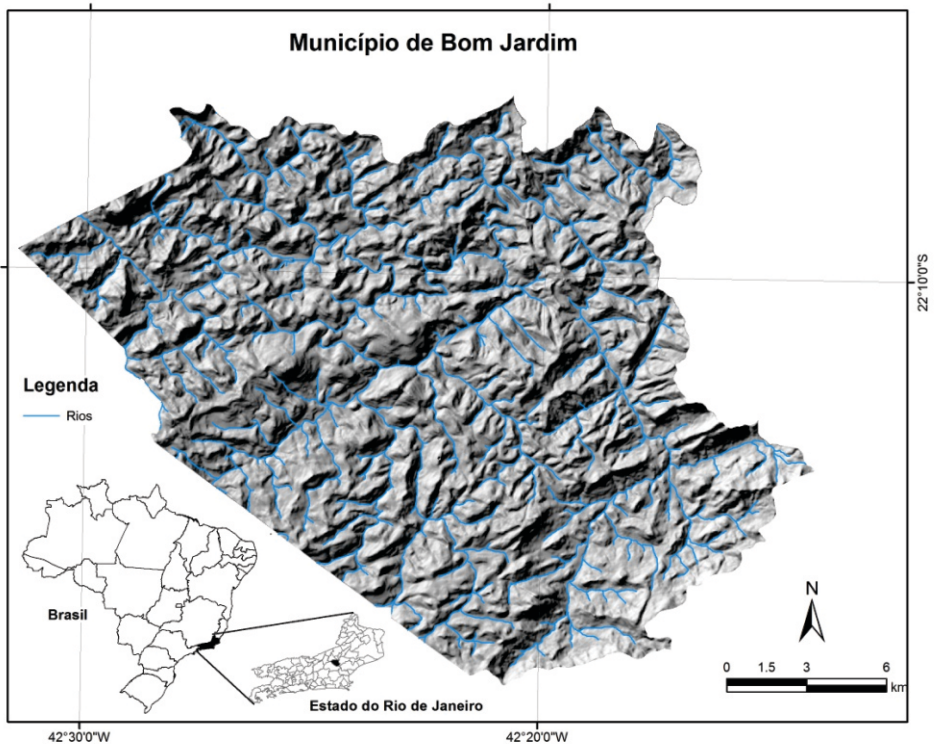


## Zoneamento Agroecológico do Município de Bom Jardim, Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro



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

# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 230**

## **Zoneamento Agroecológico do Município de Bom Jardim, Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro**

*Waldir de Carvalho Júnior  
Cesar da Silva Chagas  
Braz Calderano Filho  
Silvio Barge Bhering  
Guilherme Kangussu Donagemma  
Sebastião Barreiros Calderano  
Fabiano de Oliveira Araújo  
Nilson Rendeiro Pereira*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

### **Embrapa Solos**

Rua Jardim Botânico, nº 1.024, Jardim Botânico.

CEP: 22460-000, Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 2179-4500

Fax: (21) 2179-5291

[www.embrapa.br/solos](http://www.embrapa.br/solos)

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

### **Comitê de Publicações da Embrapa Solos**

Presidente: *Daniel Vidal Pérez*

Secretário-Executivo: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Membros: *Ademar Barros da Silva, Adriana Vieira de Camargo de Moraes,*

*Alba Leonor da Silva Martins, Claudia Regina Delaia Machado, Joyce Maria*

*Guimarães Monteiro, Maria Regina Capdeville Laforet, Maurício Rizzato Coelho,*

*Quitéria Sonia Cordeiro dos Santos.*

Supervisão editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes*

Editoração Eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Normalização bibliográfica: *Luciana Sampaio de Araujo*

### **1ª edição**

On-line (2013)

### **Todos os direitos reservados**

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

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Solos

---

Zoneamento agroecológico do Município de Bom Jardim, região serrana do Estado do Rio de Janeiro / Waldir de Carvalho Júnior ... [et al.]. – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2013.

42 p. : il. color – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 230).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<https://www.embrapa.br/solos/publicacoes>>.

Título da página da Web (acesso em 20 dez. 2013).

1. Zoneamento agrícola. 2. Zoneamento ecológico. 3. Planejamento agrícola. I. Carvalho Júnior, Waldir de. II. Chagas, Cesar da Silva. III. Calderano Filho, Braz. IV. Bhering, Silvio Barge. V. Donagemma, Guilherme Kangussu. VI. Calderano, Sebastião Barreiros. VII. Araújo, Fabiano de Oliveira. VIII. Pereira, Nilson Rendeiro. IX. Embrapa Solos. X. Série.

CDD (23. ed.) 631.47

---

© Embrapa 2013

# Sumário

<b>Resumo</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	7
<b>Introdução</b> .....	9
<b>Metodologia</b> .....	10
<b>Resultados e Discussão</b> .....	32
<b>Conclusões</b> .....	38
<b>Referências</b> .....	39



# **Zoneamento Agroecológico do Município de Bom Jardim, Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro**

---

*Waldir de Carvalho Júnior<sup>1</sup>*

*Cesar da Silva Chagas<sup>1</sup>*

*Braz Calderano Filho<sup>2</sup>*

*Silvio Barge Bhering<sup>3</sup>*

*Guilherme Kangussu Donagemma<sup>1</sup>*

*Sebastião Barreiros Calderano<sup>4</sup>*

*Fabiano de Oliveira Araújo<sup>5</sup>*

*Nilson Rendeiro Pereira<sup>6</sup>*

## **Resumo**

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. O zoneamento agroecológico é um destes modelos conservacionistas e busca a definição de zonas homogêneas com base na combinação das características dos solos, da paisagem e do clima. O Município de Bom Jardim encontra-se em área de relevo movimentado e a atividade agropecuária desenvolvida em sua maioria por pequenos produtores encontra-se sobre terras com elevada vulnerabilidade ambiental. Este trabalho tem por objetivo realizar o zoneamento agroecológico de Bom Jardim, RJ, em escala regional, para fins de ordenamento territo-

---

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>2</sup> Geólogo, doutor em Geologia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>4</sup> Geólogo, mestre em Geologia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>5</sup> Técnico da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>6</sup> Engenheiro-agrônomo, mestre em Geografia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

rial. As zonas agroecológicas recomendadas para o uso com lavouras (intensivas e semi-intensivas) somam 14,3 km<sup>2</sup>, o que equivale a aproximadamente 3,7% da área total do município. As zonas agroecológicas recomendadas para o uso com pastagens e pastagens especiais somam 7,7 km<sup>2</sup>, o equivalente a 2% da área total do município. As áreas identificadas como zonas recomendadas para conservação/preservação dos recursos naturais somam 362 km<sup>2</sup>, as quais constituem áreas de alta fragilidade ambiental e/ou apresentam restrições legais de uso, como as áreas de preservação permanente.

Termos para indexação: geoprocessamento, mapeamento digital, solos.

