



Solos

LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTO DE BAIXA INTENSIDADE
DOS SOLOS DO MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL

RELATÓRIO TÉCNICO

CONVÊNIO NO. 5089-2004

**Embrapa Solos - Governo do Estado do Mato Grosso do Sul
Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agrário, da
Produção, da Indústria, do Comércio e do Turismo**

SEPROTUR

2^o FASE

RIO DE JANEIRO

2009

Equipe técnica

Paulo Emílio Ferreira da Motta¹

Amauri de Carvalho Filho¹

Nilson Rendeiro Pereira¹

Silvio Barge Bhering¹

Waldir de Carvalho Júnior¹

Alexandre Ortega Gonçalves¹

Mário Luiz Diamante Áglio¹

Ailton Martins Amorim²

João Sotoya Takagi²

Carlos Henrique Lemos Lopes²

Renata S. Rodrigues³

Natália Cristina L. e Silva³

¹ Embrapa Solos

² Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agrário, da Produção, da Indústria, do Comércio e do Turismo (SEPROTUR)

³ Bolsista Embrapa Solos / UERJ / PUC-RJ

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO	2
3. METODOLOGIA DE TRABALHO	10
4. RESULTADOS	22
5. CONCLUSÕES	34
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXO - MAPA DE SOLOS DO MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE	

1. INTRODUÇÃO

A insuficiência de informações sobre os solos em um nível adequado tem, em diversas regiões do país, contribuído para a má utilização dos recursos naturais e, conseqüentemente, para a degradação das terras e obtenção de rendimentos inferiores ao potencial das culturas.

Nesse sentido o mapa de solos e seu respectivo relatório técnico, constituem excelentes fontes de informações, permitindo a identificação, caracterização e visualização da distribuição geográfica dos solos e seus atributos. Permite assim, enfocar as condições ecológicas limitantes das terras e, por conseqüência, determinar o seu potencial de uso e manejo sustentáveis (Embrapa, 1995).

Ciente dos impactos negativos advindos da utilização dos recursos naturais à margem de um planejamento adequado de uso e ocupação das terras, o governo do estado do Mato Grosso do Sul investe atualmente no Projeto "*Zoneamento Agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul*", coordenado pela Embrapa Solos em convênio com o governo do estado, através da Secretaria de Produção de Turismo - SEPROTUR.

De modo a dar suporte ao *Zoneamento*, a Embrapa Solos vêm realizando o Levantamento de Reconhecimento Baixa Intensidade dos Solos do Estado, na escala 1:100.000.

Face à grande extensão territorial e a premência de informações para o planejamento de uso e ocupação das terras, optou-se pela elaboração de relatórios parciais apresentando resultados da ocorrência e distribuição dos solos de cada município estudado.

O principal objetivo deste trabalho foi, portanto, identificar, caracterizar e delinear os diferentes solos do município de Campo Grande, com o intuito de contribuir para a elaboração do *Zoneamento Agroecológico* deste município permitindo a classificação do potencial de suas terras para a produção agropecuária dentro dos preceitos de sustentabilidade.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

2.1. Localização geográfica

O município de Campo Grande localiza-se entre as coordenadas geográficas 53°36' e 54°55' de longitude oeste 20°10' e 21°35' de latitude sul compreendendo uma superfície de cerca de 8.096 km² na região central do Estado do Mato Grosso do Sul (Figura 1).

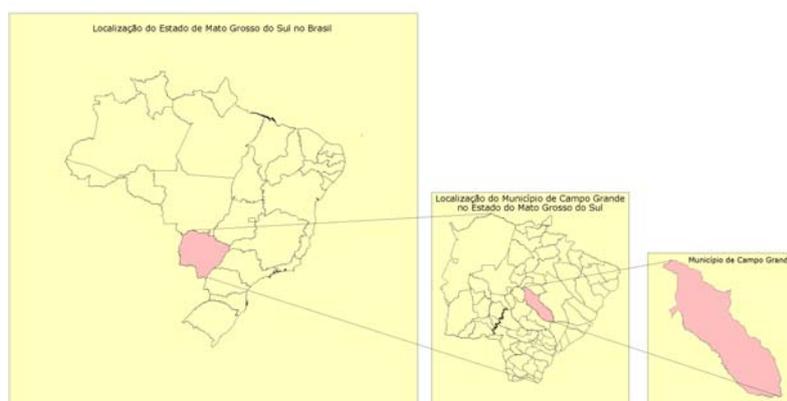


Figura 1. Localização do município de Campo Grande-MS

2.2. Componentes Ambientais

A etapa inicial do trabalho consistiu na caracterização do meio físico a partir do material bibliográfico disponível contemplando estudos de solos, geologia, geomorfologia, vegetação e clima da área de estudo, em especial os relatórios e mapas do Projeto RADAMBRASIL (1982), do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Sul do Estado do Mato Grosso do Sul, realizado pelo DNPEA em 1971 e os estudos de Macrozoneamento

geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul realizados pela SEPLAN-MS em 1989.

2.2.1. Clima

O Estado de Mato Grosso do Sul encontra-se em uma área de transição climática, sofrendo a atuação de diversas massas de ar, o que implica em contrastes térmicos acentuados, tanto espacial quanto temporalmente. Na verdade, a região está numa zona de encontro de diversas massas que atuam no território brasileiro.

O clima de Campo Grande, segundo a classificação de Köppen, situa-se na faixa de transição entre o sub-tipo Cfa-mesotérmico úmido sem estiagem - em que a temperatura do mês mais quente é superior a 25°C, tendo o mês mais seco mais de 30 mm de precipitação e o sub-tipo Aw - tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Cerca de 75% das chuvas ocorrem entre os meses de outubro e abril, quando a temperatura média oscila em torno de 24°C. Os meses de menor precipitação são: junho, julho e agosto e a temperatura média é de 20°C. Os déficits hídricos ocorrem com maior intensidade nesses meses, onde a média das temperaturas mínimas é abaixo de 15°C. O mês mais seco é o mês de agosto.

A deficiência hídrica anual é aproximadamente 10 mm, e o excedente hídrico de 420 mm, isto considerando a CAD (capacidade de água disponível) igual a 100 mm. O período de deficiência hídrica estende-se entre os meses de junho a setembro.

A temperatura média anual é de 21,7° e a precipitação pluviométrica de cerca de 1450 mm.

Tabela 1. Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração potencial (ETO), Evapotranspiração real (ETR), Excedente hídrico (EXC) e Déficit hídrico (DEF) do município de Campo Grande (MS) com CAD igual a 100 mm (valores médios).

Estação:	Campo Grande		Município:	Campo Grande		
Latitude:	-20,44		Longitude:	-54,65	Altitude (m):	550
Obs:	23,8	18,1				
MÊS	T (°C)	P (mm)	ETO (mm)	ETR	EXC	DEF
JAN	23,5	222,5	115,1	115,1	107,4	0,0
FEV	23,8	154,0	104,4	104,4	49,6	0,0
MAR	22,6	154,5	108,9	108,9	45,6	0,0
ABR	22,4	87,5	88,5	88,5	0,0	0,0
MAI	19,7	110,5	62,9	62,9	46,7	0,0
JUN	19,7	52,0	58,6	58,4	0,0	0,2
JUL	18,1	33,5	49,1	47,0	0,0	2,1
AGO	20,2	36,5	66,2	57,1	0,0	9,1
SET	21,2	90,5	75,7	75,7	0,0	0,0
OUT	22,5	139,5	94,8	94,8	19,0	0,0
NOV	23,7	168,5	109,9	109,9	58,6	0,0
DEZ	23,6	205,5	115,2	115,2	90,3	0,0
ANUAL	21,7	1455,0	1049,3	1037,9	417,1	11,4
lh	39,1	Clima:		Úmido	Mesotérmico	
lu	39,8	Köppen:		Cfa/Aw		
la	1,1	Meses secos**:		3		

*Coordenadas geográficas expressas em decimal

**Precipitação mensal < 60 mm



FIGURA 2. Representação gráfica do balanço hídrico para o município de Campo Grande (MS).

