ALOS (sensor AVNIR, com resolução espacial de 10 m) e Landsat TM 5, ambas de 2010, e os mapas disponíveis de pedologia, geologia e geomorfologia.

Com os dados de curvas de nível, hidrografia e pontos cotados extraídos da base planialtimétrica, gerou-se uma grade triangular ou TIN (Triangular Irregular Network) da área de estudo, por meio do módulo 3D Analyst do ArcGIS 9.3. A TIN gerada foi em seguida convertida em *grid* por intermédio do módulo Spatial Analyst, gerando-se o Modelo Digital do Terreno (MDT). O MDT foi reclassificado em três classes: 1.160–1.195 m, 1.045–1.160 m e 935–1.045 m, gerando o mapa

representativo das unidades geomorfológicas da ESECAE, denominadas neste trabalho de Chapadas Elevadas, Planos Intermediários E (Rebordos Suaves: Rebordos Entalhados e Escarpas) e Planos Intermediários W; e Planícies - Vales das Veredas, respectivamente, seguindo a proposta de Martins & Baptista (1998). Gerou-se também o mapa de classes de declividade da área em questão a partir do MDT, por meio do módulo Spatial Analyst. O mapa de declividade gerado foi posteriormente reclassificado em cinco classes: 0–2, 2–5, 5–8, 8–12 e 12– > 45 %, que representam as classes estabelecidas de declividade com desenvolvimento diferencial de classes de solo na área em estudo.

Para a geração do mapa de pedoformas da ESECAE, inicialmente, foi elaborado o mapa de geoformas. Este foi obtido por meio de operações de cruzamento do ArcGIS 9.3, no módulo *raster calculation* do ArcGIS 9.3, utilizando a operação de soma, envolvendo o mapa representativo das unidades geomorfológicas e o mapa de classes de declividade da ESECAE, gerados na etapa anterior. Os critérios do cruzamento foram estabelecidos de forma a compreender todas as classes de declividade nas três unidades geomorfológicas individualizadas na área de estudo.

Em seguida, foi gerado o mapa de pedoformas da ESECAE, associando ao mapa de geoformas as classes de solos de ocorrência. Essa associação foi definida a partir das relações estabelecidas entre classes de solo, feições do relevo em cada unidade geomorfológica e ocorrência de litologias diversificadas. Posteriormente, os mapas de geoformas e de pedoformas gerados foram checados e validados em atividades de campo, por meio de caminhamentos no sentido E-W, onde ocorre a maior variação litológica na ESECAE, e N-S, ao longo das principais estradas, com determinações de altimetria, declividade, classe de solo e unidade litológica em pontos georreferenciados por meio de GPS Garmin Map60CSX. Esses pontos foram posteriormente plotados nos mapas de geoformas e de pedoformas, por intermédio do software ArcGIS 9.3, para sua validação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A geração do MDT, mapa de unidades geomorfológicas, mapa de classes de declividade e mapa de geoformas da área de estudo permitiu avaliar a distribuição das feições do relevo na Estação Ecológica de Águas Emendadas (Figura 2). A avaliação das classes de solos na área de estudo foi associada à distribuição das geoformas na paisagem da ESECAE.

