

Caracterização dos Solos da Estação Experimental Agrozootécnica Hildegard Georgina Von Pritzelwits Com o Uso de Imagens Orbitais e Aéreas

Bruno Gherardi ¹
Luiz Eduardo Oliveira de Faria ¹
Miguel Cooper ¹
Thiago Costa Valiante ¹

¹ Universidade de São Paulo - USP/ESALQ
Av. Pádua Dias, 11 CP 9 Piracicaba-SP 13418-000 PABX: (19) 34294100
{gherardi, leofaria, mcooper, thicosva}@esalq.usp.br

ABSTRACT

This soil survey was conducted to evaluate the soil use capability of the Research Station. Images were taken by two satellites: a) CBERS using CCD sensor in five bands with images produced on April 28th, 2004; b) LANDSAT-7 satellite using TM sensor in seven bands with images produced on March 5th, 2001. Photogrammetry performed on photos taken in 1980 was also used. The images were processed using Spring software (INPE – Brazil) and TNTmips (Microimages). These softwares were also used for georeferencing maps with UTM projection and SAD69 datum. Soil samples were taken at various depths down to 1 meter and were georeferenced. Soil physical and chemical attributes were measured in two depths at some points and in all layers in the pits that represent the soil units. The analysis of the satellite images and aerial photos permitted the location of the farm's drainage network. This basic information allowed the planning of the field activities and helped to separate the different soil units. It was possible to identify different types of forest and pasture areas.

Palavras chave: soil, satellite images, photogrammetry, maps, georeference solos, imagens de satélite, fotogrametria, mapas, georreferenciamento.

1. INTRODUÇÃO

As imagens orbitais, para sensoriamento, remoto começaram a ser produzidas a partir de julho de 1975 (Westin & Frazee, 1976). Com isso, os levantamentos pedológicos obtiveram uma ferramenta valiosa para a caracterização dos solos. Este trabalho foi realizado com o objetivo de detalhar o ambiente de produção da Experimental Agrozootécnica Hildegard Georgina Von Pritzelwits chamada também de Fazenda Figueira. O uso de imagens orbitais, assim como fotos aéreas em estereoscopia, foram indispensáveis para gerar todo o volume de informações.

As características fisionômicas da superfície da Terra podem ser avaliadas através da análise de imagens de satélite e levantamentos fotogramétricos. Essas características indicam condições de superfície e subsuperfície, embora o perfil do solo não possa ser avaliado por dados remotamente sensoriados. As imagens de satélite, segundo Hilwig et al (1974), são influenciadas por essas condições, incluindo a cobertura vegetal (tipo e quantidade), a umidade da superfície, textura superficial do solo, cor da superfície do solo, erosão, afloramentos rochosos e forma do terreno. Os elementos de interpretação mais eficientes na delimitação de unidades fisiográficas são a rede de drenagem superficial e o relevo, enquanto que os elementos textura, tonalidade e vegetação são úteis como parâmetros auxiliares na identificação das paisagens associadas aos solos. (VALERIO FILHO et al, 1976). Estabelecendo-se as relações interpretativas dos resultados alcançados para os índices de drenagem e relevo na diferenciação entre solos é que se demonstra as razões pelas quais é possível realizar a compartimentação da área de estudo em unidades fisiográficas. (PFEIFER, 1995). Não é apenas a aparência que define uma unidade fisiográfica, mas a integração dos atributos espaciais e espectrais da drenagem, do relevo e dos aspectos associados que ocupam uma disposição na superfície do terreno, que torna possível o delineamento desse tipo de amostragem. (VALERIO FILHO et al, 1984) O que significa que pode-se formar unidades fisiográficas antes de ir a campo, sendo o segundo trabalho indispensável para corroborar as informações remotamente sensoriadas.

O uso de sensores remotos em levantamento de solo aumenta a precisão da discriminação edáfica, além de diminuir os custos do projeto. Segundo Singh & Dwivedi, (1986), os métodos convencionais, geralmente, são mais caros, trabalhosos e demorados, quando comparado com as modernas técnicas de mapeamento.

Vettorazzi & Couto (1990) dizem que a interpretação visual das imagens orbitais traz resultados bastante satisfatórios, com a possibilidade de estratificação da região estudada em áreas homogêneas, tornando possível o planejamento global das atividades de campo e diminuindo o número de observações, que acarreta redução dos trabalhos de levantamento, com aumento da precisão dos traçados de limites entre unidades de solos.