O clima de Campo Grande, segundo a classificação de Köppen, situa-se na faixa de transição entre o sub-tipo Cfa-mesotérmico úmido sem estiagem - em que a temperatura do mês mais quente é superior a 25°C, tendo o mês mais seco mais de 30 mm de precipitação e o sub-tipo Aw - tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Cerca de 75% das chuvas ocorrem entre os meses de outubro e abril, quando a temperatura média oscila em torno de 24°C. Os meses de menor precipitação são: junho, julho e agosto e a temperatura média é de 20°C. Os déficits hídricos ocorrem com maior intensidade nesses meses, onde a média das temperaturas mínimas é abaixo de 15°C. O mês mais seco é o mês de agosto.

A deficiência hídrica anual é aproximadamente 10 mm, e o excedente hídrico de 420 mm, isto considerando a CAD (capacidade de água disponível) igual a 100 mm. O período de deficiência hídrica estende-se entre os meses de junho a setembro.

A temperatura média anual é de 21,7° e a precipitação pluviométrica de cerca de 1450 mm.

2.2.2. Unidades Geoambientais

As informações sobre os recursos naturais do Estado do Mato Grosso do Sul, em geral, são escassas. Para o município de Campo Grande (MS), destacam-se o levantamento dos recursos naturais realizado em pequena escala (1:1.000.000) pelo Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1982, o Levantamento de Solo na escala 1:600.000 (Brasil, 1971) e o Macrozoneamento geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul. Segundo o macrozoneamento geoambiental acima mencionado, as unidades geoambientais (Figura 3) que ocorrem no município de Campo Grande estão relacionadas às Formações Botucatu e Serra Geral, pertencentes ao Grupo São Bento, e à formação Bauru.

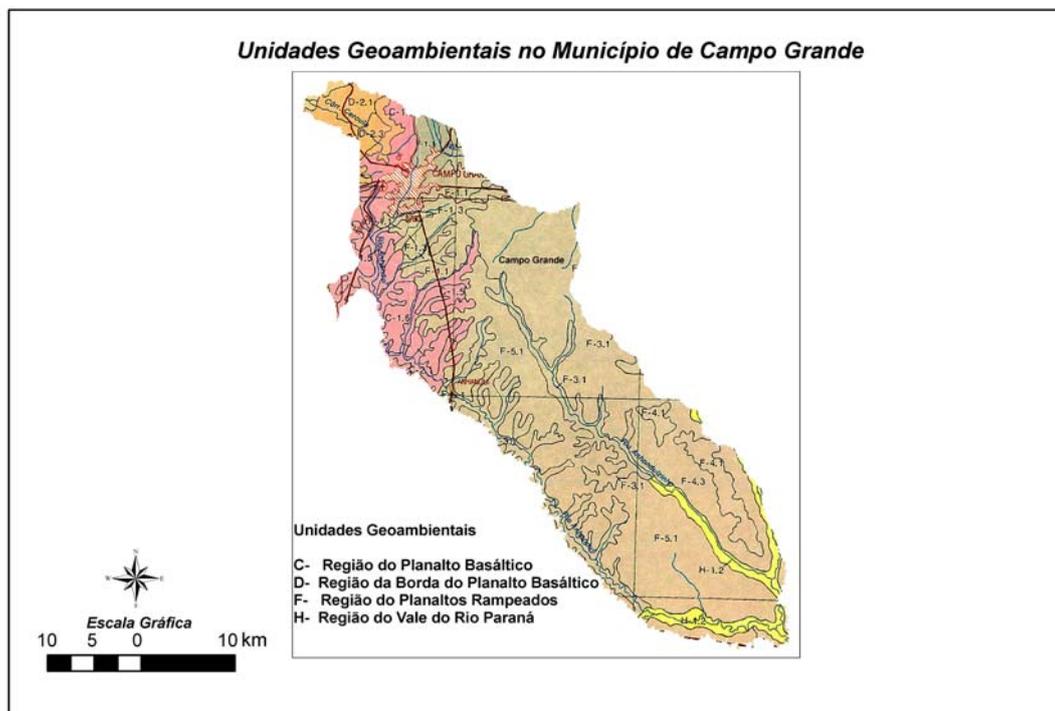


Figura 3: Unidades geoambientais no município de Campo Grande

As principais características das unidades geoambientais de ocorrência no município de Campo Grande são apresentadas a seguir.

Região do Planalto Basáltico - C:

A região em estudo apresenta-se rampeada, delineando um plano inclinado com orientação NNO - SSE, com altimetrias variam entre 500 a 600m nas proximidades da borda do planalto; declina nos limites com a Região das Sub-Bacias Meridionais, ao longo do rio Dourados.

Representada por um conjunto de relevo de aspecto geralmente tabular, reflete sua estrutura horizontal e/ou subhorizontal. É constituída por rochas basálticas da Formação Serra Geral e localmente arenitos intertrapeanos. O relevo é caracterizado por modelados planos e de

dissecação com formas de topos tabulares e convexas amplas, que lhe confere um grau de homogeneidade muito grande, interrompida pelas calhas aluviais.

A região tem clima Eumesoxênico "Subtropical do Sul de Mato Grosso do Sul", com curva térmica positiva e temperaturas médias do mês mais frio variando entre 4° e 6°C nas invasões polares. As precipitações são regulares (1500 a 1700mm), com um período seco inferior a 4 meses.

Região da Borda do Planalto Basáltico - D:

Essa região corresponde ao terceiro patamar do relevo desdobrado de cuestas, da borda ocidental da Bacia Sedimentar do Paraná, esculpido em litologias basálticas da Formação Serra Geral com altimetrias variando entre 240 e 700m. A rede de drenagem apresenta um padrão subdentritico, com modelado dissecado.

O clima é caracterizado como Mesoxeroquimênico modificado "Tropical Brando de Transição". As temperaturas médias do mês mais frio, são menores que 20°C. O período seco estende-se por cerca de 2 meses, com precipitação entre 1200 e 1500mm anuais.

Região dos Planaltos Rampeados - F:

Posicionada na porção centro-oriental do estado Mato Grosso do Sul, esta região geoambiental ocorre na maior parte do município de Campo Grande e caracteriza-se pela marcante homogeneidade na morfo-estrutura.

Em todo relevo da porção oeste da Bacia Sedimentar do Paraná, há ligeira inclinação da superfície em direção SSE. Desta forma, a norte, as altitudes nos interflúvios chegam a mais de 700m e nos vales 500m, enquanto que a sul e a sudeste, as cotas altimétricas decrescem para 450m nos interflúvios e 320m nos vales.

De modo geral a rede de drenagem corre para o rio Paraná, com um direcionamento NNO para SSE. Os cursos principais descrevem um padrão paralelo, enquanto que seus afluentes mostram um padrão dendrítico.

Na região, predominam as formas conservadas, pediplanadas nos topos, esculpidas em rochas do Grupo Bauru, e amplas formas dissecadas em interflúvios tabulares ao longo dos vales, onde o processo erosivo fluvial expôs os basaltos da Formação Serra Geral.

O tipo climático é caracterizado como Mesoxeroquimênico Modificado "Tropical Brando de Transição". As temperaturas médias do mês mais frio, são menores que 20°C e o período seco estende-se de 4 a 5 meses. A precipitação é regular, variando entre 1200 e 1500mm.

Região do Vale do Rio Paraná - H :

É constituída pelo vale do rio Paraná e seus afluentes, com altimetria variando de 250 a 300m.

A estrutura geológica aliada aos processos de tectonismo proporcionaram um acentuado encaixamento do rio Paraná e de grande parte de seus afluentes. Esse encaixamento é responsável pelo aparecimento no leito do rio, de soleiras basálticas resistentes, possibilitando a presença de corredeiras e quedas d'águas.

O rio Paraná, na sua margem direita, possui extensos terraços e planícies fluviais, com sinas de paleo-drenagem e áreas de acumulação inundáveis, sem ligação com a drenagem atual.

Os afluentes da margem direita do rio Paraná, no geral, apresentam-se paralelos entre si evidenciando linhas estruturais com direcionamento NO - SE.

Esta Região está localizada em ambientes climáticos com período seco prolongado. Na maior parte desta área não

há deficiência hídrica para as plantas em função da grande disponibilidade de água no solo, oriunda da presença do lençol freático a profundidade próxima da superfície.

