

Tabela 07 - Estações Pluviométricas com valores de EI e Fator R.

<b>EI / FATOR R</b>														
ESTAÇÃO	CODIGO	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Fator R
GATOS	1344013	1283,2001	910,5387	866,1921	188,1783	7,9363	1,0748	0,1285	0,4794	14,7405	278,8434	1265,1674	2066,4269	<b>6882,906</b>
CORRENTINA	1344014	1242,7190	784,5305	848,8182	132,7037	6,7219	0,7199	0,1934	0,2489	15,4979	363,8610	1176,3973	1692,8736	<b>6265,285</b>
ARROJADO	1344016	1185,9273	870,8643	786,2665	153,6927	14,3986	0,9464	0,2660	0,4671	19,6465	310,7645	1219,4331	1696,7220	<b>6259,395</b>
SANTA MARIA DA VITORIA	1344017	1258,2662	923,6143	905,3914	129,3046	6,5462	2,9558	0,3725	0,7303	14,0972	213,7739	1066,0824	1680,1082	<b>6201,243</b>
ARROJOLANDIA	1345000	850,0398	696,6201	893,8208	185,7508	8,6914	0,2573	0,0955	1,4766	27,1560	248,8674	866,1818	2045,5326	<b>5824,49</b>
FAZENDA PLANALTO	1346006	1086,9822	1042,6237	1216,181	273,4292	27,4947	1,2186	0,0366	1,8054	39,0413	353,3266	1235,8279	2117,5351	<b>7395,503</b>
BOCA DA CAATINGA	1443000	1127,5861	536,4918	794,8737	109,0041	4,1868	1,7719	0,5747	0,2051	18,0384	228,3526	863,1151	1622,7864	<b>5306,987</b>
MANGA	1443001	1113,1593	619,7028	561,8436	97,5136	2,4619	1,7511	0,0176	2,6201	12,4363	252,9081	1012,8752	1685,3246	<b>5362,614</b>
CARINHANHA	1443002	1282,0893	653,8816	649,5276	131,3012	4,7731	2,2792	0,0903	0,2389	16,7222	156,5293	953,4349	1788,4129	<b>5639,281</b>
CAPITANEA (Varzea Larga)	1444001	1136,4069	636,1489	777,4043	161,4918	8,1986	1,9245	0,0763	1,6284	18,5271	324,7138	945,2116	2077,7595	<b>6089,492</b>
MIRAVANIA	1444003	1276,9066	793,8033	880,3231	91,4342	6,3119	1,7506	0,1718	1,2204	12,1549	295,0199	1183,6951	1928,9158	<b>6471,708</b>
JUVENILIA (PCD)	1444004	948,7183	734,3350	700,8939	125,9427	4,5615	1,1803	0,1894	0,3162	16,3861	178,0003	981,9025	2152,2601	<b>5844,686</b>
LAGOA DAS PEDRAS	1444005	1228,3927	761,8923	723,9743	130,3470	7,5174	2,0385	0,0885	1,2873	15,1296	283,6569	1079,6171	2188,8244	<b>6422,766</b>
FAZENDA PORTO ALEGRE	1444017	1351,9611	673,1670	807,916	129,4475	8,7668	2,8228	0,1005	0,7144	15,9996	268,3380	1105,3758	2083,5537	<b>6448,163</b>
CAJUEIRO	1445000	1284,9448	832,2209	931,6549	152,1950	21,6985	1,0742	0,6248	4,9695	29,4746	306,1853	1488,8545	1977,1928	<b>7031,09</b>
SITIO D'ABADIA	1446004	1081,4236	912,6427	1264,797	324,1673	46,8687	2,3249	0,3774	3,4939	56,9338	413,7529	1221,3045	1786,1125	<b>7114,199</b>
FAZENDA CANADA	1544018	1147,4510	541,9865	653,0205	80,6811	10,6445	1,4885	0,0401	0,0407	10,3866	264,0982	1046,1230	1957,4422	<b>5713,403</b>
SERRA DAS ARARAS	1545002	1407,7850	842,6648	1074,063	213,4074	12,5258	1,3169	0,5923	1,4557	24,3109	241,8027	1273,3481	2476,7727	<b>7570,045</b>
GAUCHOS	1545004	951,1717	810,2021	1419,687	283,1810	26,1215	0,4287	0,0000	0,4355	10,6832	317,0256	1748,0842	2096,7392	<b>7663,759</b>
BURITIS-JUSANTE	1546001	1489,8401	955,0418	832,7731	233,6822	36,4584	1,9035	3,2240	10,6497	37,6816	362,1680	1443,0960	1945,2142	<b>7351,732</b>
FAZENDA CARVALHO	1546010	1035,5131	1003,2924	1606,917	140,6777	15,4104	1,8189	0,0373	0,5484	27,9603	316,7094	1552,8728	1758,2219	<b>7459,98</b>
Média		1179,5469	787,4412	914,1114	165,1206	13,7283	1,5737	0,3475	1,6682	21,5716	284,6999	1177,5238	1944,0348	<b>6491,368</b>
Desvio Padrão		157,4030	144,6755	264,0945	66,1953	11,6755	0,7128	0,6873	2,3911	11,5343	63,0201	231,0500	218,2164	<b>744,8179</b>
Mínimo		850,0398	536,4918	561,8436	80,6811	2,4619	0,2573	0,0000	0,0407	10,3866	156,5293	863,1151	1622,7864	<b>5306,987</b>
Máximo		1489,8401	1042,6237	1606,917	324,1673	46,8687	2,9558	3,2240	10,6497	56,9338	413,7529	1748,0842	2476,7727	<b>7663,759</b>

