

**Zoneamento Agroecológico do
Município de Sonora - MS**





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1678-0892

Dezembro, 2011

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 177

Zoneamento Agroecológico do Município de Sonora - MS

César da Silva Chagas

Waldir de Carvalho Júnior

Ênio Fraga da Silva

Maurício Rizzato Coelho

Nilson Rendeiro Pereira

Maria José Zaroni

Fernando César Saraiva do Amaral

Silvio Barge Bhering

Alexandre Ortega Gonçalves

Ricardo de Oliveira Dart

Mário Luiz Diamante Aglio

Carlos Henrique Lemos Lopes

José Soares

Ailton Martins Amorim

Rio de Janeiro, RJ

2011

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1.024 - Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ.

Fone: (21) 2179-4500

Fax: (21) 2274-5291

Home page: www.cnps.embrapa.br

E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Daniel Vidal Pérez*

Secretário-Executivo: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Membros: *Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Humberto Gonçalves dos Santos, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro e Pedro de Sá Rodrigues da Silva.*

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisor de Português: *André Luiz da Silva Lopes*

Normalização bibliográfica: *Ricardo Arcanjo de Lima*

Foto da capa: *César da Silva Chagas*

Editoração eletrônica: *Felipe Ferreira Lisboa Luz*
Jacqueline Silva Rezende Mattos

1ª edição

1ª impressão (2011): online

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

C426z Chagas, César da Silva.

Zoneamento Agroecológico do município de Sonora - MS / César da Silva Chagas ... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011.

62 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 177).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: < <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes> >.

Título da página da Web (acesso em 21 dez. 2011).

1. Planejamento ambiental. 2. Ordenamento territorial 3. Uso e ocupação das terras. I. Carvalho Junior, Waldir. II. Silva, Ênio Fraga da. III. Coelho, Maurício Rizzato. IV. Pereira, Nilson Rendeiro. V. Zaroni, Maria José. VI. Amaral, Fernando César Saraiva do Amaral. VII. Bhering, Sílvio Barge. VIII. Gonçalves, Alexandre Ortega. IX. Dart, Ricardo de Oliveira. X. Aglio, Mário Luiz Diamante. XI. Lopes, Carlos Henrique Lemos. XII. Soares, José. XIII. Amorim, Ailton Martins. XIV. Título. XV. Série.

CDD (21.ed.) 631.47

© Embrapa 2011

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
1. Introdução	11
2. Metodologia	11
3. Resultados e discussão	34
4. Considerações Finais	44
5. Referências	46
Anexo -	49

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Município de Sonora (escala 1:100.000)

Mapa do Zoneamento Agroecológico da Uva no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Citrus no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Maracujá no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico da Goiaba no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico da Manga no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Mamão no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico da Banana no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Abacaxi no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Girassol no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Eucalipto no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico da Seringueira no Município de Sonora

Equipe Técnica

César da Silva Chagas

Pesquisador A Embrapa Solos.
E-mail: cesar@cnps.embrapa.br

Waldir de Carvalho Júnior

Pesquisador A Embrapa Solos.
E-mail: waldir@cnps.embrapa.br

Ênio Fraga da Silva

Pesquisador A Embrapa Solos
E-mail: enio@cnps.embrapa.br

Maurício Rizzato Coelho

Pesquisador A Embrapa Solos.
E-mail: mauricio@cnps.embrapa.br

Nilson Rendeiro Pereira

Pesquisador B Embrapa Solos.
E-mail: nilson@cnps.embrapa.br

Maria José Zaroni

Pesquisador B Embrapa Solos.
E-mail: zaroni@cnps.embrapa.br

Fernando César Saraiva do Amaral

Pesquisador A Embrapa Solos.
E-mail: fernando@cnps.embrapa.br

Silvio Barge Bhering

Pesquisador A Embrapa Solos.
E-mail: silvio@cnps.embrapa.br

Alexandre Ortega Gonçalves

Pesquisador A Embrapa Solos.
E-mail: aortega@cnps.embrapa.br

Ricardo de Oliveira Dart

Analista B Embrapa Solos.
E-mail: dart@cnps.embrapa.br

Mário Luiz Diamante Áglio

Assistente A Embrapa Solos.
E-mail: mario@cnps.embrapa.br

Carlos Henrique Lemos Lopes

Membro SEPROTUR

José Soares

Membro SEPROTUR

Ailton Martins Amorim

Membro SEPROTUR

Zoneamento Agroecológico do Município de Sonora - MS

Resumo

A Embrapa Solos, em parceria com a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agrário, da Produção, da Indústria, do Comércio e do Turismo – SEPROTUR, realizou o Zoneamento Agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul – Fase II - com objetivo de contribuir para a indicação de áreas passíveis de exploração agrícola sustentável. No desenvolvimento desse trabalho foram considerados aspectos legais, restrições ambientais, potencial das culturas, aspectos do clima, de geomorfologia e dos solos, todos integrados em um ambiente de sistema de informação geográfica com apoio de álgebra de mapas, no intuito de avaliar a adequabilidade de uso das terras e apresentar uma proposição de planejamento de uso e ocupação das terras. Os resultados desse trabalho foram consolidados por município e deram origem a este boletim de pesquisa. O município de Sonora apresenta um elevado grau de ação antrópica das terras, onde 73% das terras são utilizadas com pastagens e com agricultura e somente 14% apresentam certo grau de preservação, e os demais 13% são Pantanal. As zonas recomendadas para o uso com lavouras somam 713 km², ou o equivalente a 17% das terras do município, enquanto que as recomendadas para o uso com pastagens somam 2.402 km², o equivalente a mais de 58% da área total do município.

Palavras-chaves: planejamento de uso e ocupação das terras, planejamento ambiental, uso sustentável das terras, ordenamento territorial.

Agroecological Zonning Sonora Municipal District, MS

Abstract

Embrapa Soils in partnership with Bureau of Agricultural an Development of Mato Grosso do Sul State (SEPROTUR), elaborated the Agroecological Zonning of the Mato Grosso do Sul State (Stage II) to contribute to indicate areas where the agricultural exploitation can be done in sustainable way. During the development of this work, legal aspects, environmental restrictions, crops potential, climate conditions, geomorphology and soils were considered and integrated in a GIS environment, foccused to evaluate the suitability land use and present a map of land use planning. This research concern to all the Mato Grosso do Sul State and was consolidated by municipalities.

The Sonora municipality presents 73% of its lands associated with agricultural or pasture uses, and remain 14% with some preservation degree and 13 with Pantanal zone. The zones recommended to crop production are up to 713 km² (17%) and other zones indicated to pastures represents 2.402 km², or more than 58% of total area of the municipality.

Keywords: Land use planning, environmental planning, sustainability land use, zonning.

1. INTRODUÇÃO

O uso sustentável dos agroecossistemas requer a formulação de modelos de desenvolvimento conservacionistas, compreendendo um conjunto de práticas de conservação do solo, da água e da biodiversidade, analisados de forma integrada. Já no início dessa década, ciente destas questões, o Brasil, como os demais países signatários da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992, assumiu o compromisso de elaborar e implementar a sua própria Agenda 21, onde foram definidos seis eixos temáticos básicos, dentre os quais se destaca a busca por uma agricultura sustentável.

De acordo com a FAO (1997), o Zoneamento Agroecológico busca a definição de zonas homogêneas com base na combinação das características dos solos, da paisagem e do clima. Os parâmetros utilizados na definição são baseados nos requerimentos climáticos e edáficos das culturas e no sistema de manejo adotado. Cada zona agroecológica tem uma combinação similar de limitações e potencialidades de uso da terra que orientam as recomendações para a melhoria da situação de uso atual das terras através do aumento de produtividade e/ou pela redução de sua degradação. Desta forma, o Zoneamento Agroecológico é uma ferramenta fundamental de planejamento no esforço da busca de uma agricultura sustentável.

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados do Zoneamento Agroecológico realizado para o município de Sonora e reiterar a expectativa de que a incorporação de indicativos de produção, particularizadas por ambiente e condições climáticas, como sugeridas por esse trabalho possa oferecer maior segurança na indicação de áreas passíveis de exploração agrícola sustentável.

2. METODOLOGIA

2.1 Localização da área e caracterização do meio físico

O município de Sonora localiza-se na mesorregião centro-norte, microrregião do Alto Taquari no Estado do Mato Grosso do Sul, nas coordenadas geográficas 17° 34' 37" de latitude sul e de 54° 45' 28" de longitude oeste (Figura 1). Sua área total é de 4.075 km² segundo dados do IBGE, e sua população de cerca de 15.000 habitantes para o ano de 2010¹.

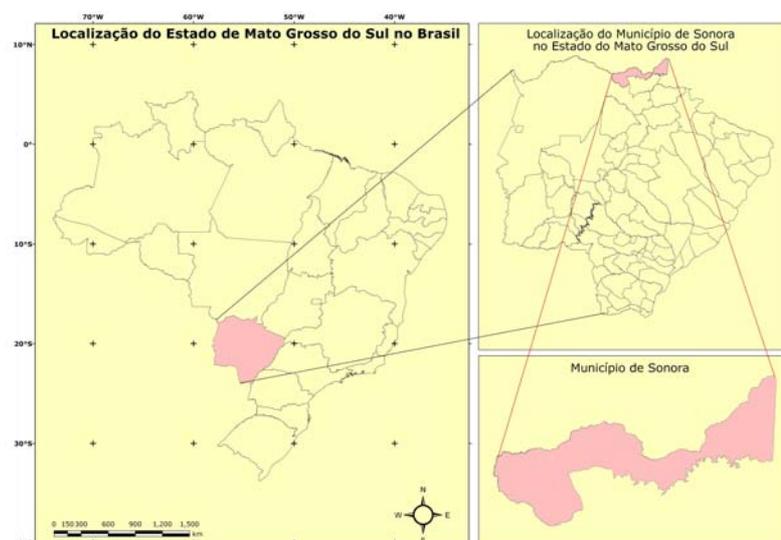


Figura 1. Mapa de localização do município de Sonora no Estado do Mato Grosso do Sul e no Brasil.

¹ (fonte <http://www.sidra.ibge.gov.br/>).

2.2 Informações temáticas

O processo de estratificação do ambiente natural do município de Sonora foi baseado no conceito de unidade de paisagem (BIRKELAND, 1984), aqui definida como uma entidade espacial na qual a geologia, a geomorfologia, o clima, o solo (tipo de solo, seus atributos e limitações), a vegetação e o tipo de uso do solo formam um conjunto representativo e homogêneo na paisagem, de acordo com a escala cartográfica adotada. Para tanto, foram utilizadas as seguintes informações, descritas a seguir.

2.2.1 Clima

A partir dos dados de temperatura do ar e precipitação pluviométrica proveniente do projeto de Zoneamento Climático da Cultura do Café (*Coffea arabica*) no Estado do Mato Grosso do Sul (ALFONSI et al., 2006), foram elaborados os seguintes estudos:

1) Balanço Hídrico - calculado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), considerando como 100 mm a capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) e utilizando procedimentos computacionais elaborados por Rolim e Sentelhas (1999). A classificação climática foi realizada conforme Gonçalves et al. (2005).

2) Evapotranspiração Potencial (EP) - calculada, mensalmente, pelo método de Thornthwaite (1948). Com base na precipitação e na evapotranspiração potencial (THORNTHWAITE; MATHER, 1955), estimou-se a evapotranspiração real (ER), a deficiência hídrica (DEF) e o excedente hídrico (EXC) para cada ano, a partir dos quais, foram obtidos o índice hídrico (IH), o índice de umidade (IU) e o índice de aridez (IA) pelas seguintes equações:

$$IH = (100 \times EXC - 60 \times DEF) / EP \quad (1)$$

$$IU = (100 \times EXC) / EP \quad (2)$$

$$IA = (100 \times DEF) / EP \quad (3)$$

O Estado de Mato Grosso do Sul está numa 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.

A classificação climática do município de Sonora, segundo critério de Koppen (1948) remonta à tipologia "Aw" descrita a seguir: Clima tropical, com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do ar do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações pluviométricas são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm. Apresenta estação seca que varia de 3 a 4 meses e estende-se entre os meses de maio a setembro, onde os totais pluviométricos médios são inferiores a 50 mm (Quadro 1).

Em geral, a precipitação média anual supera os 1.400 mm. Ao contrário da temperatura, cuja média anual é de 23,7°C, a precipitação média mensal apresenta uma grande estacionalidade, concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março), que é a estação chuvosa. Curtos períodos de seca, chamados de veranicos, podem ocorrer em meio a esta estação, criando sérios problemas para a agricultura. No período de maio a setembro os índices pluviométricos mensais reduzem-se bastante, podendo chegar a zero (Quadro 1).

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

Estação:	Sonora		Município:	Sonora			
Latitude:	-17,58		Longitude:	-54,74		Altitude (m):	400
Obs:	25,2	20,2					
MÊS	T (°C)	P (mm)	ETO (mm)	ETR(mm)	EXC(mm)	DEF(mm)	
JAN	25,0	268,0	129,7	129,7	138,3	0,0	
FEV	25,1	197,0	116,1	116,1	80,9	0,0	
MAR	24,0	168,0	122,9	122,9	45,1	0,0	
ABR	24,3	82,0	104,7	102,3	0,0	2,4	
MAI	22,4	67,0	81,7	77,9	0,0	3,8	
JUN	22,1	29,0	73,6	53,8	0,0	19,8	
JUL	20,2	17,0	58,1	31,8	0,0	26,3	
AGO	22,2	14,0	78,4	27,9	0,0	50,5	
SET	23,8	72,0	96,9	75,4	0,0	21,5	
OUT	25,2	122,0	123,6	122,2	0,0	1,4	
NOV	24,8	197,0	118,9	118,9	0,0	0,0	
DEZ	25,1	230,0	130,7	130,7	89,2	0,0	
ANUAL	23,7	1463,0	1235,4	1109,6	353,4	125,8	
lh	22,5	Clima: Úmido Megatérmico					
lu	28,6	Köppen: Aw					
		Meses secos**:		3			
la	10,2						

*Coordenadas geográficas expressas em decimal. *Precipitação mensal < 60 mm.

A deficiência hídrica anual é de aproximadamente 125 mm, e o excedente hídrico de 350 mm, isto considerando a CAD (capacidade de água disponível) igual a 100 mm. O período de deficiência hídrica estende-se entre os meses de abril / maio até outubro (Figura 2).

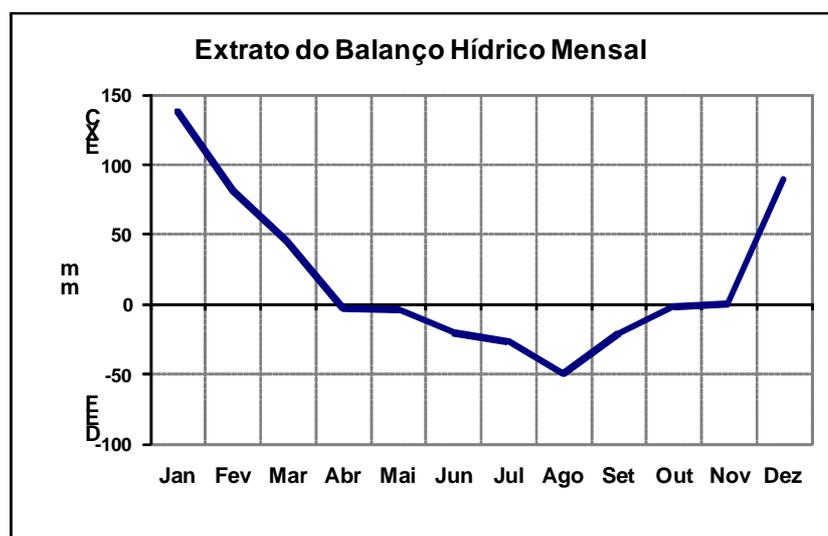


Figura 2. Representação do balanço hídrico, estratificando os períodos de retirada e reposição de água, para o município de Sonora, MS.

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 Sonora (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 Sonora apresentadas a seguir.

Região das Altas Bacias dos Rios Taquari e Itiquira – A:

Essa unidade geomabiental compreende uma vasta superfície no Estado do Mato Grosso do Sul. Caracteriza-se por apresentar topografia variada com altimetrias que vão de 380 até 850m, constituída por chapadões, planaltos e depressões, e que foi submetida a sucessivas reativações, soerguimentos e basculamentos durante o Cenozóico, estimulando a erosão da parte soerguida e conseqüentemente o escavamento das depressões interiores.

É representada por áreas de coberturas meso-cenozóicas, recobrando litologias paleozóicas, da Bacia Sedimentar do Paraná. Os chapadões com sedimentos terciários, caracterizam-se por apresentar superfícies planas ou suavemente dissecadas com fraca inclinação. Essa cobertura tem espessura de 20 a 40 m, constituída por colúvios pedogeneizados. Os planaltos e depressões são constituídos de litologias predominantemente areníticas e subordinadamente siltitos e argilitos.

Região dos Patamares e Escarpas da Borda Ocidental da Bacia do Paraná – B:

Essa unidade geoambiental domina a maior parte do município de Sonora, sendo constituída por litologias paleozóicas e mesozóicas, associadas a borda ocidental da Bacia do Paraná com altimetrias variando de 200 a 600 m, individualiza em três compartimentos geomorfológicos: Primeiro Patamar, Depressão Interpatamares e Segundo Patamar.

O Primeiro Patamar corresponde a faixa marginal, incluindo as escarpas regionalmente conhecidas como serra do Pantanal e serra de Maracajú, as quais são representadas por uma frente de “cuestas” dispostas SSO – NNE, com suave curvatura. Essa área foi esculpida na Formação Furnas, constituída por arenitos com níveis de conglomerados e siltitos argilosos, que sobrepõem às rochas pré – cambrianas do Grupo Cuiabá e as Intrusivas Ácidas Cambro – ordovicianas

A Depressão Interpatamares é constituída por litologias devonianas e permo - carboníferas das Formações Ponta Grossa e Aquidauana. Essa depressão forma um corredor rebaixado entre o reverso da “cuesta” (a oeste) e as escarpas (a leste), que recebem denominações locais de serras, como Serra Preta, da Barretina, do Barreiro, Caracol, São Domingos e Maracaju. A presença da falha Sonora – Coxim, de direção N-S, no contato das Formações de Furnas e Ponta Grossa, associada a falhas menores de mesma direção, entre as Formações Ponta Grossa e Aquidauana, mostra desníveis, traduzidos com abatimento de blocos escalonados.

O Segundo Patamar é esculpido em litologias areníticas da Formação Botucatu, constituindo um desdobramento do relevo cuestiforme com caimento para leste. Na borda oeste desse patamar, a drenagem registra profundas incisões nesses relevos monoclinais, chegando ao desmantelamento dessas formas. No reverso, o relevo apresenta modelados planos e formas dissecadas, entretanto, com menor energia que os da borda, a ocidente.

Região Pantaneira de Transição – M:

A região em pauta constitui um vão deprimido, com altimetrias variando de 100 a 300 m e situado entre as bordas orientais do Planalto da Bodoquena e as escarpas da serra de Maracaju, ensejando identidade com a terminação da planície sedimentar. Sua gênese está vinculada a soerguimentos pós-terciário, acompanhados de circundesnudação na periferia da Bacia Sedimentar do Paraná. No corredor deprimido, encontram-se superfícies pediplanadas e modelados de dissecação de topos colinosos e tabulares, em litologias pré – cambrianas do Grupo Cuiabá. A faixa pediplanada une-se em aclave às escarpas do planalto através de pedimentos. Os processos erosivos que afetaram essa região obliteraram a estrutura, porém, a influência da litologia é marcante, tanto nos tipos de modelados, como nas formações superficiais ou nas características dos solos. Nos relevos colinosos, a superfície é recoberta por pavimento detrítico, de natureza quartzosa, proveniente dos diques de quartzo da área.

Região Pantaneira – P:

Essa unidade geoambiental é constituída por uma extensa superfície de acumulação, de topografia bastante plana, com cotas variando entre 80 e 150 m com complexa rede hidromórfica e, frequentemente sujeita a inundações periódicas, sendo o rio Paraguai o principal eixo da drenagem regional.

No município de Sonora, essa unidade geoambiental apresenta mínima representatividade, estando associada exclusivamente a várzea do próprio Sonora, na sua porção oeste numa região ainda de transição.

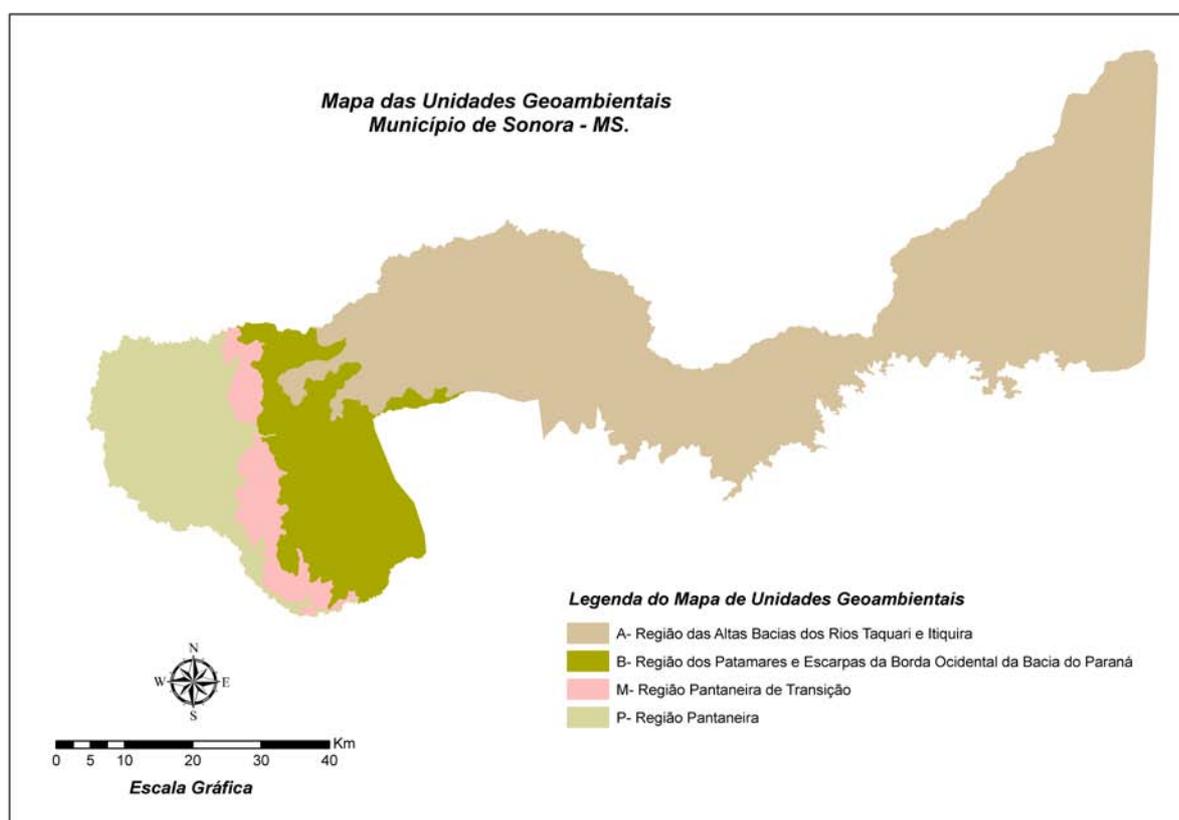


Figura 3. Mapas das Unidades Geoambientais no município de Sonora, MS.