3. METODOLOGIA DE TRABALHO

3.1. Trabalhos de escritório

A etapa inicial do trabalho consistiu na avaliação do material cartográfico básico disponível para o delineamento da distribuição dos solos e no inventário e análise dos estudos sobre os componentes ambientais já realizados na região. Com este material procedeu-se à delimitação dos principais domínios fisiográficos do município de Campo Grande, que serviram de delineamento preliminar e programação das campanhas de amostragem no campo.

3.2. Trabalhos de campo

O mapeamento dos solos foi executado em nível de reconhecimento de baixa intensidade, de acordo com as normas preconizadas pela Embrapa Solos, estabelecidas em Reunião Técnica de Levantamento de Solos (1979). Como material cartográfico básico foram utilizadas: folhas planialtimétricas do SGE, em escala 1:100.000, com curvas de nível eqüidistantes em 40 metros, disponibilizadas pelo governo do Estado do Mato Grosso do Sul em meio digital, sem atualização da rede viária; fotografias aéreas obtidas em 1965 (vôo AST 10, da USAF), escala 1:60.000 e imagens de satélite 1:100.000.

Embora com apoio do delineamento preliminar dos domínios fisiográficos, a identificação dos solos e a delimitação espacial das unidades de mapeamento foram realizadas essencialmente no campo. Para isso a área foi percorrida de forma abrangente, procedendo-se prospecções com trado e exames de cortes de estradas e barrancos. Nesta fase foram também realizadas coletas de amostras para análise e confeccionada uma legenda preliminar, que foi sendo sucessivamente aprimorada ao longo do desenvolvimento do mapeamento.

Além dos aspectos diretamente relacionados aos solos procedeu-se também a observações e registro de outras características do ambiente, como relevo, conformação do terreno, material de origem e cobertura vegetal. Pelo fato de quase a totalidade da área encontrar-se desprovida de

sua vegetação original, a identificação dos diversos tipos de formações vegetais baseou-se na observação dos poucos remanescentes da vegetação original e no padrão fotográfico das fotografias aéreas, consubstanciados ainda por informações de moradores antigos da região e pelos registros sobre a fitofisionomia regional contidos em Brasil (1971). Informações sobre a geomorfologia e a geologia foram extraídas dos levantamentos de recursos naturais do Projeto Radambrasil (1982).

Para completar a caracterização dos solos, foram realizadas a descrição e amostragem de perfis representativos dos componentes das unidades de mapeamento, de acordo com o Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (Lemos e Santos, 1994). Todos os pontos de amostragem dos foram devidamente georreferenciados. As amostras foram analisadas nos laboratórios da Embrapa Solos, conforme os métodos constantes em Embrapa (1997).

Para a caracterização dos solos foram também utilizadas as informações de perfis completos do Projeto RADAMBRASIL (RADAM, 1982), do Levantamento de Reconhecimento-Detalhado e Aptidão Agrícola dos Solos da Área do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Mato Grosso do Sul (EMBRAPA, 1979) e do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Sul do Estado de Mato Grosso (DNPEA, 1971).

Com base nos resultados analíticos (descritos adiante de forma resumida) e observações de campo, procedeu-se aos ajustes finais do delineamento e ao estabelecimento definitivo das unidades de mapeamento que compõem a legenda dos solos da área.

3.3. Trabalhos de finais de escritório

A fase final dos trabalhos consistiu nos ajustes na classificação de campos, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), com base nas interpretações das determinações analíticas.

A partir desses ajustes, associado com os dados de altimetria e de declividade foram realizados os

delineamentos finais de solos, representados por unidades de mapeamento, e elaborada a legenda final do mapa de solos, considerando até o quinto nível do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006).

3.4. Procedimentos de laboratório

As amostras de solos foram coletadas e analisadas nos laboratórios da Embrapa Solos, conforme os métodos constantes em Embrapa (1997). Para tal, procedeu-se o preparo das amostras, que consiste na separação, por destorroamento e tamisação, das frações terra fina (material que passa na peneira de 2 mm de malha), e eventuais frações de cascalho (material retido na peneira de 2 mm) e calhaus (material retido na peneira de malha de 20 mm), para determinação da proporção destas frações.

As determinações analíticas foram efetuadas na terra fina seca ao ar (TFSA), passadas em peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 2 mm. Os resultados obtidos para as amostras foram multiplicados pelos respectivos fatores de umidade para expressar os valores a 105°C (terra fina seca em estufa - TFSE).

Foram os seguintes procedimentos analíticos adotados:

3.4.1. Análises físicas

Granulometria: empregou-se NaOH 4% como dispersante e agitação em alta rotação por 15 minutos: areia grossa (0,2 - 2 mm) e areia fina (0,05 - 0,2 mm) foram obtidas por tamização; argila (< 0,002 mm) determinada por sedimentação pelo método da pipeta; o silte (0,002 - 0,05 mm), obtido por diferença entre as frações areia e argila. Pelo mesmo procedimento, com substituição do dispersante químico por água destilada, determinou-se o teor de argila dispersa em água.

Densidade do solo: utilizou-se o método dos anéis de Kopecky (volume interno de 50cm³) e Uhland (volume interno de 100cm³). Esses procedimentos foram efetuados apenas nas coletas em trincheiras. Todos os horizontes de todos os perfis foram coletados com anéis de Kopeck, retirados em

duplicata para cada horizonte. A coleta dos anéis de Uhland (também retirados em duplicata) deu-se, em geral, apenas nos dois primeiros horizontes superficiais e em um horizonte diagnóstico subsuperficial, a fim de proceder à determinação das constantes hídricas (umidade na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente e água disponível), macro e microporosidade, e densidade do solo.

Densidade das partículas: determinação do volume de álcool necessário para completar a capacidade de um balão volumétrico, contendo solo seco em estufa. Foi determinada apenas nas amostras de horizontes obtidas com os anéis de Uhland.

Umidade obtida no aparelho Extrator de Richards: amostras indeformadas de solo acondicionadas em anéis de Uhland foram previamente revestidas com membrana, saturadas e submetidas a uma determinada pressão, até atingir a drenagem máxima da água contida nos seus poros, correspondendo à pressão aplicada. Determina-se, então, a umidade da amostra. As tensões aplicadas foram: 0,0066; 0,01; 0,03; 0,1; 0,5; 1,5 MPa.

Porosidade total: a obtenção da porosidade total do solo ocupado por água e/ou ar é determinada pela seguinte equação: Porosidade total = $100 (a - b) / a$, onde:

a = densidade da partícula

b = densidade do solo

A determinação do volume de macro e micro poros contidos nas amostras se deu naquelas obtidas com anéis de Uhland, saturadas e colocadas sob mesa de tensão, que retira a água dos macroporos (poros com $\theta > 0,05\text{mm}$).

3.4.2. Análises químicas

Constaram as análises de rotina e ataque sulfúrico.

3.4.2.1. Análises pedológicas de rotina

Os valores de pH em água e em KCl 1N foram medidos com eletrodo de vidro, em suspensão solo-líquido na proporção 1:2,5; o conteúdo de carbono (C) orgânico foi determinado

por oxidação da matéria orgânica por bicromato de potássio 0,4 N em meio sulfúrico e titulação por sulfato ferroso amoniacal 0,1N. Fósforo assimilável foi extraído com solução de HCl 0,05 N e H₂SO₄ 0,025 N (Mellich I - North Carolina) e dosado colorimetricamente pela redução do complexo fosfomolibdico com ácido ascórbico, em presença de sal de bismuto. Com solução de KCl 1 N na proporção 1:20 foram extraídos cálcio (Ca⁺⁺) e magnésio (Mg⁺⁺) trocáveis e alumínio (Al⁺⁺⁺) extraível. Numa mesma alíquota, após a determinação do Al por titulação da acidez com NaOH 0,025 N, foram determinados Ca e Mg, com solução de EDTA 0,0125 M, e em outra somente Ca. Finalmente, os elementos Ca, Mg e Al extraível foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica. Potássio (K⁺) e sódio (Na⁺) trocáveis foram extraídos com HCl 0,05 N na proporção 1:10 e determinados por fotometria de chama, e a acidez potencial ou extraível (H⁺⁺Al⁺⁺⁺) por titulação com solução de NaOH 0,0606 N, após extração com solução de acetato de cálcio 1 N ajustada a pH 7, na proporção 1:15.