## 5.2 – Fator K

### 5.2.1 – Mapa de Solos

A figura 17 mostra o mapa de solos da bacia do Carinhanha, elaborado conforme metodologia descrita no item 4.2.1 deste trabalho. A tabela 08 apresenta cada unidade de mapeamento do mapa de solos, com sua respectiva área em quilômetros quadrados e o percentual de área ocupada na bacia.

*Tabela 08 – Unidades de Mapeamento de solo na bacia do Carinhanha.*

Solos	Sigla	Area (ha)	% área
Neossolo Quartzarênico	AR	729.723	42,17
Neossolo Quartzarênico + Latossolo Amarelo	PVA1	387.790	22,41
Latossolo Amarelo + Argissolo	LVA1	222.187	12,84
Latossolo Vermelho-amarelo + Latossolo Amarelo	LA1	185.329	10,71
Gleissolo	LA2	68.698	3,97
Neossolo Litólico + Cambissolo	CX1	56.931	3,29
Latossolo Amarelo	G	33.397	1,93
Cambissolo + Neossolo Litólico + Latossolo Vermelho- amarelo + Neossolo Quartzarenico	RY	15.401	0,89
Neossolo Flúvico	RL1	15.228	0,89
Argissolo + Cambissolo	RQ1	8.306	0,48
Afloramento Rochoso	RQ2	4.672	0,27
Plintossolo + Gleissolo	F1	2.770	0,16
Total		1.730.432	100

Pode-se observar que o tipo de solo predominante na bacia do Carinhanha é o Neossolo Quartzarênico (RQ1), ocupando pouco mais de 42% da área. Esse tipo de solo ocupa quase toda a área dissecada dos vales dos principais rios da bacia: Rio Carinhanha, Coxá e Itaguari, além da porção mais setentrional da bacia e da área mais próxima ao encontro com o Rio São Francisco, na região de depressão fluvial. São solos arenosos, não hidromórficos, muito profundos e excessivamente drenados (Foto 02a).

Além da classe individualizada, o Neossolo Quartzarênico, associado ao Latossolo Amarelo (RQ2) (Foto 02b), formam a segunda unidade de mapeamento mais expressiva na bacia do Carinhanha, ocupando 22,41% da área. Essa unidade está distribuída pelas áreas de chapadas localizadas na margem esquerda do Rio Carinhanha. Estas duas unidades estão sobrepostas aos arenitos da Formação Urucuia (Figura 06).