2.2.3 Declividade

A declividade tem sido considerada um dos mais importantes atributos do terreno que controlam os processos pedogenéticos, pois afetam diretamente a velocidade do fluxo superficial e subsuperficial de água e consequentemente o teor de água no solo, o potencial de erosão/deposição e muitos outros processos importantes (GALLANT, 2000).

O mapa de classes de declividade foi derivado a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) do município de Sonora. O processamento foi realizado a partir dos dados relativos às curvas de nível, com equidistância vertical de 40 m, hidrografia e pontos cotados contidos nas cartas topográficas, na escala de 1:100.000, referentes as folhas Morro Formoso; Córrego Benjamin; Córrego Cachoeira; Serra Preta; Itiquira; Rio Itiquira; Vila Buriti. O método escolhido para a elaboração do Modelo Digital de Elevação foi baseado no ajustamento da superfície, utilizando o módulo TOPOGRID do programa ARC/INFO. Em seguida, o mapa obtido foi reclassificado de acordo com as seguintes classes de declividade, conforme Embrapa (2006): 0 a 3%, 3 a 8%, 8 a 20%, 20 a 45% e > 45% (Figura 4).

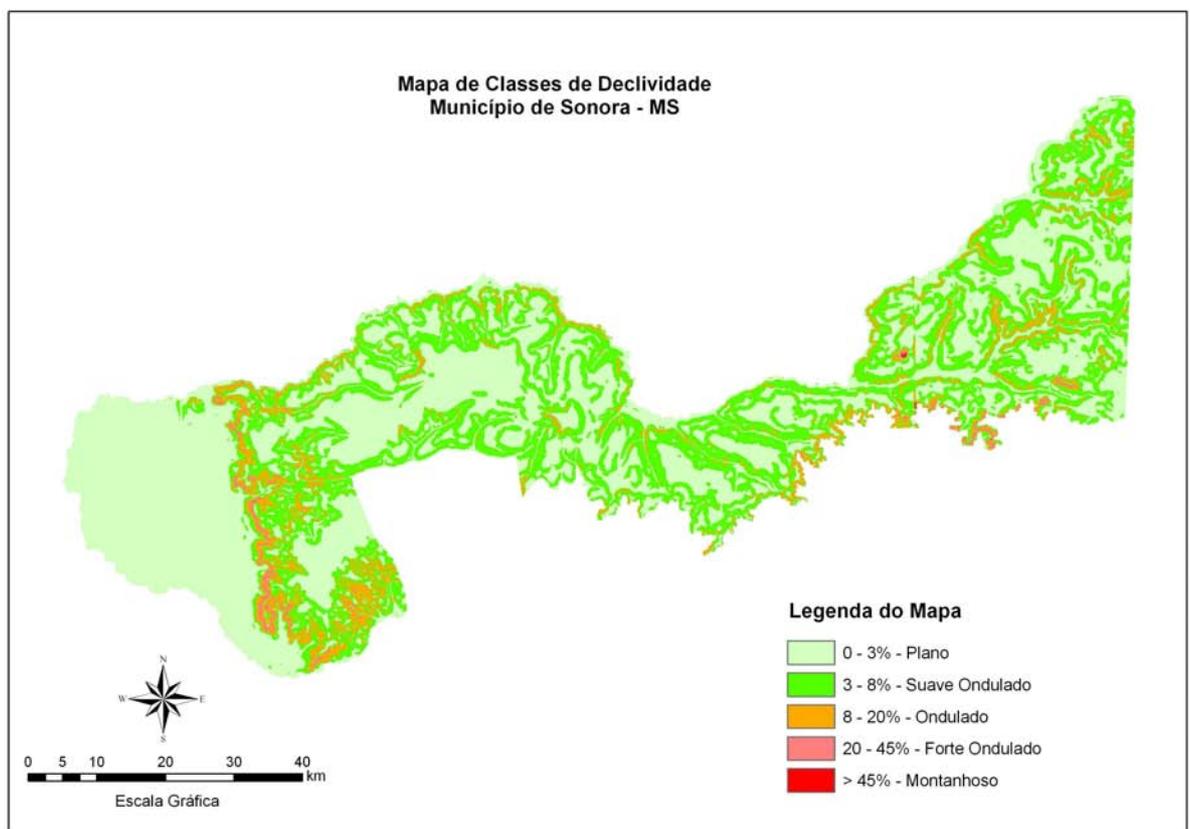


Figura 4. Mapa de classes de declividade do município de Sonora, MS.

2.2.4 Solos

Os dados sobre os solos foram obtidos no Levantamento de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos do Município de Sonora (EMBRAPA, 2010), elaborado na escala 1:100.000. Com base nas características dos solos componentes das unidades de mapeamento de solos (Tabela 1) e na análise dos perfis representativos destas unidades foram elaborados os mapas de fertilidade, drenagem interna e capacidade de retenção de água no solo, que foram utilizados para auxiliar na avaliação da aptidão agroecológica das terras do município. Os critérios utilizados para a elaboração destes mapas são apresentados adiante.

2.2.4.1 Fertilidade

A avaliação do nível de fertilidade natural dos solos permite o estudo dos níveis de fornecimento de minerais e de outras substâncias as quais as plantas requerem, assim como, avaliar a capacidade da planta de expressar todo o seu potencial produtivo.

Os solos do município foram enquadrados em quatro classes de fertilidade:

1) Elevada - Nessa classe estão enquadrados os solos que possuem elevada reserva de nutrientes para as plantas, sem apresentar toxicidade por sais solúveis, sódio trocável ou outros elementos prejudiciais ao desenvolvimento das plantas. Solos pertencentes a esta classe apresentam mais de 80% de saturação por bases, soma de bases acima de 6 cmol_c kg⁻¹ de solo e são livres de alumínio extraível na camada arável. A condutividade elétrica é menor que 4 dS m⁻¹ a 25°C e a concentração de sódio menor que 6%.

2) Limitada - Nessa classe estão enquadrados os solos com limitada reserva de nutrientes para as plantas, referente a um ou mais elementos, podendo conter elementos com concentração levemente tóxica. Durante os primeiros anos de utilização agrícola, essas terras permitem bons rendimentos, verificando-se posteriormente (supostamente depois de cinco anos), um rápido declínio na produtividade. Torna-se necessária a aplicação de fertilizantes e corretivos após as primeiras safras.

3) Baixa - Nessa classe estão associados solos com textura arenosa. Os solos enquadrados nesta classe, normalmente, apresentam baixíssimas reservas de nutrientes, pH baixo e elevada concentração de elementos tóxicos, notadamente alumínio e/ou manganês.

4) Muito baixa - Nessa classe estão enquadrados os solos com reservas muito limitadas de um ou mais elementos nutrientes, podendo conter sais tóxicos em quantidade tais que permitem apenas o desenvolvimento de plantas com tolerância aos sais. Normalmente se caracterizam pela baixa soma de bases trocáveis (excluindo o sódio), podendo estar a condutividade elétrica quase sempre entre 4 e 15 dS/m⁻¹ a 25°C e a saturação por sódio acima de 15%. Os solos do município foram enquadrados nas classes de fertilidade conforme pode ser visualizado na tabela 1.

2.2.4.2 Capacidade de retenção de água

A capacidade de um solo em armazenar água para o crescimento e desenvolvimento das plantas está relacionada a vários atributos físicos e químicos dos solos, dentre eles, a granulometria, a estrutura, a capacidade de retenção de cátions (CTC) e o teor de matéria orgânica no solo. Devido à impossibilidade de determinação direta da capacidade de retenção da água dos solos do município face a não disponibilidade de dados, optou-se por se realizar uma avaliação qualitativa com base na relação entre este parâmetro e a granulometria do solo, conforme utilizado por Sans et al. (2001). As classes consideradas foram:

1) Alta - Foram agrupados nesta classe os solos que apresentam alta capacidade de retenção de água (> 60 mm), ou seja, solos com teor de água disponível > 15% e teor de argila superior > 35%. De acordo com Sans et al., (2001), solos tipo 3.

2) Moderada - Pertencem a esta classe os solos que apresentam média capacidade de retenção de água (40 mm), ou seja, solos com teor de água disponível entre 5 e 15%. Nesta classe foram agrupados os solos que apresentam textura média (> 15 e < 35% de argila). Solos tipo 2;

3) Baixa - Nesta classe foram agrupados os solos que apresentam baixa capacidade de retenção de água, entre 20 e 40 mm de armazenamento de água na zona radicular (50 cm). Solos considerados como pertencentes ao tipo 1;

4) Muito baixa - Nesta classe foram agrupados os solos que apresentam muito baixa capacidade de retenção de água, inferior a 20 mm de armazenamento de água na zona radicular (50 cm). Aqui foram enquadrados os solos que apresentam normalmente menos do que 15% de argila até uma profundidade mínima de 50 cm. Solos correspondentes ao tipo 1.

Conforme pode ser visualizado na tabela 1.

2.2.4.3 Drenagem interna

Excetuando-se algumas especificidades como a da cultura do arroz quando cultivado sob condição de inundação, as plantas cultivadas geralmente apresentam maiores produtividades quando cultivadas em solos profundos e bem drenados. Desta maneira, as seguintes classes de drenagem interna dos solos foram descritas (EMBRAPA, 2006).

1) Boa - Nessa classe foram agrupados os solos pertencentes às classes de drenagem excessivamente, fortemente, acentuadamente e bem drenada, nas quais a água é removida do solo rapidamente;

2) Moderada - Foram considerados como pertencentes a essa classe os solos classificados como moderadamente drenados, nos quais a água é removida do solo um tanto lentamente, de modo que o perfil permanece molhado por pouco tempo. Normalmente, apresentam camada impermeável em profundidade, com presença de lençol freático acima dela;

3) Imperfeita - Nessa classe estão os solos que apresentam drenagem imperfeita, em que a água é removida do solo lentamente, de modo que este permanece molhado por um período significativo, mas não durante todo o ano. A camada impermeável, se ocorrer, estará mais superficial e o solo, recebe translocações laterais de água. Normalmente, apresentam mosqueados ou zonas de redução em subsuperfície;

4) Ruim - Os solos enquadrados nessa classe são mal a muito mal drenados, onde a água é removida do solo tão lentamente que esse permanece molhado por boa parte do ano. O lençol freático está próximo ou na superfície do solo durante considerável parte do ano. São frequentes a ocorrência de gleização e o acúmulo de material orgânico. Na tabela 1 são descritas as avaliações das classes de drenagem das unidades de mapeamento identificadas no município de Sonora.

Tabela 1. Avaliação pedológica e valor K calculado para as unidades de mapeamento do levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do município de Sonora, MS.

Símbolo da Unidade de Mapeamento de Solos	Classes de Solos Dominantes na Unidade de Mapeamento de Solos	Classe Fertilidade Reserva Nutrientes	Capacidade de Água Disponível	Classe de Drenagem	Valor K
GXbd	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico e neofluvissólico, ambos gleissólicos, textura indiscriminada, A moderado,	Moderada	Moderada	Muito Mal	0,1017
LVw1	LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico, textura argilosa e muito argilosa,	Moderada	Alta	Boa	0,0179
LVw2	LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico, textura muito argilosa e argilosa, A moderado,	Moderada	Alta	Boa	0,0066
LVd1	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico psamítico e típico, textura arenosa/média, A moderado	Moderada	Baixa	Boa	0,1393
LVd2	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura arenosa/média, A moderado	Moderada	Baixa	Boa	0,1181
LVd3	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média/argilosa	Moderada	Moderada	Boa	0,1022
LVd4	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média, A moderado	Moderada	Moderada	Boa	0,1052
LVd5	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa	Moderada	Alta	Boa	0,0094
LVAAd	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico	Moderada	Moderada	Boa	0,0454
RQg1	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico, A moderado,	Baixa	Muito Baixa	Imperfeita	0,2233
RQg2	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico, A moderado,	Baixa	Muito Baixa	Imperfeita	0,1939
RQo1	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A fraco,	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1567

RQo2	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO típico, A fraco	Órtico	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1288
RQo3	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO típico, A fraco,	Órtico	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1983
RQo4	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO típico, A fraco,	Órtico	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1661
RQo5	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO típico, A fraco,	Órtico	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1235
RQo6	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO típico, A fraco,	Órtico	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1300
RQo7	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO típico, A fraco	Órtico	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1500
RQo8	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO típico, A fraco e moderado,	Órtico	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1428
RQo9	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO típico, A fraco	Órtico	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1232
RQo10	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO típico, A fraco,	Órtico	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1127
RQo11	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO típico, A fraco	Órtico	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1273
RQo12	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO típico, A fraco,	Órtico	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1098
RQo13	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO típico, A fraco,	Órtico	Baixa	Muito Baixa	Boa	0,1098
RLd1	NEOSSOLO Distrófico arenosa e média,	LITÓLICO típico, textura	Moderada	Muito Baixa	Moderada	0,1167
RLd2	NEOSSOLO Distrófico arenosa e média,	LITÓLICO típico, textura	Moderada	Muito Baixa	Moderada	0,1167
RLd3	NEOSSOLO Distrófico arenosa e média, A fraco e moderado,	LITÓLICO típico, textura	Moderada	Muito Baixa	Moderada	0,0540

SXd1	PLANOSSOLO Distrófico arênico e típico, textura arenosa/média, A fraco,	HÁPICO	Baixa	Baixa	Moderada	0,1150
SXd2	PLANOSSOLO Distrófico arênico e típico	HÁPICO	Baixa	Baixa	Moderada	0,1072

2.2.5 Fragilidade ambiental

A fragilidade ambiental das terras do município de Sonora, aqui entendida como risco potencial de degradação do ambiente natural, relacionada à erosão do solo, foi estimada com base no Potencial Natural de Erosão (PNE) que os solos apresentam. O Potencial Natural de Erosão, definido através dos termos da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) proposta por Wischmeier e Smith (1978), considera apenas os fatores que representam os parâmetros do meio físico e corresponde às estimativas de perdas de solos em áreas destituídas de vegetação natural e sem intervenção antrópica, sendo definido pela equação 4.

$$PNE = RKLS \quad (4)$$

onde: PNE = Potencial Natural de Erosão (PNE) ($t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); R = fator erosividade da chuva ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); K = fator erodibilidade do solo ($t \text{ h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$); L = fator comprimento de rampa (adimensional); e S = fator declividade (adimensional). A seguir são descritos os procedimentos utilizados para obtenção dos parâmetros da equação para cálculo do Potencial Natural de Erosão.

As classes de fragilidade ambiental, baseadas no Potencial Natural de Erosão-PNE, empregadas neste trabalho são apresentadas na Tabela 2.

2.2.5.1 Erosividade da Chuva (Fator R)

A erosividade da chuva para o município de Sonora foi estimada com base na equação desenvolvida por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), que por sua vez, utiliza registros pluviométricos como médias mensais e anuais de chuva a partir do coeficiente de Fournier (FOURNIER, 1960), modificado por Lombardi Neto (1977). A equação empregada é definida a seguir.

$$EI = 68,73(R_c)^{0,841} \quad (5)$$

Onde: EI = índice de erosividade; e R_c = coeficiente de chuva.

Sendo que o coeficiente de chuva é definido conforme a equação 6.

$$R_c = (p)^2/P \quad (6)$$

Onde: p = precipitação média mensal; e P = precipitação média anual.

O valor de erosividade obtido para o município de Sonora foi de $7.395 \text{ Mj mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, valor considerado muito alto. As classes de fragilidade ambiental, baseadas no PNE, empregadas neste trabalho são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Classes de Fragilidade Ambiental com base no Potencial Natural de Erosão.

Classe de Fragilidade Ambiental	Valor do Potencial Natural de Erosão (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)
Baixa	0 - 10
Moderada	11 - 50
Alta	51 - 200
Muito Alta	> 201

2.2.5.2 Erodibilidade do Solo (fator K)

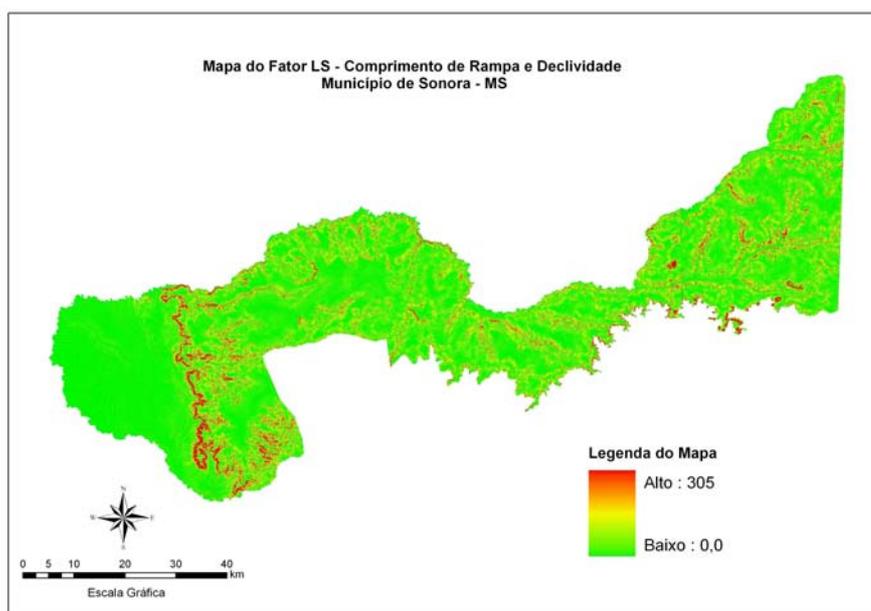
O fator de erodibilidade dos solos identificados no Levantamento de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos do Município de Sonora (EMBRAPA, 2010) foi estimado através da utilização da equação 7, conforme utilizado por Mannigel (2002) na estimativa da erodibilidade dos solos de São Paulo.

$$\text{Fator K} = [(\% \text{areia} + \% \text{silte}) / (\% \text{argila})] / 100 \quad (7)$$

O fator K foi calculado para cada componente de unidade de mapeamento, com base nos dados de perfis representativos das classes de solos identificadas no município, considerando-se a média ponderada dos sub-horizontes até uma profundidade de 100 cm. Visto que as unidades de mapeamento estabelecidas possuem até três componentes foi obtido um fator K para cada uma destas unidades, por meio do cálculo da média ponderada, levando-se em conta a proporção que cada componente tem na unidade de mapeamento. Os resultados obtidos foram apresentados na Tabela 1.

2.2.5.3 Comprimento de Rampa e Declividade (fator LS)

O mapa de classes do comprimento de rampa e declividade - fator LS foi obtido utilizando-se a rotina desenvolvida por Engel (2003) para o programa ArcView, a partir do Modelo Digital de Elevação - MDE do município de Sonora, conforme Figura 5.

**Figura 5.** Mapa do fator topográfico – LS do município de Sonora, MS.

2.2.5.4 Potencial natural de erosão

O mapa do Potencial Natural de Erosão (PNE) do município de Sonora foi obtido utilizando-se uma álgebra de mapas no programa ArcGIS 9.0, conforme a equação 4. O resultado final para este tema é mostrado na Figura 6.

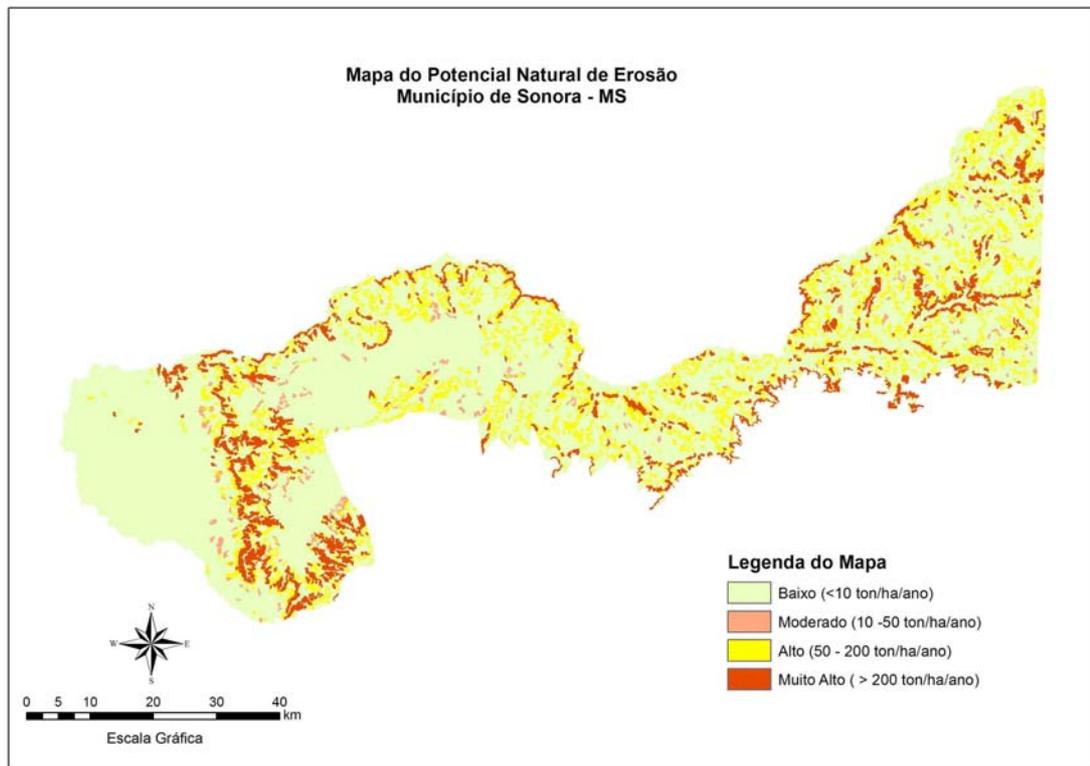


Figura 6. Mapa de classes do Potencial Natural de Erosão (PNE) do município de Sonora, MS.