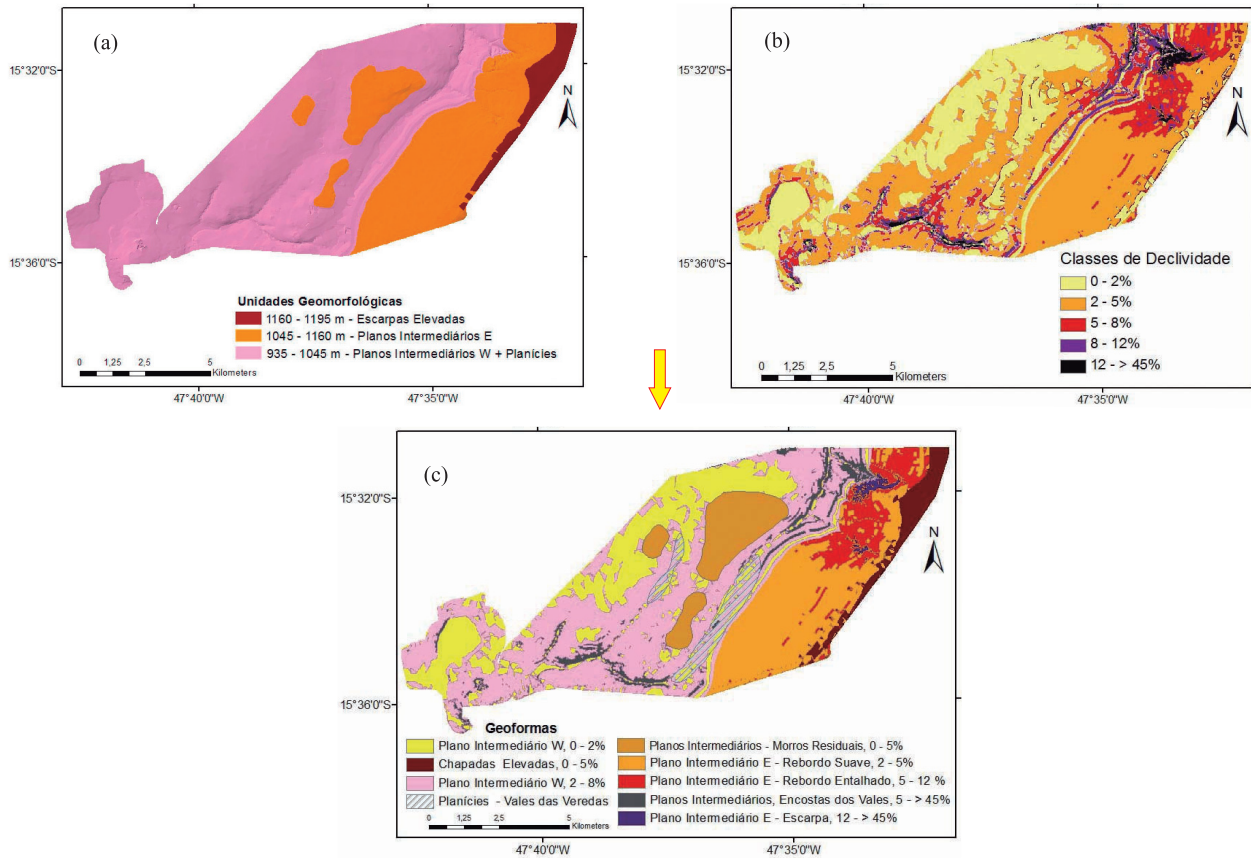


Figura 2. Mapa de unidades geomorfológicas (a), mapa de classes de declividade, ambos gerados a partir do MDT (Modelo Numérico do Terreno) (b), e mapa de geomorfias da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF (c), produto do cruzamento-soma dos mapas de unidades geomorfológicas e de classes de declividade.

Assim, foram definidas as relações entre a geomorfologia, as unidades litológicas e as classes de solos nos segmentos da topossequência de estudo. A caracterização morfológica dos solos avaliados encontra-se no quadro 1, e os resultados das análises granulométricas e químicas dos segmentos 1 (pontos 1a, 1b, 1c), 2 e 6 (pontos 6a e 6b) da topossequência investigada, nos quadros 2 e 3. Esses dados permitiram a caracterização e classificação dos solos até o quarto nível categórico do SiBCS (Embrapa, 2006). Ao longo dos segmentos da topossequência de estudo (Figura 1), as principais classes de solos constituem solos ácidos e distróficos, cuja pobreza química foi herdada dos materiais de origem, que são rochas metassedimentares, que sofreram intemperismo intenso na sua gênese (Quadro 3). A textura deles está, também, diretamente condicionada ao material de origem (Quadro 2). As relações pedomorfológicas nos segmentos da topossequência estão descritas a seguir:

Segmento 1

Localizado no topo da sequência, com altitudes oscilando entre 1.160 e 1.195 m, na porção leste da área da ESECAE, disposto na unidade

geomorfológica Chapadas Elevadas, com relevo plano predominante, em classes de declividade de 0 a 2%. Foram descritos três pontos (1a, 1b e 1c) em função do desenvolvimento de classes de solos distintas, em razão da ocorrência de litologias diferentes do Grupo Paranoá:

Ponto 1a – localizado no topo da topossequência, com ocorrência de metarritmito argiloso (unidade litoestratigráfica R4 do Grupo Paranoá), com desenvolvimento de Latossolos Vermelhos distróficos típicos (LVd). Solo caracterizado, descrito e amostrado para análises físicas e químicas em trincheira (Quadros 1, 2 e 3).

Ponto 1b – localizado a nordeste do ponto 1a, onde a litologia é representada por metarritmitos arenosos da unidade litoestratigráfica R3 do Grupo Paranoá. Ocorrem os Neossolos Quartzarênicos órticos típicos (RQo1). Solo caracterizado, descrito e amostrado para análises físicas e químicas em trincheira (Quadros 1, 2 e 3).

Ponto 1c – localizado a sudeste do ponto 1a, onde a litologia é representada por quartzitos médios da unidade litoestratigráfica Q3 do Grupo Paranoá.

Quadro 1. Características morfológicas dos solos dos segmentos/pontos da topossequência estudada