# Agroecological Zoning of Bom Jardim Municipality, Rio de Janeiro State

---

## Abstract

*The sustainable agroecosystem management needs models of development with a set of conservation practices of water, soil and biodiversity. The agroecological zoning is a model of environmental conservation an show homogeneous zones based in soil, landscape and climate conditions. The Bom Jardim municipality is a hillslope area and the agriculture are developed by small farmers in high vulnerability environmental lands. The agroecological zones to use with intensive agriculture is 14.3 km<sup>2</sup> (3.7% of the municipality). The zones recommended to pastures are 7.7 km<sup>2</sup>, or 2% of the total area. The zones for conservation/preservation of the environment are the big one and has 362 km<sup>2</sup>, that area areas with high environmental vulnerability and/or with legal constraints.*

*Index terms: geoprocessing, digital mapping, soils.*





## Introdução

Localizado na região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, o Município de Bom Jardim, além de abrigar ecossistemas frágeis ocupados por pequenos produtores em regime de agricultura familiar, apresenta diferentes paisagens, formas de uso e ocupação das terras. Em virtude de características geoambientais locais como relevo acidentado, solos com textura variável, características topográficas do relevo montanhoso e intenso regime pluviométrico, suas terras são consideradas de elevada vulnerabilidade aos processos erosivos, como o movimento de massas e escorregamentos. Fatores que aliados à pressão de uso da terra, reduzida cobertura vegetal em certas áreas, atividades antrópicas não planejadas e falta de alternativas técnicas apropriadas à realidade local, intensificam os processos erosivos e de perda de solo fértil, contribuindo para o avanço no estágio de degradação dos recursos naturais (CALDERANO FILHO et al., 2010b).

Em áreas montanhosas de ecossistemas frágeis na Serra dos Órgãos, ocupadas com agricultura familiar, o uso sustentável da paisagem com o mínimo de degradação exige o conhecimento das limitações e potencialidades dos componentes ambientais e informações, em escalas adequadas dos elementos físico-bióticos componentes da paisagem, para subsidiar o gerenciamento dos recursos naturais (CALDERANO FILHO et al., 2010a).

O uso sustentável dos agroecossistemas requer a formulação de modelos de desenvolvimento conservacionista, 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 (CHAGAS et al., 2007).

De acordo com a FAO (ZONIFICACIÓN..., 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, levando-se em consideração uma escala regional.

O objetivo deste trabalho é realizar o zoneamento agroecológico para o Município de Bom Jardim para fins de planejamento ambiental e territorial, com indicação de áreas passíveis de exploração agrícola sustentável.

## **Metodologia**

### **Localização da área e caracterização do meio físico**

O Município de Bom Jardim localiza-se na mesorregião Centro Fluminense, dentro da microrregião de Nova Friburgo, entre as coordenadas geográficas 22° 06' e 22° 18' de latitude sul e 42° 12' e 42° 30' de longitude oeste (Figura 1). Sua área total é de 385,04 km<sup>2</sup> e sua população de cerca de 25.400 habitantes segundo o censo de 2010 (IBGE, 2010) (Figura 2), onde 60% estão na área urbana e 40% no meio rural.

### **Informações temáticas**

O processo de estratificação do ambiente natural de Bom Jardim foi baseado no conceito de unidade de paisagem, definida como uma entidade espacial na qual a geomorfologia, o clima, o solo (tipo de solo, seus atributos e limitações) e a vegetação formam um conjunto representativo e homogêneo na paisagem, de acordo com a escala cartográfica regional adotada. Para tanto, foram utilizadas as seguintes informações, descritas no item *Clima*.

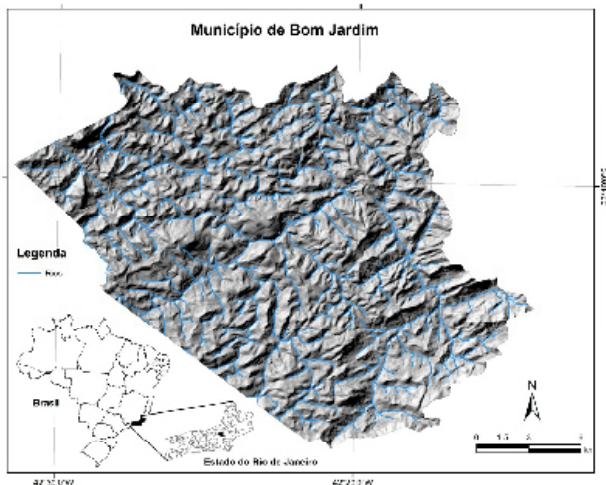


Figura 1. Mapa de localização do Município de Bom Jardim.

## População

Município	Mostrar valores absolutos		Mostrar valores percentuais		Ver dados de domicílios	
	Total da população 2010	Total da população 2000	Total de homens	Total de mulheres	Total da população urbana	Total da população rural
Angra dos Reis	169.270	119.247	84.490	84.780	163.080	6.190
Aperibé	10.215	8.018	5.023	5.192	8.880	1.335
Araruama	112.028	82.803	54.305	57.723	106.519	5.509
Areal	11.421	9.899	5.663	5.758	9.920	1.501
Armação dos Búzios	27.538	18.204	13.737	13.801	27.538	0
Arraial do Cabo	27.770	23.877	13.647	14.123	27.770	0
Barra do Pirai	94.855	88.503	45.208	49.647	92.040	2.815
Barra Mansa	177.861	170.753	85.822	92.039	176.251	1.610
Belford Roxo	469.261	434.474	226.757	242.504	469.261	0
Bom Jardim	25.398	22.651	12.756	12.642	15.281	10.117
Bom Jesus do Itabapoana	35.384	33.655	17.179	18.205	29.912	5.472

Figura 2. Distribuição da População de Bom Jardim e alguns outros municípios do Rio de Janeiro. Fonte: IBGE (2010).

## Clima

A partir dos dados de precipitação pluviométrica provenientes da Agência Nacional de Águas (ANA), no endereço <http://hidroweb.ana.gov.br>, 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).

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:

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

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

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

A classificação climática do Município de Bom Jardim, segundo critério de Köppen, remonta à tipologia "Cwa" descrita a seguir:

Cwa – Clima subtropical de inverno seco (com temperaturas inferiores a 18°C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22°C). Este é o clima da maior área do Estado de São Paulo, principalmente nas regiões Central, Leste e Oeste (VENTURA, 1964). Predomina nas regiões serranas do centro e sul de Minas Gerais e no norte nas serras do Espinhaço e Cabral (ANTUNES, 1986). Ocorre, ainda, no sudoeste do Espírito Santo, vale superior e médio do Rio Paraíba, no Estado de São Paulo e no Rio de Janeiro; e sul do Mato Grosso do Sul (GOLFARI et al., 1978).

A deficiência hídrica anual é aproximadamente 35 mm e o excedente hídrico ultrapassa 430 mm, isto considerando a CAD (capacidade de água disponível) igual a 100 mm. O período de deficiência hídrica estende-se entre os meses de maio a setembro. A temperatura média anual é de 20,3°C e a precipitação pluviométrica de cerca de 1.350 mm. A Tabela 1 apresenta os dados climáticos e a Figura 3 mostra o balanço hídrico.

### **Unidades Geoambientais**

O Município de Bom Jardim está situado no Domínio Geoambiental da Região Serrana (RIO DE JANEIRO..., 2001). Dentro deste Domínio, a unidade geoambiental de Montanhas (subdomínio Serra do Mar – 12a2) ocupa a maior porção de seu território (Figura 4). O subdomínio Litoral Sul Fluminense, em Bom Jardim, abrange a unidade geoambiental de Morrotes e Morros Baixos (11a1).