3.4.2.2. Ataque sulfúrico

Para as determinações SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂ e P₂O₅ através da digestão sulfúrica foi utilizada a metodologia preconizada por Vettori (1969), com adaptações sugeridas por EMBRAPA (1979). Essa metodologia pressupõe que somente minerais secundários (argilominerais) são dissolvidos. Sendo assim, os valores dos elementos obtidos são próximos aos da fração argila dos solos.

3.6. Critérios para o estabelecimento das classes de solos.

Atributos Diagnósticos

Material orgânico - Refere-se ao material do solo constituído por quantidades expressivas de compostos orgânicos, que impõem preponderância de suas propriedades sobre os constituintes minerais caracterizado por conteúdos de carbono (C) iguais ou superiores a 120 g/kg, ou que satisfaçam à equação: $C \geq 80 + 0,067 \times \text{teor de argila (g/kg)}$.

Material mineral - Refere-se a material de solo constituído essencialmente por compostos inorgânicos, em graus variáveis de intemperização, misturados o material orgânico em proporções variadas, porém em quantidades inferiores às especificadas para a constituição de material orgânico.

Soma de bases - Soma de Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ e K^+ . É fundamental para o cálculo de T e V, mostrados a seguir. A soma de bases dá a medida da disponibilidade de Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ e K^+ e do grau de nocividade do Na^+ nos solos.

Capacidade de troca de cátions (T) - Soma de bases e acidez extraível. Expressa a quantidade de cátions necessários para o balanceamento de cargas das argilas e mede a capacidade de absorção e retenção de cátions dos solos. São utilizadas nos estudos de fertilidade, nutrição de plantas, gênese e classificação dos solos.

Percentagem de saturação por bases (V) - Cálculo da proporção de bases extraíveis em relação à capacidade de troca de cátions ($V = 100 \times S / T$). É amplamente utilizada em classificação de solos, na definição e conceituação de horizontes diagnósticos e classes de solos, bem como nas interpretações para fins agrícolas. O valor de V determina os caracteres distrófico e eutrófico. Distrófico especifica solos com saturação por bases inferior a 50%; eutrófico, solos com saturação por bases igual ou superior a 50%; ambos avaliados no horizonte B (ou no horizonte C quando inexistente o B), ou ainda, no horizonte superficial de algumas classes de solos;

Percentagem de Saturação por alumínio (m) - Refere-se à proporção de alumínio trocável em relação à soma de bases, que quando maior ou igual a 50%, é considerada na distinção de classes em quinto nível categórico no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, indicada pelo termo állico.

Caráter aluminico - refere-se à condição em que os materiais constitutivos do solo se encontram em estado dessaturado e caracterizado por teor de alumínio extraível

- 4 cmol_c/kg de solo, além de apresentar saturação por alumínio • 50% e/ou saturação por bases < 50%.

Porcentagem de saturação por sódio - Cálculo da proporção de Na⁺ extraível em relação à capacidade de troca de cátions (Sat. por Na=100 x Na⁺ / T). Importante para a classificação de solos e interpretações para fins agrícolas.

Acidez potencial ou extraível - Determinada por dois componentes: hidrogênio (H⁺) e alumínio (Al⁺⁺⁺), obtidos por acetato de cálcio. A acidez extraível aumenta proporcionalmente com o grau de intemperismo do solo e a lixiviação em climas quentes e úmidos.

Atividade da fração argila - Refere-se à capacidade de troca de cátions (T) correspondente à fração argila, calculada pela expressão $T \times 1000 / \text{g/kg de argila}$. Atividade alta designa valor igual ou superior a 27 cmol_c/kg de argila e atividade baixa, valor inferior a esse, sem correção para carbono. Este critério é considerado em pertinência ao horizonte B, ou ao C quando não existir B e não se aplica a materiais de solo das classes texturais areia e areia franca.

Grau de flocculação - Relação entre a argila naturalmente dispersa e a argila total obtida após dispersão. Indica a proporção da fração argila que se encontra flocculada, informando sobre o grau de estabilidade dos agregados. É obtida pela seguinte fórmula:

$$\text{Grau de flocculação} = 100 (a - b) / a, \text{ onde}$$

a = argila total

b = argila dispersa em água

Relação sílica/alumínio e sílica/sesquióxidos - As relações moleculares Ki (SiO₂/Al₂O₃) e Kr (SiO₂/Al₂O₃ + Fe₂O₃) são utilizadas para separar solos cauliníticos (Ki > 0,75 e Kr > 0,75) e oxídicos (Kr ≤ 0,75). Tanto os teores dos elementos obtidos por ataque sulfúrico, como as relações moleculares Ki e Kr são utilizadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos para estabelecimento de limites de

classes e na avaliação do grau de intemperismo químico dos solos. Correlacionam-se, para fins taxonômicos, com o grau de evolução dos solos (Ki e Kr) e com os processos pedogenéticos predominantes em diversas classes.

Textura - empregada na distinção de classes em quinto nível categórico, refere-se à composição granulométrica da fração terra fina, representada pelos grupamentos de classes texturais, conforme se segue:

textura arenosa - compreende composições granulométricas que correspondem às classes texturais areia e areia franca, ou seja, que satisfazem à equação:

teor de areia - teor de argila > 700 g/kg;

textura média - compreende composições granulométricas com menos de 350 g/kg de argila e mais de 150 g/kg de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca;

textura argilosa - compreende composições granulométricas com 350 a 600 g/kg de argila;

textura muito argilosa - compreende composições granulométricas com mais de 600 g/kg de argila;

textura siltosa - compreende composições granulométricas com menos de 350 g/kg de argila e menos de 150 g/kg de areia.

Para indicar a variação de textura em profundidade no perfil, a qualificação textural é geralmente expressa na forma de fração, exceto para algumas classes de solos (Latosolos, por exemplo).

Horizontes diagnósticos superficiais

Horizonte A moderado - É um horizonte mineral, superficial, com conteúdo de carbono variável e características que expressam um grau de desenvolvimento intermediário entre os outros tipos de horizonte A. Apresenta requisitos de cor ou espessura insuficientes para caracterizar outros tipos de horizontes, como A chernozêmico ou A proeminente, por exemplo, diferindo também do horizonte A fraco seja por sua estrutura, mais

desenvolvida, ou pelos conteúdos de carbono superiores a 6 g/kg, ou ainda, pela presença de cores mais escuras (valor < 4, quando úmido, ou croma < 6, quando seco).

Horizonte A proeminente - Constitui horizonte superficial relativamente espesso (com pelo menos 18 cm de espessura - a menos que a ele siga um contato lítico, quando deve ter pelo menos 10 cm - e com 1/3 da espessura do *solum*, ou 25 cm se este tiver mais de 75 cm); com estrutura suficientemente desenvolvida para não ser simultaneamente maciço e duro, ou mais coeso, quando seco, ou constituído por prismas maiores que 30 cm; escuro (croma úmido inferior a 3,5 e valores mais escuros que 3,5 quando úmido e que 5,5 quando seco); com saturação por bases (V) inferior a 65% e conteúdo de carbono igual ou superior a 6,0 g/kg.

Horizonte A chernozêmico - Difere do A proeminente pela maior saturação por bases, que deve ser superior a 65%.

Horizontes diagnósticos subsuperficiais

Horizonte B incipiente - Trata-se de um horizonte superficial, subjacente ao A, Ap, ou AB, que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém o suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura, e no qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não deve consistir em estrutura de rocha original. Para ser diagnóstico, tal horizonte deve ter no mínimo 10cm de espessura e apresentar, em termos gerais, as seguintes características:

- dominância de cores brunadas, amareladas e avermelhadas, com ou sem mosqueados ou cores acinzentadas com mosqueados, resultantes da segregação de óxidos de ferro;

- textura do horizonte B é franco-arenosa ou mais fina;

- desenvolvimento de estrutura do solo, ou ausência da estrutura da rocha original em 50% ou mais do seu volume;

- evidências de alteração através de uma ou mais das seguintes formas:

- teor de argila mais elevado ou cromas mais fortes ou matiz mais vermelho do que o horizonte subjacente; percentagem de argila menor, igual ou pouco maior que a do horizonte A, desde que não satisfaça os requisitos para horizonte B textural;

- evidência de remoção de carbonatos, refletida particularmente por ter um conteúdo de carbonato mais baixo do que o horizonte de acumulação de carbonatos; se todos os fragmentos grosseiros no horizonte subjacente estão completamente revestidos com calcário, alguns fragmentos no horizonte B incipiente encontram-se parcialmente livres de revestimentos; se os fragmentos grosseiros no horizonte subjacente estão cobertos na parte basal, aqueles no horizonte B devem ser livres de revestimentos.