2.2.6 Uso e Cobertura Vegetal das Terras

O mapa de uso e cobertura vegetal das terras foi elaborado a partir das imagens obtidas pelo satélite CBERS 2, bandas 2, 3 e 4 do sensor CCD, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE no site <http://www.cbbers.inpe.br>. As características deste sensor são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Principais características da câmera CCD do satélite CBERS 2.

Sensor	Características	
CCD	Faixa espectral	Banda 1: 0,45 - 0,52 μm (azul) Banda 2: 0,52 - 0,59 μm (verde) Banda 3: 0,63 - 0,69 μm (vermelho) Banda 4: 0,77 - 0,89 μm (Infravermelho próximo) Banda 5: 0,51 - 0,73 μm (pan)
	Resolução espacial	20 metros
	Largura da faixa imageada	113 km
	Resolução temporal	26 dias com visada vertical (3 dias com visada lateral)

Inicialmente, as imagens foram corrigidas geometricamente com base nas cartas topográficas do IBGE, para o sistema de coordenadas UTM (Projeção Universal de Mercator), *datum* Córrego Alegre, zona 22S. Em seguida, foram associadas no programa de processamento de imagens ENVI, versão 4.2, e recortadas com base no limite do município de Sonora para obtenção da área final de interesse.

De modo a reduzir a subjetividade inerente à interpretação visual, e aproveitar as vantagens do processo automático de análise de dados de sensoriamento remoto, entre elas, a otimização de tempo no processo de classificação, optou-se pela utilização da classificação automática da imagem, embora as imagens apresentassem alguns ruídos que não puderam ser removidos. Para tanto, foram utilizados pontos de controle coletados com GPS (Global Position System) no campo por ocasião dos trabalhos de campo referentes à elaboração do levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do município de Sonora (EMBRAPA, 2010).

Finalmente, realizou-se uma classificação supervisionada, utilizando o algoritmo de máxima verossimilhança (MAXVER) disponível no programa de processamento de imagens ENVI versão 4.2. A classificação utilizando este algoritmo assume que a estatística de cada classe em cada banda utilizada é normalmente distribuída e calcula a probabilidade de que um determinado pixel pertença a uma classe específica. Assim, cada pixel da imagem é enquadrado numa classe de maior probabilidade de ocorrência (RICHARDS, 1999).

Em função das características de utilização das terras do município de Sonora, onde predomina a pecuária extensiva (IBGE, 2007a, 2007b) e para atender aos objetivos deste estudo foram consideradas apenas duas classes de uso e cobertura vegetal, que são:

- a) vegetação natural, que engloba áreas com vegetação primária e vegetação secundária em vários estágios e de diferentes tipos;
- b) pastagens e áreas de agricultura e solo exposto. A partir de então se elaborou o mapa de uso e cobertura das terras do estado, na escala de 1:100.000 (Figura 7).

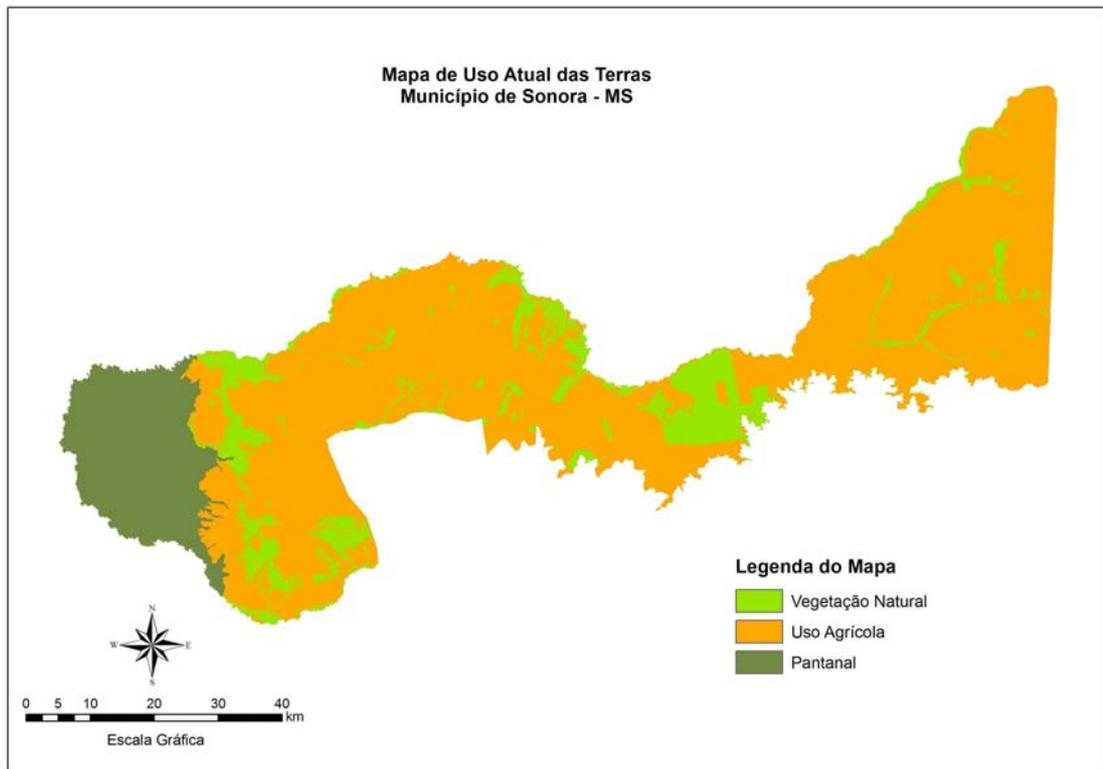


Figura 7. Mapa de classes de uso e cobertura vegetal do município de Sonora, MS.

2.3 Análise integrada das informações para o zoneamento agroecológico

De modo a facilitar a compreensão da metodologia de integração das informações utilizada neste estudo a Figura 8 apresenta a sistemática aqui empregada, a qual conjuga os diferentes níveis de informação, detalhadas nos itens subsequentes.

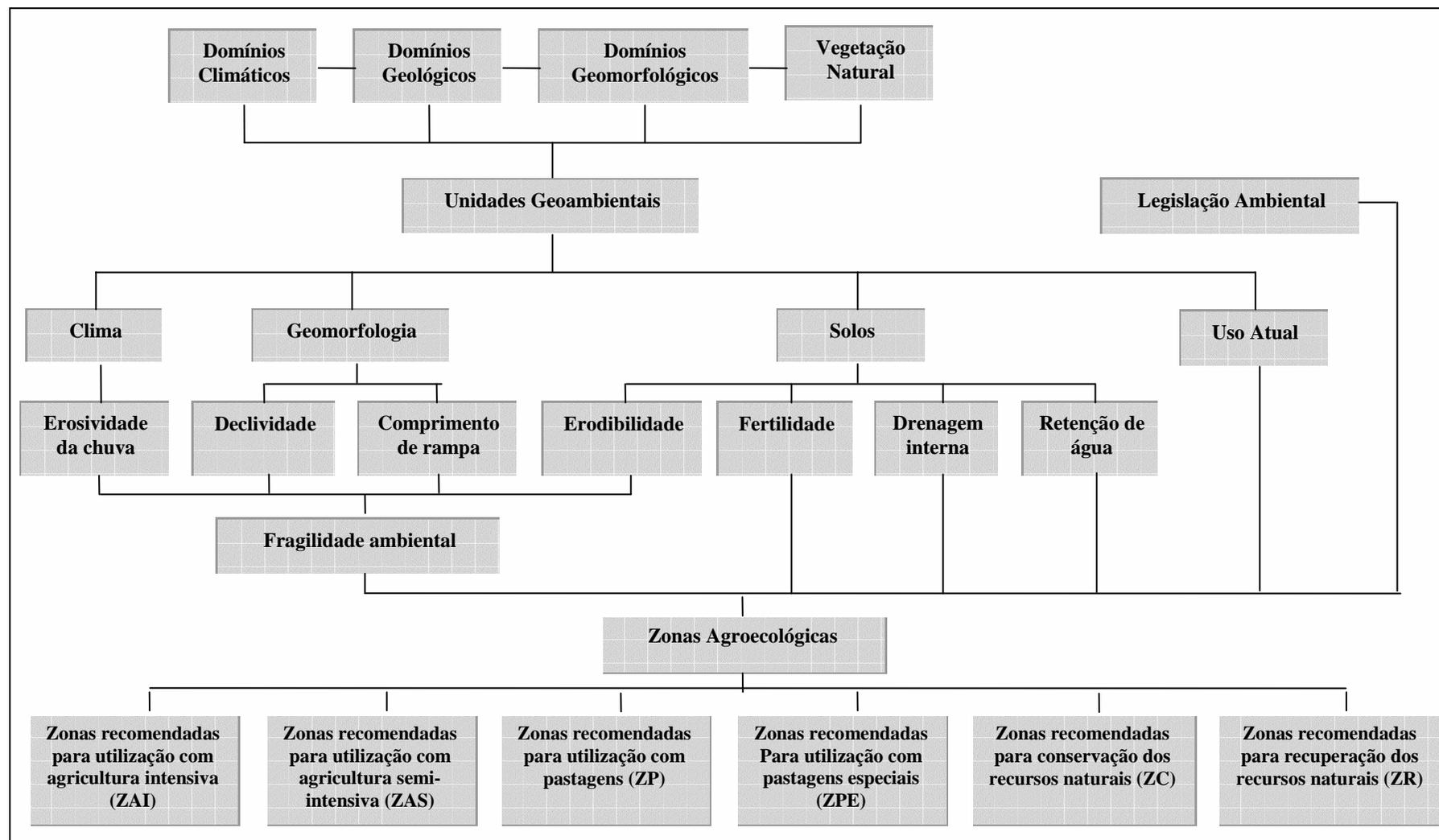


Figura 8. Diagrama da metodologia adotada na análise integrada das informações para o zoneamento agroecológico.

2.3.1 Unidades Geoambientais

As Unidades Geoambientais constituem-se no 1º nível hierárquico do Zoneamento Agroecológico, sendo, portanto, o de caráter mais generalizado. Estas refletem de maneira geral, as características geomorfoclimáticas de uma região do estado e foram obtidas a partir da integração do clima, da geologia, da geomorfologia e da vegetação, conforme estabelecido no Macrozoneamento Geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul (MATO GROSSO DO SUL, 1989), complementados por estudos mais recentes adaptados ao nível de detalhe deste trabalho. O município de Sonora está inserido nas unidades geoambientais da Região dos Patamares e Escarpas da Borda Ocidental da Bacia do Paraná; Região Pantaneira de Transição, Região Pantaneira e Região das Altas Bacias do Taquari e do Itiquira, conforme pode ser visualizado na Figura 3 apresentada anteriormente.

2.3.2 Legislação Ambiental

Em função da necessidade de delimitação dos espaços definidos pela legislação ambiental, foram identificadas, sempre que possível, as áreas especiais representadas pelas unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável e outras porções territoriais que apresentam impedimentos legais e/ou normatização de uso, enfatizando-se desta forma, tal qual definido por Ab'Saber (1989) a necessidade de preservação destas áreas.

Estas áreas constituem em conjunto com as Unidades Geoambientais, o 1º nível hierárquico do Zoneamento Agroecológico e independem de uma análise do quadro dos recursos naturais e socioeconômicos (EMBRAPA, 2003).

No caso do município de Sonora, face às restrições de escala cartográfica, foram consideradas apenas as áreas de preservação permanentes localizadas ao longo dos rios e cursos d'água, ao redor de lagoas e de nascentes, e nas bordas de chapadas, conforme estabelecido no Código Florestal (Lei nº 4.771 de 15.10.1965) vista a impossibilidade cartográfica de delineamento das demais áreas de preservação contempladas pela legislação.

2.3.3 Zonas Agroecológicas

Os parâmetros utilizados na definição das Zonas Agroecológicas foram baseados na combinação das condições climáticas, geomorfológicas, pedológicas e de uso e cobertura das terras que interferem no desenvolvimento e produção sustentáveis das culturas agrícolas, e nos sistemas de manejo em que estas se desenvolvem. Desta maneira, cada unidade apresenta uma combinação única de características, limitações e potencialidades para o uso das terras.

Assim, cada Unidade Geoambiental foi subdividida em unidades mais homogêneas, denominadas Zonas Agroecológicas, que constituem o 2º nível hierárquico do Zoneamento Agroecológico.

As características das terras, identificadas no Levantamento de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos do município de Sonora (EMBRAPA, 2010), sua localização na paisagem, assim como seu potencial e limitações, são os elementos básicos das Zonas Agroecológicas, pois condicionam, em grande parte, o tipo de utilização da terra, a estratégia para sua conservação e a possibilidade da introdução de inovações tecnológicas, visando tanto a produção sustentável quanto a proteção ambiental (EMBRAPA, 2003).

Em seguida, as Zonas Agroecológicas foram subdivididas em função de sua fragilidade

ambiental, das restrições legais e do tipo de utilização das terras, em subunidades denominadas: zonas recomendadas para a utilização com **agricultura intensiva**, zonas recomendadas para a utilização com **agricultura semi-intensiva**, zonas recomendadas para utilização com **pastagens**, zonas recomendadas para utilização com **pastagens adaptadas às condições de inundação**, zonas recomendadas para **conservação dos recursos naturais** e zonas recomendadas para **recuperação ambiental**. Estas compõem o 2º nível hierárquico do Zoneamento Agroecológico do município de Sonora e servem como referência para as recomendações delineadas para melhorar a situação existente, seja incrementando a produção ou limitando a degradação dos recursos naturais (FAO, 1997).

Os critérios utilizados no delineamento das Zonas Agroecológicas foram baseados nos aspectos climáticos, especialmente balanço hídrico, temperatura e índice hídrico de Thornthwaite, bem como nos conceitos utilizados pelo Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995). Nas zonas recomendadas para o uso com agricultura (intensiva e semi-intensiva), fez-se uma avaliação da aptidão para diferentes culturas, adequada a melhor opção de uso, conforme estabelecido Embrapa (2000). Assim, para cada zona foram definidas as melhores opções de utilização agrícola sustentável, em função das características ambientais que estas apresentam e das exigências das culturas. A seguir são descritas as principais características de cada zona agroecológica adotada para o Zoneamento do Estado do Mato Grosso do Sul.

2.3.3.1 Zonas recomendadas para a utilização com agricultura intensiva - ZAI

Estas zonas apresentam baixa fragilidade ambiental e são constituídas por áreas propícias à motomecanização agrícola, englobando terras situadas em posição mais elevada na paisagem, em relevo plano ou suave ondulado (0 a 8% de declive). Pertencem às classes de retenção de água no solo alta e média, com restrição no máximo, moderada de fertilidade, bem como as terras situadas em baixadas, com restrições ligeiras ou moderadas de drenagem.

2.3.3.2 Zonas recomendadas para a utilização com agricultura semi-intensiva - ZAS

Compreende zonas que apresentam moderadas limitações à motomecanização. Ocorrem nas partes altas da paisagem, em relevo ondulado (8 - 20% de declive), com moderada fragilidade ambiental e restrição no máximo moderada de fertilidade. De modo geral, apresentam solos das classes de retenção de água no solo alta e média. Quando ocorrem em baixadas, apresentam moderada restrição de drenagem (EMBRAPA, 2003). São áreas que apresentam limitações mais acentuadas para agricultura tecnificada. Nesse trabalho, o reflorestamento com espécies exóticas foi enquadrado nesta categoria.

2.3.3.3 Zonas recomendadas para utilização com pastagens - ZP

Estas zonas se caracterizam por apresentarem restrições devido ao relevo declivoso e/ou a baixa capacidade de retenção de água no solo, sendo, portanto, não adequadas para usos mais intensivos (moderada a forte fragilidade ambiental). As áreas situadas nas porções mais elevadas da paisagem, com relevo forte ondulado e eventualmente ondulado (quando ocorre maior restrição de solo), são indicadas para utilização com espécies forrageiras protetoras do solo, em especial as estoloníferas. Nestas terras, o uso de mecanização é restrito a algumas práticas culturais e utilização de implementos de tração animal (EMBRAPA, 2003). Deve-se ressaltar que não existe nenhum impeditivo técnico/ambiental de se utilizar pastagens em zonas de maior potencial agrícola, quando estas estiverem associadas à perspectiva de maior rentabilidade, como o atendimento de nichos de mercado, como a criação de reprodutores e matrizes.

2.3.3.4 Zonas recomendadas para utilização com pastagens adaptadas às condições de excesso de umidade - ZPE

Estas zonas se caracterizam por apresentarem restrições devido à condição de drenagem, sendo, portanto, não adequadas para usos mais intensivos, embora, normalmente apresentem baixa fragilidade ambiental. Estas terras, que normalmente estão localizadas em baixadas, são indicadas para utilização com espécies forrageiras adaptadas a restrições de drenagem interna, risco de inundação e presença de elementos tóxicos às plantas, tais como sódio ou sais (EMBRAPA, 2003). Estas terras podem ser utilizadas com culturas adaptadas às condições de inundação, como é o caso do arroz.

2.3.3.5 Zonas recomendadas para conservação dos recursos naturais - ZC

As zonas indicadas para conservação dos recursos naturais constituem áreas que apresentam elevada fragilidade ambiental (sem vocação para o uso agrícola) e/ou constituem áreas especiais (unidades de conservação e áreas de preservação permanente), e que se encontram ainda preservadas. Para delimitação destas zonas foram utilizados os dados de uso e cobertura das terras, obtidos na interpretação de imagens do satélite LANDSAT 5 de 2007 e 2008.

Faz-se importante citar que as terras enquadradas nesta zona agroecológica não identificam e não delimitam as terras que devam ser conservadas com relação às áreas de reserva legal, uma vez que, essas áreas devem ser, a partir de estudos técnicos específicos, identificadas, delineadas e averbadas por imóvel rural, conforme a legislação ambiental em vigor.

2.3.3.6 Zonas recomendadas para recuperação ambiental - ZR

As zonas indicadas para recuperação ambiental são constituídas por áreas de elevada fragilidade ambiental e/ou que constituem áreas especiais (unidades de conservação e áreas de preservação permanente), que estão sendo indevidamente utilizadas com exploração agrícola e que se encontram em diferentes estágios de degradação.

Normalmente, apresentam fortes limitações condicionadas pelo relevo e pela elevada fragilidade ambiental, onde se faz necessária a recomposição da vegetação original. Essas terras são indicadas para reflorestamento com espécies nativas, protetoras do solo, de preferência que contemplem espécies com possibilidade de retorno econômico direto, visando reduzir o custo de sua implantação e manutenção. São áreas mais propícias para serem incorporadas à reserva legal da propriedade, por serem as que apresentam as maiores restrições de utilização. Estas zonas são significativas em áreas originalmente cobertas por vegetação de floresta, que não apresentam vocação agrícola, onde a vegetação natural foi suprimida para dar lugar à utilização com pastagens.

É importante ressaltar que as terras enquadradas nesta zona agroecológica não identificam e não delimitam as terras que devam ser **recuperadas** com relação às áreas de **reserva legal** exigidas pelo código florestal, uma vez que, essas áreas devem ser, a partir de estudos técnicos específicos, identificadas, delineadas, recuperadas e averbadas por imóvel rural, conforme a legislação ambiental em vigor.

2.4 Avaliações da aptidão pedoclimática das culturas

Nas zonas indicadas para agricultura intensiva e semi-intensiva foram identificadas as culturas mais recomendadas para cultivo. Esta avaliação foi realizada através da conjugação entre os

parâmetros de solo, clima e as características ecológicas das culturas. Os critérios basearam-se na expectativa de produção vegetal comparado a uma produção de referência, particularizada para cada ambiente e ponderadas de acordo com cada nível de impacto na produtividade final, conforme descrito em Embrapa (2005).

Para tanto, fez-se necessário o auxílio de especialistas nas diferentes culturas e o uso de informações experimentais produzidas nas condições da área em que se está trabalhando. Na ausência desse apoio, uma opção foi a utilização de informações da literatura científica referentes às características e interações edafoclimáticas da região.

Essa metodologia tem natureza dinâmica. Portanto, são necessárias atualizações periódicas dos critérios adotados, notadamente quando parâmetros ainda não considerados passarem a influenciar os resultados obtidos.

2.4.1 Definição das classes de aptidão pedoclimática

Considerando sempre a utilização de manejo desenvolvido (uso apropriado de tecnologia e insumos) para cada cultura avaliada, definiu-se uma situação referência, constituída por aquela em que os parâmetros avaliados não apresentassem limitação para a produção, de tal modo que a condição ambiental permita que as plantas manifestem todo o seu potencial produtivo. Definida a situação referência, partiu-se para a estratificação das classes, conforme a seguir:

- 1) Boa - condição ambiental de máxima produtividade para cada cultura, correspondente a uma produtividade e/ou rentabilidade maior que 80% da situação referência;
- 2) Regular - condição ambiental caracterizada por uma produtividade e/ou rentabilidade média num período mínimo de dez anos, enquadrados entre 50% e 80% da situação referência, para a cultura analisada;
- 3) Marginal - condição ambiental caracterizada por uma produtividade e/ou rentabilidade média num período mínimo de dez anos, enquadrados entre 30% e 50% da situação referência, para a cultura analisada; e
- 4) Inapta - condição ambiental caracterizada por uma produtividade média não sustentável, proporcionando uma produtividade média não superior a 30% da situação referência, para a cultura analisada.

2.4.2 Parâmetros

Além dos parâmetros utilizados na definição das Zonas Agroecológicas, descrito no item 2.3.3, considerou-se os parâmetros dos itens 2.2.4.1, 2.2.4.2 e 2.2.4.3, e ainda, foram levados em consideração na avaliação da aptidão das culturas os seguintes fatores listados a seguir.

2.4.2.1 Risco e intensidade de geada

Na avaliação do risco de ocorrência de geadas brandas (temperaturas mínimas absolutas inferiores a 4°C) e severas (temperaturas mínimas absolutas inferiores a 2°C), em razão da pouca disponibilidade de estações meteorológicas com séries longas, utilizou-se o método de regressão múltipla visando caracterizar a variabilidade espacial entre a variável independente latitude, longitude e altitude, que melhor explicam a variável dependente, probabilidade anual

de ocorrência de geadas brandas e severas, que foram calculadas e apresentadas por Camargo et al. (1990).

A espacialização dos resultados da probabilidade de risco de ocorrência de geadas brandas e severas foi realizada em ambiente SIG, através de algoritmo de interpolação "inverso da distância ao quadrado", baseado em latitude e longitude. Os mapas de probabilidade de ocorrência de geadas, gerados para o Estado do Mato Grosso do Sul, sendo feito um recorte para a área do município de Sonora, foram classificados em quatro classes:

- 1) Sem risco - áreas de cultivos de verão e/ou que apresentam de 0 a 25% de ocorrência de geadas brandas ou severas;
- 2) Baixo risco - áreas que apresentam de 25 a 50% de ocorrência de geadas brandas ou severas;
- 3) Médio risco - áreas que apresentam de 50 a 75% de ocorrência de geadas brandas ou severas; e
- 4) Alto risco - áreas que apresentam de 75 a 100% de ocorrência de geadas brandas ou severas.