Horiz.	Prof.	Cor ⁽¹⁾	Estrutura	Consistência
Segmento 1 - Ponto 1a - Latossolo Vermelho distrófico típico (LVd)				
A	0-20 cm	10R 2,5/3	Forte peq. a muito peq grumosa	Friável, lig. plástico e lig. pegajoso
AB	20-30 cm	10R 3/5	Forte peq. a muito peq granular	Friável, lig. plástico e lig. pegajoso
Bw	30 cm ⁺	10R 4/6	Forte peq. a muito peq granular	Friável, lig. plástico e lig.pegajoso
Segmento 1 - Ponto 1b - Neossolo Quartzarênico órtico típico (RQo1)				
A	0-40 cm	5YR 3/4	Fraca média grumosa	Solto, não plástico e não pegajoso
AC	40-50 cm	7,5YR 4/4	Grãos simples	Solto, não plástico e não pegajoso
C	50 cm ⁺	7,5YR 6/6	Grãos simples	Solto, não plástico e não pegajoso
Segmento 1 - Ponto 1c - Neossolo Quartzarênico órtico húmico (RQo2)				
A	0-60 cm	2,5YR 3/4	Fraca média grumosa	Solto, não plástico e não pegajoso
AC	60-80 cm	5YR 4/4	Grãos simples	Solto, não plástico e não pegajoso
C	60 cm ⁺	5YR 5/5	Grãos simples	Solto, não plástico e não pegajoso
Segmento 2 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (LVAd)				
A	0-25 cm	10YR 3/2	Forte peq. a muito peq. grumosa	Friável, lig. plástico e lig. pegajoso
AB	25-40 cm	2,5YR 3/5	Forte peq. a muito peq. granular	Friável, lig. plástico e lig. pegajoso
Bw	40 cm ⁺	5YR 4/6	Forte peq. a muito peq. granular	Friável, lig. plástico e pegajoso
Segmento 3 - Latossolos Vermelho-Amarelos plínticos (LVA1)				
A	0-30 cm	5YR 4/6	Forte peq. a muito peq. grumosa	Friável, lig. plástico e lig. pegajoso
Bw	30-60 cm	5YR 5/6	Forte peq. a muito peq. granular	Friável, lig. plástico e lig. pegajoso
F	60-120 cm ⁺	Variegada	-	Firme, não plástico e não pegajoso
Segmento 3 - Latossolos Vermelho-Amarelos petroplínticos (LVA2)				
A	0-20 cm	5YR 4/4	Forte peq. a muito peq. grumosa	Friável, lig. plástico e lig. pegajoso
Bw	20-70 cm	5YR 4/6	Forte peq. a muito peq. granular	Friável, lig. plástico e lig.pegajoso
F	70-90 cm	10R4/6	-	-
Segmento 3 - Plintossolos Háplicos típicos (FX)				
A	0-20 cm	10YR4/3	Forte peq. a muito peq. grumosa	Friável, lig. plástico e lig. pegajoso
F	20 cm ⁺	Variegada	-	Firme, não plástico e não pegajoso
Segmento 4 - Cambissolos Háplicos (CX)				
A	0-20 cm	2,5YR 3/2	Moderada média grumosa	Firme, lig. plástico e lig. pegajoso
Bi	20-40 cm	7,5YR 4/5	Fraca média subangular	Firme, plástico e pegajoso
C	40 cm ⁺	7,5YR 6/6	Fraca média a grande subangular	Firme, plástico e pegajoso
Segmento 4 - Plintossolos Pétricos litoplínticos típicos (FFlf)				
A	0-15 cm	2,5YR3/3	Forte peq. a muito peq grumosa	Friável, lig. plástico e lig. pegajoso
F	15 cm ⁺	10R4/6	-	-
Segmento 4 - Plintossolos Pétricos concrecionários típicos (FFc)				
A	0-15 cm	2,5YR3/3	Forte peq. a muito peq. grumosa	Friável, lig. plástico e lig. pegajoso
F	15 cm ⁺	10R4/6	Concrecionário	-
Segmento 6 - Ponto 6a - Gleissolo Háplico distrófico plíntico (GXbd1)				
A	0-10 cm	10YR 3/2	Moderada média grumosa	Muito firme, plástico e pegajoso
AC	10-20 cm	10YR3/2	Moderada média subangular	Muito firme, plástico e pegajoso
Cgf	20 cm ⁺	10YR 5/2M5YR 4/6	Moderada média subangular	Muito firme, plástico e pegajoso
Segmento 6 - Ponto 6b - Gleissolo Melânico distrófico típico (GMbd2)				
A	0-50 cm	10YR 2,5/1	Moderada média grumosa	Muito firme, plástico e pegajoso
AC	50-70 cm	10YR 3,5/2	Moderada média subangular	Muito firme, plástico e pegajoso
Cg	70 cm ⁺	10YR 5/1	Moderada média subangular	Muito firme, plástico e pegajoso

⁽¹⁾ Cor úmida – Munsell, M: Mosqueado, peq.: pequena, lig.: ligeiramente.

Desenvolvem-se os Neossolos Quartzarênicos órticos húmicos (RQo2). Solo caracterizado, descrito e amostrado para análises físicas e químicas em trincheira (Quadros 1, 2 e 3).

Segmento 2

Inserido na unidade geomorfológica Planos Intermediários E - Rebordo Suave, com altitudes variando entre 1.045 e 1.160 m, declividades de 2 a 5 %, com formação de Latossolos Vermelho-

Amarelos distrófico típicos (LVAd), desenvolvido a partir de metarritmito argiloso (R4). Solo caracterizado, descrito e amostrado para análises físicas e químicas em trincheira (Quadros 1, 2 e 3).

Segmento 3

Localizado na unidade geomorfológica Planos Intermediários E - Rebordo Entalhado, com altitudes variando entre 1.045 e 1.160 m, declividades entre 5 e 12 %; o substrato geológico é representado pela

Quadro 2. Análises granulométricas dos principais solos avaliados na topossequência na Estação Ecológica de Águas Emendadas

Horiz.	Areia	Silte	Argila	Silte/Argila	Classificação Textural	
					SBCS ⁽¹⁾	Embrapa ⁽²⁾
g kg ⁻¹						
Segmento 1 - Ponto 1a - Latossolo Vermelho distrófico típico						
A	350	150	500	0,30	Argila	argilosa
B _w	325	125	550	0,23	Argila	argilosa
Segmento 1 - Ponto 1b - Neossolo Quartzarênico órtico típico						
A	850	25	125	0,20	areia franca	arenosa
C	850	25	125	0,20	areia franca	arenosa
Segmento 1 - Ponto 1c - Neossolo Quartzarênico órtico húmico						
A	875	25	100	0,25	areia franca	arenosa
C	855	30	115	0,26	areia franca	arenosa
Segmento 2 - Ponto 2 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico						
A	300	150	550	0,27	Argila	argilosa
B _w	400	50	550	0,05	Argila	argilosa
Segmento 6 - Ponto 6a - Gleissolo Háptico distrófico plântico						
A	300	100	600	0,17	Argila	argilosa
C _{gf}	275	75	650	0,12	Argila	argilosa
Segmento 6 - Ponto 6b - Gleissolo Melânico distrófico típico						
A	300	150	550	0,27	Argila	argilosa
C _g	275	150	575	0,26	Argila	argilosa

⁽¹⁾ Classes texturais do material constitutivo de horizontes de perfis de solos (Santos et al., 2005), adotado pela Soc. Bras. de Ciência do Solo – SBCS. ⁽²⁾ Classificação textural simplificada, segundo Embrapa (1979).