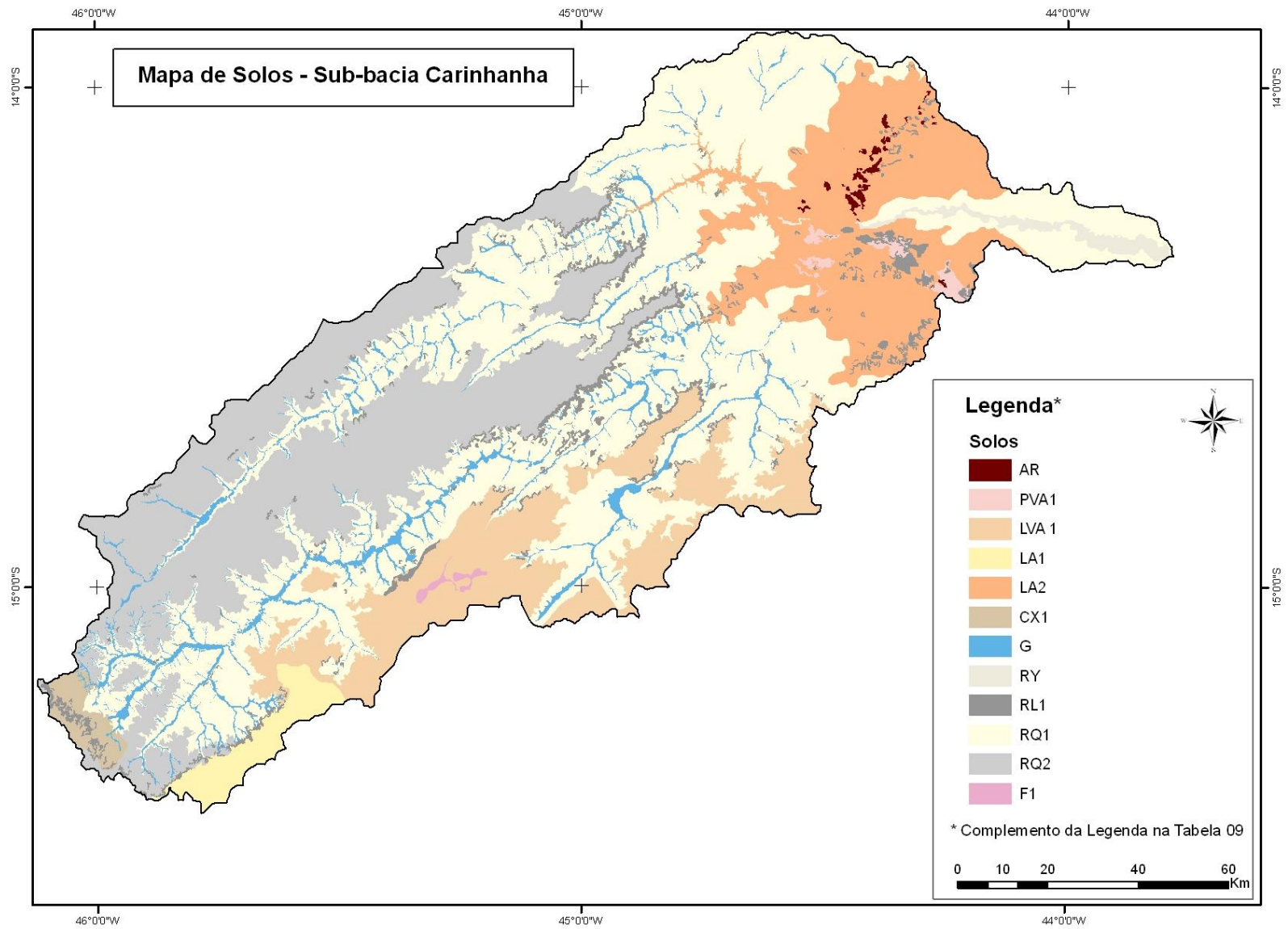


Figura 17 – Mapa de solos da Bacia do Carinhanha.

*Tabela 09 – Legenda do novo Mapa de Solos*

Solo - 1º Nível	Sigla	Unidade de mapeamento
Afloramento Rochoso	AR	Afloramento Rochoso
Argissolo	PVA1	Associação de: Argissolo Vermelho-amarelo + Cambissolo Háplico
Latossolo	LVA1	Associação de: Latossolo Vermelho-amarelo + Latossolo Amarelo
	LA1	Latossolo Amarelo
	LA2	Associação de: Latossolo Amarelo + Argissolo Vermelho-amarelo
Cambissolo	CX1	Associação de: Cambissolo Háplico + Neossolo Litólico + Latossolo Vermelho-amarelo + Neossolo Quartzarênico
Gleissolo	G	Gleissolo
Neossolo	RY	Neossolo Flúvico
	RL1	Associação de: Neossolo Litólico + Cambissolo Háplico
	RQ1	Neossolo Quartzarênico
	RQ2	Associação de: Neossolo Quartzarênico + Latossolo Amarelo
Plintossolo	F1	Associação de: Plintossolo + Gleissolo

Ocupando 12,84% da área da bacia está a associação de Latossolo Amarelo + Argissolo (LA2). Esta unidade está sobreposta sobre as rochas do Grupo Bambuí, onde ocorrem afloramentos de calcários. Nas áreas com Argissolo a vegetação predominante é a Floresta Estacional.