Segundo Myers (1975), a maior parte das informações pedológicas podem não vir diretamente das imagens, mas sim de informações associadas, além de trabalhos de campo e o conhecimento do pesquisador. No entanto, com mapas preliminares de solos produzidos através de sensores multiespectrais, é possível acelerar os processos de levantamento de solos de uma região em considerável extensão, podendo adicionar características a serem obtidas de cuidadosa análise das propriedades das imagens (Myers, 1983).

Sendo assim, os recursos de sensoriamento são, cada vez mais, indispensáveis para a melhor qualidade dos levantamentos pedológicos. Ainda mais pelo fato de haver imagens CBERS disponíveis gratuitamente no site do INPE.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi detalhar a variação edáfica da Fazenda estudada, para aumentar as informações associadas ao manejo dos recursos da propriedade. Dentre essas informações estão incluídos relevo, declividade, feições erosivas, limites erosivos, fertilidade, risco de inundação, susceptibilidade à erosão.

3. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

3.1. LOCALIZAÇÃO

O levantamento pedológico semi-detalhado da Fazenda Figueira cobre uma área aproximadamente de 3700 ha, situada no município de Londrina, estado do Paraná entre as latitudes 23°29'58``S e 23°35'08``S e longitudes 50°59'50``W e 50°55'49``W e está situado dentro da Bacia do Rio Tibaji. A altitude máxima é de 690m e a mínima de 425m.

3.2. GEOLOGIA E MATERIAL DE ORIGEM

O município de Londrina está assentado sobre os derrames e os arenitos Jurássicos do Grupo São Bento, os quais agrupam duas formações geológicas: Serra Geral e Botucatu, respectivamente, sendo a primeira que representa a área. A formação Serra Geral compõe a fase mais recente do Grupo São Bento e é representada por substrato de rochas eruptivas básicas (Basalto). Os arenitos da formação Botucatu podem ser encontrados às margens do rio Tibaji, na porção sul do município de Londrina, mas não são encontrados nos limites da Estação Experimental.

3.3. RELEVO

O município de Londrina situa-se na mesoregião geográfica do Norte Paranaense, onde o relevo predominante é o suave ondulado, ao sul a declividade aumenta tornando-se mais ondulado com o aparecimento de escarpas elevadas de basalto.

3.4. CLIMA

Para a caracterização das condições macro-climáticas da Estação Experimental Agrozootécnica Hildegard Georgina Von Pritzelwitz foi selecionada a localidade do município de Londrina, onde se encontra a área de estudo. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, ou seja, clima subtropical úmido com chuvas em todas as estações, podendo ocorrer secas no período de inverno. A precipitação anual média varia de 1400 a 1600 mm e a evapotranspiração anual média de 1200 mm, o que confere um excedente hídrico anual médio de 200 a 400mm.

Com relação ao regime térmico, a região apresenta temperatura média anual foi de 21°C, com média máxima de 27,6°C e média mínima de 15,8°C, com índices de umidades relativa do ar média anual de 70 a 75%. A direção predominante dos ventos na região de Londrina é NO. O trimestre mais chuvoso é dezembro, janeiro e fevereiro com 450 a 550 mm, enquanto junho, julho e agosto formam o menos chuvoso, com precipitações em torno de 350 mm, diminuindo da cabeceira para a foz do rio Tibaji.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para a análise de sensoriamento remoto foram usadas imagens de satélite CBERS, sensor CCD em cinco bandas, produzida em 28 de abril de 2004 e imagem de satélite LANDSAT-7 sensor TM, em 7 bandas, produzida em 5 de março de 2001, além de fotografias aéreas estereoscópicas feitas em 1980.

4. 1. IMAGENS DE SATÉLITE

As imagens CBERS usadas foram imageadas através do sensor CCD capaz de gerar imagens em cinco bandas, assim como demonstrado na tabela 1.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
Câmara CCD	PAN	0,51 - 0,73 μ m	20 m	26 dias (visada vertical) e 3 dias (visada lateral)	113 km
	AZUL (1)	0,45 - 0,52 μ m			
	VERDE (2)	0,52 - 0,59 μ m			
	VERMELHO (3)	0,63 - 0,69 μ m			
	INFRAVERMELHO PRÓXIMO (4)	0,77 - 0,89 μ m			

Tabela 1. Intervalos de comprimento de onda captado pelo sensor CCD do satélite CBERS. (Fonte: INPE)

As imagens TM, 30m de resolução espacial, são geradas pelo satélite LANDSAT-7 em 7 bandas apresentadas na tabela 2.