Procurando melhorar a interpretação, utilizou-se uma correlação entre o risco de ocorrência de geadas com a altimetria local, derivada do Modelo Digital de Elevação. Estabeleceu-se que áreas acima de 200 m de altitude possuem uma menor probabilidade de ocorrência de geadas que aquelas abaixo dos 200 m.

2.4.2.2 *Temperatura média*

As plantas são diretamente afetadas pela temperatura, apresentando diferentes respostas as suas variações. Assim, com base na distribuição da temperatura, as plantas foram enquadradas com relação às suas maiores ou menores necessidades para o atingimento das mais altas produtividades.

2.4.2.3 *Regime hídrico do solo*

Representa o tempo em que o solo apresenta teor de água suficiente para o desenvolvimento da maior parte das plantas cultivadas. Esta condição é fruto tanto do regime pluviométrico em que se encontra o solo quanto da posição do solo na paisagem. Desta forma, solos posicionados nas partes baixas das vertentes têm tendência a apresentar maior teor de água ao longo do tempo em relação àqueles posicionados nas partes mais altas.

A subdivisão de unidades de mapeamento pode ser feita através de sua complementação com as chamadas fases. O estabelecimento das fases, objetiva principalmente, fornecer critérios referentes às condições das terras e que interferem, direta ou indiretamente, no comportamento e qualidade dos solos e, no tocante às possibilidades de alternativas de uso e manejo para fins essencialmente agrícolas.

Na insuficiência de dados de clima do solo, normalmente hídricos, que abrangem todos os solos das unidades de mapeamento, as fases de vegetação são comumente empregadas para facultar inferências sobre relevantes variações estacionais de condições de umidade dos solos, uma vez que a vegetação primária reflete diferenças climáticas imperantes nas diversas condições das terras, conforme (EMBRAPA, 2006).

A Tabela 4 apresenta correlações entre as fases de vegetação utilizadas comumente nos

levantamentos de solos da Embrapa Solos (que buscam inferir o regime hídrico do solo através do percentual de caducidade da vegetação primária), o período seco de acordo com o balanço hídrico e os índices hídricos. Os valores assumidos (principalmente aqueles referentes ao índice hídrico) são estimativos e embasados em estudos generalizados além de se referirem os organismos vivos e heterogêneos e, portanto, naturalmente variáveis.

Tabela 4. Compatibilização das fases de vegetação empregadas pela Embrapa Solos (baseada na porcentagem de folhas decíduas), associados com período seco (meses) e índice hídrico de Thornthwaite.

Fases de Vegetação	Período Seco (meses)	Índice Hídrico
Perenifólia, perúmida, higrófila, hidrófila	0 a 1	< 100 a > 60
Subperenifólia	1 a 2	< 100 a > 10
Subcaducifólia	2 a 4	< 60 a > 10
Caducifólia	4 a 6	10 a > -10
Caatinga hipoxerófila	6 a 8	< 10
Caatinga hiperxerófila	8 a 10	< 10

De acordo com Gaussen (1954), de uma maneira geral, considera-se mês seco todo aquele que apresentar uma precipitação em mm de chuva menor que duas vezes o valor da temperatura média em °C ($P < 2T$ °C) (GAUSSEN, 1954).

Essa informação pode ser obtida ou pela rede de estações agrometeorológicas, ou, na sua ausência, inferida através da vegetação primária, informação essa constante dos boletins de levantamento pedológico da área em questão.

2.4.3 Requerimentos das Culturas

Fez-se a avaliação da aptidão pedoclimática das culturas considerando-se a adoção de um pacote tecnológico adequado (adubação técnica, sementes/mudas certificadas, práticas de controle da erosão, rotação/sucessão de culturas anuais, entre outras) que permitisse índices razoáveis de produtividade em bases agrícolas sustentáveis (mínimo impacto ambiental). Desta forma, a prática de níveis tecnológicos inadequados por parte dos agricultores desqualificará a avaliação, uma vez que pode-se, em condições extremas, ter culturas apropriadas, em ambientes de elevado potencial, produzindo menos que ambientes identificados como relativamente desfavoráveis, mas sendo bem manejadas.

A influência que cada atributo climático e edáfico exerce sobre a produção/produtividade das culturas avaliadas foi definida através de revisão bibliográfica, de consultas a especialistas de cada cultura e adequada de acordo com as particularidades ambientais da área estudada.

Além dos requerimentos edáficos utilizados na definição das Zonas Agroecológicas (item 2.3.3), foram também considerados os seguintes parâmetros climáticos apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7, conforme Embrapa (2003). A tabela 8 apresenta a simbologia e a descrição do seu significado quando empregada para identificar as classes de aptidão agroecológica adotadas neste trabalho.

Tabela 5. Classes de temperatura média anual (°C) de acordo com a cultura e a aptidão agrícola.

Cultura	Classes de aptidão agrícola			
	Boa	Regular	Marginal	Inapta
Abacaxi	> 25	> 15 e < 23	< 15	< 10
Banana	> 25	> 15 e < 23	< 15	< 10
Cana-de-açúcar	> 20	> 15 e < 20	< 15	< 10
Citrus	> 20	> 10 e < 20	< 10	< 5
Eucalipto	> 25	> 15 e < 23	< 15	< 10
Girassol	> 25	> 15 e < 23	< 15	< 10
Goiaba	> 25	> 15 e < 23	< 15	< 10
Mamão	> 20	> 15 e < 20	< 15	< 10
Manga	> 25	> 15 e < 23	< 15	< 10
Maracujá	> 20	> 15 e < 20	< 15	< 10
Seringueira	> 18	> 15 e < 18	< 15	< 10
Uva	> 20	> 10 e < 20	< 10	< 5

Tabela 6. Classes de risco de geada de acordo com a cultura.

Cultura	Classes de aptidão agrícola			
	Boa	Regular	Marginal	Inapta
Abacaxi	1	2	3	4
Banana	1	2	3	4
Cana-de-açúcar	1	2	3	4
Citrus	1 ou 2	3	4	4
Eucalipto	1 ou 2	3	4	4
Girassol	1	2	3	4
Goiaba	1	2	3	4
Mamão	1	2	3	4
Manga	1	2	3	4
Maracujá	1	2	3	4
Seringueira	1	2	3	4
Uva	1 ou 2	3	4	4

1 = sem risco; 2 = baixo risco; 3 = médio risco; e 4 = alto risco.

Tabela 7. Classes de aptidão agrícola de acordo com o período seco (meses).

Cultura	Classes de aptidão agrícola			
	Boa	Regular	Marginal	Inapta
Abacaxi	2 a 4	4 a 6	1 a 2 ou 6 a 8	0 a 1 ou 8 a 10
Banana	Indiferente	Indiferente	Indiferente	6 a 8 ou 8 a 10
Cana-de-açúcar	1 a 3	3 a 4	0 a 1	5 a 8 ou 8 a 10
Citrus	2 a 4	1 a 2 ou 4 a 6	6 a 8	0 a 1 ou 8 a 10
Eucalipto	2 a 4	1 a 2 ou 4 a 6	6 a 8	0 a 1 ou 8 a 10
Girassol	2 a 4	1 a 2 ou 4 a 6	6 a 8	0 a 1 ou 8 a 10
Goiaba	2 a 4	1 a 2 ou 4 a 6	6 a 8	0 a 1 ou 8 a 10
Mamão	2 a 4	1 a 2 ou 4 a 6	6 a 8	0 a 1 ou 8 a 10
Manga	2 a 4	1 a 2 ou 4 a 6	6 a 8	0 a 1 ou 8 a 10
Maracujá	1 a 2	2 a 4	0 a 1	6 a 8 ou 8 a 10
Seringueira	2 a 4	1 a 2 ou 4 a 6	6 a 8	0 a 1 ou 8 a 10
Uva	2 a 4	1 a 2 ou 4 a 6	6 a 8	0 a 1 ou 8 a 10

Tabela 8. Classes de aptidão agrícola e simbologia utilizada no Zoneamento Agroecológico.

Classe de Aptidão	Descrição
B	Classe de aptidão agrícola boa.
B**	Classe de aptidão agrícola boa que apresenta, em menor proporção, áreas de classe de aptidão inferior
R	Classe de aptidão agrícola regular.
R*	Classe de aptidão agrícola regular que apresenta, em menor proporção, áreas de classe de aptidão superior.
R**	Classe de aptidão agrícola regular que apresenta, em menor proporção, áreas de classe de aptidão inferior.
M	Classe de aptidão agrícola marginal.
M*	Classe de aptidão agrícola marginal que apresenta, em menor proporção, áreas de classe de aptidão superior.
M**	Classe de aptidão agrícola marginal que apresenta, em menor proporção, áreas de classe de aptidão inferior.
I	Classe de aptidão agrícola inapta.
I*	Classe de aptidão agrícola inapta que apresenta, em menor proporção, áreas de classe de aptidão superior.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Zoneamento Agroecológico do município de Sonora foram identificadas e delimitadas 6 Zonas Agroecológicas de 2º nível hierárquico.

3.1 Zonas Agroecológicas

Os limites das Zonas Agroecológicas (2º nível hierárquico), Figura 9, consideradas no Zoneamento Agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul foram ajustados de maneira a atender aos requisitos de escala cartográfica utilizada (1:100.000).

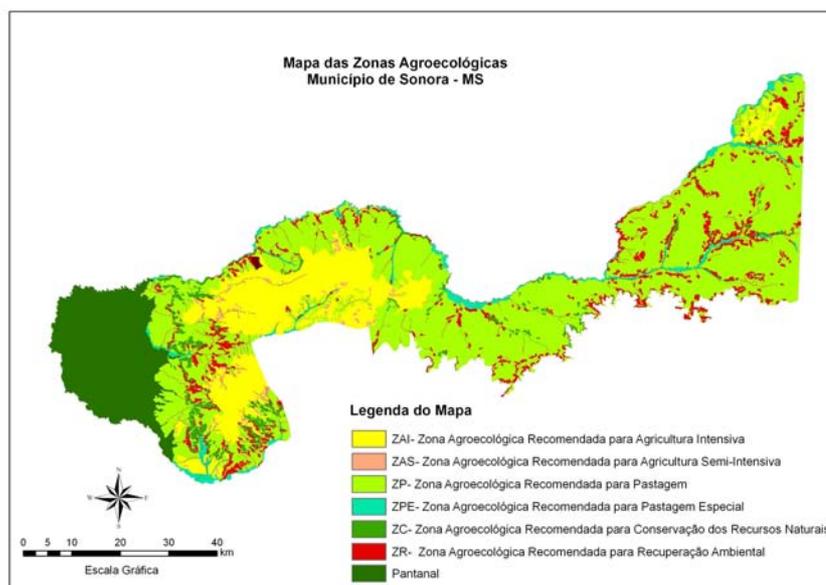


Figura 9 . Mapa mostrando a distribuição e a ocorrência das Zonas Agroecológicas no município de Sonora, MS.

A descrição geral das zonas agroecológicas identificadas para o município de Sonora é apresentada a seguir:

3.1.1 Zonas recomendadas para utilização com agricultura intensiva - ZAI

As terras enquadradas nesta zona agroecológica ocorrem em sua maior parte sob condições de relevo plano (75%) e suave ondulado (25%). Os solos dominantes nas terras dessa zona são os Latossolos Vermelhos com mais de 98% da área, em particular os Ácricos, que ocorrem em mais de 80% da área e, em menor proporção, os Distróficos com cerca de 20%. A maioria absoluta das terras enquadradas nessa zona agroecológica já se encontra sob exploração agropecuária (97%), enquanto que, apenas cerca de 3% restantes ainda estão ocupadas com vegetação natural, todavia, em função da legislação em vigor, é possível, que seja necessário, incorporar parte dessas terras como área de reserva legal. Em função de suas características ambientais, em particular o seu Potencial Natural de Erosão (PNE), essas terras apresentam baixa fragilidade ambiental. Ocupam aproximadamente 680 km², que representam quase 20% das terras do município. As terras dessa zona agroecológica distribuem-se por todo o município, concentrando-se, principalmente, na sua porção oeste, nas proximidades do Pantanal Matogrossense.

Principais limitações

A maior parte dos solos componentes desta zona apresenta boa capacidade de retenção de umidade, boa drenagem natural e apenas moderada limitação, exclusivamente pela disponibilidade de nutrientes. Em face da baixa fragilidade ambiental, baixo Potencial Natural de Erosão (PNE) e aos sistemas de produção normalmente adotados para a produção intensiva, indicam que este grau de limitação é facilmente manejável através de práticas de correção e adubação do solo. Independente da limitada reserva de nutrientes dos solos avaliados para esta zona agroecológica, os teores de fósforo assimilável são baixos assim como, na maioria dos solos brasileiros e conseqüentemente requerem-se maiores cuidados na adubação, em especial na adubação de base e nas reposições, para que seja possível atingir produtividades satisfatórias.

Potencial agroecológico

As terras enquadradas nesta zona são as que apresentam o melhor potencial dentre as terras do município. O potencial das terras desta zona agroecológica varia de boa a regular para utilização com lavouras intensivas considerando um nível tecnológico de médio a alto, para as culturas do abacaxi e do girassol. No entanto, essas terras são passíveis de utilização com cultivos menos intensivos como: uva, maracujá, citrus, goiaba, manga, banana, mamão. Além destas culturas a área apresenta aptidão para reflorestamento com eucalipto e seringueira, pastagens e cana-de-açúcar.

Entretanto é muito importante citar que a proximidade com áreas de proteção legal, em especial as margens dos corpos hídricos, requer cuidados especiais de manejo do solo para a produção agropecuária sustentável. A Figura 10 apresenta a distribuição e ocorrência das áreas classificadas como Zonas Agroecológicas indicadas para uso intensivo no município de Sonora – MS.

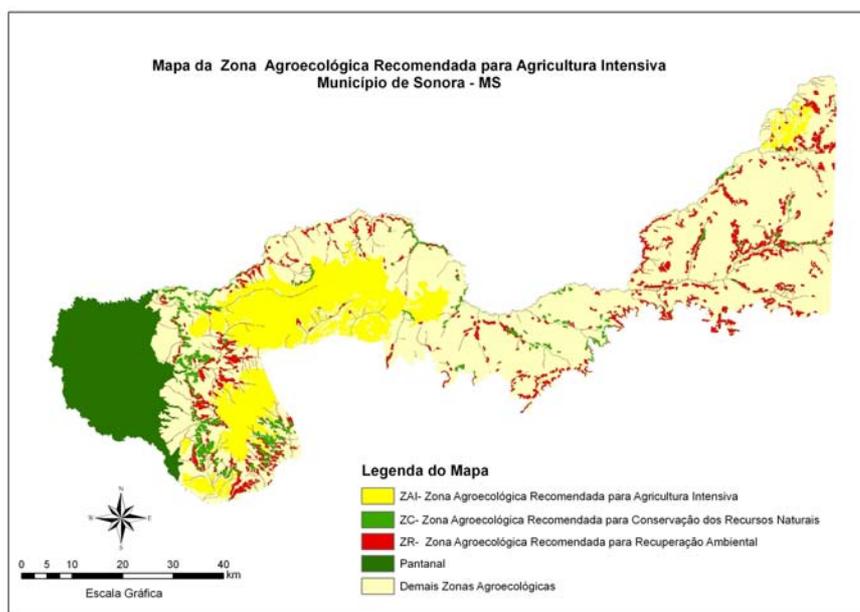


Figura 10. Mapa de distribuição das Zonas agroecológicas indicadas para uso intensivo (ZAI) no município de Sonora, MS.

3.1.2 Zonas recomendadas para utilização com agricultura semi-intensiva - ZAS

Esta zona agroecológica ocupa um total de apenas 32 km², que equivalem a menos de 1% das terras do município. Ocorrem predominantemente em áreas de relevo suave ondulado (80%), com declividade variando entre 3 e 8%, e plano (11%). As terras desta zona são dominadas por solos classificados como Latossolos Vermelhos Ácricos, com mais de 90% da área. A maior parte das terras desta zona agroecológica encontra-se utilizada com agropecuária (92%), enquanto que, entre as terras avaliadas e indicadas para uso com agricultura semi-intensiva, um total de irrisórios 264 ha, ou o equivalente a cerca de 8%, ainda apresentam vegetação natural no município de Sonora.

Principais limitações

As terras desta zona agroecológica não apresentam uma limitação principal, enquadram-se nesta categoria face a sua moderada fragilidade ambiental, condicionada pelo Potencial Natural de Erosão (PNE) também, moderado. Embora as terras desta zona apresentem nível de fertilidade natural apenas limitado, os teores de fósforo assimilável são baixos, assim como na maior parte dos solos do Brasil, requerendo maiores cuidados na adubação de base e de reposição para que seja possível atingirem produtividades superiores.

Potencial agroecológico

Devido à sua fragilidade ambiental, condicionada pelo Potencial Natural de Erosão (PNE), esta zona é mais recomendada para utilização com lavouras semi-intensivas e silvicultura, embora também seja possível e sustentável sua utilização com pastagens. Em função de suas características ambientais esta zona apresenta aptidão para diferentes culturas classificadas, normalmente, boa (uva, banana) e regular (manga, maracujá, mamão, citrus, e goiaba) além da cana-de-açúcar e do reflorestamento com seringueira e eucalipto, considerando um nível tecnológico de médio a alto.

A Figura 11 mostra a ocorrência e a distribuição desta zona agroecológica recomendada para cultivo semi-intensivo no município de Sonora.

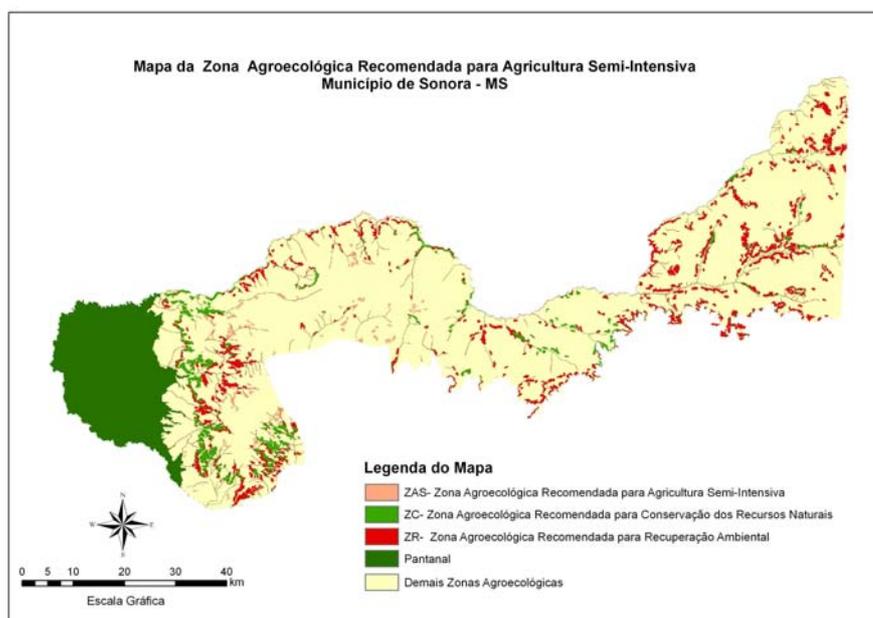


Figura 11. Mapa com a distribuição das zonas agroecológicas recomendadas para uso semi-intensivo (ZAS) em Sonora, MS.

3.1.3 Zonas recomendadas para conservação dos recursos naturais - ZC

Esta zona ocupa uma área de aproximadamente 149 km² que representam 3,5% das terras do município e caracteriza-se por apresentar áreas com restrições de uso relacionadas à legislação ambiental onde a vegetação natural ainda está presente em diferentes estágios de conservação. As áreas de preservação permanente não estão relacionadas em particular a qualquer tipo de solo do Levantamento de Reconhecimento de baixa intensidade das terras do município de Sonora. As terras enquadradas nesta zona ocorrem normalmente sob condições diversas de relevo, normalmente, associados às terras destinadas a preservação permanente conforme a legislação em vigor.

Principais limitações

As principais razões para o enquadramento destas áreas como zona recomendada para a preservação dos recursos naturais é a sua muito alta fragilidade ambiental determinada pelas características dos solos e do relevo e a existência da vegetação natural nessas terras, além daquelas representadas pelas restrições legais. No município de Sonora foram consideradas apenas as áreas de preservação permanentes localizadas ao longo dos rios e cursos d'água, ao redor de lagoas e de nascentes, e nas bordas de chapadas, conforme estabelecido no Art. 2º do Código Florestal (Lei nº 4.771 de 15.10.1965, alterada pela Lei nº 7.803 de 1989).

Estas áreas devem ser prioritariamente destinadas para conservação da flora e da fauna. Não devem ser utilizadas por qualquer tipo de exploração antrópica, pois poderão ser facilmente degradadas.

A Figura 12 mostra a ocorrência e a distribuição da zona agroecológica de conservação (ZC) no município de Sonora. É importante frisar que, a maior parte das áreas indicadas para a conservação no município de Sonora não aparece na Figura apresentada seguir, uma vez que, a dimensão dessas áreas é muito reduzida, todavia, nos mapas finais, apresentados na escala 1:100.000 essas áreas estão totalmente cartografadas.

3.1.4 Zonas recomendadas para recuperação ambiental - ZR

As terras avaliadas por esse estudo como objeto de recuperação ambiental encontram-se utilizadas, essencialmente com pastagens, no entanto, conforme estabelece a legislação ambiental, não deveriam estar sendo utilizadas, pois se constituem áreas de preservação permanente. Desta maneira, foram indicadas como zona para recuperação da vegetação natural. As recomendações para o processo de recuperação ambiental na área do município de Sonora deverão iniciar-se, em parte, através da conexão dos ambientes por meio de corredores de vegetação equilibrando os agroecossistemas com proporções variáveis de vegetação natural, permitindo, assim, o fluxo de fauna e flora nativas (RODRIGUES, 1999), podendo, dentro do possível, serem conectadas as áreas de reserva legal dos imóveis rurais.

Para tanto, do ponto de vista técnico e econômico a recuperação da vegetação natural é uma das principais opções (MARTINS et al., 1998) e, à luz das legislações federal (Código Florestal - Lei nº 4.771, Art.2º), um imperativo legal. Procedê-la de modo sustentável cumpre o propósito central do projeto que é o de fornecer subsídios técnicos para recuperação de áreas degradadas, conciliando conservação de recursos naturais com a geração de renda e aumento da qualidade de vida.