**Tabela 1.** Dados climáticos da estação de Barra Alegre - Bom Jardim, RJ.

MÊS	T(°C)	P	ET0	ETR	EXC	DEF
JAN	23,2	240	115,8	115,8	124,2	0,0
FEV	23,6	154	106,0	106,0	48,0	0,0
MAR	22,7	152	103,6	103,6	48,4	0,0
ABR	20,9	81	79,3	79,3	1,7	0,0
MAI	18,7	43	61,0	59,5	0,0	1,5
JUN	17	30	46,1	42,4	0,0	3,7
JUL	16,7	22	45,4	36,9	0,0	8,6
AGO	17,7	22	53,1	37,0	0,0	16,1
SET	18,7	52	60,9	55,5	0,0	5,4
OUT	20,2	99	78,5	78,5	0,0	0,0
NOV	21,3	194	89,6	89,6	62,6	0,0
DEZ	22,3	255	105,6	105,6	149,4	0,0
<b>ANO</b>	<b>20,3</b>	<b>1344,0</b>	<b>945,0</b>	<b>909,8</b>	<b>434,2</b>	<b>35,2</b>
<b>Ih - 43,7</b>	<b>Clima - Úmido Mesotérmico</b>					
<b>Iu - 46,0</b>	<b>Köppen - Cwa</b>					
<b>Ia - 3,7</b>	<b>Meses secos - 5</b>					

POSTO: 2242018

ESTAÇÃO: Barra Alegre

LATITUDE: 22° 14' 00"

MUNICÍPIO: Bom Jardim

LONGITUDE: 42° 17' 00"



**Figura 3.** Representação gráfica do balanço hídrico para o Município de Bom Jardim, Estado do Rio de Janeiro, segundo Thornthwaite e Mather (1955).

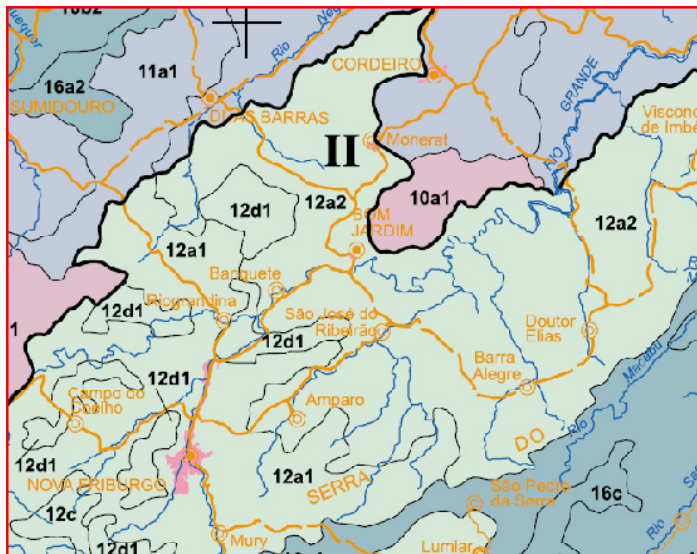
O planalto reverso da região Serrana apresenta uma ocupação humana que remonta ao século XIX, irradiando-se a partir de cidades que se assentaram em alvéolos intramontanos, como Petrópolis, Teresópolis, Nova Friburgo e Bom Jardim. Tais áreas apresentam solos pouco espessos (Cambissolos) e lixiviados (Latosolos Vermelho-Amarelos álicos) e um clima úmido e ameno, indicados para o turismo e o incremento do sistema agroflorestral (12a2). As atividades agrícolas, com destaque para a olericultura, ocupam as restritas planícies fluviais e as baixas vertentes menos acentuadas do Domínio Montanhoso. A região Serrana apresenta uma boa potencialidade para exploração de água mineral, especialmente as águas leves de excelente qualidade, e bom potencial para água subterrânea nos fundos de vales. Destaca-se, também, a exploração de granitos para rochas ornamentais, pela expressiva ocorrência e variedade dessas rochas na região.

O planalto da região Serrana abrange as seguintes unidades geoambientais: Morrotes e Morros Baixos (10a1) e Morros Elevados (11a2), situa-se imediatamente a norte do reverso montanhoso da Serra do Mar e constitui-se de um relevo bastante movimentado, contudo com declividades e amplitudes de relevo bastante inferiores aos do setor montanhoso adjacente.

Esta região possui alta suscetibilidade à erosão, sendo recomendados, portanto, para implantação de sistemas agroflorestrais, onde as práticas agrícolas estejam restritas aos fundos de vales. Esse conjunto de terrenos pode ser indicado tanto para atividades silvipastoris, nas áreas mais secas, quanto para atividades agroflorestrais, nas áreas mais úmidas, adjacentes ao Domínio Montanhoso. As vertentes mais íngremes e elevadas dos morros e “pães-de-açúcar” disseminados na região, assim como as cabeceiras de drenagem, devem ser destinadas à preservação e à recomposição florestal (RIO DE JANEIRO..., 2001).

### ***Declividade***

A declividade é um dos atributos do terreno mais importantes associado aos processos pedogenéticos, pois afetam diretamente a velocidade do fluxo superficial e subsuperficial de água e, conseqüentemente, o teor de água no solo, o potencial de erosão/deposição e muitos outros processos importantes (GALLANT; WILSON, 2000).



**Figura 4.** Parte do mapa Geoambiental do Rio de Janeiro.  
 Fonte: Rio de Janeiro... (2001).

O mapa de classes de declividade foi derivado a partir do modelo digital de elevação (MDE) do Município de Bom Jardim. O processamento foi realizado a partir dos dados relativos às curvas de nível, com equidistância vertical de 20 m, hidrografia e pontos cotados contidos nas cartas topográficas digitais, na escala de 1:50.000, referentes às folhas Quartéis (SF-23-Z-B-III-3), Cordeiro (SF-23-Z-B-III-1), Trajano de Moraes (SF-23-Z-B-III-2) e Duas Barras (SF-23-ZB-II-2). O método escolhido para a elaboração do MDE com 15 m de resolução espacial foi baseado no ajustamento da superfície, utilizando a função “Topo To Raster” do programa ArcGIS-9.3. Em seguida, o mapa obtido foi reclassificado de acordo com as seguintes classes de declividade, conforme Santos et al. (2006): 0 a 3%, 3 a 8%, 8 a 20%, 20 a 45%, 45 a 70% e maior que 70% (Figura 5). O resultado do cálculo de área para estas classes de declive pode ser visto na Tabela 2 e Figura 6.



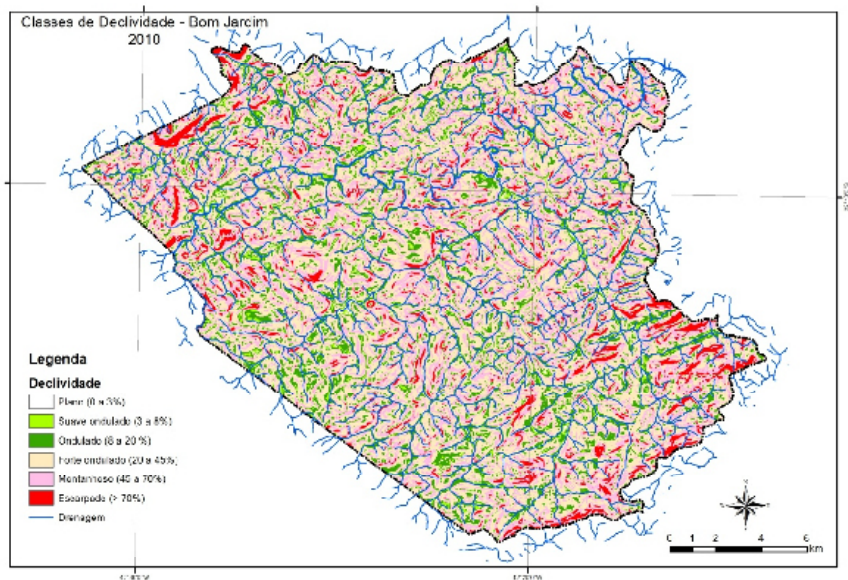


Figura 5. Mapa de classes de declividade do Município de Bom Jardim.

**Tabela 2.** Distribuição das classes de declive no Município de Bom Jardim, a partir do MDE, em km<sup>2</sup> e percentagem.