Foto 02a – Neossolo Quartzarênico.



Foto 02b – Latossolo Amarelo.

A quarta unidade mais representativa é a associação de Latossolo Vermelho-amarelo (Foto 03a) e Latossolo Amarelo (LVA1). Esta unidade ocupa as chapadas da margem direita do Rio Carinhanha, cujos solos se diferenciam das outras chapadas da Bacia devido à presença de coberturas detrito-lateríticas com concreções ferruginosas (Figura 06). Na porção sudoeste da chapada foi possível individualizar um tipo de solo – Latossolo Amarelo (LA1) –



em função do resultado uniforme das análises das amostras de solo. Esta unidade ocupa 1,93% da área, numa região onde ocorreu um grande avanço da agricultura mecanizada, no município de Chapada Gaúcha-MG.

Os Gleissolos (G) ocupam 3,97% da área da bacia, distribuídos ao longo das margens dos rios nas áreas recobertas pelos arenitos Urucuia. São mais freqüentes próximo ao alto curso do Rio Carinhanha, onde é muito comum a ocorrência de veredas, principalmente na área do Parque Nacional Grande Sertão Veredas. Ocorrem em partes planas e rebaixadas do relevo onde o lençol freático está próximo à superfície. São solos formados sob condições de encharcamento permanente ou durante grande parte do ano. No topo de uma chapada, foi possível mapear a ocorrência de uma associação de Plintossolo com Gleissolo (F1), numa área de nascente (Figura 18). Plintossolos são solos minerais hidromórficos ou com séria restrição à percolação de água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade. Apresentam horizonte plíntico dentro dos 40 cm superficiais. A unidade ocupa 0,16% da área da bacia.

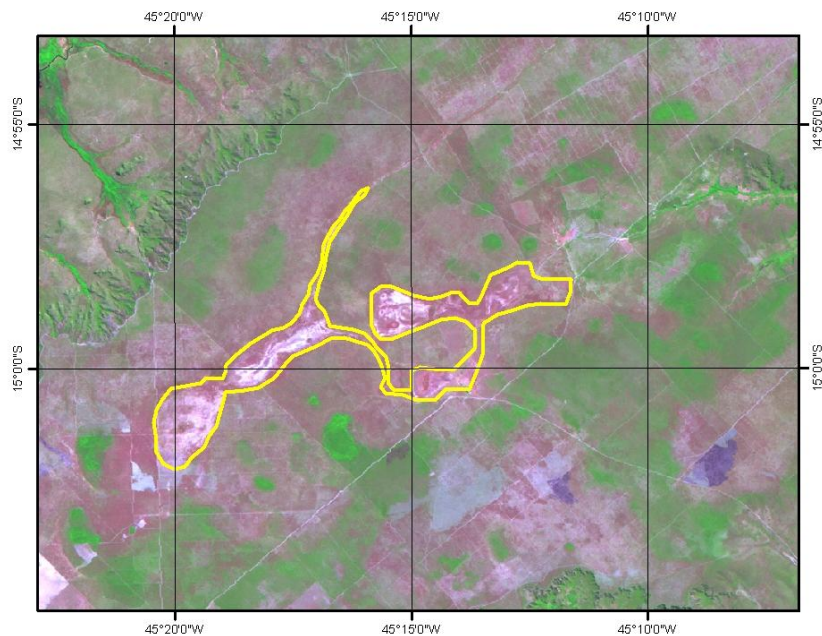


Figura 18 – Área classificada como associação de Plintossolo e Gleissolo. Imagem *Landsat 7*.

A unidade de mapeamento com maior número de tipos de solos associados é formada por Cambissolo + Neossolo Litólico + Latossolo Vermelho-amarelo + Neossolo Quartzarênico (CX1). Está localizada no limite oeste da bacia, na área de ocorrência de rochas da Formação Três Marias.