Horizonte glei - É um horizonte mineral, subsuperficial ou eventualmente superficial, com espessura mínima de 15 cm cujas características de cor refletem a prevalência de processos de redução, com ou sem segregação de ferro, em decorrência de saturação por água durante algum período ou o ano todo. Quando úmido, apresenta em 95% ou mais da matriz do horizonte, ou das faces dos elementos estruturais, cores neutras (N) ou mais azuis que 10Y, ou se os valores forem menores que 4 os cromas são menores ou iguais a 1, ou para valores maiores ou iguais a 4 os cromas são iguais ou inferiores a 2 (para matiz 10YR ou mais amarelo é admitido cromas 3, desde que diminua no horizonte seguinte); ou a presença de ferro reduzido seja evidenciada pela forte coloração azul-escura desenvolvida com o ferricianeto de potássio ou pela cor vermelha intensa desenvolvida pelo alfa, alfa dipiridil. O horizonte glei pode corresponder a horizonte B, C, A, ou E.

3.7. Critérios para distinção das fases de mapeamento

O critério de fase tem como objetivo fornecer informações adicionais sobre as condições ambientais, assim

como chamar a atenção para características relevantes do solo ou do ambiente não contempladas nos critérios de classificação taxonômica de forma a subsidiar as interpretações sobre o potencial de uso das terras.

3.7.1 - Fases de Relevo

São as seguintes fases relevo, subdivididas segundo os critérios de declividade:

Plano: superfície de topografia horizontal, onde os desnivelamento é muito pequeno, com declividades variáveis de 0 a 3%;

Suave ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjuntos de colinas (elevações de altitudes relativas até 100m), apresentando declives suaves, predominantemente variáveis entre 3 e 8%;

Ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%;

Forte ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, formada por morros (elevações de 100 a 200m de altitudes relativas) e, raramente, colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%;

Montanhoso: superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas usualmente constituída por morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes (superiores a 200 metros) e declives fortes ou muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%;

Escarpado: Superfícies muito íngremes, com vertentes de declives muito fortes, que ultrapassam 75%.

3.7.2 Fases de Vegetação

As fases de vegetação informam sobre o tipo de vegetação primária, fortemente correlacionada com o clima e diversas propriedades do solo. São empregadas principalmente para permitir inferências sobre as

variações estacionais de umidade dos solos. São as seguintes as fases de vegetação empregadas no mapeamento do município de Campo Grande: Cerradão tropical subcaducifólio, Cerrado tropical subcaducifólio, Floresta tropical subcaducifólia, Floresta tropical caducifólia, Campo cerrado tropical e campos hidrófilo e higrófilos de várzea e de surgente.

4. RESULTADOS

O levantamento de solos do município de Campo Grande identificou unidades taxonômicas representadas em 33 unidades de mapeamento de acordo com o quinto nível de classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), sendo gerado um mapa pedológico na escala 1:100.000.

4.1 - LEGENDA

No município de Campo Grande foram identificadas 32 unidades de mapeamento, compostas por uma ou mais unidades taxonômicas. A seguir é apresentada a legenda do Mapa de Solos do Município de Campo Grande.

4.2 - LEGENDA DO MAPA DE SOLOS

- GXbd1 - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura argilosa A moderado e proeminente, fase campo hidrófilo de surgente relevo plano
- GXbd2 - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura média A moderado, fase campo hidrófilo de surgente relevo plano
- GXbd3 - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura média A moderado, fase campo hidrófilo de várzea relevo plano
- GXbel - Associação de GLEISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico textura argilosa A moderado e proeminente + GLEISSOLO MELÂNICO Tb Eutrófico típico textura argilosa A hístico, ambos fase campos hidrófilos de várzea e floresta tropical subperenifólia de várzea, relevo plano (70-30%).
- LAd1 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, imperfeitamente drenado, epiálico, fase campo higrófilo relevo plano.
- LAd2 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, imperfeitamente drenado, fase campo higrófilo relevo plano (Inclusão de LVA média).
- LAd3 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico petroplíntico, textura argilosa, A moderado, imperfeitamente drenado, epiálico, fase campo higrófilo relevo plano.
- LAd4 - Associação de LATOSSOLO AMARELO Distrófico petroplíntico, imperfeitamente drenado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, ambos A moderado + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado e proeminente, todos textura argilosa fase campo higrófilo de surgente relevo plano (40-35-25%).
- LVdf1 - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico, textura muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia relevo plano.

- LVdf2 - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico, textura muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia relevo suave ondulado.
- LVdf3 - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico, textura muito argilosa, A moderado, fase cerradão tropical subcaducifólio relevo plano.
- LVdf4 - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico, textura muito argilosa, A moderado, fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado.
- LVdf5 - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico, textura muito argilosa, A moderado, fase campo tropical relevo plano e suave ondulado.
- LVdf6 - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico, textura argilosa, A moderado, fase cerradão tropical subcaducifólio relevo suave ondulado e plano.
- LVef1 - LATOSSOLO VERMELHO Eutroférrico típico, textura muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado e plano
- LVef2 - Associação de LATOSSOLO VERMELHO Eutroférrico típico A moderado fase relevo suave ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário relevo ondulado, ambos A chernozêmico e moderado, todos textura argilosa fase floresta tropical subcaducifólia (50-30-20%)
- LVd1 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia relevo suave ondulado.
- LVd2 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fase cerradão tropical subcaducifólio relevo plano.
- LVd3 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano.
- LVd4 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia relevo plano.
- LVd5 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase cerradão tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado.
- LVd6 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado.
- LVd7 - Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, ambos A moderado, fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado (70-30%)
- LVAd1 - Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico imperfeitamente drenado, ambos textura argilosa A moderado fase campo higrófilo de surgente relevo plano (60-40%).
- LVAd2 - Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, ambos

- textura média A moderado fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano (50-50%).
- RLe1 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário, textura argilosa, A chernozêmico e moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo ondulado.
- RLe2 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário, textura argilosa, A chernozêmico e moderado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico, A moderado, ambos textura argilosa fase pedregosa floresta tropical caducifólia relevo forte ondulado e ondulado (70-30%).
- RQo1 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico fase floresta tropical subcaducifólia relevo ondulado.
- RQo2 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano.
- RQo3 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano.
- RQo4 - Associação de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, fase campo cerrado tropical relevo plano e suave ondulado + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura média, fase campo hidrófilo de várzea relevo plano, ambos A moderado (80-20%).
- SXd - Associação de PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico gleissólico textura arenosa/média e média + GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico A moderado e proeminente + GLEISSOLO MELÂNICO Distrófico típico todos textura média + ORGANOSSOLO HÁPLICO Fíbrico típico, todos fase campo hidrófilo de várzea relevo plano (40+20+20+20%).

4.3 - DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO

As figuras 4, 5 e 6 a seguir apresentam a distribuição e ocorrência das unidades de mapeamento em que ocorrem Gleissolos Háplicos, Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos como componentes principais.