Classes	km <sup>2</sup>	% do município
Plano (0 a 3 %)	5	1
Suave ondulado (3 a 8 %)	16	4
Ondulado (8 a 20 %)	58	15
Forte ondulado (20 a 45 %)	173	45
Montanhoso (45 a 70 %)	108	28
Escarpado (> 70%)	25	6

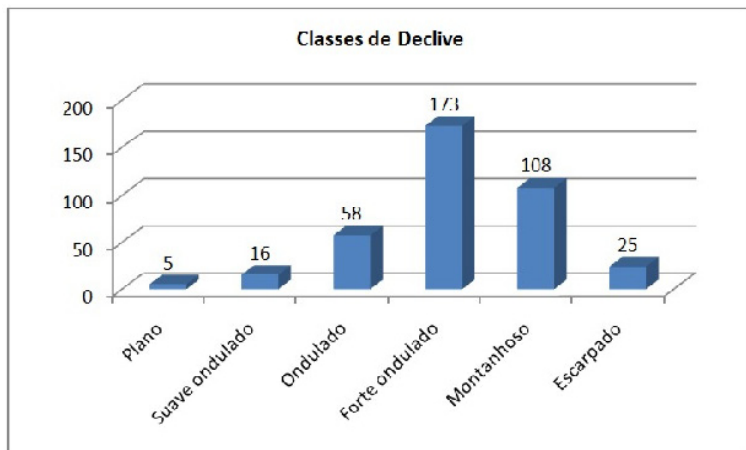


Figura 6. Gráfico da distribuição das classes de declive de Bom Jardim em km<sup>2</sup>.

## Solos

A prospecção e identificação dos solos foram executadas segundo o método de exame intensivo com trabalho de campo e observações a pequenos intervalos, que permitiram reconhecer a distribuição dos solos na paisagem e estabelecer a legenda preliminar. Estes serviços compreenderam a coleta de amostras de solo para posterior análise em laboratório e mapeamento com apoio em produtos de sensoriamento remoto, do MDE, do sombreamento do relevo, da declividade, das curvas de nível e da observação das características das terras, levando-se em conta relevo, declividade, erosão, drenagem, pedregosidade, rochosidade e vegetação original, correlacionando esses fatores com a paisagem (CALDERANO FILHO et al., 2010b). Para melhor caracterizar os solos do município, foram coletados 16 perfis de solos (Anexo I) e checados aproximadamente 400 pontos de campo. Os pontos de amostragem foram definidos de forma a representar as várias classes e tipos de solos que ocorrem na área. Os perfis coletados distribuem-se por vários pontos da paisagem buscando obter maior representatividade das diferentes situações fisiográficas, além da distribuição geográfica.

Os pontos checados foram marcados com o GPS e posteriormente trans-

feridos para a base digital. Com os resultados das análises das amostras enviadas ao laboratório, foi elaborada a legenda de identificação dos solos. As determinações analíticas seguiram o manual de métodos de análise de solo da Embrapa (OLIVEIRA, 1979) e as descrições morfológicas seguiram as normas e definições conforme Carvalho et al. (1988). A classificação dos perfis de solo seguiu o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2006).

Os dados sobre os solos resultaram na elaboração de um mapa de solos em nível de Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade, elaborado na escala 1:50.000 (Figura 7). Com base nas características dos solos componentes das unidades de mapeamento de solos (Tabela 3) 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.

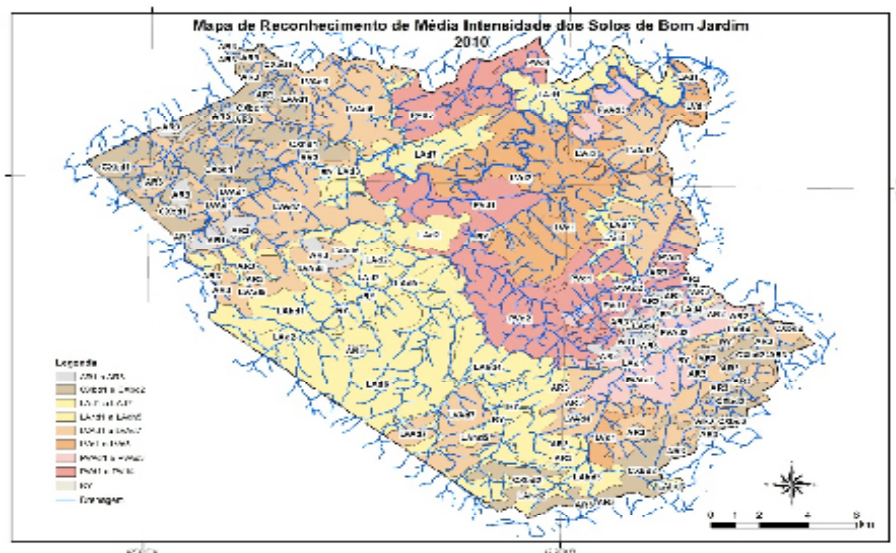


Figura 7. Mapa de solos de Bom Jardim (reconhecimento de média intensidade).

## *Fertilidade*

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

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

1) 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.

2) 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 caracterizam-se pela baixa soma de bases trocáveis (excluindo o sódio), podendo estar a condutividade elétrica quase sempre entre 4 e 15  $\text{dS/m}^{-1}$  a 25°C e a saturação por sódio acima de 15%. Foram enquadrados nesta classe os Afloramentos de Rocha para fins de processamento.

As unidades de mapeamento do município foram enquadrados nas classes de fertilidade conforme pode ser visualizado na Tabela 3 e Figura 8.

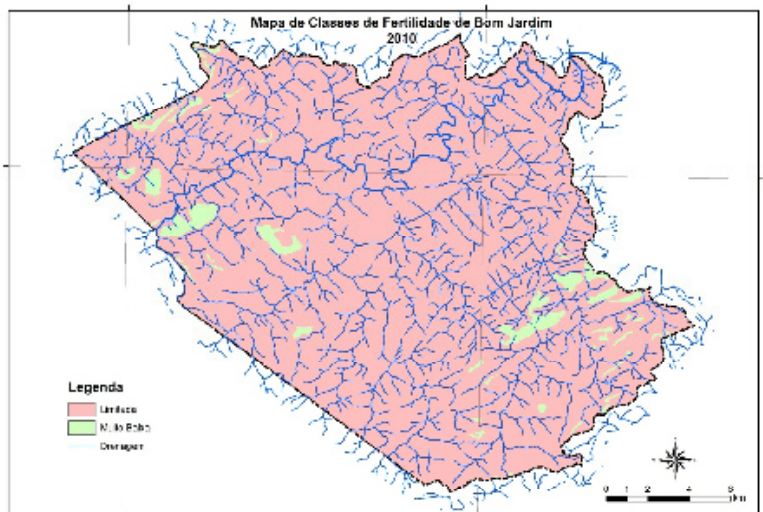


Figura 8. Mapa de classes de fertilidade de Bom Jardim.

### *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. Optou-se por colocar os Afloramentos de Rocha nesta classe, apenas para fins de processamento.

2) 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;

3) 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.

O resultado pode ser observado na Tabela 3 e na Figura 9, a seguir.