Os sistemas agroflorestais têm seu êxito, como fatores de geração sustentável de renda familiar do agricultor, determinado pela viabilidade da estrutura de comercialização, que motive o agricultor a manejá-los adequadamente. Ressalta-se, ainda que a formação de corredores de vegetação vise à recuperação ambiental não deve se restringir às áreas de contato com os corpos d'água, mais factíveis de implantação, mas recomenda-se a revegetação das encostas e espaços entre fragmentos florestais.

As áreas recomendadas para recuperação da vegetação natural no município de Sonora equivalem a menos de 320 km², os quais representam algo como 7,7% das terras do município. Apresentam características semelhantes às da Zona de Conservação dos Recursos Naturais, todavia, diferem desta pelo fato de que toda a vegetação natural foi suprimida para dar lugar ao uso agropecuário.

Principais limitações

A principal razão para o enquadramento destas áreas como zona recomendada para recuperação dos recursos naturais é a sua fragilidade ambiental determinada pelas características dos solos e em menor grau, pelas condições de relevo, que lhes confere um Potencial Natural de Erosão (PNE) que varia de baixo a muito alto, além das restrições impostas pela legislação ambiental em vigor.

A Figura 12 exibida a seguir apresenta a distribuição da zona agroecológica de recuperação ambiental (ZR) no município de Sonora. Vale frisar que, uma significativa parte das áreas indicada para a recuperação da vegetação nativa no município de Sonora não aparece na Figura em virtude da dimensão dessas áreas, todavia, nos mapas finais, apresentados na escala 1:100.000 as áreas indicadas para recuperação ambiental estão totalmente registradas e cartografadas.

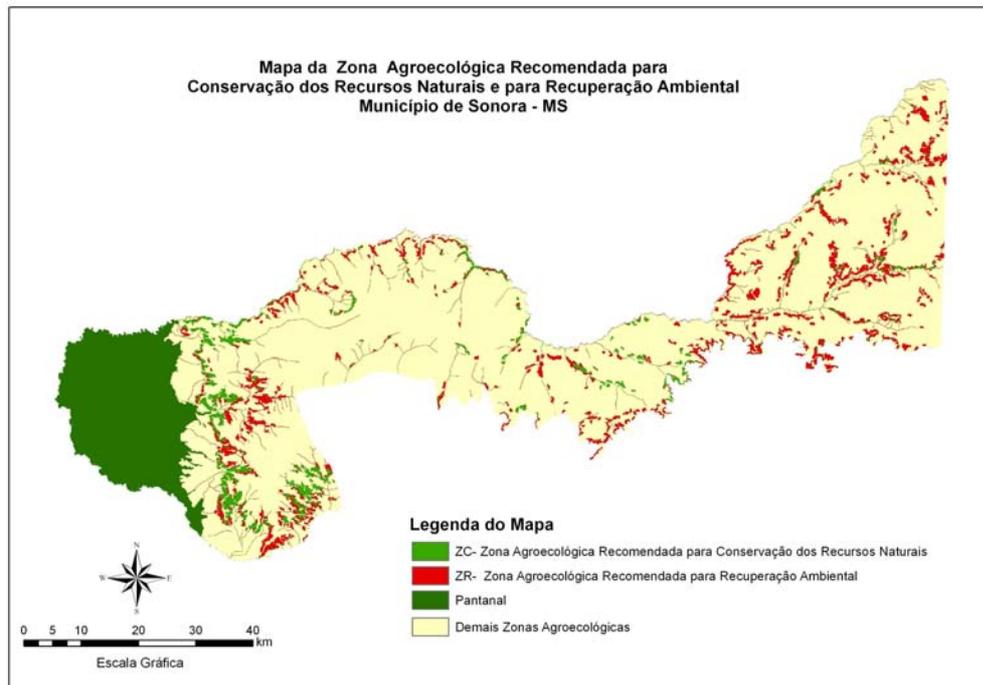


Figura 12 . Mapa de ocorrência e distribuição das zonas agroecológicas de recuperação ambiental (ZR) e zonas agroecológicas de conservação dos recursos naturais (ZC) no município de Sonora, MS.

3.1.5 Zonas recomendadas para pastagem - ZP

Esta zona agroecológica ocupa quase que 2.300 km² que equivalem a aproximadamente 65% das terras do município de Sonora. Ocorre predominantemente em áreas de relevo plano (49%) e suave ondulado (49%), com declividade inferior a 8%. Nas terras indicadas para a exploração com pastagens dominam os solos das classes dos Neossolos Quartzarênicos (49%) e dos Latossolos Vermelhos Distróficos (44%). Atualmente, a maior parte das terras enquadradas nessa zona agroecológica está sob uso agropecuário (86%), enquanto que 14% ainda possuem vegetação natural, que, via de regra, poderão ser utilizadas ou não, à luz da legislação ambiental em vigor.

Principais limitações

A maior parte das terras desta zona apresenta reservas de nutrientes muito baixas, assim como muito baixas taxas de retenção de água. Dessa forma, a implantação de pastagens, nessas terras condiciona o uso cuidadoso, face ao Potencial Natural de Erosão (PNE) das mesmas e a dificuldade do estabelecimento de sistemas de produção com pastagens sustentáveis nestas terras.

A Figura 13 apresenta a distribuição e ocorrência das áreas classificadas como zonas agroecológicas indicadas para pastagem no município de Sonora.

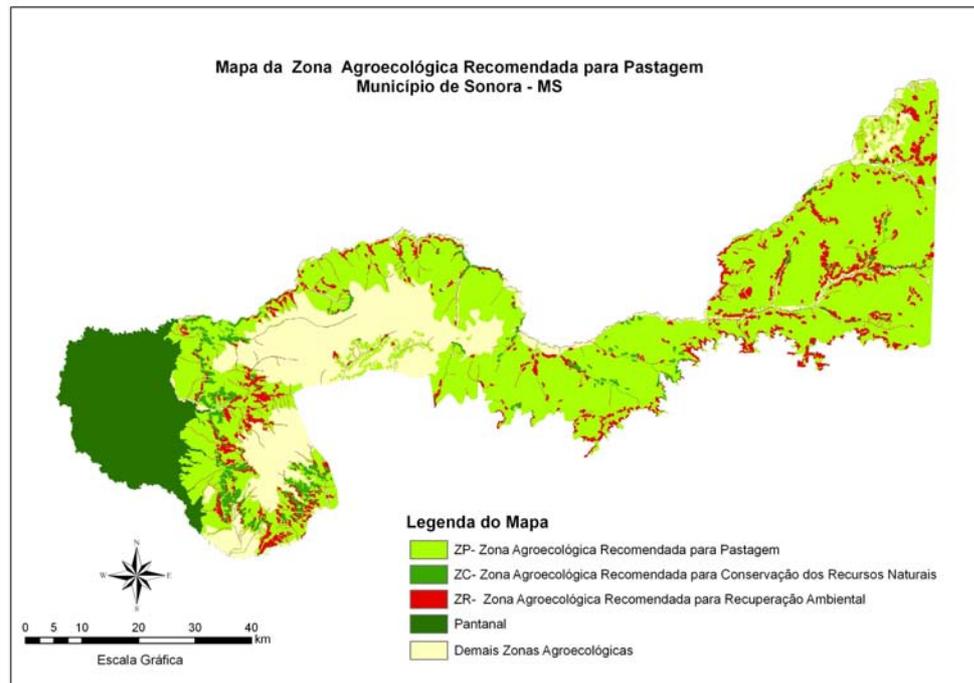


Figura 13. Mapa de distribuição das zonas agroecológicas recomendadas para pastagem (ZP) no município de Sonora, MS

3.1.6 Zonas recomendadas para pastagem especial - ZPE

Esta zona agroecológica ocupa algo como 126 km², que equivalem a 3,5% de todas as terras do município de Sonora. Ocorre distribuída ao longo das principais várzeas do município, em área de declividade inferior a 8%, sob relevo plano (72%) e suave ondulado (27%). São formadas por solos hidromórficos das classes dos Gleissolos Háplicos e Neossolos Quartzarênicos, componentes principais das unidades de mapeamento GXbd e RQg, do mapa de solos do município de Sonora. A maior parte das terras indicadas nesta zona agroecológica ainda se encontra sob vegetação natural (52%) em diversos graus de preservação, enquanto que, 48% já estão sob uso agrícola.

Principais limitações

A totalidade dos solos componentes desta zona apresenta limitações de drenagem natural, sendo sua utilização indicada exclusivamente para o cultivo de pastagem adaptada as condições de restrição de drenagem. Todavia, em face das condições ambientais dessas terras, recomenda-se que, quando da presença de vegetação natural, as terras desta zona não sejam utilizadas para a produção, mas incorporadas como áreas de reserva legal/preservação permanente.

A Figura 14 apresenta a distribuição e ocorrência das áreas classificadas como zonas agroecológicas indicadas para pastagem especial no município de Sonora.

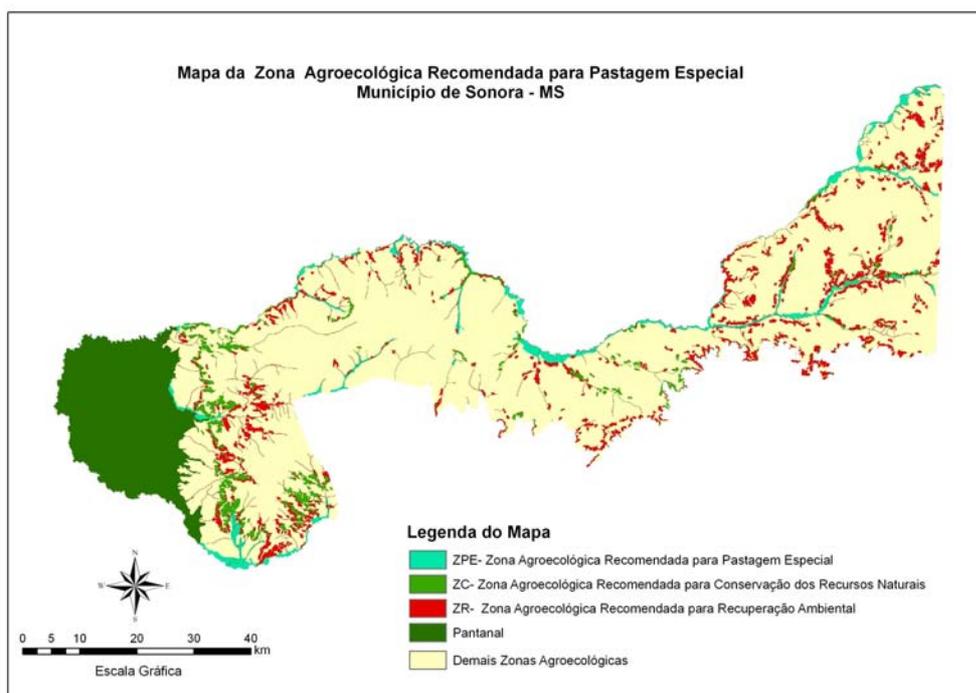


Figura 14. Mapa de distribuição das zonas agroecológicas para pastagem especial (ZPE) no município de Sonora, MS.

A Figura 15 a seguir mostra a distribuição percentual das terras do município de Sonora-MS em função das zonas agroecológicas identificadas.

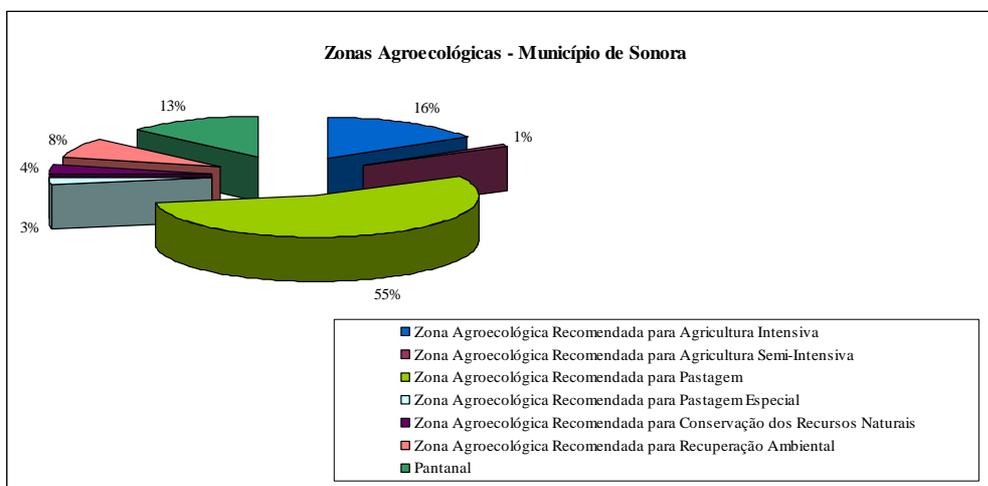


Figura 15. Distribuição percentual da ocorrência das zonas agroecológicas segundo o Zoneamento Agroecológico do Município de Sonora, MS.

Dentre as áreas indicadas para utilização – Zona Agroecológica de Agricultura Intensiva – Zona Agroecológica de Agricultura Semi-Intensiva – Zona Agroecológica de Pastagem e Zona Agroecológica de Pastagem Especial, podemos apresentar nas tabelas a seguir os seguintes resultados.

As tabelas 9 e 10 exibem as áreas em km² com as interpretações para as diferentes classes de aptidão agrícola avaliadas por conjunto de culturas, por zona agroecológica indicada.

Tabela 9. Área em km² das classes de aptidão agrícola por conjunto de culturas indicadas para exploração em sistema intensivo de manejo (ZAI).

Classes Culturais	B	B**	R	R*	R**	M	M*	M**	I	I*
Abacaxi	108,15	---	367,40	---	204,70	---	---	---	---	---
Girassol	---	---	367,40	---	312,85	---	---	---	---	---

As figuras 16 e 17 exibidas a seguir mostram a ocorrência percentual das classes de aptidão agrícola por grupo de culturas indicadas para as zonas agroecológicas de agricultura intensiva no município de Sonora.

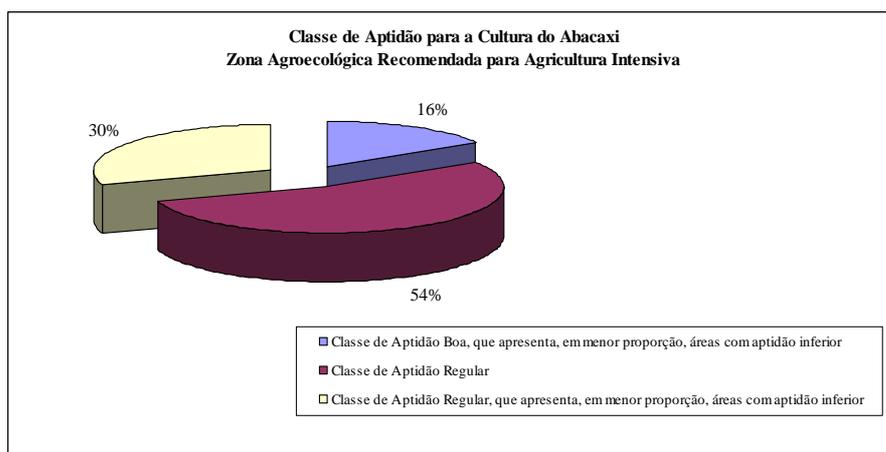


Figura 16. Distribuição percentual da ocorrência das classes de aptidão agrícola para a cultura do abacaxi nas terras da zona agroecológica indicadas para uso com agricultura intensiva.

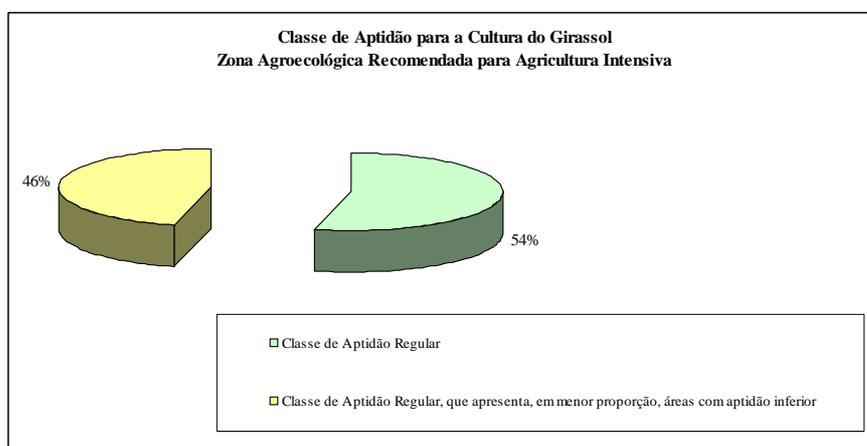


Figura 17. Distribuição percentual da ocorrência das classes de aptidão agrícola para a cultura do girassol nas terras da zona agroecológica indicadas para uso com agricultura intensiva.

Tabela 10. Área em km² as classes de aptidão agrícola por conjunto de culturas indicadas para exploração em sistema semi-intensivo de manejo (ZAS).

Classes Culturas	B	B**	R	R*	R**	M	M*	M**	I	I*
Uva Eucalipto	132,17	---	369,07	---	211,77	---	---	---	---	---
Banana Seringueira	---	---	369,07	---	343,94	---	---	---	---	---
Citrus Goiaba Cana-de-Açúcar	---	---	369,07	---	343,94	---	---	---	---	---
Manga Maracujá Mamão	---	---	369,07	---	343,94	---	---	---	---	---

As figuras 18, 19, 20 e 21 mostram a ocorrência percentual das classes de aptidão agrícola por grupo de culturas indicadas para as zonas agroecológicas de agricultura semi-intensiva no município de Sonora.

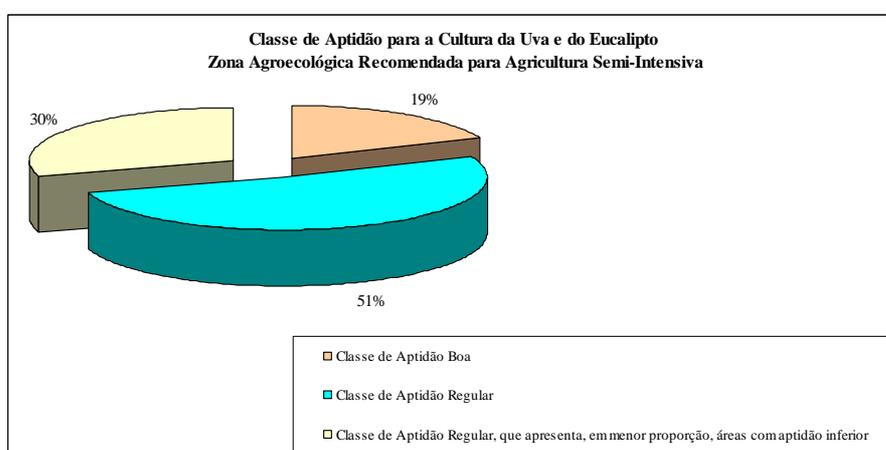


Figura 18. Distribuição percentual da ocorrência das classes de aptidão para as culturas da uva e do eucalipto nas terras da zona agroecológica indicada para uso com agricultura semi-intensiva.

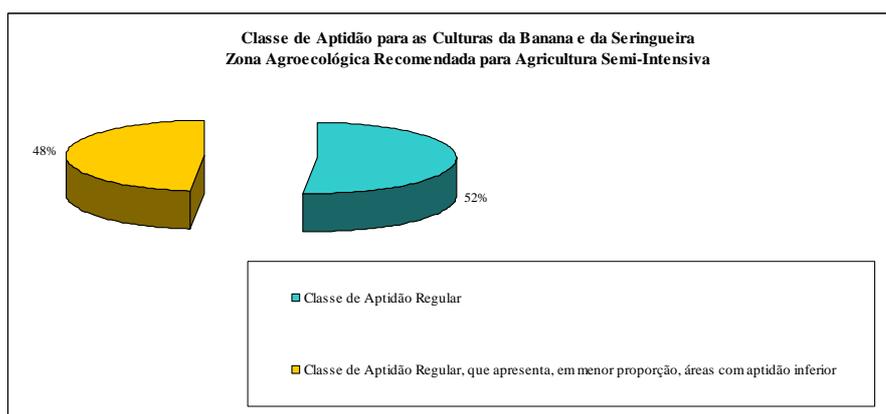


Figura 19. Distribuição percentual da ocorrência das classes de aptidão agrícola para a cultura da banana e da seringueira nas terras da zona agroecológica indicadas para uso com agricultura semi-intensiva.

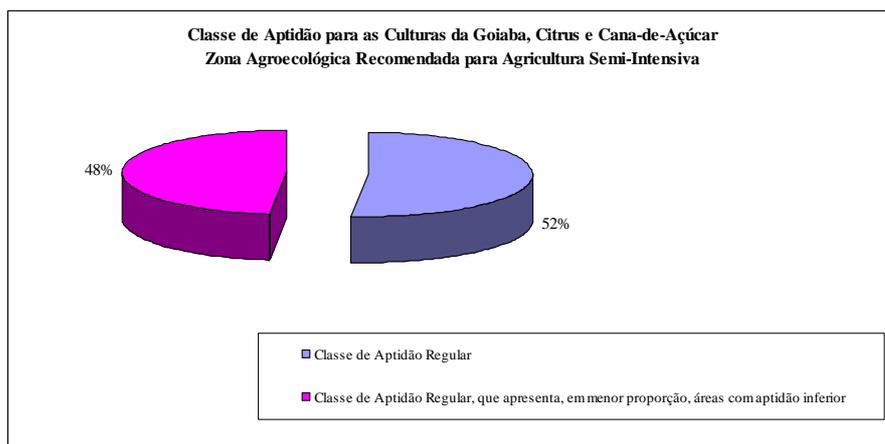


Figura 20. Distribuição percentual da ocorrência das classes de aptidão agrícola para a cultura da goiaba, do citrus e da cana-de-açúcar nas terras da zona agroecológica indicadas para uso com agricultura semi-intensiva.