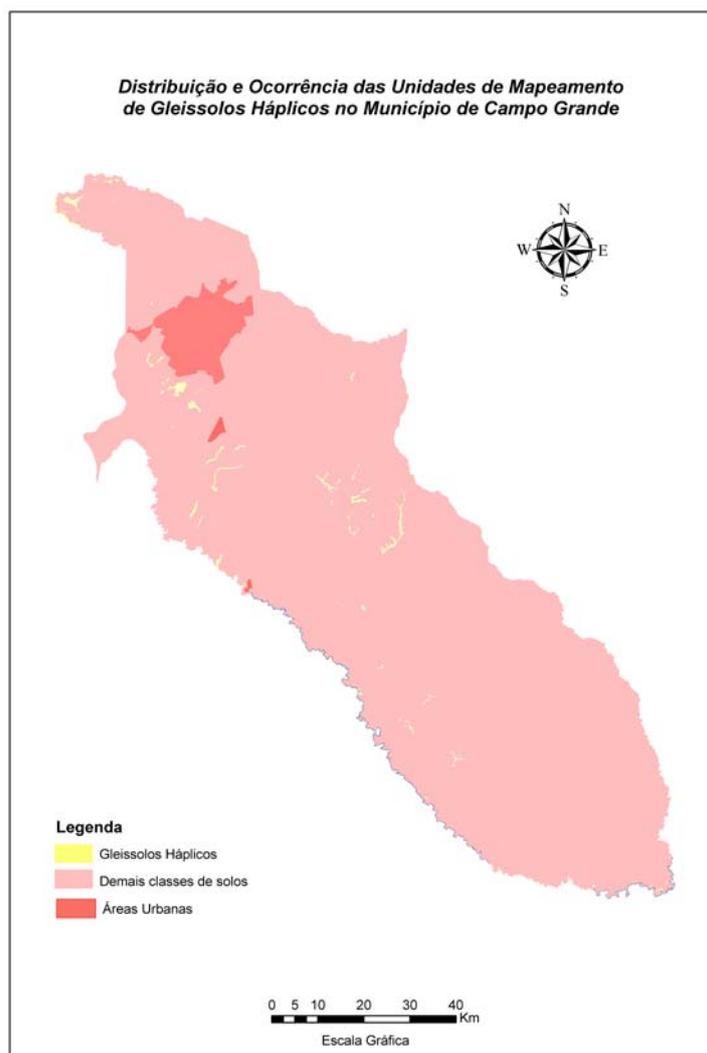


Figura 4: Distribuição e ocorrência das unidades de mapeamento com dominância de Gleissolos Háplicos.

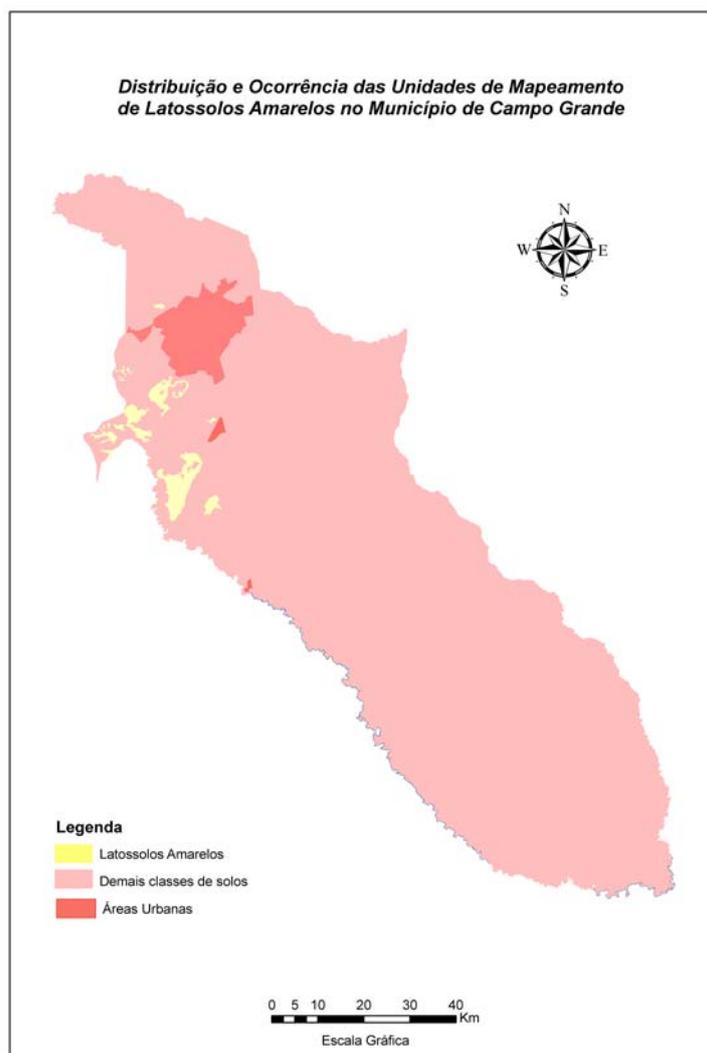


Figura 5: Distribuição e ocorrência das unidades de mapeamento com dominância de Latossolos Amarelos.

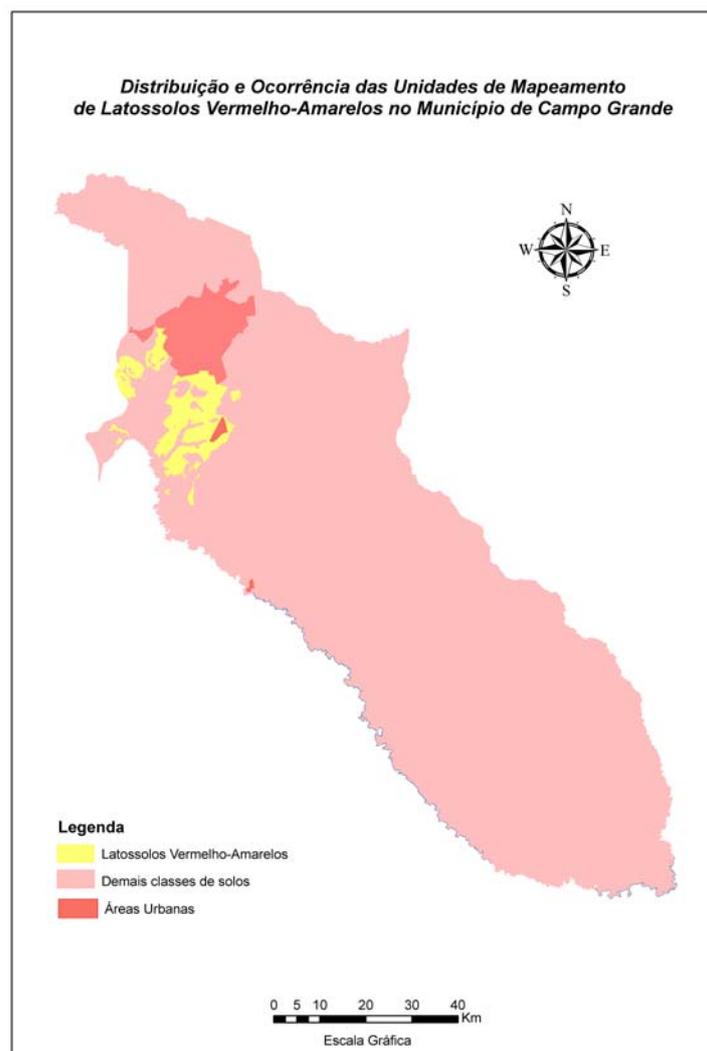


Figura 6: Distribuição e ocorrência das unidades de mapeamento com dominância de Latossolos Vermelho-Amarelos.

As figuras 7, 8 e 9 a seguir apresentam a distribuição e ocorrência das unidades de mapeamento em que dominam os Latossolos Vermelhos, Distroférricos (11,72%), Eutroférricos (0,46%) e Distróficos (29,24%) respectivamente.