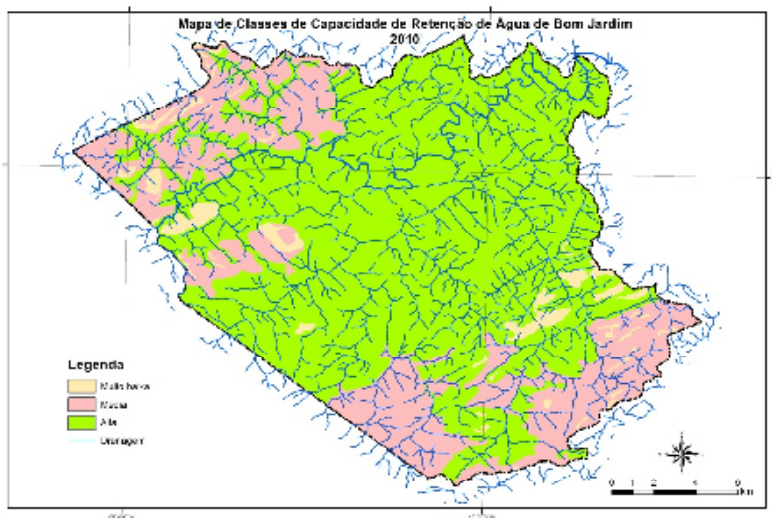


Figura 9. Mapa de classes de capacidade de retenção de água de Bom Jardim.

## 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 consideradas e descritas (SANTOS et al., 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) ruim - os solos enquadrados nessa classe são mal a muito mal drenados, onde a água é removida do solo tão lentamente que este 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 3 são descritas as avaliações das classes de drenagem das unidades de mapeamento identificadas no município, ressalvando que os Afloramentos de Rocha foram enquadrados nesta classe para fins de processamento. A Figura 10 representa este mapa.

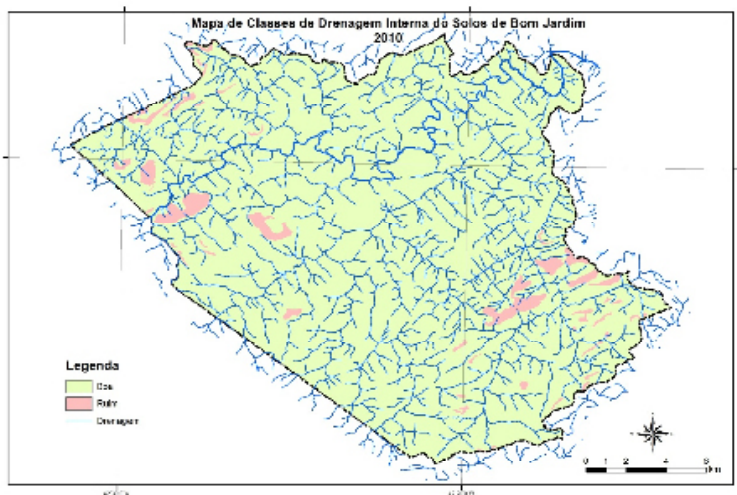


Figura 10. Mapa de classes de drenagem interna dos solos de Bom Jardim.

**Tabela 3.** Avaliação pedológica e valor K calculado para as unidades de mapeamento de solos.

Símbolo da unidade de mapeamento de solos	Descrição das unidades de mapeamento de solos	Classe de fertilidade Reserva de nutrientes	Capacidade de água disponível	Classe de drenagem	Valor K
AR1	Afloramento de Rocha + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Muito baixa	Muito baixa	ruim	0.709848
AR2	Afloramento de Rocha + Argissolo Vermelho Distrofíco + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Muito baixa	Muito baixa	ruim	0.610626
AR3	Afloramento de Rocha + Neossolo Litólico Distrófico	Muito baixa	Muito baixa	ruim	1
CXbd1	Cambissolo Háplico Tb Distrófico + Afloramento de Rocha	Limitada	Baixa	boa	0.327483
CXbd2	Cambissolo Háplico Tb Distrófico + Afloramento de Rocha + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Limitada	Baixa	boa	0.227036
LAd1	Latossolo Amarelo Distrófico + Latossolo Vermelho Distrófico + Afloramento de Rocha	Limitada	Alta	boa	0.010767
LAd2	Latossolo Amarelo Distrófico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.017018
LAd3	Latossolo Amarelo Distrófico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.020287
LAd4	Latossolo Amarelo Distrófico + Neossolo Flúvico Tb Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.011289
LAd5	Latossolo Amarelo Distrófico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.017512
LAd6	Latossolo Amarelo Distrófico + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.016734
LAd7	Latossolo Amarelo Distrófico + Latossolo Vermelho E + PVA (ext 1, 2) = BJEXT01	Limitada	Alta	boa	0.016585
LAhd1	Latossolo Amarelo Distrófico A húmico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.013236

Continua...



**Tabela 3.** Continuação.

LAhd2	Latossolo Amarelo Distrófico A húmico + + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.016017
LAhd3	Latossolo Amarelo Distrófico A húmico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.016317
LAhd4	Latossolo Amarelo Distrófico A húmico + Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico + + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.017881
LAhd5	Latossolo Amarelo Distrófico A húmico + Latossolo Vermelho distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	baixa	boa	0.016763
LVAad1	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.017484
LVAad2	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Latossolo Amarelo Distrófico A húmico + Latossolo Vermelho distrófico	Limitada	Alta	boa	0.012667
LVAad3	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Latossolo Vermelho distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.017482
LVAad4	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Argissolo Vermelho Distrófico + Latossolo Amarelo Distrófico A húmico	Limitada	Alta	boa	0.021643
LVAad5	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Afloramento de Rocha + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.220302
LVAad6	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.022069
LVAad7	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Latossolo Vermelho distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.022548
LVd1	Latossolo Vermelho Distrófico + Latossolo Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.018825

Continua...

**Tabela 3.** Continuação.

LVd2	Latossolo Vermelho Distrófico + Argissolo Vermelho Distrófico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.021107
LVd3	Latossolo Vermelho Distrófico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.023703
PVAd1	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Argissolo Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.019268
PVAd2	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Argissolo Vermelho Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.022517
PVAd3	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Argissolo Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.019223
PVd1	Argissolo Vermelho Distrófico + Latossolo Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.019074
PVd2	Argissolo Vermelho Distrófico + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.022954
PVd3	Argissolo Vermelho Distrófico + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.02054
PVd4	Argissolo Vermelho Distrófico + Argissolo Amarelo Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.016816
RY	Neossolo Flúvico Tb Distrófico	Limitada	Alta	boa	0.072645

## **Fragilidade ambiental**

A fragilidade ambiental das terras do Município de Bom Jardim se refere ao risco potencial de degradação do ambiente natural, relacionada à erosão do solo, e foi estimada com base no potencial natural de erosão (PNE) que os solos apresentam. O Potencial Natural de Erosão, definido através dos parâmetros do meio físico da Equação Universal de Perda de Solo proposta por Wischmeier e Smith (1978), 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 ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ); 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 4.

### **Erosividade da Chuva (Fator R)**

A erosividade da chuva para o Município de Bom Jardim 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 (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 Bom Jardim foi de 7.075 Mj mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, valor considerado muito alto.

**Tabela 4.** Classes de Fragilidade Ambiental com base no Potencial Natural de Erosão.

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

### *Erodibilidade do Solo (fator K)*

O fator de erodibilidade dos solos identificado no mapeamento de solos do Município de Bom Jardim (CALDERANO FILHO et al., 2010b) foi estimado através da utilização da equação 7, conforme utilizado por Manigel et al. (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 componentes do horizonte A ou 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 3.