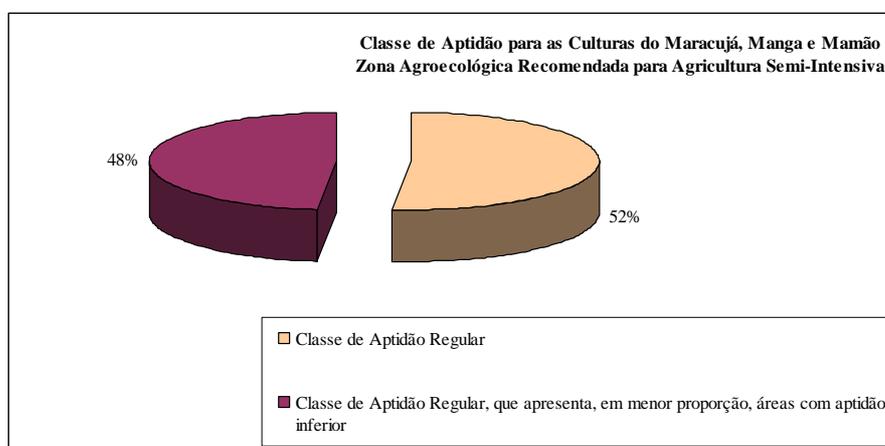


Figura 21. Distribuição percentual da ocorrência das classes de aptidão agrícola para as culturas do maracujá, da manga e do mamão nas terras da zona agroecológica indicadas para uso com agricultura semi-intensiva.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada dos dados ambientais permitiu a estratificação do município de Sonora em diferentes unidades de paisagem - zonas agroecológicas recomendadas para o uso agropecuário, zonas agroecológicas recomendadas para a conservação dos recursos naturais e zonas agroecológicas recomendadas para a recuperação ambiental.

No município de Sonora, as zonas agroecológicas recomendadas para o uso com lavouras (intensivas e semi-intensivas) somam aproximadamente 700 km², o que equivale a aproximadamente 17% da área total do município. Essa característica é marcante no município, onde quase a totalidade das terras (95%) ocorrem sob condições de declividade inferior a 8%, sendo, favorável a mecanização agrícola.

As zonas agroecológicas recomendadas para o uso com pastagens somam algo como 2.300 km², o equivalente a 63% da área total do município, enquanto que as áreas recomendadas para pastagem especial, correspondem a 126 km² o que representa próximos a 3,5% da área total do município.

Nestas unidades agroecológicas é fundamental avaliar-se criteriosamente a necessidade de

utilização com pastagens nestas terras, visto que, menos de 20% destas terras ainda permanecem com vegetação natural em seus diversos graus de conservação.

As áreas identificadas como zonas recomendadas para conservação dos recursos naturais somam menos de 150 km², as quais constituem áreas de alta fragilidade ambiental e/ou apresentam restrições legais de uso como áreas de preservação permanente.

As áreas identificadas como zonas recomendadas para recuperação ambiental equivalem a 320 km² e constituem áreas de alta fragilidade ambiental e/ou que apresentam restrições legais de uso e que já foram desmatadas para o uso com pastagens/agricultura.

A área do município de Sonora apresenta um elevado grau de ação antrópica das terras, onde 85% das terras estão sendo utilizadas com pastagens e/ou com agricultura e apenas cerca de 10% das terras do município ainda apresentam certo grau de preservação, indicando que a legislação ambiental possa estar sendo desrespeitada.

O município de Sonora apresenta um bom potencial para o desenvolvimento da agropecuária, concentrado, principalmente, na pecuária. Todavia, práticas de conservação do solo, de conservação dos recursos naturais e de recuperação ambiental são necessárias ao pleno desenvolvimento sustentável das terras do município.

Nesse sentido, faz-se necessária a adoção de ações de correção ambiental, em especial, quanto à recuperação de mata ciliar (áreas de preservação permanente) e a elaboração de um plano participativo de uso sustentado dos recursos naturais que evite a abertura de novas áreas não propícias a produção agrossilvipastoril e que recupere aquelas que são de preservação permanente.

É importante frisar que, além das áreas de preservação permanente, faz-se premente, pelo poder público, o incentivo ao cumprimento dos preceitos do código florestal em toda a sua amplitude, em particular com relação à delimitação, recomposição e averbação das áreas de reserva legal por imóvel rural.

Sugere-se que um programa dessa natureza possa ser conduzido pelos comitês de bacias hidrográficas num projeto que, além de buscar o respeito a legislação ambiental através da recomposição vegetal, incorpore objetivos de uso sustentável dos recursos naturais, através da conservação do solo e da água, a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção da flora e fauna nativas.

5. REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. Zoneamento ecológico e econômico da Amazônia: questões de escala e método. USP, **Estudos Avançados USP**, São Paulo, v. 4, p. 4 - 20, 1989.
- ALFONSI, R. R.; PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J.; CORAL, G.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A.; LOPES, T. S. S.; MARRA, E.; BEZERRA, H. S.; HISSA, H. R.; FIGUEIREDO, A. F.; SILVA, G. G.; SUCHAROV, E. C.; ALVES, J.; MARTORANO, L. G.; BOUHID, A.; ROMÍSIO, G.; BASTOS ANDRADE, W. E. **Zoneamento Climático da Cultura do Café (*Coffea arabica*) no Estado de Mato Grosso do Sul**. Campinas. Campinas: IAC: UNICAMP; Brasília: Embrapa Cerrados; Niterói: Pesagro-Rio; Rio de Janeiro: SIMERJ: Embrapa Solos; 2002. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/cafe/MS_menu.html>. Acesso em: 03 nov. de 2006.
- BIRKELAND, P.W. **Soil and Geomorphology**. New York: Oxford University Press, 1984.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Sul de Mato Grosso**. Rio de Janeiro, 1971. 839 p. (Boletim Técnico, 18).
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SF. 21 Campo Grande**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 416p. 28 v.
- CAMARGO, M. B. P.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R.; ORTOLANI, A. A.; BRUNINI, O.; CHIAVEGATTO, O. M. D. P. **Probabilidade de ocorrência de geadas nos Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1990. (Boletim técnico IAC, 136).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Zoneamento agropedoclimático do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 17).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Zoneamento agroecológico do Estado do Rio de Janeiro** - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 33).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação – Enfoque na Região Semi-Árida**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 218 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do município de Sonora - Zoneamento agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. (Embrapa Solos. Relatório Técnico).
- ENGEL, B. **Estimating Soil Erosion Using RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) Using ArcView**. [West Lafayette]:Purdue University, 2003.
- FAO. **Zonificación agro-ecológica**: guia general. Roma, 1997. 82 p. (FAO. Boletim de Suelos, 73).

- FOURNIER, R. **Climate e erosion**. Paris: Press Universitaires de France, 1960. 201p.
- GALLANT, J. C.; WILSON, J. P. Primary topographic attributes. In: WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (Ed.). **Terrain Analysis: Principles and applications**. New York: John Wiley & Sons, 2000. p. 51-85.
- GONÇALVES, A. O.; GACHET, G. F.; SILVA, C. A. M. Automação de algoritmo para caracterização climática de Köppen utilizando procedimentos computacionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005. **Anais...** Campinas: SBAGRO, 2005. CD-ROM.
- GAUSSEN, H. **Théorie et classification des climats et microclimats**. In: CONGRÈS INTERNATIONAL BOTANIQUE, 7.; 1954, Paris: [Société Botanique de France], 1954. p. 125-30.
- IBGE. **Produção agrícola municipal: Mato Grosso do Sul - 1997 a 2006**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 09 set. 2007a.
- IBGE. **Produção pecuária municipal: Mato Grosso do Sul - 1997 a 2005**. Disponível: site Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2007b.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con um estúdio de los climas de la Tierra**. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAEUR, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. **Bragantia**, v. 51, p.189-196, 1992.
- LOMBARDI NETO, F. **Rainfall erosivity - its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brazil**. 1977 53 f. Dissertation (Master of Science) - Purdue University, West Lafayette.
- MANNIGEL, A. R.; PASSOS e CARVALHO, M.; MORETI, D.; MEDEIROS, L. R. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1335-1340, 2002.
- MARTINS, A. K. E.; SARTORI NETO, A.; MARTINS, I. C. M.; BRITES, R. S.; SOARES, V. P. Uso de um sistema de informações geográficas para indicação de corredores ecológicos no município de Viçosa - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 3, p.373-380, 1998.
- MATO GROSSO DO SUL. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL - SEPLAN-MS. **Macrozoneamento geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, 1989. 242 p.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3 ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1995. 65 p.
- RICHARDS, J. A. **Remote sensing digital image analysis**. Berlin: Springer-Verlag, 1999. 240 p.
- RODRIGUES, G. S. Conceitos ecológicos aplicados à agricultura. **Revista Científica Rural**, Santa Maria, v. 4, n. 2, p.155-166, 1999.
- ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C. **Balanço hídrico normal por Thornthwaite & Mather (1955), v5.0**. Piracicaba: Departamento de Física e Meteorologia, ESALQ-USP, 1999.
- SANS, L. M. A.; ASSAD, D.; GUIMARÃES, D. P.; AVELAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do milho na região centro-oeste do Brasil e para o estado de Minas

Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 9, n. 3, p. 527-539, 2001.

SINGH, U.; THORNTON, P. K. Using crop models for sustainability and environmental quality assessment. **Outlook on Agriculture**, v. 21, p. 209-218. 2002.

THORNTON, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr. Rev.**, v. 38, p.55-94, 1948.

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

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, D.C: USDA, 1978. 57 p. (USDA. Agricultural Handbook).

Anexos

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Município de Sonora (escala 1:100.000)

Mapa do Zoneamento Agroecológico da Uva no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Citrus no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Maracujá no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico da Goiaba no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico da Manga no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Mamão no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico da Banana no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Abacaxi no Município de Sonora

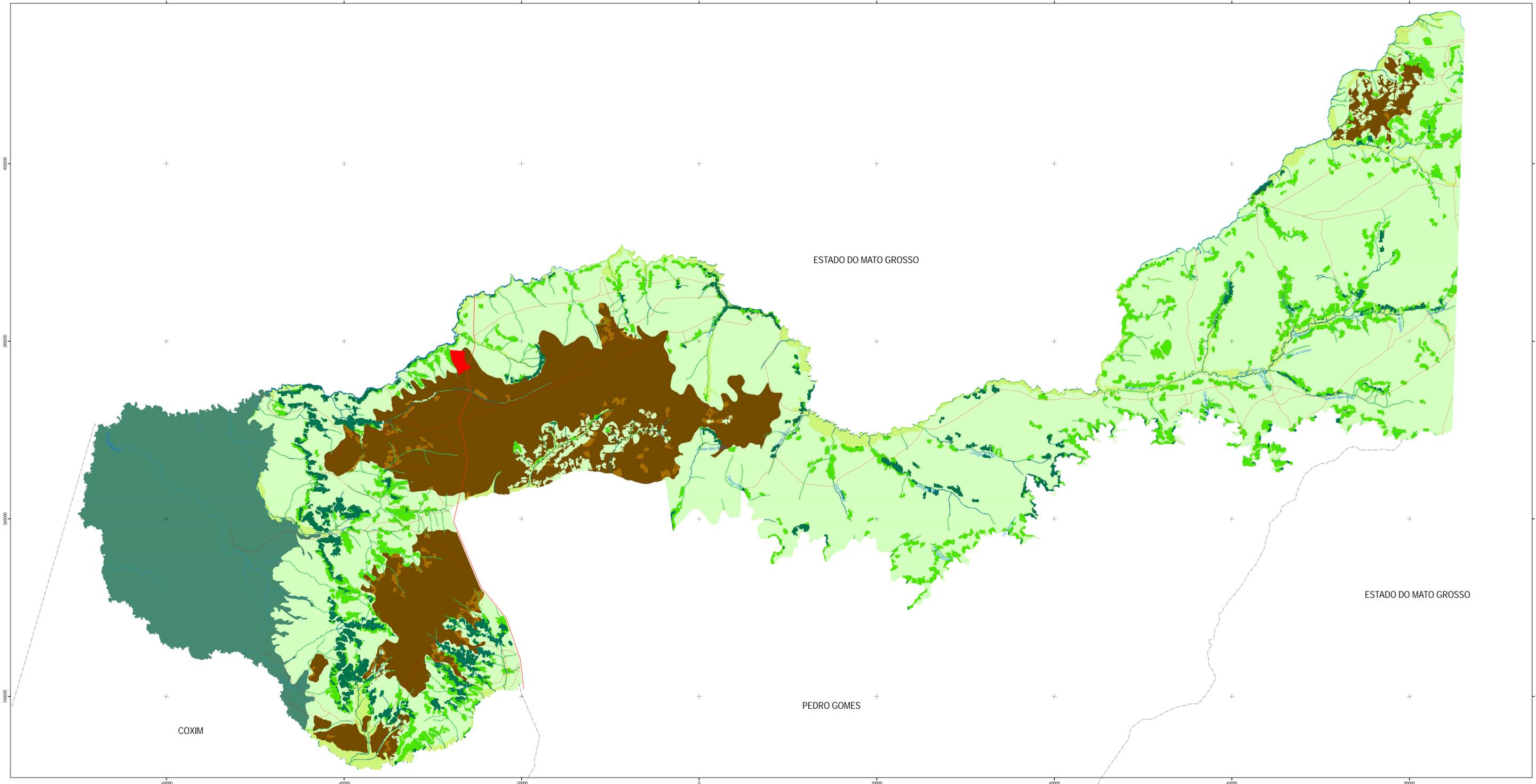
Mapa do Zoneamento Agroecológico do Girassol no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico do Eucalipto no Município de Sonora

Mapa do Zoneamento Agroecológico da Seringueira no Município de Sonora

Zoneamento Agroecológico do Município de Sonora (MS)



Legenda

- ZAI - Zona recomendada para agricultura intensiva
- ZAS - Zona recomendada para agricultura semi-intensiva
- ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
- ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
- ZP - Zona recomendada para pastagens
- ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Ferrovias
- Drenagem
- Caminho
- Limite Municipal

0 1.5 3 6 9 12 15 km

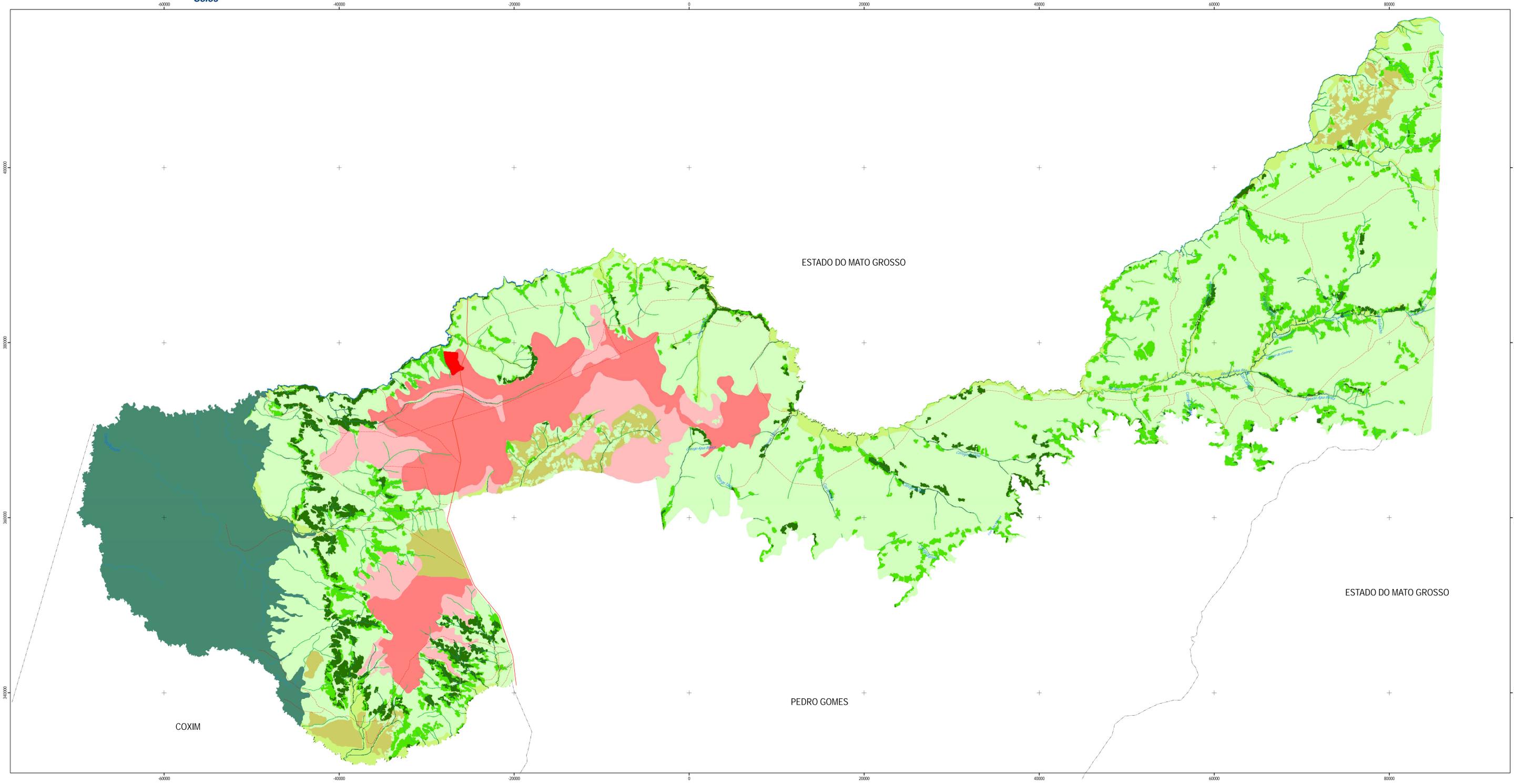
ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL - 1:1.000.000
2010

Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:
César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Eriq Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rendeiro Pereira*, Maria José Zaron*, Fernando César Saraiva do Amaral*, Silvio Bargo Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Dart*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes**, José Soares**, Ailton Martins Amorim**.

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

Zoneamento Agroecológico para Uva no Município de Sonora (MS)



Legenda

- B** - Classe de aptidão Boa para a cultura da Uva, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- R - Classe de aptidão Regular para a cultura da Uva.
- R** - Classe de aptidão Regular para a cultura da Uva, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
- ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
- ZP - Zona recomendada para pastagens
- ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas
- URBANO
- PANTANAL
- AGUA

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Ferrovia
- Drenagem
- Caminho
- Limite Municipal

0 1.5 3 6 9 12 15 km

ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL - 1:100.000
2010

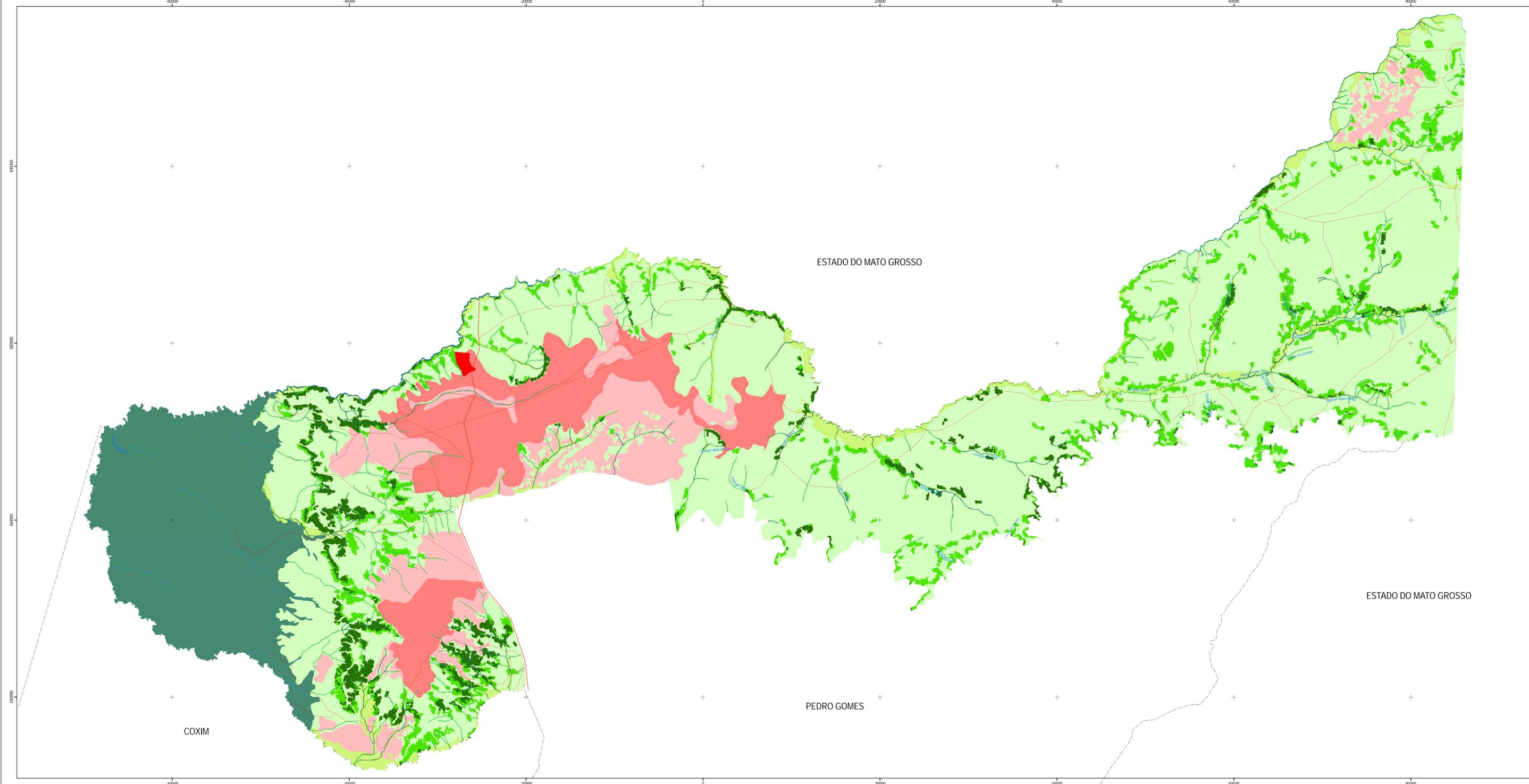
Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:

César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Erio Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rendeiro Pereira*, Maria José Zaroni*, Fernando César Saraiva do Amaral*, Silvio Barge Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Dart*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes**, José Soares**, Ailton Martins Amorim**.