Quadro 3. Análises químicas dos principais solos avaliados na topossequência na Estação Ecológica de Águas Emendadas

Horiz.	pH H ₂ O	Ca + Mg	Al	H + Al	Na	K	P	S	T	m	V	C	MO
cmol _c dm ⁻³ mg dm ⁻³ – cmol _c dm ⁻³ – % g kg ⁻¹													
Segmento 1 - Ponto 1a - Latossolo Vermelho distrófico típico													
A	4,6	0,3	1,5	9,7	0,01	0,06	0,5	0,37	10,07	80,0	4,0	27,6	47,5
B _w	4,6	0,3	0,5	5,0	0,01	0,02	0,5	0,33	5,33	60,0	6,0	12,0	20,6
Segmento 1 - Ponto 1b - Neossolo Quartzarênico órtico típico													
A	4,7	0,3	0,7	5,8	0,01	0,05	0,5	0,36	6,16	66,0	6,0	9,8	16,9
C	4,8	0,3	0,4	4,0	0,01	0,02	0,5	0,33	4,33	55,0	4,0	4,5	7,7
Segmento 1 - Ponto 1c - Neossolo Quartzarênico órtico húmico													
A	4,8	0,4	1,6	7,2	0,01	0,12	0,5	0,53	7,73	75,0	7,0	18,7	32,2
C	4,7	0,3	1,3	5,0	0,01	0,08	0,5	0,39	5,39	77,0	7,0	6,2	10,7
Segmento 2 - Ponto 2 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico													
A	5,2	0,4	0,3	7,8	0,01	0,10	0,5	0,51	8,31	37,0	6,0	22,3	38,4
B _w	5,2	0,5	0,0	3,7	0,01	0,03	0,5	0,54	4,24	00,0	13,0	9,8	16,9
Segmento 6 - Ponto 6a - Gleissolo Háptico distrófico plântico													
A	4,6	0,3	2,3	12,1	0,01	0,01	0,5	0,41	12,51	85,0	3,0	25,5	43,9
C _{gf}	4,6	0,3	1,2	5,8	0,01	0,06	0,5	0,37	6,17	76,0	6,0	14,3	24,6
Segmento 6 - Ponto 6b - Gleissolo Melânico distrófico típico													
A	4,4	0,4	0,8	9,0	0,01	0,04	0,5	0,45	9,45	64,0	5,0	27,4	47,1
C _g	4,9	0,4	0,1	3,4	0,01	0,01	0,5	0,42	3,82	19,0	11,0	13,1	22,5

S: soma de bases trocáveis, T: CTC a pH 7, m: saturação por Al, V: saturação por bases, C: carbono orgânico e MO: matéria orgânica.

unidade litoestratigráfica metarritmito argiloso (R4), com desenvolvimento de Latossolos Vermelho-Amarelos semelhantes aos do segmento 2, porém com desenvolvimento de plintitas e petroplintitas, caracterizando Latossolos Vermelho-Amarelos plínticos (LVA1), em classes de declividade de 5 a 8 %, e Latossolos Vermelho-Amarelos petroplínticos (LVA2), além de Plintossolos Hápticos (FX), em declividades de 8 a 12 %. Solos caracterizados e descritos em cortes do terreno e por meio de tradagens (Quadro 1).

Segmento 4

Pertencente à unidade geomorfológica Planos Intermediários E - Escarpa, com altitudes variando de 1.045 a 1.160 m, classes de declividade de 12 % a > 45 %, substrato geológico representado por quartzitos da unidade litoestratigráfica Q3, além de concreções ferruginosas. Os solos formados são Cambissolos Hápticos (CX), Neossolos Litólicos (RL), Plintossolos Pétricos litoplínticos típicos (FFlf) e Plintossolos Pétricos concrecionários típicos (FFc), além da ocorrência de Afloramentos Rochosos – quartzitos (AR). Solos descritos em cortes do terreno (Quadro 1).

Segmento 5

Disposto na unidade geomorfológica Planos Intermediários E, nas encostas do vale do Córrego Vereda Grande, quando este encontra-se encaixado no terreno, com declividades oscilando de 2 a ≥ 45 %, altitudes variando de 1.045 a 1.100 m, substrato geológico metarritmito argiloso e arenoso (unidades litoestratigráficas R3 e R4 do Grupo Paranoá). Nessas condições, os solos variam em função da classe de declividade, do substrato geológico e da proximidade com a planície de inundação do córrego Vereda Grande, em decorrência da oscilação do lençol freático. Ao longo da direção E-W, das porções mais declivosas do terreno (atingindo declividade ≥ 45 %) para as mais deprimidas, com declividade de 2 %, em direção às planícies de inundação, ocorre o desenvolvimento de várias classes de solos, na seguinte sequência: Cambissolos Hápticos (CX), Plintossolos Pétricos litoplínticos típicos (FFlf) e Plintossolos Pétricos concrecionários típicos (FFc), em classes de declividade de 12 % a > 45 %; Plintossolos Hápticos (FX) e Latossolos Vermelho-Amarelos petroplínticos (LVA2), em declividades de 8 a 12 %; e Latossolos Vermelho-Amarelos plínticos (LVA1), em classes de declive variando de 5 a 8 %. Solos caracterizados e descritos em cortes do terreno e por meio de tradagens. Esses solos mostram características morfológicas semelhantes às descritas para os solos de mesma classificação dos segmentos 4 e 5 apresentados no quadro 1, com pequenas variações.