### *Comprimento de Rampa e Declividade (fator LS)*

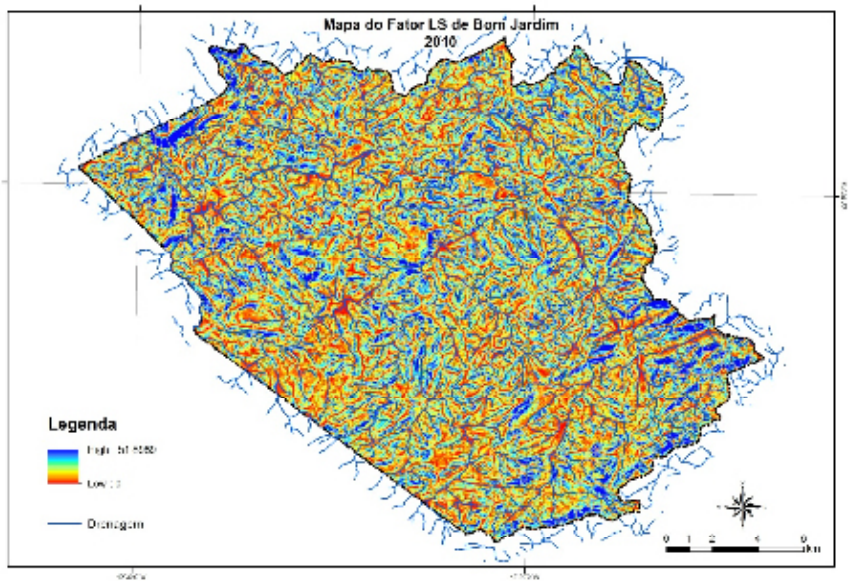
O mapa de classes do comprimento de rampa e declividade - fator LS foi obtido utilizando-se a rotina desenvolvida por Engel (2003) para o programa ArcView e adaptada para ser processada no ArcGIS, a partir do modelo digital de elevação - MDE do Município de Bom Jardim, conforme Figura 11.

### Potencial natural de erosão

O mapa do potencial natural de erosão do Município de Bom Jardim foi obtido utilizando-se uma álgebra de mapas no programa ArcGIS, conforme a equação 4. Na Tabela 5 são apresentados os resultados de cálculo de área das classes de PNE. O resultado final para este tema é mostrado na Figura 12.

**Tabela 5.** Área e percentual do município em relação às classes de PNE.

Classes	km <sup>2</sup>	%
Baixo (0 - 10)	42.77	11.12
Médio (10 - 50)	2.46	0.64
Alto (50 - 200)	13.72	3.57
Muito Alto (> 200)	325.53	84.67



**Figura 11.** Mapa do fator topográfico – LS do Município de Bom Jardim.

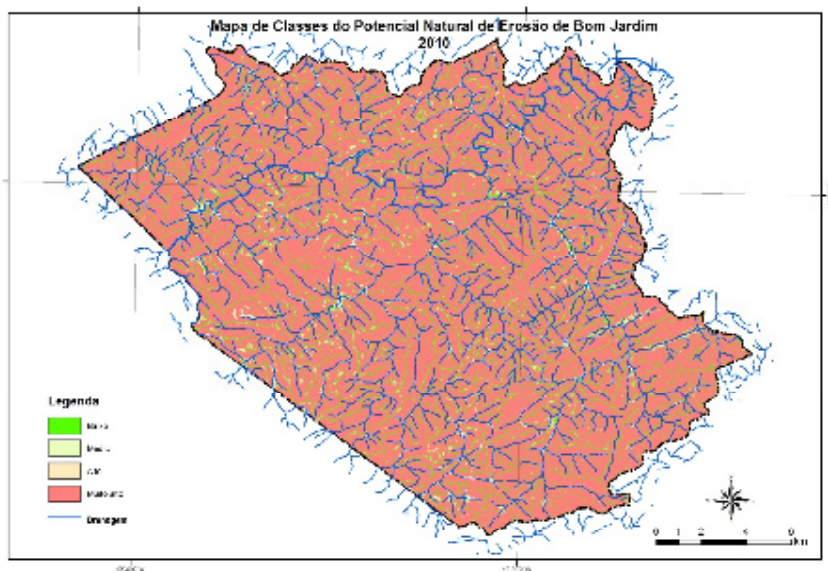


Figura 12. Mapa de classes do potencial natural de erosão do Município de Bom Jardim.

## Análise Integrada das Informações para o Zoneamento Agroecológico

### *Legislação Ambiental*

Em função da necessidade de delimitação dos espaços definidos pela legislação ambiental, foram identificadas 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.

No Município de Bom Jardim, face às restrições de escala cartográfica, foram consideradas apenas as áreas de preservação permanente localizadas ao longo dos rios e cursos d'água, conforme estabelecido no Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965), visto a impossibilidade cartográfica de delineamento das demais áreas de preservação.

## **Zonas Agroecológicas**

Os parâmetros utilizados na definição das zonas agroecológicas seguiram aqueles adotados por Chagas et al. (2007) na combinação das condições climáticas, geomorfológicas e pedológicas que interferem no desenvolvimento e produção sustentáveis das culturas agrícolas e nos sistemas de manejo em que estas se desenvolvem. Desta maneira, cada zona agroecológica apresenta uma combinação única de características, limitações e potencialidades para o uso das terras.

As características das terras identificadas no trabalho de Calderano Filho et al. (2010b) no mapa de solos do município, 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 (LUMBRERAS et al., 2003).

As zonas agroecológicas consideradas foram definidas em função de sua fragilidade ambiental e das restrições legais, da seguinte forma: (i) zonas recomendadas para a utilização com agricultura intensiva; (ii) zonas recomendadas para utilização com pastagens; (iii) zonas recomendadas para utilização com pastagens adaptadas às condições de inundação; (iv) zonas recomendadas para conservação dos recursos naturais ou recuperação ambiental, sempre levando em consideração o nível de detalhe das informações deste estudo.

### ***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 rebaixada na paisagem, em relevo plano ou suave ondulado (0 a 8% de declive), além de algumas porções elevadas de relevo mais suave. Pertencem às classes de retenção de água no solo alta e média, com restrição no máximo, moderada de fertilidade, bem como restrições ligeiras ou moderadas de drenagem.

### ***Zonas recomendadas para a utilização com agricultura semi-intensiva - ZAS***

Compreende zonas que apresentam moderadas limitações à motomecanização. Ocorrem nas partes altas e baixas 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 (LUMBRERAS et al., 2003). São áreas que apresentam limitações mais acentuadas para agricultura tecnificada. Nesse trabalho, o reflorestamento com espécies exóticas foi enquadrado nesta categoria.

### ***Zonas recomendadas para utilização com pastagens - ZP***

Estas zonas se caracterizam por apresentarem restrições devido ao relevo declivoso e/ou à 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 (LUMBRERAS et al., 2003). Deve-se ressaltar que não existe nenhum impeditivo técnico ou 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.

### ***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 (LUMBRERAS et al., 2003). Estas terras podem ser utilizadas com culturas adaptadas às condições de inundação, como é o caso do arroz.



### ***Zonas recomendadas para conservação e/ou preservação dos recursos naturais – ZC/ZPr***

As zonas indicadas para conservação e ou preservação 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 ou estão sendo exploradas indevidamente. Faz-se importante citar que as terras enquadradas nesta zona agroecológica não identificam e não delimitam as terras que devem 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.

Em caso de áreas exploradas indevidamente, essas terras podem ser 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. 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, principalmente, com pastagens.

## **Resultados e Discussão**

No zoneamento agroecológico do Município de Bom Jardim foram identificadas e delineadas 4 zonas agroecológicas.

### **Zonas Agroecológicas**

Os limites das zonas agroecológicas (Figura 13) consideradas no Zoneamento Agroecológico do Município de Bom Jardim foram ajustados de maneira a atender aos requisitos de escala cartográfica utilizada (1:50.000) e o nível de detalhe das informações. A Tabela 6 apresenta a área e o percentual relativo de cada zona agroecológica encontrada.