Foto 03a – Latossolo Vermelho-amarelo.



Foto 03b – Borda de Chapada.

Acompanhando a calha do Rio Carinhanha, na porção leste da bacia, até o encontro com o Rio São Francisco, ocorre a presença de Neossolo Flúvico (RY), ocupando 0,89% da área. É uma área de relevo muito plano, sujeita a inundações.

A unidade Argissolo + Cambissolo (PVA1) ocupa 0,48% da área e está sobreposta às rochas do Grupo Bambuí. São pequenas áreas onde o relevo é mais movimentado, com a presença de afloramentos rochosos, principalmente de calcários.

A unidade Afloramento Rochoso (AR) ocupa 0,27% da área e pode ser caracterizada pela presença de calcários do Grupo Bambuí.

### 5.2.2 - Mapa do Fator K

A espacialização do Fator K está diretamente relacionada ao mapa pedológico da área de estudo, tendo em vista que a erodibilidade é uma propriedade inerente a cada classe de solo.

Os valores de K foram obtidos conforme metodologia descrita no item 4.2.1 deste trabalho. A partir do cálculo do valor de K para cada classe de solo (Tabela 10), os valores foram inseridos nos respectivos grupos de solos e em seguida transformados em formato *raster*, com pixel de 60x60m, com o objetivo de serem inseridos na equação da EUPS (Figura 19). Os valores de K foram divididos nas classes de interpretação Erodibilidade baixa, média e alta, adaptadas de Carvalho (1994).

Observando-se a tabela 10 e a figura 19, pode-se inferir que a unidade que apresenta o maior valor de K é Neossolo Flúvico, seguido pelas classes: Neossolo Litólico + Cambissolo; Argissolo + Cambissolo; Cambissolo + Neossolo Litólico + Latossolo Vermelho-amarelo + Neossolo Quartzarênico; e Plintossolo + Gleissolo. Essas são as cinco unidades que

apresentam valores de K maiores que 0,03 e que possuem menor resistência à erodibilidade, ocupando 5,7% da área de estudo.

*Tabela 10 – Unidades de mapeamento de solo e Fator K.*

Unidade	Tipo 1		Tipo 2		Tipo 3		Tipo 4		Valor K
	K	%	K	%	K	%	K	%	
Afloramento rochoso	0	100	-	-	-	-	-	-	0
Argissolo + Cambissolo	0,0293	60	0,0600	40	-	-	-	-	0,04158
Cambissolo + Neossolo Litólico + Latossolo Vermelho amarelo + Neossolo Quartzarênico	0,0600	40	0,0350	20	0,020	20	0,0078	20	0,03656
Latossolo Amarelo	0,028	100	-	-	-	-	-	-	0,028
Latossolo Amarelo + Argissolo	0,028	60	0,0293	40	-	-	-	-	0,02852
Latossolo Vermelho-amarelo + Latossolo Amarelo	0,020	60	0,028	40	-	-	-	-	0,02320
Neossolo Flúvico	0,0470	100	-	-	-	-	-	-	0,0470
Neossolo Litólico + Cambissolo	0,035	60	0,060	40	-	-	-	-	0,0450
Neossolo Quartzarênico	0,0078	100	-	-	-	-	-	-	0,0078
Neossolo Quartzarênico + Latossolo Amarelo	0,0078	60	0,028	40	-	-	-	-	0,01588
Plintossolo + Gleissolo	0,055	60	0,0081	40	-	-	-	-	0,03624
Gleissolo	0,0081	100	-	-	-	-	-	-	0,0081

As unidades de solo classificadas como erodibilidade média são, em ordem decrescente de valores de K: Latossolo Amarelo + Argissolo; Latossolo Amarelo; Latossolo Vermelho-amarelo + Latossolo Amarelo; Neossolo Quartzarênico + Latossolo Amarelo. Esse grupo de classes ocupa 47,89% da área da bacia, portanto o nível de erodibilidade média é o que predomina na bacia.

As unidades que possuem a maior resistência à erodibilidade do solo na bacia são Neossolo Quartzarênico e Gleissolo, além da classe Afloramento Rochoso, cujo Fator K é igual a zero. As três classes juntas ocupam 46,41% da área de estudo, com destaque para os Neossolos Quartzarênicos que sozinhos ocupam 42,17% da área.