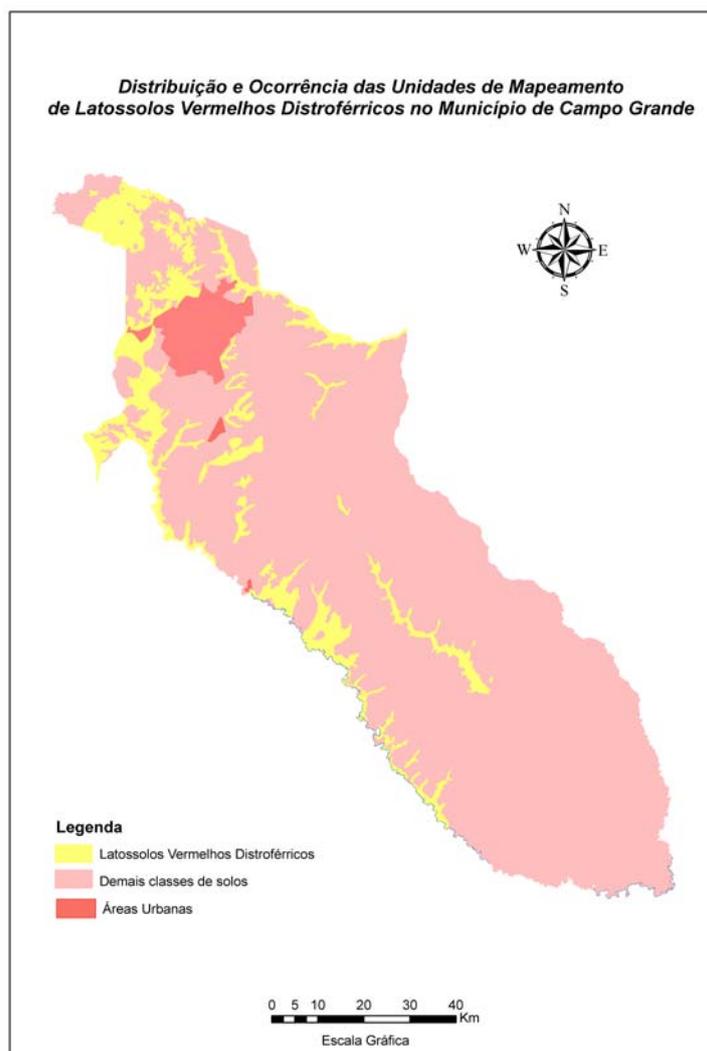


Figura 7: Distribuição e ocorrência das unidades de mapeamento com dominância de Latossolos Vermelhos Distroféricos.

No município de Campo Grande as unidades de mapeamento com domínio de solos da classe dos Latossolos Vermelhos ocorrem em cerca de 335.000 ha, que representam quase 45% da área total do município.

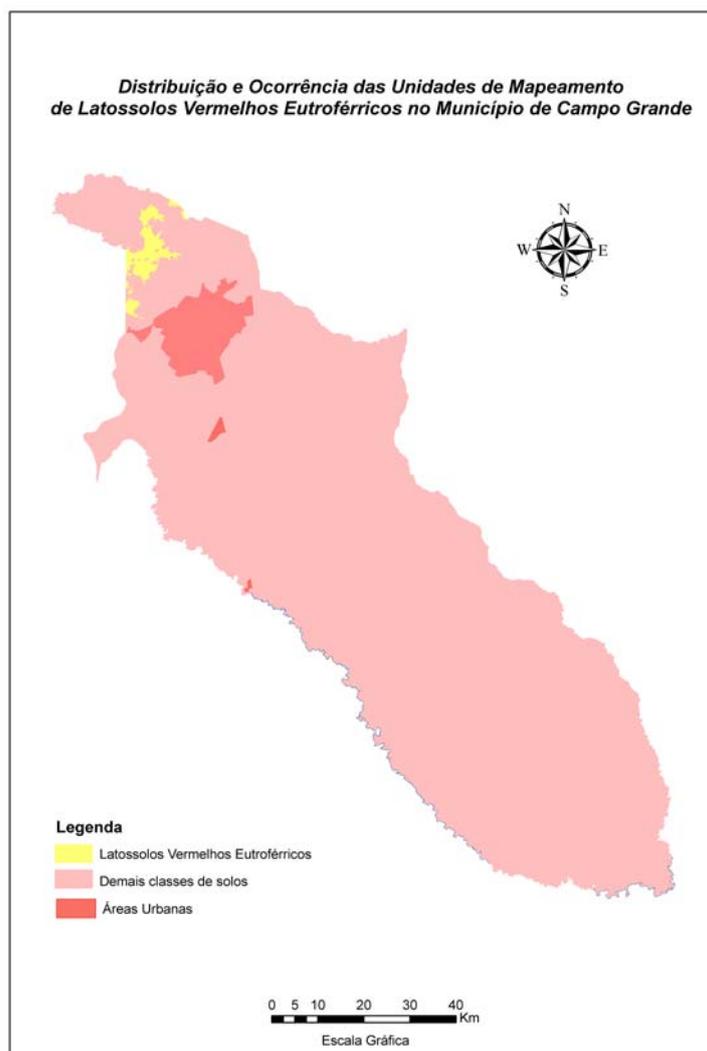


Figura 8: Distribuição e ocorrência das unidades de mapeamento com dominância de Latossolos Vermelhos Eutroféricos.

No município de Campo Grande o mapa de solos indicou o domínio de unidades de mapeamento onde os Latossolos Vermelhos Distróficos são o componente principal da unidade (Figura 9). Essas unidades ocorrem em aproximadamente 235.000 ha que correspondem a quase 30% da área total do município.

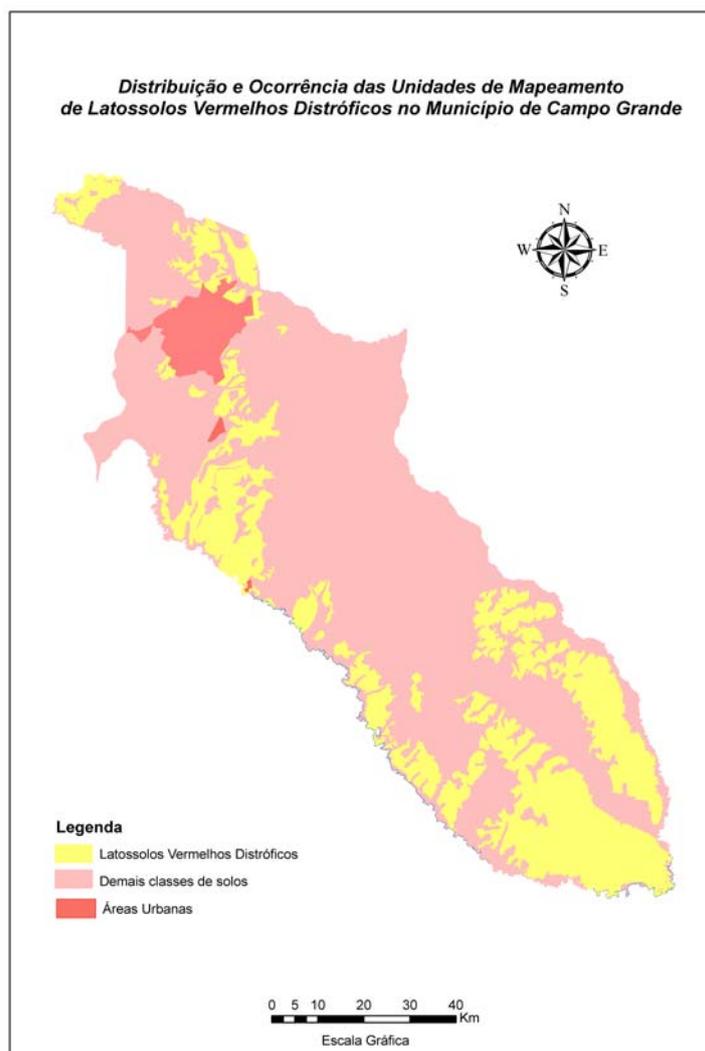


Figura 9: Distribuição e ocorrência das unidades de mapeamento com dominância de Latossolos Vermelhos Distróficos.

As figuras 10, 11 e 12 apresentam a distribuição e ocorrência das unidades de mapeamento onde predominam os Neossolos Litólicos, os Neossolos Quartzarênicos e os Planossolos Háplicos.

As unidades do mapa de solos com domínio de Neossolos Litólicos (Figura 10) ocorrem em apenas 7.500 ha que correspondem a cerca de 1% da área total do município.