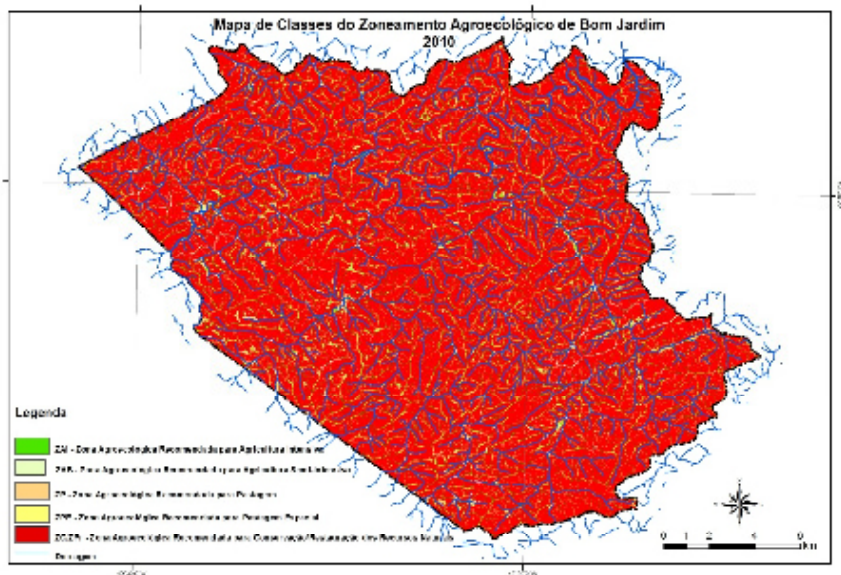


Figura 13. Mapa mostrando a distribuição e a ocorrência das Zonas Agroecológicas no Município de Bom Jardim.

Tabela 6. Distribuição de área e percentual de cada zona agroecológica de Bom Jardim.

Zonas	Área (km <sup>2</sup> )	%
ZAI	13.59	3.54
ZAS	0.75	0.20
ZP	7.49	1.95
ZPE	0.26	0.07
ZC/ZPr	362.39	94.32

A descrição geral das zonas agroecológicas identificadas para o Município de Bom Jardim são apresentadas a seguir:

### ***Unidade recomendada para utilização com agricultura intensiva - ZAI***

As terras enquadradas nesta zona agroecológica ocorrem em sua maior parte sob condições de relevo plano, suave ondulado e ondulado. Em função

de suas características ambientais, em particular o seu potencial natural de erosão, essas terras apresentam baixa fragilidade ambiental. Ocupam aproximadamente 13,6 km<sup>2</sup>, que representam 3,5% das terras do município. As terras dessa zona agroecológica distribuem-se por todo o município, em áreas de pequenas extensões. Ressalta-se o fato de que a partir de modelos mais detalhados, o quadro de distribuição de áreas por zona agroecológica pode se alterar.

### *Principais limitações*

A maior parte dos solos componentes desta zona apresenta boa capacidade de retenção de umidade, boa drenagem natural e apenas ligeiras limitações, exclusivamente pela disponibilidade de nutrientes. Em face da baixa fragilidade ambiental, baixo potencial natural de erosão e os sistemas de produção normalmente adotados para a produção intensiva, indicam que este grau de limitação apresenta terras de fácil manejo através de práticas de correção, adubação e manejo 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 que conseqüentemente requerem maiores cuidados na adubação, em especial na adubação de base e nas reposições, para que seja possível atingir produtividades satisfatórias. Ressalta-se aqui o uso de práticas de manejo adequadas, principalmente quando a declividade for maior que 8%.

### *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 regular a inapta para utilização com lavouras intensivas considerando um nível tecnológico de médio a alto. No entanto, essas terras são passíveis de utilização com cultivos menos intensivos como fruticultura, reflorestamento e pastagens.

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.

## ***Unidade recomendada para utilização com agricultura semi-intensiva - ZAS***

Esta zona agroecológica ocupa um total de 0,75 km<sup>2</sup>, que equivalem a menos de 1% das terras do município. Ocorrem predominantemente em áreas de relevo plano e suave ondulado.

### ***Principais limitações***

As terras desta zona agroecológica não apresentam uma limitação principal, enquadram-se nesta categoria face à sua moderada fragilidade ambiental, condicionada pelo potencial natural de erosão. 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, que requer maiores cuidados na adubação de base e de reposição para que seja possível atingirem-se produtividades superiores.

### ***Potencial agroecológico***

Devido à sua fragilidade ambiental, condicionada pelo potencial natural de erosão, esta zona é mais recomendada para utilização com lavouras semi-intensivas e silvicultura, embora também seja possível e sustentável a utilização com pastagens.

## ***Zonas recomendadas para conservação/preservação dos recursos naturais – ZC/ZPr***

Esta zona ocupa uma área de 362 km<sup>2</sup> que representam aproximadamente 94% das terras do município e caracteriza-se por apresentar áreas com restrições de uso relacionados com a legislação ambiental (áreas de preservação permanente nas margens dos cursos d'água). As áreas de preservação permanente não estão relacionadas em particular a qualquer tipo de solo. As terras enquadradas nesta zona ocorrem normalmente sob condições de relevo forte ondulado a escarpado, com declividades normalmente superiores a 20%, 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/conservação dos recursos naturais é a sua muito alta fragilidade ambiental determinada pelas características dos solos e do relevo, além daquelas relativas às restrições legais. No Município de Bom Jardim foram consideradas apenas as áreas de preservação permanente localizadas ao longo dos rios e cursos d'água, ao redor de lagoas e de nascentes, conforme estabelecido no Art. 2º do Código Florestal (Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, alterada pela Lei 7803, de 1989).

Estas áreas devem ser prioritariamente destinadas para conservação da flora e da fauna, não sendo indicadas para exploração antrópica, pois poderão ser facilmente degradadas. Entretanto, do ponto de vista técnico e econômico, a recuperação da vegetação natural é uma das principais opções para estas áreas (MARTINS et al., 1998). Procedê-la de modo sustentável é fator importante, conciliando conservação de recursos naturais com a geração de renda e aumento da qualidade de vida. Por exemplo, os sistemas agroflorestais podem ter 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 visando a recuperação ambiental não se restringe 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.

### ***Zonas recomendadas para pastagem - ZP***

Esta zona agroecológica ocupa 7,5 km<sup>2</sup> que equivalem a aproximadamente 2% das terras do Município de Bom Jardim. Ocorre predominantemente em áreas de relevo plano, suave ondulado e ondulado.

#### ***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 está condicionada ao manejo adequado, face ao potencial natural de erosão.

## Zonas recomendadas para pastagem especial - ZPE

Esta zona agroecológica ocupa ínfimos 0,26 km<sup>2</sup>, que equivalem a 0,07% de todas as terras do município. Ocorre em área de declividade entre 8 e 20%, constituindo relevo ondulado.

### 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 às 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.

A Figura 14 mostra a distribuição percentual das terras do Município de Bom Jardim em função das zonas agroecológicas identificadas.

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” juntas totalizam 22 km<sup>2</sup> ou 5,8% do município.

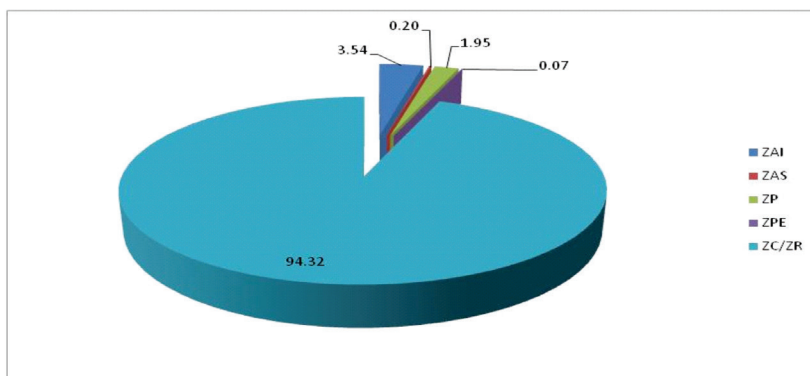


Figura 14. Distribuição percentual da ocorrência das zonas agroecológicas.