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

Zoneamento Agroecológico para Citrus no Município de Sonora (MS)



Legenda

- R - Classe de aptidão Regular para a cultura do Citrus.
- R** - Classe de aptidão Regular para a cultura do Citrus, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
- ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
- ZP - Zona recomendada para pastagens
- ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas
- URBANO
- PANTANAL
- AGUA

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Ferrovias
- Drenagem
- Caminho
- Limite Municipal

0 1.5 3 6 9 12 15 km

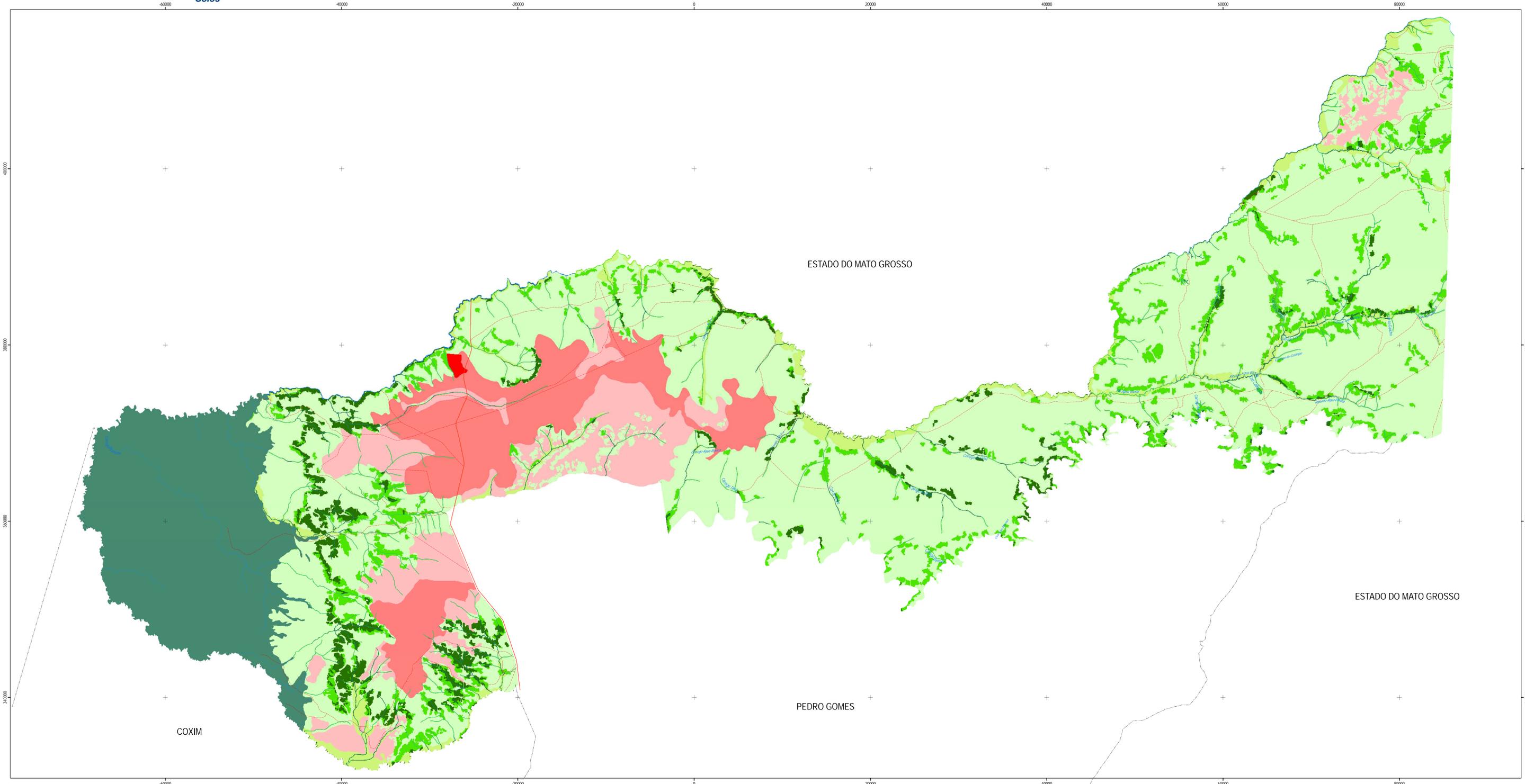
ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL - 1:1.000.000
2010

Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:
César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Eriq Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rendeiro Pereira*, Maria José Zaroni*, Fernando César Saraiva do Amaral*, Silvio Barge Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Dart*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes**, José Soares**, Ailton Martins Amorim**.

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

Zoneamento Agroecológico para Maracuja no Município de Sonora (MS)



Legenda

- R - Classe de aptidão Regular para a cultura do Maracuja.
- R** - Classe de aptidão Regular para a cultura do Maracuja, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
- ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
- ZP - Zona recomendada para pastagens
- ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas
- URBANO
- PANTANAL
- AGUA

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Ferrovias
- Drenagem
- Caminho
- Limite Municipal

0 1.5 3 6 9 12 15 km

ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL - 1:100.000
2010

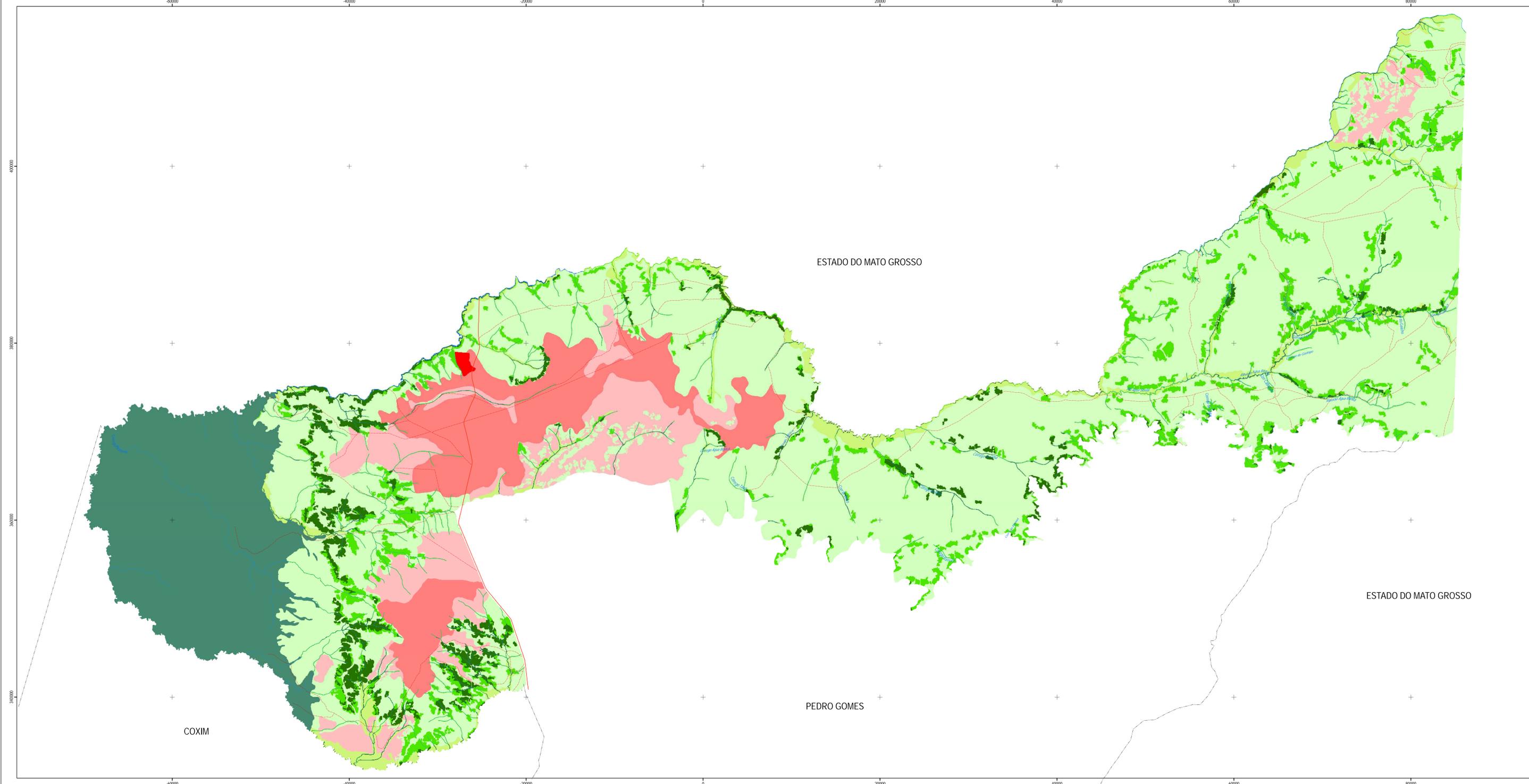
Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:

César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Erio Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rendeiro Pereira*, Maria José Zaroni*, Fernando César Saraiva do Amaral*, Silvio Barge Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Dart*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes**, José Soares**, Ailton Martins Amorim**.

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

Zoneamento Agroecológico para Goiaba no Município de Sonora (MS)



Legenda

- R - Classe de aptidão Regular para a cultura da Goiaba.
- R** - Classe de aptidão Regular para a cultura da Goiaba, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
- ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
- ZP - Zona recomendada para pastagens
- ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas
- URBANO
- PANTANAL
- AGUA

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Ferrovias
- Drenagem
- Caminho
- Limite Municipal

0 1.5 3 6 9 12 15 km

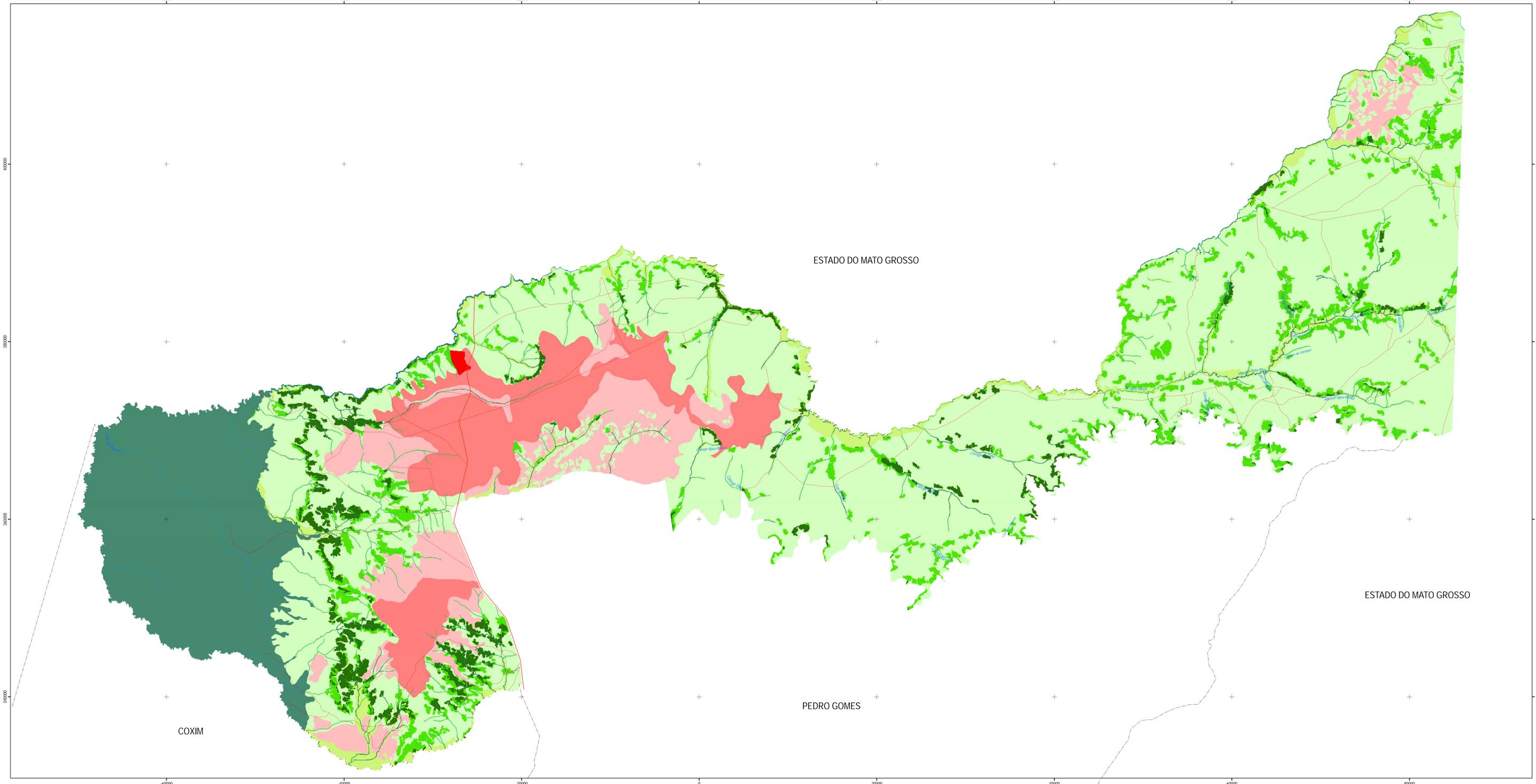
ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL - 1:100.000
2010

Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:
César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Erio Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rendeiro Pereira*, Maria José Zaroni*, Fernando César Saraiva do Amaral*, Silvio Barge Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Dart*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes**, José Soares**, Ailton Martins Amorim**.

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

Zoneamento Agroecológico para Manga no Município de Sonora (MS)



Legenda

- R - Classe de aptidão Regular para a cultura da Manga.
- R** - Classe de aptidão Regular para a cultura da Manga, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
- ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
- ZP - Zona recomendada para pastagens
- ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas
- URBANO
- PANTANAL
- AGUA

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Ferrovias
- Drenagem
- Caminho
- Limite Municipal

0 1.5 3 6 9 12 15 km

ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL - 1:100.000
2010

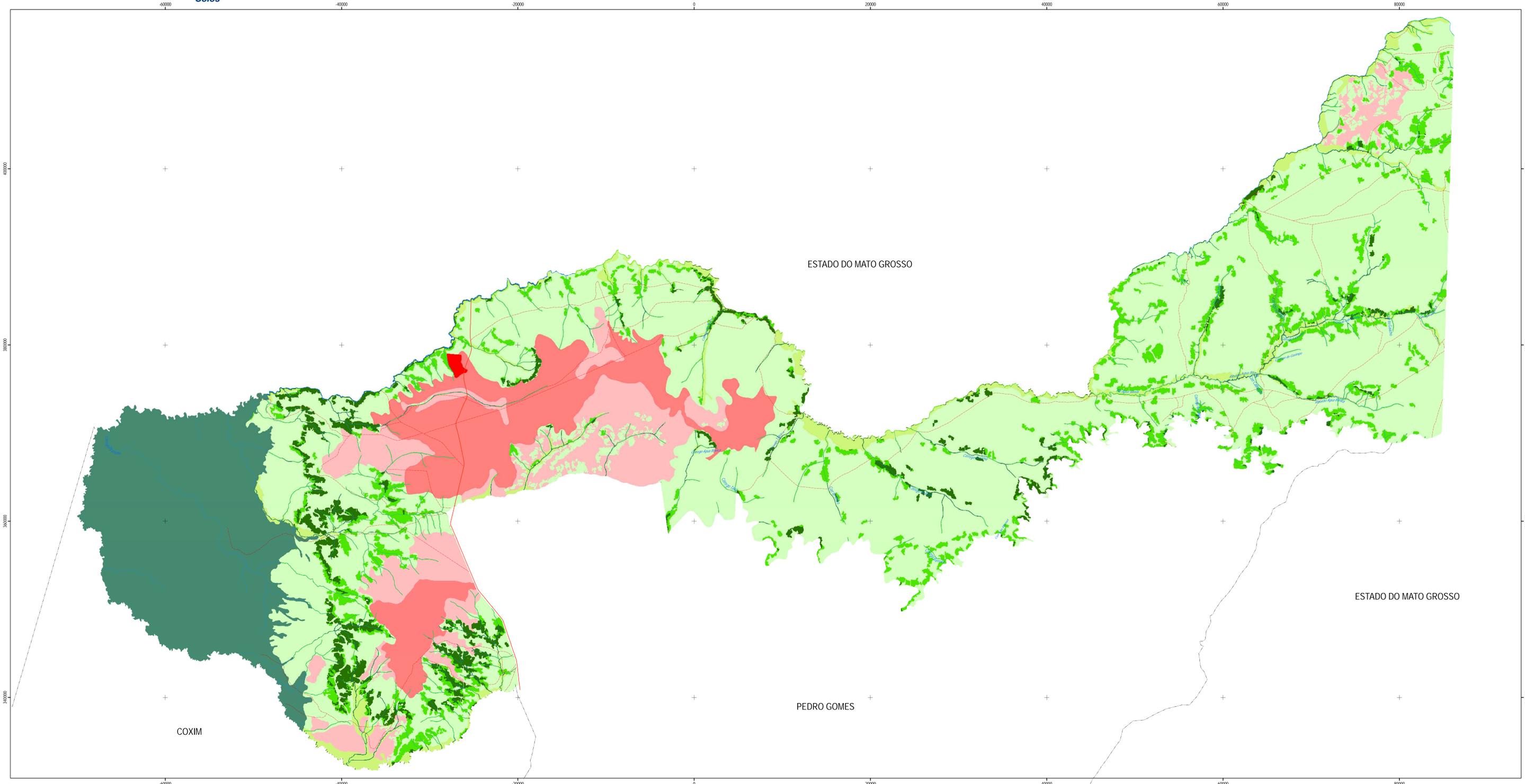
Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:

César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Erio Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rendeiro Pereira*, Maria José Zaroni*, Fernando César Saraiva do Amaral*, Silvio Barge Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Dart*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes**, José Soares**, Ailton Martins Amorim**.

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

Zoneamento Agroecológico para Mamão no Município de Sonora (MS)



Legenda

- R - Classe de aptidão Regular para a cultura do Mamão.
- R** - Classe de aptidão Regular para a cultura do Mamão, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
- ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
- ZP - Zona recomendada para pastagens
- ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas
- URBANO
- PANTANAL
- AGUA

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Ferrovias
- Drenagem
- Caminho
- Limite Municipal

0 1.5 3 6 9 12 15 km

ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL - 1:100.000
2010

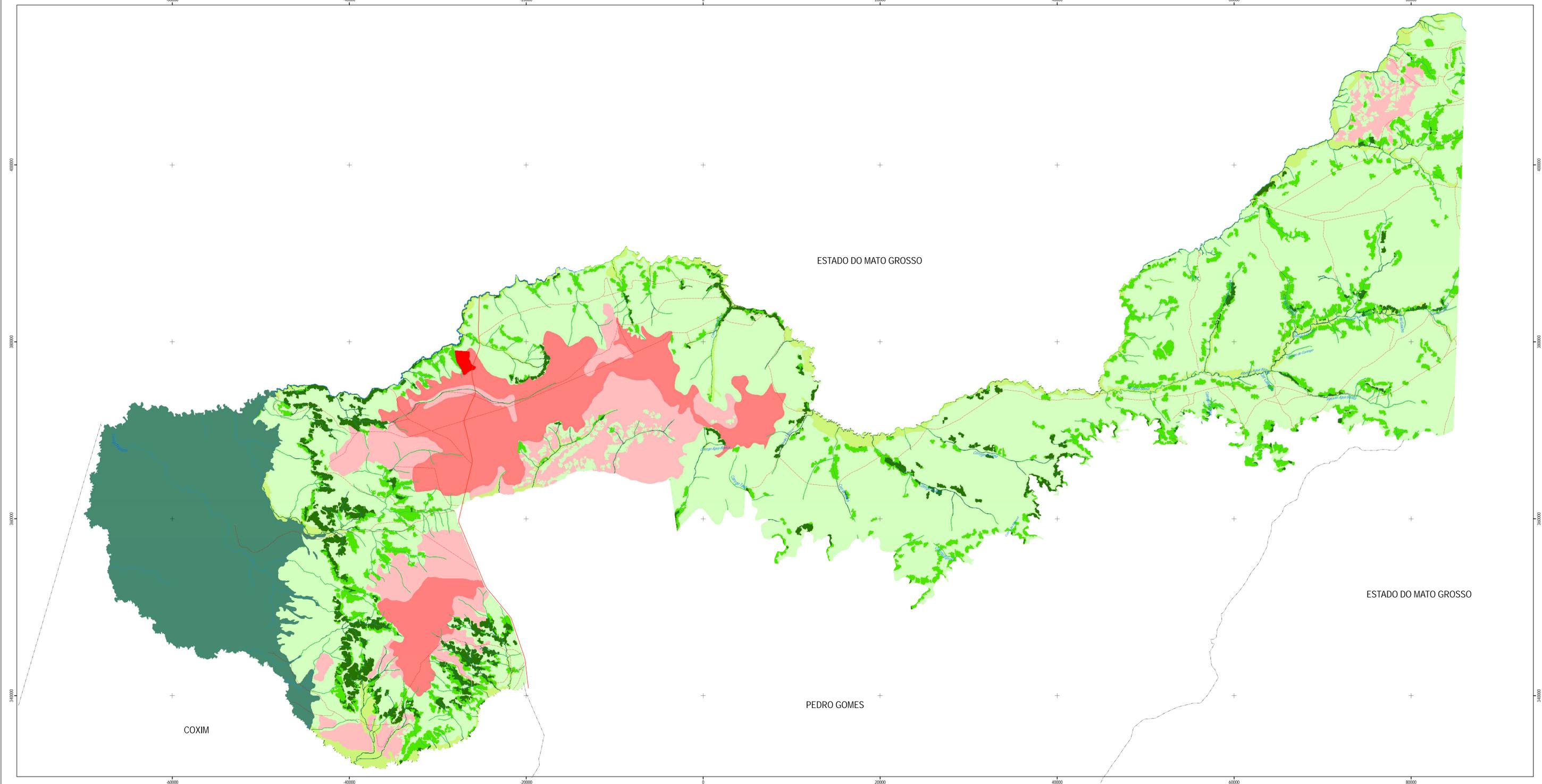
Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:

César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Erio Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rendeiro Pereira*, Maria José Zaroni*, Fernando César Saraiva do Amaral*, Silvio Barge Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Dart*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes**, José Soares**, Ailton Martins Amorim**.