Banda	Faixa espectral
1	0,45 a 0,52 μ m - azul
2	0,52 a 0,60 μ m - verde
3	0,63 a 0,69 μ m - vermelho
4	0,76 a 0,90 μ m - infravermelho próximo
5	1,55 a 1,75 μ m - infravermelho médio
6	10,4 a 12,5 μ m - infravermelho termal
7	2,08 a 2,35 μ m - infravermelho distante

Tabela 2. Intervalos de comprimento de onda do satélite LANDSAT-7. (Fonte: INPE)

4. 1. 2. COMPOSIÇÃO DE IMAGENS

Foram feitas composições RGB usando o software SPRING (INPE) nas bandas verde (2), vermelho (3) e infravermelho próximo (4), para as imagens CBERS e nas bandas vermelho (3), infravermelho próximo (4) e infravermelho médio (5), para as imagens LANDSAT. A imagem composta do satélite CBERS assumiu contrastes de vermelho para a banda 2, azul para a banda 3 e verde para a banda 4. A imagem composta do LANDSAT assumiu contrastes de azul para a banda 3, contrastes de verde para a banda 4 e contrastes de vermelho para a banda 5.

4. 2. FOTOS AÉREAS

As fotos aéreas usadas foram feitas em 1980, na escala de 1:25000. A partir da análise estereoscópica das fotos foi possível determinar a rede de drenagem com precisão, usando-a como mapa base para a caracterização dos solos.

4.3. TRABALHO DE CAMPO

O levantamento de campo foi feito com a realização de toposequências, que consistem em tradagens ao longo do morro desde o ponto mais alto até a sua base e tradagens aleatórias nas áreas de relevo mais suave. As tradagens foram realizadas com trado holandês até a profundidade de 1,2 m (um metro e vinte centímetros). Tendo em mãos todos mapas base servindo como referência. Foram coletadas e analisadas 108 (cento e oito) amostras de solo representativas da área, de um total de aproximadamente 2000 (dois mil) pontos de observação. Também foram coletados 354 pontos no receptor GPS, que serviram de orientação para a produção do mapa e feita a descrição morfológica de quatorze trincheiras. Nessas trincheiras foram coletadas amostras de todos os horizontes encontrados e encaminhadas para análises e determinação da densidade.

4.4. ELABORAÇÃO DO MAPA FINAL DE SOLOS

Para a realização do mapa e gerenciamento de bancos de dados foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas TNTmips®. Tal sistema integra e gerencia bases cartográficas, análise espacial e modelagem de terreno, admitindo a entrada (input) e saída (output) de informações em formato vetorial, matricial ou de banco de dados. Dessa forma foi possível incorporar o material cartográfico analógico existente às informações geradas através das observações de campo.

A base para o mapeamento foi a análise do relevo através das imagens de satélite e fotos aéreas em estereoscopia, usando-se também mapa planialtimétrico impresso executado por Montrieme Comercio e Serviços Agropecuários Ltda, fornecido pelo Engenheiro Agrônomo da fazenda, o mapa altimétrico da região (carta do Ibge na escala 1:50.000 folha SF.22-Z-C-IV-1 - Santa Cecília do Pavão, 1992) e pontos cotados coletados pela equipe com receptor GPS. O software usado para a composição das imagens foi o SPRING (INPE).

A discriminação dos solos da fazenda teve seu início na execução do trabalho de campo. Os dados coletados em cada dia de trabalho eram transcritos no mapa planialtimétrico na escala 1:10.000, sendo os limites de solo traçados acompanhando as variações no relevo, o principal fator de formação dos solos da região.

Obtidas todas as informações para a caracterização morfológica, além do resultado das análises, procedeu-se à classificação dos solos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999). Sabendo-se a posição geográfica de todos os pontos de observação e de amostragem e, também, a dos limites entre as variações morfológicas entre os solos, determinou-se as diferentes unidades de solo existentes na propriedade e seus locais de ocorrência, aferindo-se todas as informações geradas inicialmente no escritório com os dados de campo. Foi o que deu início à etapa final, fundamentada no detalhamento das unidades de mapeamento, a partir do banco de dados levantado.