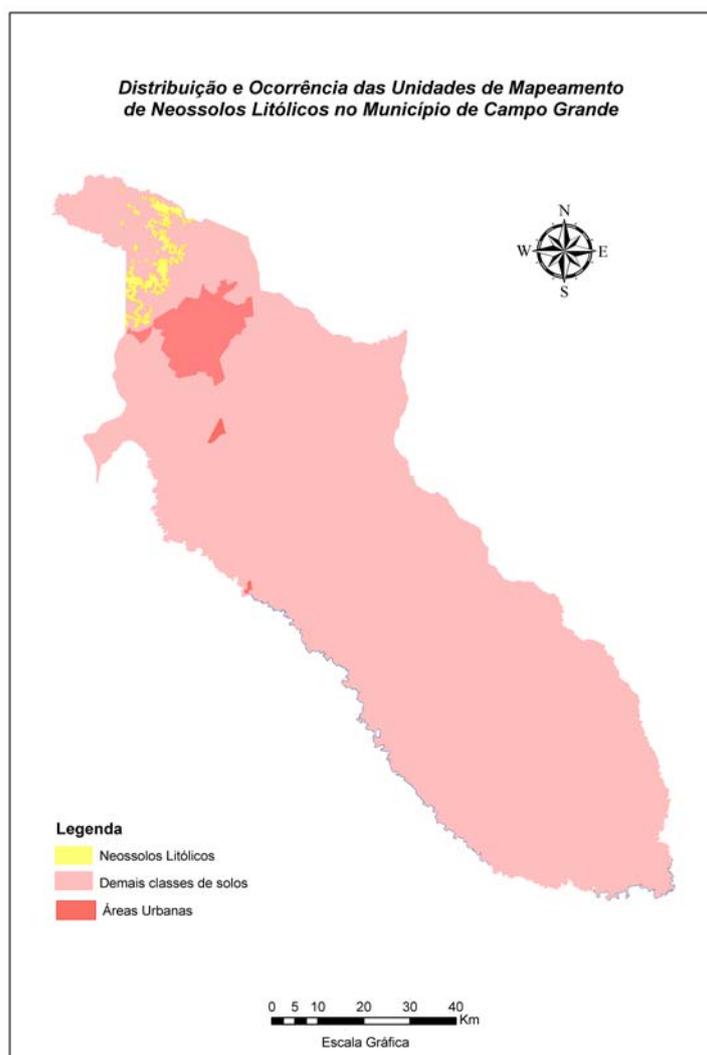


Figura 10: Distribuição e ocorrência das unidades de mapeamento com dominância de Neossolos Litólicos.

A figura 11 a seguir apresenta a ocorrência e a distribuição das unidades de mapa com domínio de Neossolos Quartzarênicos no mapa de solos do município de Campo grande que representam quase 370.000 ha ou cerca de 46% da área total do município.

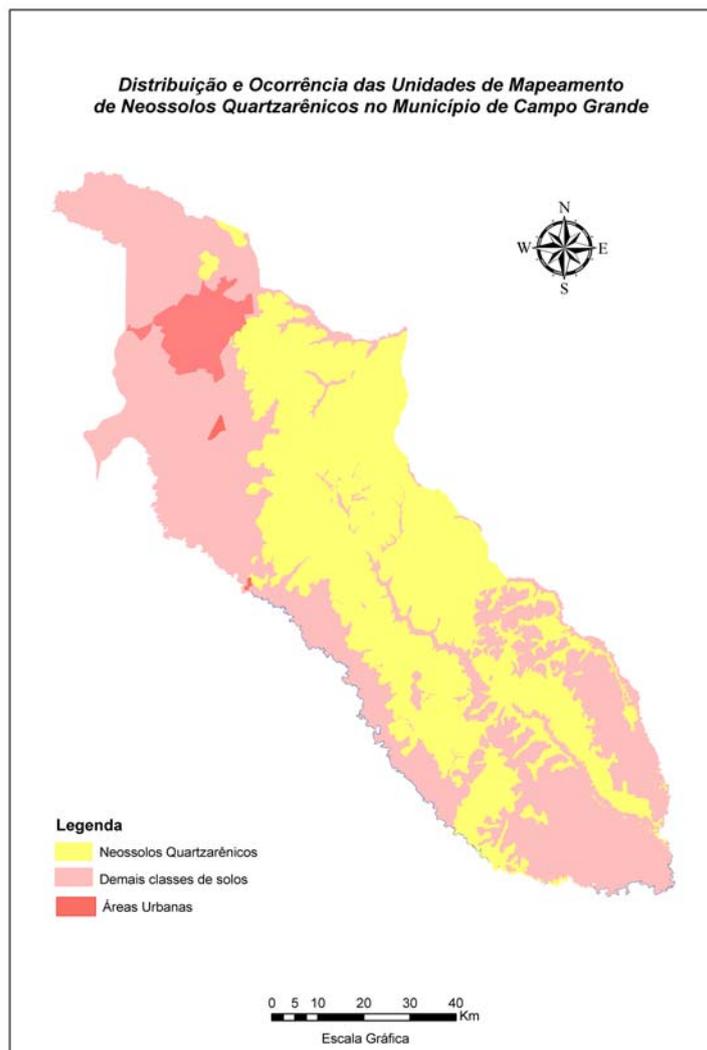


Figura 11: Distribuição e ocorrência das unidades de mapeamento com dominância de Neossolos Quartzarênicos.



Figura 12: Distribuição e ocorrência das unidades de mapeamento com dominância de Planossolos Háplicos.

5. CONCLUSÕES

O quadro 1, apresenta a área e o percentual de ocorrência das unidades de mapeamento do mapa de solos.

Quadro 1 - Unidades de mapeamento do mapa de solos do município de Campo Grande, respectivas áreas e distribuição relativa.

Unidades de Mapeamento	Área (Ha)	Área (km ²)	%
GXbd1	28,45	2.845,06	0,35
GXbd2	21,42	2.141,75	0,27
GXbd3	21,34	2.133,60	0,27
Gxbe	4,00	399,68	0,05
LAd1	11,82	1.181,96	0,15
LAd2	64,12	6.411,75	0,80
LAd3	10,91	1.091,09	0,14
LAd4	46,80	4.680,12	0,58
LVdf1	7,30	730,49	0,09
LVdf2	208,40	20.839,79	2,59
LVdf3	333,50	33.349,60	4,15
LVdf4	216,77	21.676,85	2,70
LVdf5	157,78	15.778,26	1,96
LVdf6	18,62	1.861,75	0,23
Lvef1	8,09	808,88	0,10
Lvef2	29,09	2.909,08	0,36
LVAad1	79,40	7.939,96	0,99
LVAad2	186,84	18.684,06	2,32
LVd1	7,33	733,06	0,09
LVd2	15,60	1.560,15	0,19
LVd3	39,15	3.915,16	0,49
LVd4	16,89	1.689,38	0,21
LVd5	714,00	71.399,96	8,88
LVd6	1.457,77	145.777,46	18,13
LVd7	99,75	9.974,60	1,24
RLe1	20,92	2.092,07	0,26
RLe2	54,86	5.486,23	0,68
RQo1	8,89	889,27	0,11
RQo2	655,67	65.567,14	8,16
RQo3	1.714,94	171.493,68	21,33
RQo4	1.308,82	130.881,82	16,28
SXd	152,57	15.256,76	1,90
Corpos de água	14,13	1.413,31	0,18
Área Urbana	302,86	30.285,51	3,77
Total	8.038,79	803.879,29	100,00

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEURLEN, k. A geologia pós 1956 algonquana do sul do Estado de Mato Grosso. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**. Rio de Janeiro. V. 163. 1956. p. 1-137.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL: Folha SF.21 - Campo Grande; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1982. 416 p. (Levantamento de Recursos Minerais, 28).

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do sul do Estado de Mato Grosso**. Rio de Janeiro, 1971. 839 p. ((Brasil. Ministério da Agricultura-DNPEA-DPP. Boletim Técnico, 18).

BROCH, S. A. O. Gerenciamento de recursos hídricos no mato grosso do sul. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBEA, 2000. 1 CD-ROM

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. 247 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília : Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 1995. 101 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: SBCS:CNPS, 1996. 83 p.

MATO GROSSO DO SUL. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL - SEPLAN-MS. **Macrozoneamento geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, 1989. 242p.

SCORZA, E. P. Considerações sobre o arenito Caiuã. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**. Rio de Janeiro. V.139, 1959. p.1-60.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

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