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

Zoneamento Agroecológico para Banana no Município de Sonora (MS)



Legenda

- R - Classe de aptidão Regular para a cultura da Banana.
- R** - Classe de aptidão Regular para a cultura da Banana, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
- ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
- ZP - Zona recomendada para pastagens
- ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas
- URBANO
- PANTANAL
- AGUA

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Ferrovias
- Drenagem
- Caminho
- Limite Municipal

0 1,5 3 6 9 12 15 km

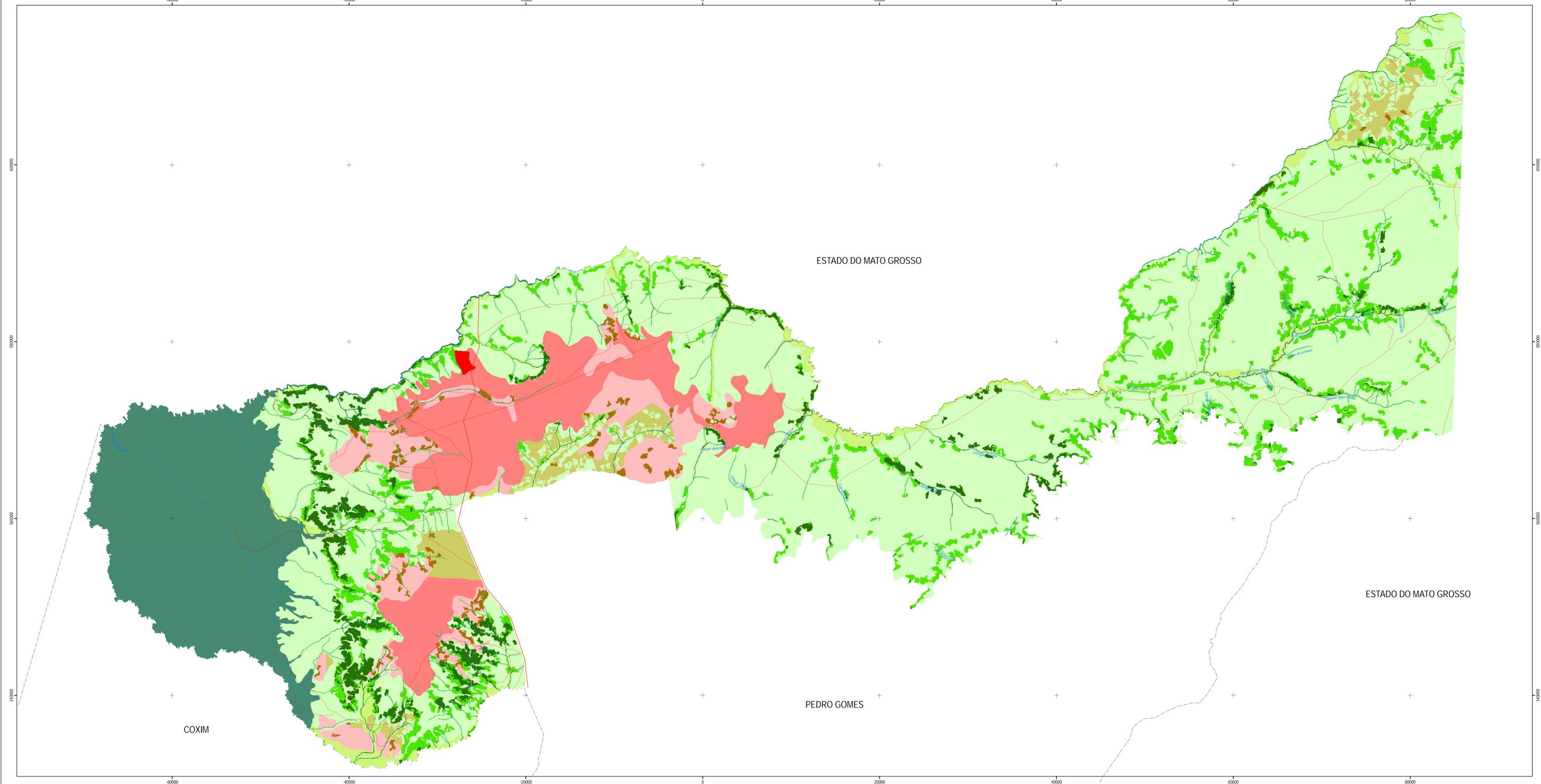
ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL - 1:100.000
2010

Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:
César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Enio Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rondero Pereira*, Maria José Zaroni*, Fernando César Saravia do Amaral*, Silvio Barge Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Datt*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes**, José Soares**, Ailton Marins Amorim**.

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

Zoneamento Agroecológico para Abacaxi no Município de Sonora (MS)



Legenda

	B** - Classe de aptidão Boa para a cultura do abacaxi, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior
	R - Classe de aptidão Regular para a cultura do abacaxi.
	R** - Classe de aptidão Regular para a cultura do abacaxi, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
	ZAS - Zona recomendada para agricultura semi-intensiva
	ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
	ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
	ZP - Zona recomendada para pastagens
	ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas
	URBANO
	PANTANAL
	AGUA

Convenções Cartográficas

	Rodovias		Caminho
	Ferrovias		Limite Municipal
	Drenagem		

0 1.5 3 6 9 12 15 km

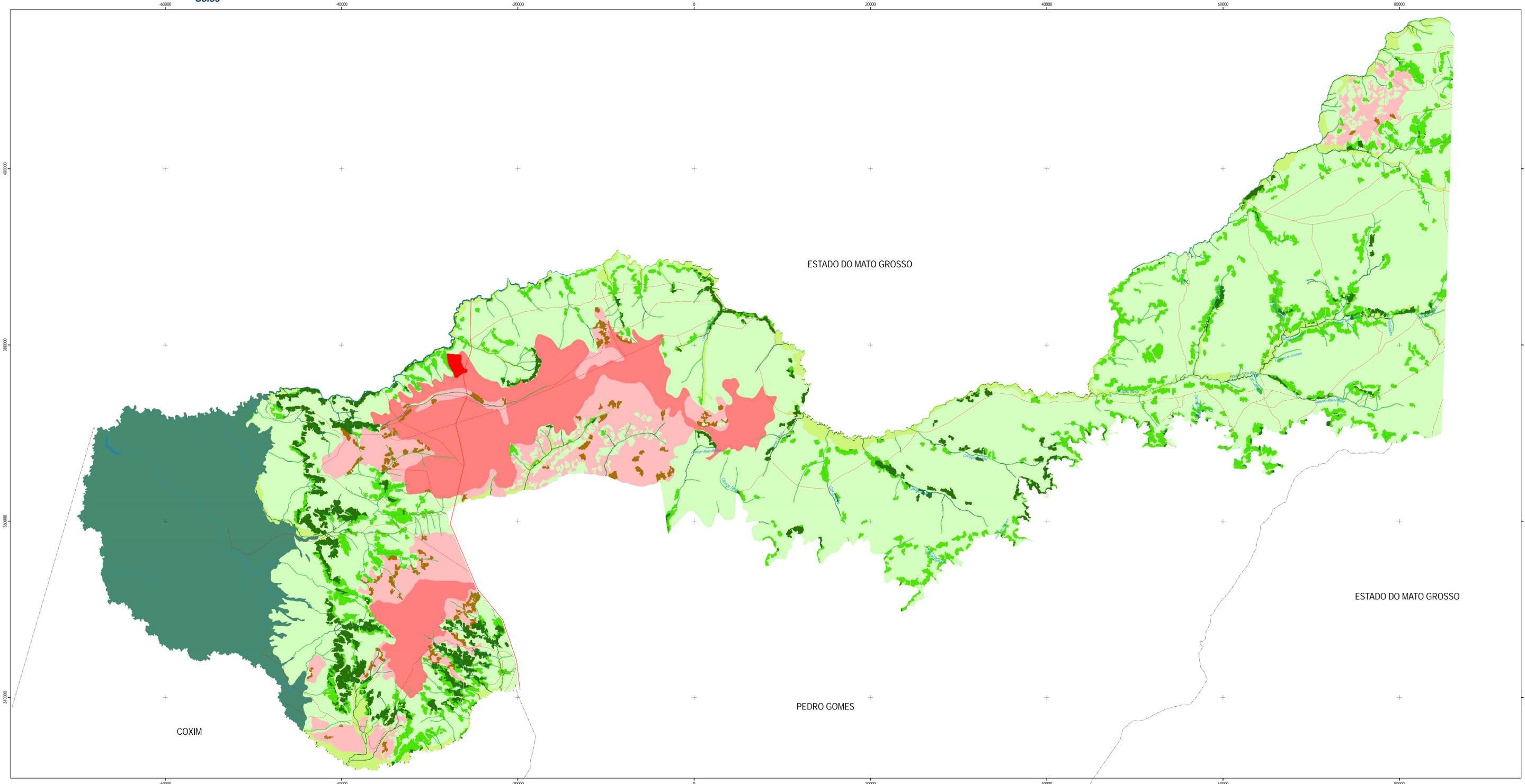
ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL- 1:100.000
2010

Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:
César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Enio Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rendeiro Pereira*, Maria José Zaroni*, Fernando Cázar Saraiva do Amaral*, Silvio Barge Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Datt*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes*, José Soares**, Ailton Martins Amorim**.

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

Zoneamento Agroecológico para Girassol no Município de Sonora (MS)



Legenda

- R - Classe de aptidão Regular para a cultura do Girassol.
- R** - Classe de aptidão Regular para a cultura do Girassol, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
- ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
- ZP - Zona recomendada para pastagens
- ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas
- URBANO
- PANTANAL
- AGUA

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Ferrovias
- Drenagem
- Caminho
- Limite Municipal

0 1.5 3 6 9 12 15 km

ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL - 1:100.000
2010

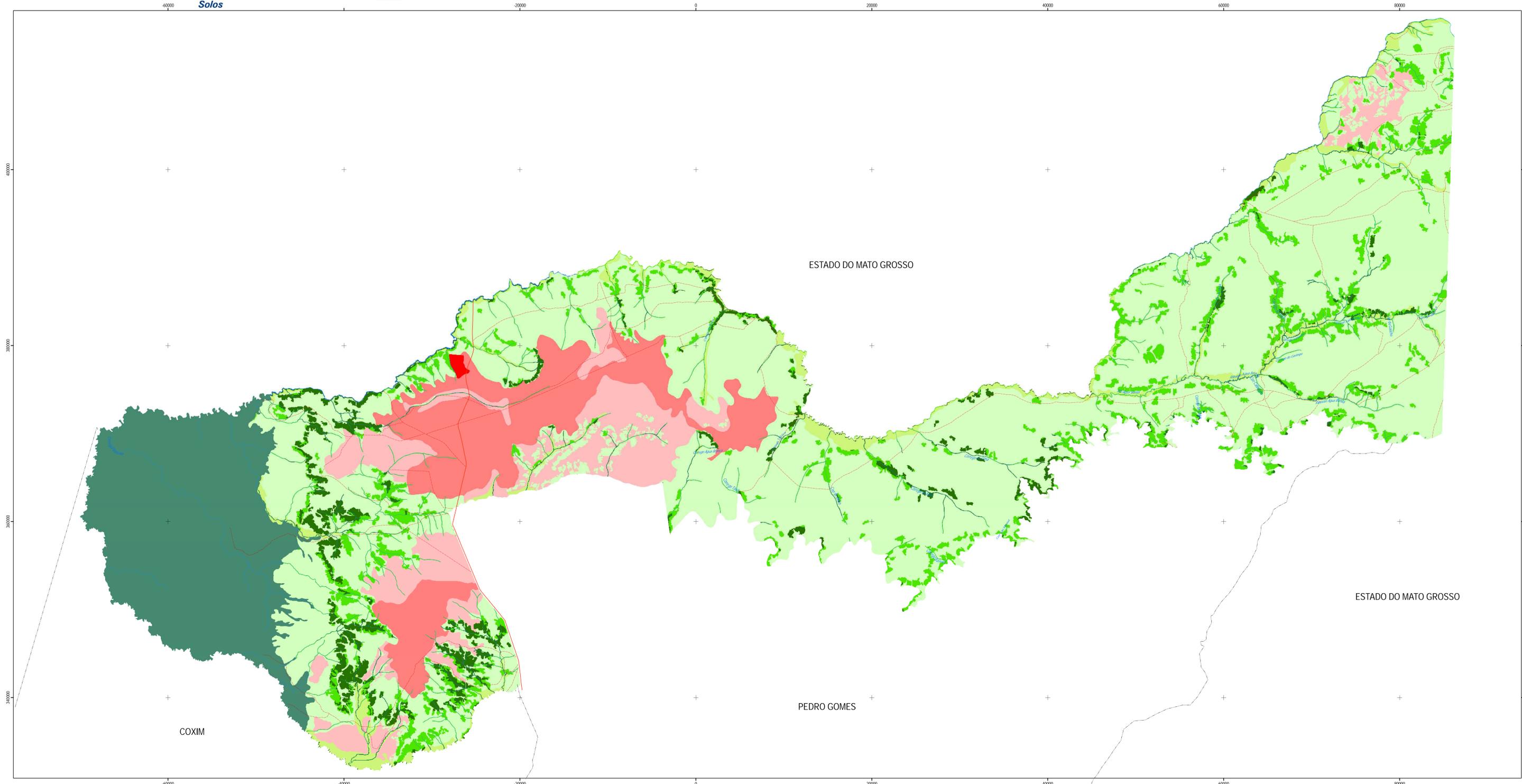
Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:

César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Erio Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rendeiro Pereira*, Maria José Zaroni*, Fernando César Saraiva do Amaral*, Silvio Barge Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Dart*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes**, José Soares**, Ailton Martins Amorim**.

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

Zoneamento Agroecológico para Cana no Município de Sonora (MS)



Legenda

- R - Classe de aptidão Regular para a cultura da Cana.
- R** - Classe de aptidão Regular para a cultura da Cana, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
- ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
- ZP - Zona recomendada para pastagens
- ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas
- URBANO
- PANTANAL
- AGUA

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Caminho
- Ferrovia
- Limite Municipal
- Drenagem

0 1.5 3 6 9 12 15 km

ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL - 1:100.000
2010

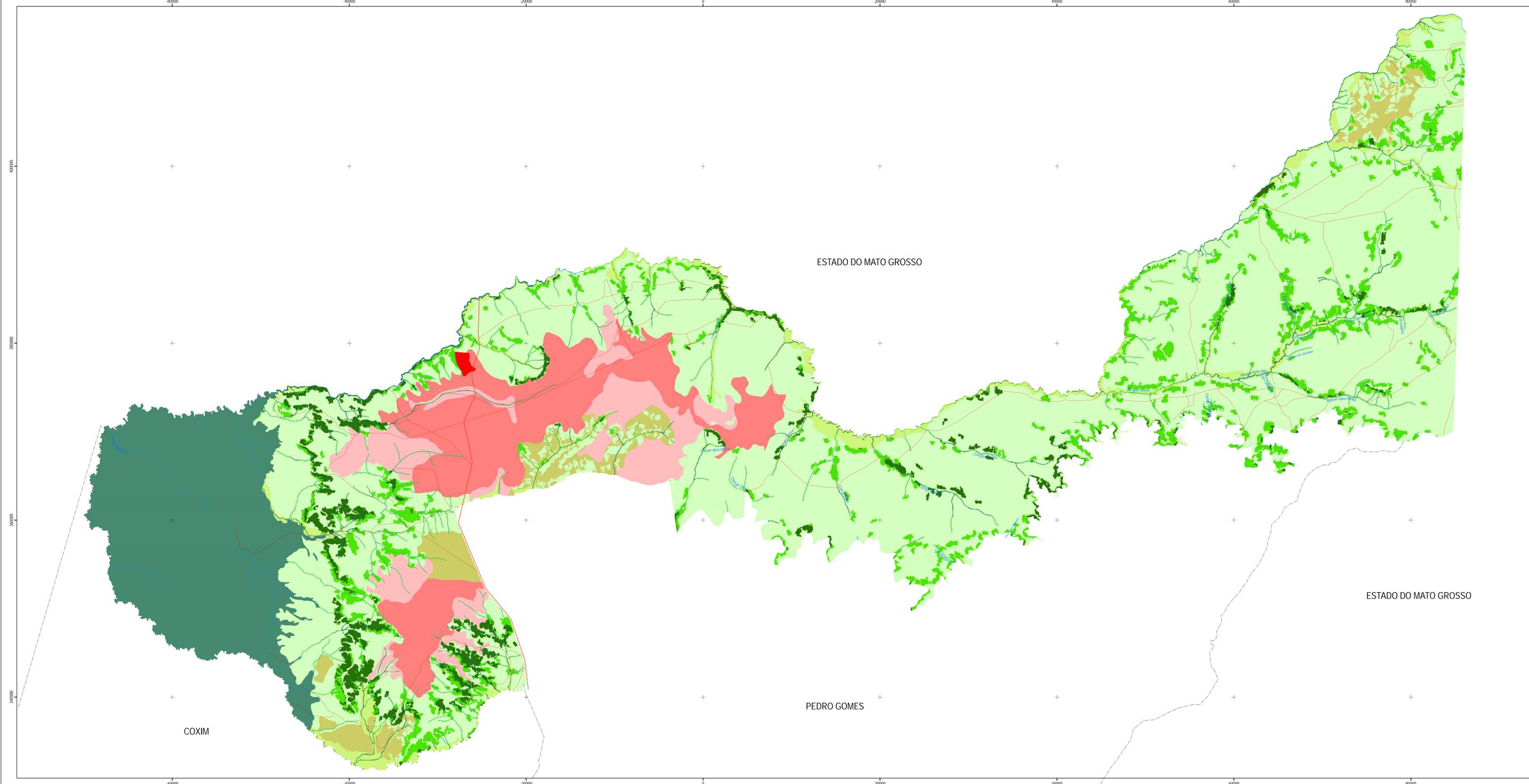
Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:

César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Enio Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rendeiro Pereira*, Maria José Zaroni*, Fernando César Saraiva do Amaral*, Sílvia Barge Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Dart*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes**, José Soares**, Alton Martins Amorim**.

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

Zoneamento Agroecológico para Eucalipto no Município de Sonora (MS)



Legenda

- B** - Classe de aptidão Boa para a cultura do Eucalipto, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- R - Classe de aptidão Regular para a cultura do Eucalipto.
- R** - Classe de aptidão Regular para a cultura do Eucalipto, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
- ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
- ZP - Zona recomendada para pastagens
- ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas
- URBANO
- PANTANAL
- AGUA

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Ferrovia
- Drenagem
- Caminho
- Limite Municipal

0 1.5 3 6 9 12 15 km

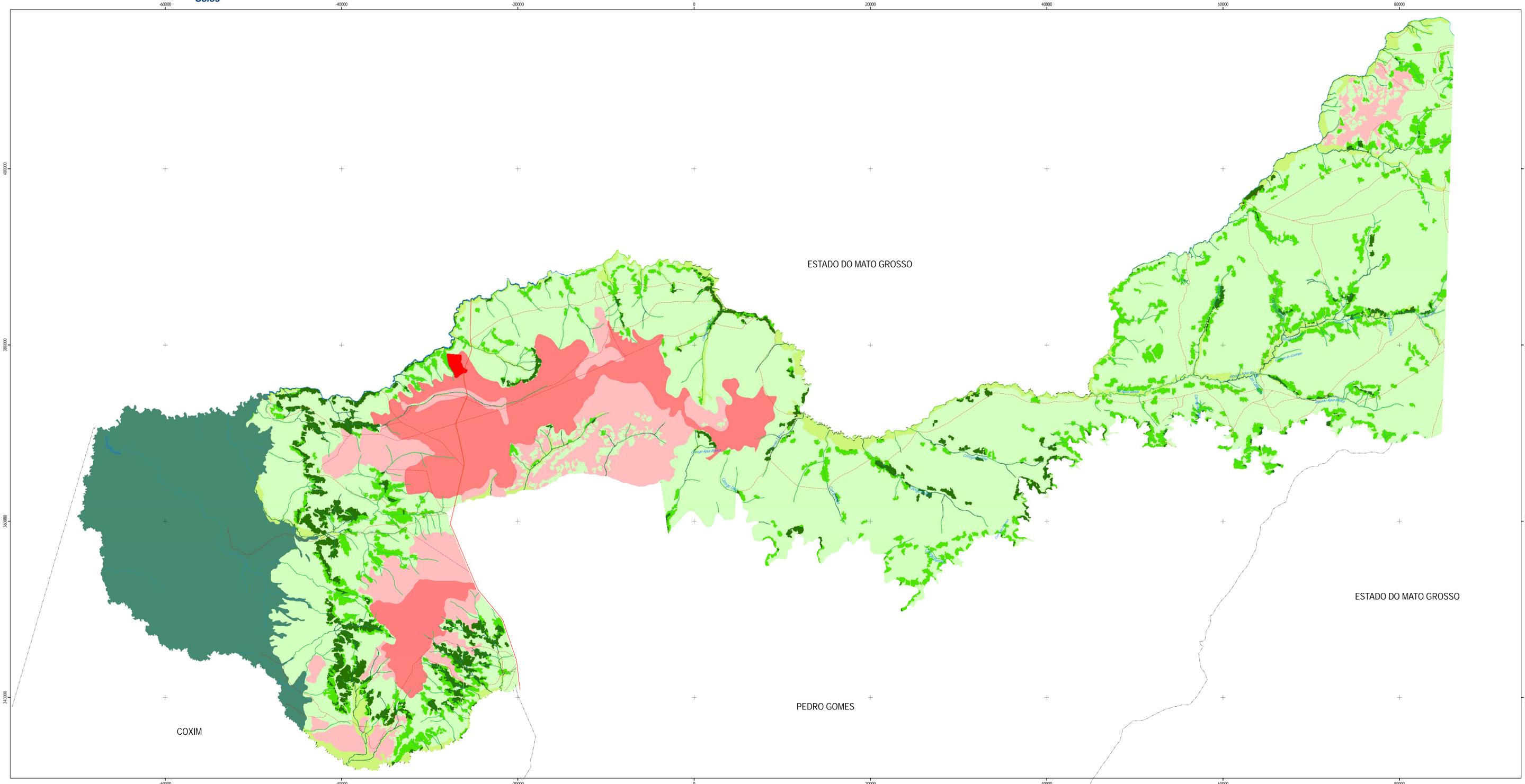
ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL - 1:100.000
2010

Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:
César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Eriq Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rendeiro Pereira*, Maria José Zarosi*, Fernando César Saraiva do Amaral*, Silvio Barge Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Dart*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes**, José Soares**, Ailton Martins Amorim**.

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

Zoneamento Agroecológico para Seringueira no Município de Sonora (MS)



Legenda

- R - Classe de aptidão Regular para a cultura da Seringueira.
- R** - Classe de aptidão Regular para a cultura da Seringueira, que apresenta, em menor proporção, áreas com classe de aptidão inferior.
- ZC - Zona recomendada para conservação dos recursos naturais
- ZR - Zona recomendada para recuperação ambiental
- ZP - Zona recomendada para pastagens
- ZPE - Zona recomendada para pastagens adaptadas
- URBANO
- PANTANAL
- AGUA

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Ferrovias
- Drenagem
- Caminho
- Limite Municipal

0 1.5 3 6 9 12 15 km

ESCALA - 1:150.000
ESCALA ORIGINAL - 1:100.000
2010

Projeção Cartográfica: Cônica conforme de Lambert
Meridiano Central: 54° 30'
Paralelo 1: 18° 15'
Paralelo 2: 22° 45'
Latitude origem: 21°
Datum Horizontal: SAD-69

AUTORIA:
César da Silva Chagas*, Waldir de Carvalho Junior*, Erio Fraga da Silva*, Maurício Rizzato Coelho*, Nilson Rendeiro Pereira*, Maria José Zaroni*, Fernando César Saraiva do Amaral*, Silvio Barge Bhering*, Alexandre Ortega Gonçalves*, Ricardo de Oliveira Dart*, Mario Luiz Diamante Aglio*, Carlos Henrique Lemos Lopes**, José Soares**, Ailton Martins Amorim**.

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

Embrapa

Solos