A digitalização do mapa e gerenciamento do banco de dados foram feitas no Sistema de Informações Geográficas TNTmips®, onde foram traçadas as unidades de mapeamento definitivas (“polygons”). Cada ponto georreferenciado possui dados relacionados a um tipo de solo classificado através da análise morfológica da trincheira representativa e das características químicas e físicas da unidade de mapeamento. Nas unidades em que não se abriram trincheiras, as observações foram relacionadas à classificação dos solos gerada pelos pontos de amostragem representativos da unidade. Tendo-se todos os atributos necessários para a discriminação das unidades de mapeamento, juntaram-se os pontos similares formando unidades representativas dos tipos de solo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5. 1. CLASSES DE DECLIVIDADE

Prevalece na Fazenda Figueira um terreno bastante acidentado na sua maior extensão. O relevo é forte ondulado na parte Sudeste, ultrapassando declives de 30% e representando a parte mais declivosa da propriedade. Nas cotas mais altas existe uma faixa com relevo suave-ondulado apta para agricultura que se estende da parte central até o limite da fazenda na direção sudoeste (próxima à sede). A região noroeste também possui relevo suave ondulado, estando situado em cotas mais baixas que a parte central, e representam as áreas com maior potencial agrícola.

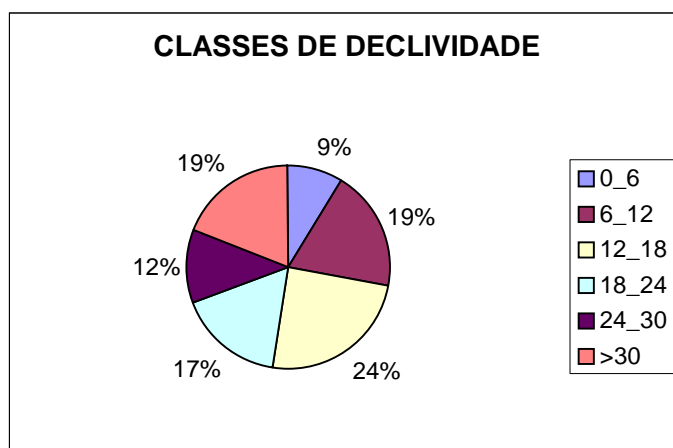


Figura 1. Classes de declividade mostrando as variações topográficas da Fazenda Figueira.

Area (ha)	Declividade (%)	%
329,685	0-6	9%
710,925	6-12	19%
888,72	12-18	24%
626,9525	18-24	17%
433,0775	24-30	12%
708,895	>30	19%
3698,25		100%

Tabela 3. Classes de declividade e suas freqüências, reparem a alta ocorrência de declividade acima de

30%, mostrando o relevo acidentado que prevalece na propriedade.

Nota-se que o relevo predominante é o ondulado a forte ondulado, totalizando 2427 ha com declividades acima de 18%. As partes mais planas que somam 1300 ha constituem 18% apenas da fazenda e se localizam principalmente na porção oeste da fazenda.

5. 2. MAPA PEDOLÓGICO

Pode-se perceber através das imagens de satélite, feições fisiográficas que poderiam distinguir diferentes tipos de solos. Por haver homogeneidade do material de origem e clima na Fazenda, verificou-se que o principal fator de formação dos solos foi o relevo, valorizando, ainda mais, o trabalho de sensoriamento remoto. As imagens de satélite e fotos aéreas geraram informações importantes sobre o relevo, principalmente a rede de drenagem.