## Conclusões

A análise integrada dos dados ambientais permitiu a estratificação do Município de Bom Jardim em diferentes zonas agroecológicas recomendadas para o uso agropecuário e para a conservação/preservação dos recursos naturais de acordo com o nível de detalhe, em escala regional.

No Município de Bom Jardim, as zonas agroecológicas recomendadas para o uso com lavouras (intensivas e semi-intensivas) somam 14,3 km<sup>2</sup>, o que equivale a aproximadamente 3,7% da área total do município, atrelado à perspectiva de escala do trabalho.

As zonas agroecológicas recomendadas para o uso com pastagens e pastagens especiais somam 7,7 km<sup>2</sup>, o equivalente a 2% da área total do município.

As áreas identificadas como zonas recomendadas para conservação/preservação dos recursos naturais somam 362 km<sup>2</sup>, as quais constituem áreas de alta fragilidade ambiental e/ou apresentam restrições legais de uso, como as áreas de preservação permanente.

As terras do Município de Bom Jardim foram em sua maioria, neste trabalho, classificadas como zonas recomendadas para conservação/preservação, refletindo as condições geomorfológicas locais, responsáveis pela alta suscetibilidade à erosão, em função do nível regional do trabalho.

As atividades agrícolas, com destaque para a olericultura, ocupam as restritas planícies fluviais, as baixas vertentes menos acentuadas e os alvéolos suspensos de relevo suave ondulado do Domínio Montanhoso (RIO DE JANEIRO..., 2001), estando dentro das zonas recomendadas para agricultura.

Qualquer que seja a atividade instalada nas terras deste município, 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, muitas vezes não propícias à produção agrossilvipastoril, e que recupere àquelas que são de preservação permanente.

A escala de estudo adotada neste trabalho em nível regional não permitiu identificar pequenas áreas de relevo mais suave, entremeadas aos morros e morrotes, passíveis de uma atividade agrícola, desde que de forma sustentável e conservacionista.

Devido à impossibilidade técnica de se espacializar as áreas de proteção permanente em situação de topo de morro em função do nível de detalhe deste estudo, as mesmas não foram consideradas e deixam uma lacuna a ser preenchida em futuros estudos na área.

## **Agradecimentos**

Este trabalho foi desenvolvido com o apoio financeiro da FAPERJ pelo projeto E-26/ 112.139/2008, apropriado pela Embrapa sob o número 03.09.00.064.00.00 de responsabilidade do Dr. Waldir de Carvalho Junior - Zoneamento agroecológico com apoio de técnicas de mapeamento digital do Município de Bom Jardim (RJ), visando a sustentabilidade ambiental de ecossistemas frágeis sob interferência antrópica.

## **Referências**

AB'SABER, A. Zoneamento ecológico e econômico da Amazônia: questões de escala e método. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 3, n. 5, p. 4-20, jan./abr. 1989.

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 9-13, 1986.

CALDERANO FILHO, B.; POLIVANOV, H.; GUERRA, A. J. T.; CHAGAS, C. da S.; CARVALHO JÚNIOR, W. de; CALDERANO, S. B. Delimitação de unidades ambientais com suporte de SIGs, como subsídios para o planejamento geoambiental de paisagens rurais montanhosas. **Geografia**, Londrina, v. 19, n. 2, p. 24-48, 2010a.



\_\_\_\_\_. Estudo geoambiental do município de Bom Jardim - RJ, com suporte de geotecnologias: subsídios ao planejamento de paisagens rurais montanhosas. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n. 1, p. 55-73, abr. 2010b.

CARVALHO, A. P. de; LARACH, J. O. I.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Crítérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento:** normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1988. 67 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 11).

CHAGAS, C. da S.; CARVALHO JUNIOR, W. de; AMARAL, F. C. S. do; BHERING, S. B.; PEREIRA, N. R.; GONCALVES, A. O.; ZARONI, M. J.; SILVA, E. F. da; BRANDÃO, E. S.; AGLIO, M. L. D.; AMORIM, A. M.; DANIEL FILHO, A. C. B.; LOPES, C. H. L.; TAKAGI, J. S.; FEVRIER, P. V. R.; PINHEIRO, T. D. **Zoneamento agroecológico do Município de Nioaque, Estado do Mato Grosso do Sul.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 84 p. il. color. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 130).

ENGEL, B. **Estimating soil erosion using RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) using ArcView.** Indianapolis: Purdue University, 2003.

FOURNIER, R. **Climat et erosion:** la relation entre l'érosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques. Paris: Press Universitaires de France, 1960. 201 p.

GALLANT, J. C.; WILSON, J. P. Primary topographic attributes. In: WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (Ed.). **Terrain analysis:** principles and applications. New York: J. Wiley & Sons, 2000. p. 51-85.

GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil:** 2a. aproximação. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66 p. il. (PRODEPEF. Série técnica, 11).

IBGE. **Censo 2010.** Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 fev. 2011.

LOMBARDI NETO, F. **Rainfall erosivity - its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brazil.** 1977. 53 f. Thesis (Master of Science) - Purdue University, West Lafayette.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAEUR, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. **Bragantia**, Campinas, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992.

LUMBRERAS, J. F.; NAIME, U. J.; CARVALHO FILHO, A. de; WITTERN, K. P.; SHINZATO, E.; DANTAS, M. E.; PALMIERI, F.; FIDALGO, E. C. C.; CALDERANO, S. B.; MEDINA, A. I. de M.; PIMENTEL, J.; CHAGAS, C. da S.; GONÇALVES, A. O.; MARTORANO, L. G.; SANTOS, L. C. de O.; TÔSTO, S. G.; BRANDÃO, E. S.; ANJOS, G. T. dos; AMARAL, F. C. S. do; LIMA, J. A. de S.; VALLE, L. da C. S.; PEREIRA, N. R.; BARUQUI, A. M.; PRADO, R. B.; OLIVEIRA, R. P. de; AGLIO, M. L. D. **Zoneamento agroecológico do Estado do Rio de Janeiro - ano 2003**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 33).

MANNIGEL, A. R.; CARVALHO, M. de P. e; MORETI, D.; MEDEIROS, L. R. de. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1335-1340, 2002.

MARTINS, A. K. E.; SARTORI NETO, A.; MARTINS, I. C. de 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, MG, v. 22, n. 3, p. 373-380, 1998.

OLIVEIRA, L. B. de (Coord.). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1979.

RIO DE JANEIRO: Geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos: DRM-RJ, 2001. 1 CD-ROM.

ROLIM, G. de S.; SENTELHAS, P. C. **Balanço hídrico normal por Thornthwaite & Mather (1955)**: BHnorm V5.0. Piracicaba: ESALQ/USP, Departamento de Física e Meteorologia, 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.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. il.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

THORNTON, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Publications in climatology, v. 8, n. 1).

VENTURA, A. Problemas técnicos da silvicultura paulista. **Silvicultura**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 61-80, 1964.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses**: a guide to conservation planning. Washington, DC: USDA, 1978. 58 p. (USDA. Agricultural handbook, 537).

ZONIFICACIÓN agro-ecológica: guía general. Roma: FAO, 1997. 82 p. (Boletín de suelos de la FAO, n. 73).