Portanto, a maior parte da Bacia do Carinhanha, 94,3% da área, possui solos com erodibilidade média e baixa.

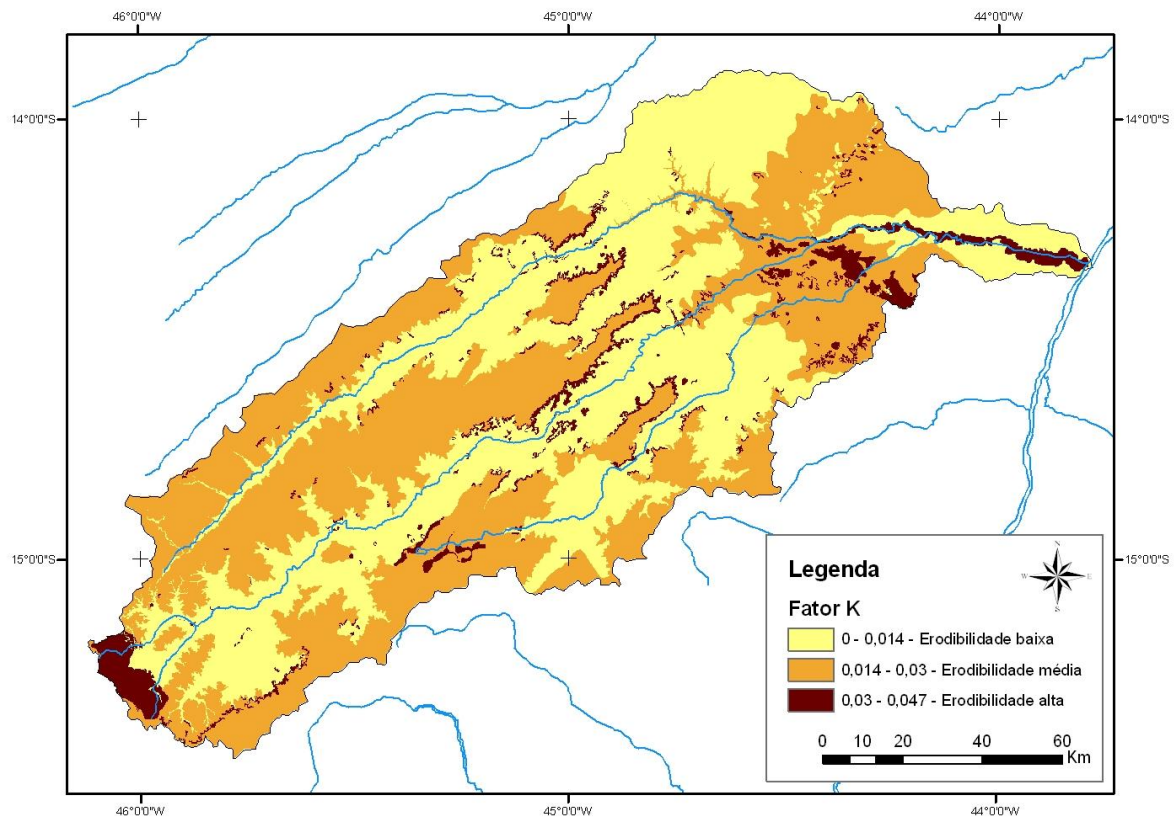


Figura 19 – Mapa do Fator K – Erodibilidade do solo.

## 5.3 – Fatores LS

### 5.3.1 – MDT e mapas derivados

Conforme a metodologia descrita no item 4.3.1 deste trabalho, foi gerado um Modelo Digital do Terreno (Figura 20) utilizando-se dados de curvas de nível, pontos cotados e hidrografia, retirados das cartas topográficas na escala de 1:100.000. O MDT demonstra que a Bacia do Carinhanha possui uma amplitude altimétrica de cerca 528 metros, suas nascentes mais elevadas encontram-se a uma cota altimétrica de 958 metros, e sua desembocadura, no Rio São Francisco, tem aproximadamente 430 metros de altitude.

A partir do MDT foram gerados os mapas derivados de declividade (Figura 21A), direção de fluxo (Figura 21B) e área de contribuição (Figura 21C), que serviram de base para o processamento dos fatores topográficos da EUPS, os Fatores L e S.