5. 3. USO DOS SOLOS

Através das imagens de satélite, pode-se perceber algumas mudanças de 2001, data da imagem LANDSAT, para 2004, data da imagem CBERS. A parte noroeste da fazenda encontrava-se em uma situação de baixa cobertura vegetal, com pastos mal formados. Já em 2004, percebe-se melhor formação desses pastos havendo maior cobertura vegetal do terreno. Percebe-se, também, que áreas antes com cobertura florestal foram desmatadas, para a “abertura” de novas áreas de pasto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste levantamento pedológico, pode-se avaliar a importância do sensoriamento remoto em levantamentos pedológicos. A precisão no traçado das unidades de mapeamento é aumentada com o uso desse recurso. Pode-se dizer que muitos dos solos identificados no campo não seriam discriminados, se não fosse a riqueza de informações de base. Indicativos de erosão e uso dos solos também foram bastante úteis para a caracterização dos solos e para a continuação deste trabalho que está sendo avaliar a capacidade de uso dos solos da propriedade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hilwig, F. W.; Goosen, D.; Katsieris, D. Preliminary results of the interpretation of ERTS-1 imagery for a soil survey of the Mérida Region, Spain. **ITC Journal**, v.3, p.289-312, 1974.
- Myers, V. I Remote sensing applications in agriculture In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of remote sensing**. 2. ed. Fall Church, 1983. cap. 33, p.2119-2136.
- Myers, V. I. Crops and soils In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of remote sensing**. Fall Church, 1975. cap.22, p.1715-1807.
- Pfeifer, R. M. Aplicabilidade de produtos sensores remotos na caracterização fisiográfica. Piracicaba, 1995. 215p (Doutorado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP)
- Singh, A. N.; Dwivedi, R. S. The utility of LANDSAT imagery as an integral part of the data base for small-scale soil mapping. **International Journal of Remote Sensing**. v.7, n.9, p.1099-1108, 1986.
- Valerio Filho, M. **Parâmetros da drenagem e do relevo na caracterização de solos e suas relações fotointerpretativas em imagens de pequena escala**. Piracicaba, 1984. 141p. (Doutorado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP).
- Valerio Filho, M.; Higa, N. T.; Carvalho, V. C. **Avaliação das imagens orbitais (LANDSAT-1) como base para o levantamento de solos**. São José dos Campos, 1976. 276p. (Mestrado – Instituto de pesquisa espaciais)
- Vettorazzi, C. A.; Couto, H. T. Z. Análise da exatidão de classificação em solos obtidos da interpretação de imagens orbitais em duas escalas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO 6, Manaus, 1990. **Anais**. São José dos Campos : INPE, 1990. p.169-775.
- Westin, F. C.; Frazee, C. J. Landsat data, its use in a soil survey program. **Soil Science Society of America Journal**, v. 40, p.81-89, 1976.

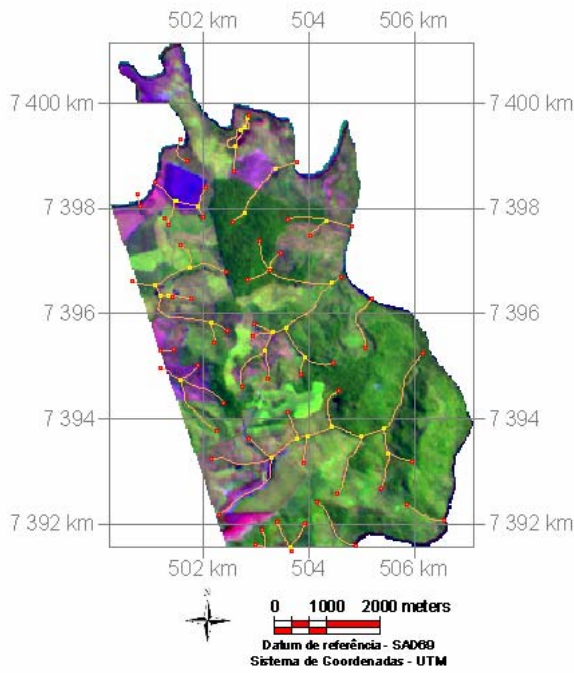


Figura 2. Imagem Landsat-7 composta (Bandas 3, 4 e 5) com a representação da redes de drenagem em linhas amarelas.

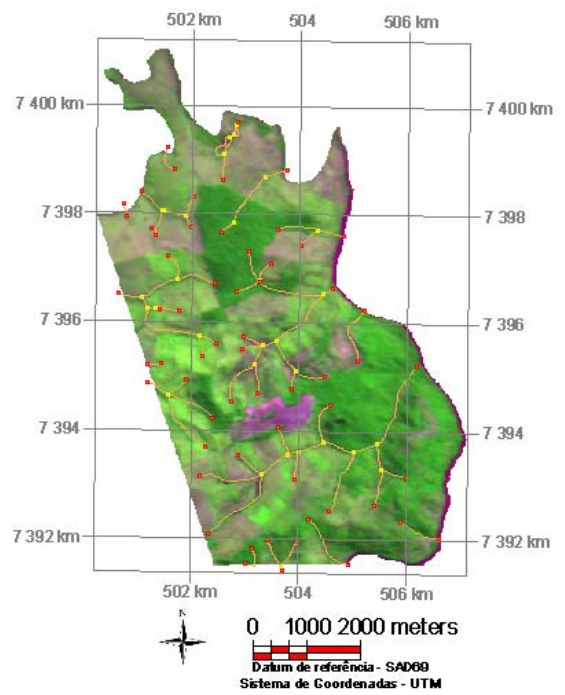


Figura 3. Imagem CBERS-CCD composta (bandas 2, 3 e 4) com a representação da rede de drenagem em linhas amarelas.