Segmento 6

Inserido na unidade geomorfológica Planícies, na planície de inundação do córrego Vereda Grande, com altitudes médias de 1.035 m e declividade entre 0 e 2 %. De forma a representar a variação de classes de solos que se desenvolvem nesta planície de inundação, este segmento foi dividido em pontos 6a e 6b, dispostos perpendicularmente à linha de drenagem, localizando-se o ponto 6a mais afastado em relação ao leito do córrego. Ocorre a formação de Gleissolos Hápticos Tb distróficos plínticos (GXbd1) no ponto 6a (Quadros 1, 2 e 3) e Gleissolo Háptico Tb distróficos húmicos (GXbd2) no ponto 6b. Solos caracterizados, descritos e amostrados para análises físicas e químicas em trincheiras (Quadros 1, 2 e 3).

A avaliação dos segmentos da topossequência permitiu a compreensão da distribuição dos principais solos nas geofomas individualizadas na ESECAE. Há influência significativa dos materiais de origem em relação aos solos formados, uma vez que as unidades litológicas são bastante distintas em relação à pedogênese e erosão diferencial, importantes na evolução da compatimentação geomorfológica atual. Dessa forma, observa-se correspondência entre as unidades litológicas e unidades geomorfológicas, em que as litologias mais resistentes ao intemperismo encontram-se sustentando as porções mais elevadas do relevo, tal como a unidade geomorfológica Chapadas Elevadas, com ocorrência de quartzitos da unidade litoestratigráfica Q3 do Grupo Paranoá.

O estudo da topossequência mostrou que na Estação Ecológica de Águas Emendadas destaca-se a ocorrência dos LVD, ocupando as áreas geomorfológicas mais elevadas, de relevo geralmente plano a suave ondulado, sobre as rochas de origem psamopelítica do Grupo Paranoá, concordando com os trabalhos de Curi & Franzmeier (1984), Martins (2000), Motta et al. (2002), Gomes et al. (2004), Barbosa et al. (2009, 2010) e Campos et al. (2010). Na topossequência em pauta, encontram-se correlacionados à unidade geomorfológica Chapadas Elevadas, na porção leste da área da ESECAE, correspondente ao ponto 1a da topossequência avaliada. Na ESECAE, os Latossolos Vermelhos distribuem-se, também, na unidade geomorfológica Planos Intermediários W (na porção centro-oeste da área em questão), geralmente ao longo dos seus divisores de drenagem. A vegetação nativa desenvolvida nestes solos é geralmente Cerrado *sensu stricto* e Cerradão.

Nos pontos 1b e 1c, nessa mesma unidade geomorfológica, ocorrem Neossolos Quartzarênicos órticos típicos ou húmicos, que mostram forte influência do substrato constituído por quartzitos da unidade Q3 (quartzito médio) e R3 (metarritmito

arenoso) do Grupo Paranoá. Essas litologias ocorrem nas porções NE e SE da ESECAE, na unidade geomorfológica Chapadas Elevadas.

O segmento 2 da topossequência apresenta declividade discretamente maior (2–5 %) em relação ao segmento 1 nas encostas das Chapadas Elevadas da porção leste da ESECAE, correspondendo à unidade geomorfológica Planos Intermediários E – Rebordos Suaves, com desenvolvimento de Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos típicos. Já no segmento 3, a declividade acentua-se, variando de 5 a 12 %, disposto na unidade geomorfológica Planos Intermediários E - Rebordos Entalhados, apresentando desenvolvimento de Latossolos Vermelho-Amarelos plínticos (LVAd1), Latossolos Vermelho-Amarelos petroplínticos (LVAd2) e Plintossolos Háplicos (FX). Os Latossolos Vermelho-Amarelos são solos semelhantes aos Latossolos Vermelhos, com predomínio da goethita em relação à hematita. O predomínio da goethita nestes solos deve-se à maior estabilidade desse mineral em condições de drenagem interna menos intensa ao longo dos perfis destes solos, devido à presença das petroplintitas (Barbosa et al. 2009; Campos et al., 2010). Nestes solos desenvolve-se vegetação nativa de cerrado *sensu strictu* associado a campo limpo e campo sujo.

O modelo de distribuição da sequência de Latossolos Vermelhos (LVd) - Latossolos Vermelho-Amarelos (LVAd) - Latossolos Vermelho-Amarelos plínticos (LVAd1) - Latossolos Vermelho-Amarelos petroplínticos (LVAd2) - Plintossolos Háplicos (FX) - Plintossolos Pétricos litoplínticos típicos (FFlf) e Plintossolos Pétricos concrecionários típicos (FFc), correspondentes aos segmentos 1 a 4 da topossequência de estudo, é semelhante ao descrito por Motta et al. (2002). Os Plintossolos Pétricos atualmente persistem nas bordas das Chapadas Elevadas na unidade geomorfológica Escarpas e subordinadamente Rebordos. Os Latossolos Vermelho-Amarelos petroplínticos, Plintossolos Pétricos litoplínticos e Plintossolos Pétricos concrecionários, provavelmente, formaram-se ao longo da evolução geomorfológica, em áreas de instalação de drenagem em um pedoambiente mais úmido, que proporcionou o aprofundamento do manto de intemperismo, favorecendo a formação preferencial ou maior persistência no sistema de goethita em relação à hematita, chegando a ocasionar segregação de ferro e formação de plintitas em subsuperfície, precursora das petroplintitas, de acordo com os trabalhos de Motta et al. (2002), Barbosa et al. (2009, 2010) e Campos et al. (2010).