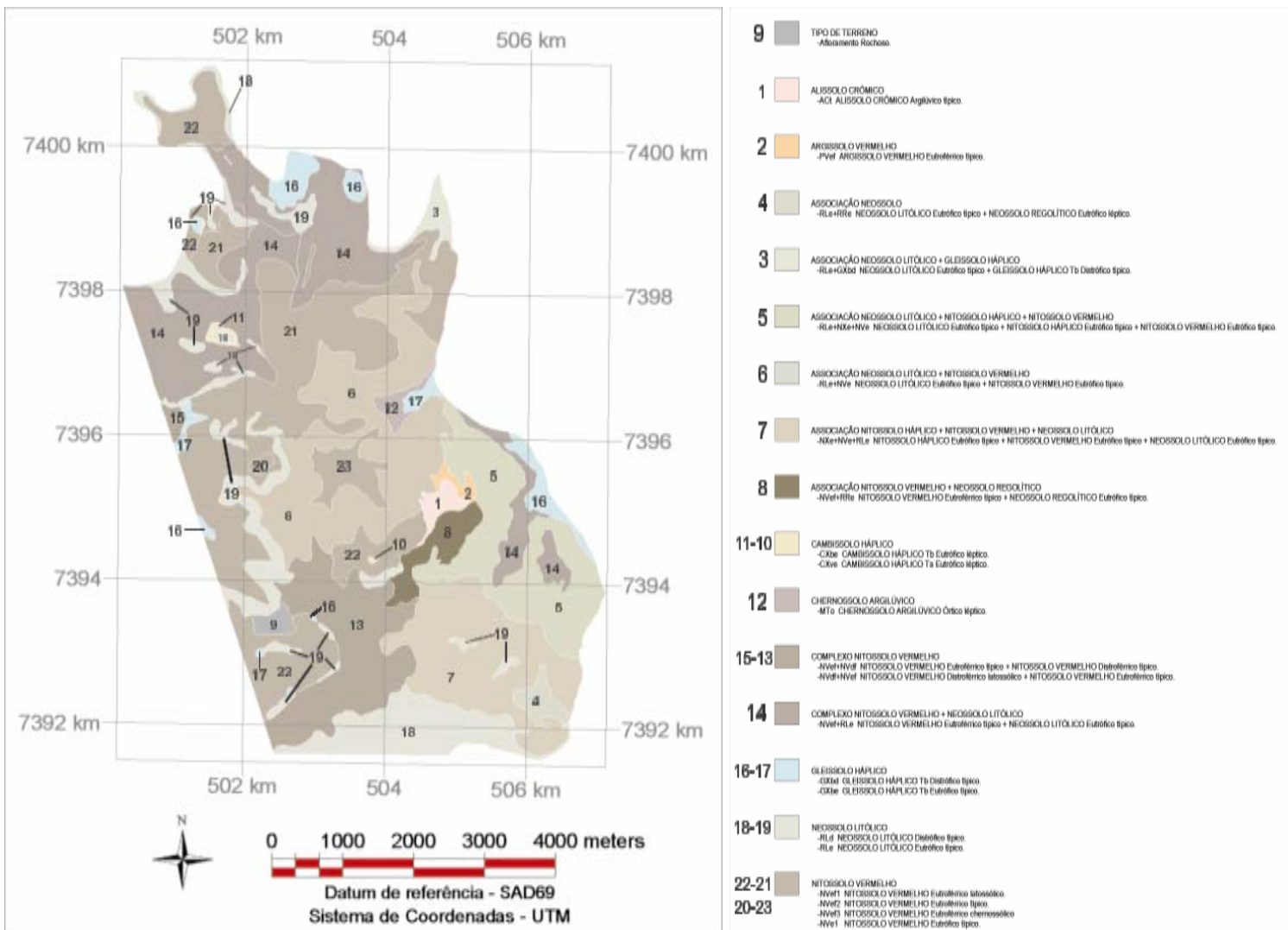


Figura 4. Mapa pedológico da Estação Experimental Agrozootécnica Hildegard Georgina Von Pritzelwits.