Assim, esses solos mostram distribuição condicionada, sobretudo, pela variação do regime hídrico ao longo da evolução geomorfológica. Pode-se considerar o princípio do *atualismo* para a

compreensão da formação dos Latossolos Vermelho-Amarelos plínticos e petroplínticos e dos Plintossolos Pétricos litoplínticos e Plintossolos Pétricos concrecionários associados, onde, nas condições pedogenéticas atuais, nas áreas de hidromorfismo ativa, paleo-hidromorfismo (correspondentes aos segmentos 6 e 5 da topossequência avaliada), verifica-se a ocorrência da sequência de solos: Gleissolos Háplicos Tb distróficos típicos - Gleissolos Háplicos Tb distróficos plínticos - Latossolos Vermelho-Amarelos plínticos - Latossolos Vermelho-Amarelos petroplínticos - Plintossolos Háplicos - Plintossolos Pétricos litoplínticos típicos e Plintossolos Pétricos concrecionários típicos. Essa sequência é característica das áreas aplainadas e suas encostas na ESECAE, sujeitas à inundação sazonal, partindo-se da unidade geomorfológica Planícies, na área de inundação do córrego Vereda Grande, estendendo-se até a correspondente encosta, com declividade que varia de 2 a 45 %. Essas sequências mostram a oscilação do lençol freático e a extensão das áreas sujeitas ao hidromorfismo, com os perfis de Plintossolos Pétricos e Plintossolos Pétricos concrecionários e de Latossolos Vermelho-Amarelos petroplínticos, posicionados nas áreas mais afastadas da planície de inundação, com endurecimento irreversível das plintitas, mostrando condições já paleo-hidromórficas, ao passo que os Plintossolos Háplicos e Latossolos Vermelho-Amarelos plínticos mostram influência de hidromorfismo ativo, em que as variações do lençol freático favorecem ciclos alternados de umedecimento e secagem, que condicionam a formação de plintitas.

Os Solos Hidromórficos destacam-se na paisagem da Estação Ecológica de Águas Emendadas, associados à unidade geomorfológica Planícies, constituindo grandes áreas deprimidas aplainadas com instalação recente de drenagens. Essa feição geomorfológica é marcante na ESECAE, com ocorrência de Gleissolos Háplicos Tb distróficos típicos ou plínticos, por vezes associados a Gleissolos Melânicos. Ocorrem em vastas áreas, acompanhando a planície do córrego Vereda Grande.

Ocorrem ainda, na área da ESECAE, Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos, geralmente associados a afloramentos rochosos de quartzitos, nos locais onde a declividade acentua-se, principalmente na unidade geomorfológica de Escarpas, que corresponde na área da Estação Ecológica às vertentes mais dissecadas das drenagens, particularmente na região nordeste desta. Associam-se ao substrato geológico formado pela unidade litoestratigráfica Q3 (Quartzito médio) e R3 (Metarritmito arenoso) do Grupo Paranoá. Esses solos distribuem-se ainda, mais esporadicamente, na porção centro-oeste pda ESECAE, em Morros Residuais, com altitudes atingindo 1.060 m,

dispostos na unidade geomorfológica de Planos Intermediários W. A vegetação nativa associada é campo, por vezes campo rupestre.

O estudo da topossequência permitiu caracterizar os principais solos de ocorrência na Estação Ecológica de Águas Emendadas, representativa da distribuição de solos em áreas condicionadas pela ocorrência das três unidades geomorfológicas definidas para o Distrito Federal, além de estabelecer as relações entre os solos e as formas da paisagem ou pedoformas, o que permitiu o estabelecimento dos critérios para a geração do mapa de pedoformas da ESECAE (Figura 3). Esse modelo contempla áreas não pertencentes à topossequência avaliada, mas cujas observações de campo permitiram estabelecer o mesmo padrão de distribuição dos solos na paisagem da ESECAE. Representa, também, a distribuição de solos das demais áreas com ocorrência das três unidades geomorfológicas do Distrito Federal, como a Chapada de Brasília e de Sobradinho.

As atividades de campo para checagem dos mapas gerados de geoformas e de pedoformas foram realizadas em caminhamentos na ESECAE, no sentido E-W e N-S, com a determinação das relações pedomorfogeológicas em pontos georreferenciados. A plotagem desses pontos nos mapas mostrou boa correspondência destes com a realidade, o que permite a sua validação.

As pedoformas da Estação Ecológica de Águas Emendadas estabelecidas foram:

Chapadas Elevadas: LV + RQ + LVA - unidade geomorfológica Chapadas Elevadas (altitudes entre 1.160 e 1.195 m), declividade de 0 a 2 %: Latossolos Vermelhos distróficos típicos (LVd). Nas porções nordeste e sudeste desta pedoforma ocorrem: Neossolos Quartzarênicos órticos típicos (RQo1) e Neossolos Quartzarênicos órticos húmicos (RQo2). Em porções da pedoforma com classe de declividade ligeiramente maior desenvolvem-se os Latossolos Vermelhos-Amarelos distróficos típicos (LVAd).

Rebordo Suave: LVA + LV - unidade geomorfológica Planos Intermediários E – Rebordo Suave (altitudes entre 1.045 e 1.160 m), declividade de 2 a 5 %: Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos típicos (LVAd) e Latossolos Vermelhos distróficos típicos (LVd).

Rebordo Entalhado: LVA + LVA1 + LVA2 + FX - unidade geomorfológica Planos intermediários E - Rebordo Entalhado (altitudes entre 1.045 e 1.160 m), declividade entre 5 e 12 %: Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA), Latossolos Vermelho-Amarelos plínticos (LVA1), Latossolos Vermelho-Amarelos petroplínticos (LVA2) e Plintossolos Háplicos (FX).

Escarpa: CX + RL + AR + FF - unidade geomorfológica Planos Intermediários E – Escarpa (altitudes entre 1.045 e 1.160 m), classes de declividade de 12 a > 45 %: Cambissolos Háplicos (CX), Neossolos Litólicos (RL), Plintossolos Pétricos litoplínticos típicos (FFlf), Plintossolos Pétricos concrecionários típicos (FFc) e Afloramentos Rochosos (AR).

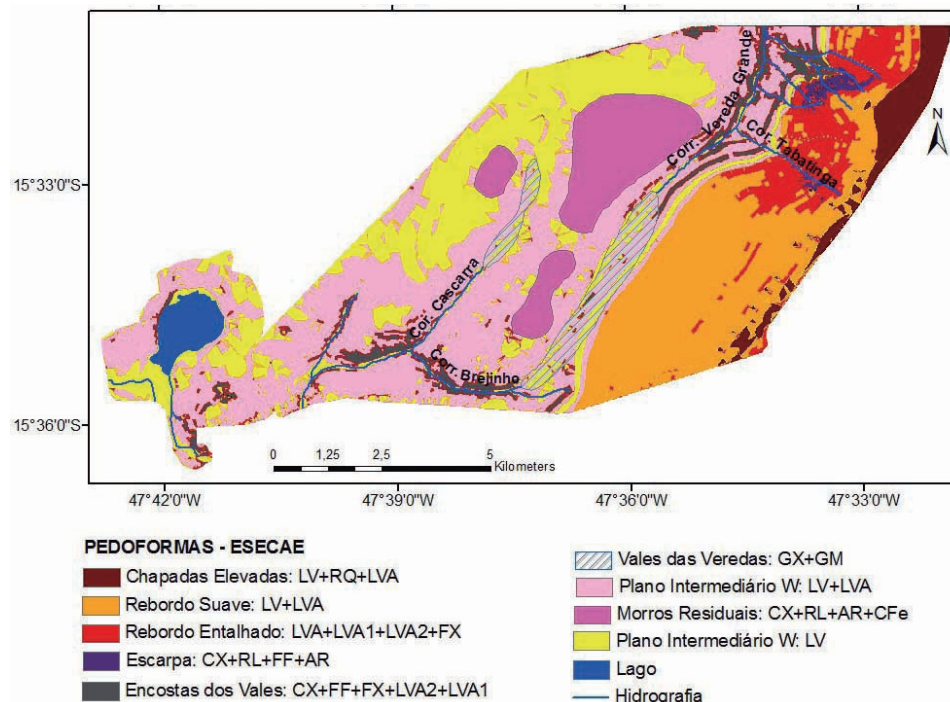


Figura 3. Mapa de pedoformas da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.

Plano Intermediário W, plano: LV - unidade geomorfológica Planos Intermediários W (altitudes entre 1.045 e 1.160 m), declividade entre 0 e 2 %: Latossolos Vermelhos (LV).

Plano Intermediário W, suave ondulado: LV + LVA - unidade geomorfológica Planos Intermediários W (altitudes entre 935 e 1.045 m), classe de declividade de 2 a 8 %: Latossolos Vermelhos (LV) e Latossolos Vermelhos-Amarelos (LVA).

Vales da Vereda: GX + GM - unidade geomorfológica Planícies - Vales das Veredas, com altitude média de 1.035 m, declividade entre 0 e 2 %, podendo atingir 5 %: Gleissolos Háplicos Tb distróficos típicos (GXbd1) ou plínticos e Gleissolos Melânicos distróficos típicos - GMbd2).

Encostas dos vales: CX + FF + FX + LVA2 + LVA1 - unidade geomorfológica Planos Intermediários E e W, podendo atingir declividades ≥ 45 %: Cambissolos Háplicos (CX), Plintossolos Pétricos litoplínticos típicos (FFlf) e Plintossolos Pétricos concrecionários típicos (FFc), em classes de declividade de 12 a > 45 %; Plintossolos Háplicos típicos (FX) e Latossolos Vermelho-Amarelos petroplínticos (LVA2), em declividades de 8 a 12 %; e Latossolos Vermelho-Amarelos plínticos (LVA1), em classes de declive de 5 a 8 %.

Morros residuais: CX + RL + AR + CFe - representam remanescentes do processo erosivo e evolução geomorfológica da área, decorrentes da alta resistência ao intemperismo dos materiais geológicos. Encontram-se na unidade geomorfológica Planos Intermediários W, com altitudes atingindo 1.060 m, com classes de declividade variando de 2 a 5 % nos topos, alcançando declividades maiores nas suas encostas: Cambissolos Háplicos (CX), Neossolos Litólicos (RL), Afloramentos Rochosos (AR) - quartzitos e Concreções Ferruginosas (CFe) (ou Plintossolos Pétricos litoplínticos típicos - FFlf e Plintossolos Pétricos concrecionários típicos - FFc).

CONCLUSÕES

1. A avaliação das interações entre pedologia, geomorfologia e geologia permitiu o estabelecimento de relações pedomorfológicas, verificando o desenvolvimento e a distribuição dos solos condicionados à compartimentação geomorfológica e a variação das unidades geológicas de ocorrência na área estudada da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Distrito Federal.

2. O estudo pedomorfológico proporcionou o estabelecimento de pedoformas, constituídas de

unidades do relevo e classes de solos associadas, proporcionando a geração do mapa de pedoformas da Estação Ecológica de Águas Emendadas, considerada representativa de áreas com ocorrência das três unidades geomorfológicas definidas para o Distrito Federal, incluindo a unidade Chapadas Elevadas.

3. O estabelecimento e mapeamento de pedoformas da Estação Ecológica de Águas Emendadas auxiliarão atividades de levantamento e mapeamento pedológico de detalhe e semidetalhe nas áreas com exposição das unidades geomorfológicas do Distrito Federal.

LITERATURA CITADA

- BARBOSA, I.O. & LACERDA, M.P.C. Relações pedomorfológicas nas Chapadas Elevadas do Distrito Federal. R. Bras. Ci. Solo, 33:273-283, 2009.
- BARBOSA, I.O.; LACERDA, M.P.C. & BILICH, M.R. Soils distribution model based on relation between geology, geomorphology and pedology, at the High Plateau of Distrito Federal, Brazil. R. Asoc. Geol. Argentina, 66:569-575, 2010.
- CAMPOS, M.C.C.; CARDOZO, N.P. & MARQUES JÚNIOR, J. Modelos de paisagem e sua utilização em levantamentos pedológicos. R. Biol. Ci. Terra, 6:104-114, 2006.
- CAMPOS, P.M.; LACERDA, M.P.C.; SILVA, C.L.; SÁ, M.A.C. & SOUSA, D.M.G. A drenagem interna como fator de diferenciação dos Latossolos do Distrito Federal. Pesq. Agropec. Bras., 45:306-314, 2010.
- CODEPLAN/SICAD. Folhas topográficas escala 10.000. Sistema SICAD de mapeamento do Distrito Federal. Brasília, CODEPLAN, 1991.
- CURI, N. & FRANZMEIER, D.P. Oxisols Toposequence of the Central Plateau of Brazil. Soil Sci. Soc. Am. J., 48: 341-346, 1984.
- EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal. Rio de Janeiro, Embrapa-SNLCS, 1978. 455p. (Boletim Técnico, 53)
- EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa-CNPS, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Embrapa-Produção de Informação, 2006. 412p.
- FREITAS-SILVA, F.H. & CAMPOS, J.E.G. Geologia do Distrito Federal. In: CAMPOS, J.E.G. & FREITAS-SILVA, F.H.,

- coords. Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal. Brasília, SEMATEC: IEMA: MMA-SRH, 1998. CD ROM.
- GOMES J.B.V.; CURI, N.; MOTTA, P.E.F.; KER, J.C.; MARQUES, J.J.G.S.M. & SCHULZE, D.G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma cerrado. R. Bras. Ci. Solo, 28:137-153, 2004.
- IPPOLITI, R.G.A.; COSTA, L.M.; SCHAEFER, C.E.G.R.; FERNANDES FILHO, E.I.; GAGGERO, M.R. & SOUZA, E. Análise digital do terreno: Ferramenta na identificação de pedofomas em microbacia na região de "Mar de Morros" (MG). R. Bras. Ci. Solo, 29:267-276, 2005.
- LACERDA, M.P.C.; QUEMÉNEUR, J.J.G.; ANDRADE, H.; ALVES, H.M.R. & VIEIRA, T.G.C. Estudo da relação pedomorfogeológica na distribuição de solos com horizontes B textural e B nítico na paisagem de Lavras. R. Bras. Ci. Solo, 32:771-284, 2008.
- LACERDA, M.P.C.; QUEMÉNEUR, J.J.G.; ANDRADE, H.; ALVES, H.M.R. & VIEIRA, T.G.C. Mapeamento preliminar de solos com horizonte B textural e B nítico na região de Lavras, MG. Ci. Agrotecnol., 33:788-795, 2009.
- MARTINS, E.S. Petrografia, mineralogia e geomorfologia de regolitos lateríticos no Distrito Federal. Brasília, Universidade de Brasília, 2000. 196p. (Tese de Doutorado)
- MARTINS, E.S. & BAPTISTA, G.M.M. Compartimentação geomorfológica e sistemas morfodinâmicos do Distrito Federal. In: CAMPOS, J.E.G. & FREITAS-SILVA, F.H., coords. Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal. Brasília, /SEMATEC: IEMA: MMA-SRH, 1998. CD ROM.
- MIRANDA, L.H.F.; IPPOLITI, G.A.; OLIVEIRA, C.M.L.; FERNANDES FILHO, E.I. & ABRAHÃO, W.A.P.S. Sistema de informação geográfica do município de Ubá. Ubá, Prefeitura Municipal, 1999.
- MOORE, I.D.; GESSLER, P.E. & PETERSON, G.A. Soil attribute prediction using terrain analysis. Soil Sci. Soc. Am. J., 57:443-452, 1993.
- MOTTA, P.E.F.; CARVALHO FILHO, A.; KER, J.C. & PEREIRA, N.R. Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro. Pesq. Agropec. Bras., 37:869-878, 2002.
- NOVAES PINTO, M. Caracterização geomorfológica do Distrito Federal. In: NOVAES PINTO, M., org. Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília, Universidade de Brasília/SEMATEC, 1994. p.285-344.
- PENTEADO, M.M. Tipos de concreções ferruginosas nos compartimentos geomorfológicos do Planalto de Brasília. Notas Geomorfol., 16:39-53, 1976.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.D. & CORRÊA, G.F. Pedologia: Base para distinção de ambientes. Viçosa, MG, NEPUT, 2007. 304p.
- RODRIGUES, T.E. & KLAMT, E. Mineralogia e gênese de uma sequência de solos do Distrito Federal. R. Bras. Ci. Solo, 5:132-139, 1978.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C. & ANJOS, L.H.C. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.
- TERAMOTO, E.R.; LEPSCH, I.F. & VIDAL TORRADO, P. Relations of soil, geomorphic surfaces and geological substrate in Córrego Marins Waterbasin. (Piracicaba-SP). Sci. Agric., 58:361-371, 2001.