O mapa de declividade foi classificado em 4 intervalos, adaptados da proposta de Lemos e Santos (1996). Na Bacia do Carinhanha predomina o relevo plano (Figura 21A – Tabela 11), representado pela classe de declividade 0 a 3%, a qual cobre uma área de pouco mais de 11000 km<sup>2</sup>, o que equivale a 64,11% de toda a bacia. A faixa de declividade entre 3 a



8% representa 30,06% da área da bacia. A classe 8 a 20% de declividade ocupa 4,97% da área total, enquanto que a declividade maior que 20% ocupa apenas 0,84% da área. Mais de 90% da área da bacia do Carinhanha tem declividade inferior a 8%. A tabela 11 mostra as classes de declividade mapeadas, juntamente com a área ocupada por cada uma delas.

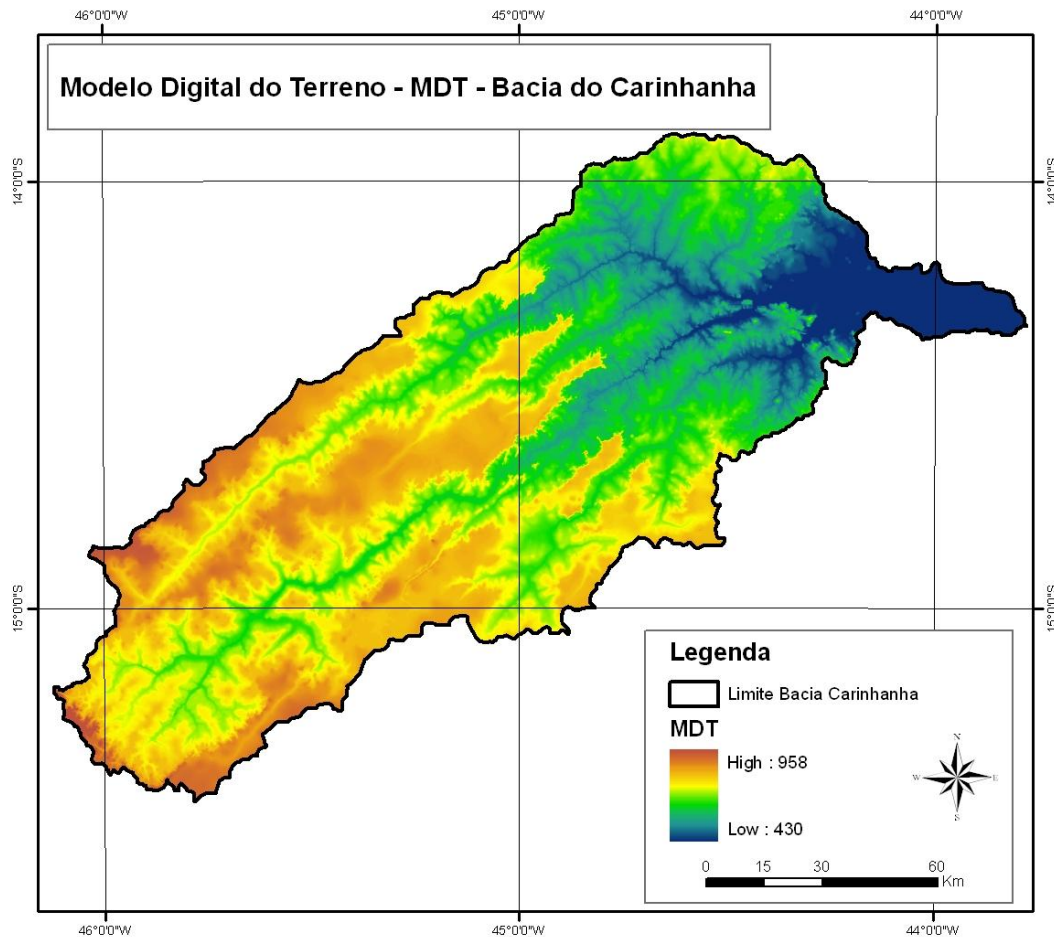


Figura 20 – Modelo Digital do Terreno – Bacia do Carinhanha.

Tabela 11 – Classes de declividade da Bacia do Carinhanha.

Classe	Nome	Área (ha)	% Área
0-3%	Plano	1.109.553	64,12
3-8%	Suave Ondulado	520.168	30,06
8-20%	Ondulado	86.002	4,97
>20%	Forte Ondulado	14.709	0,85
		1.730.432	100

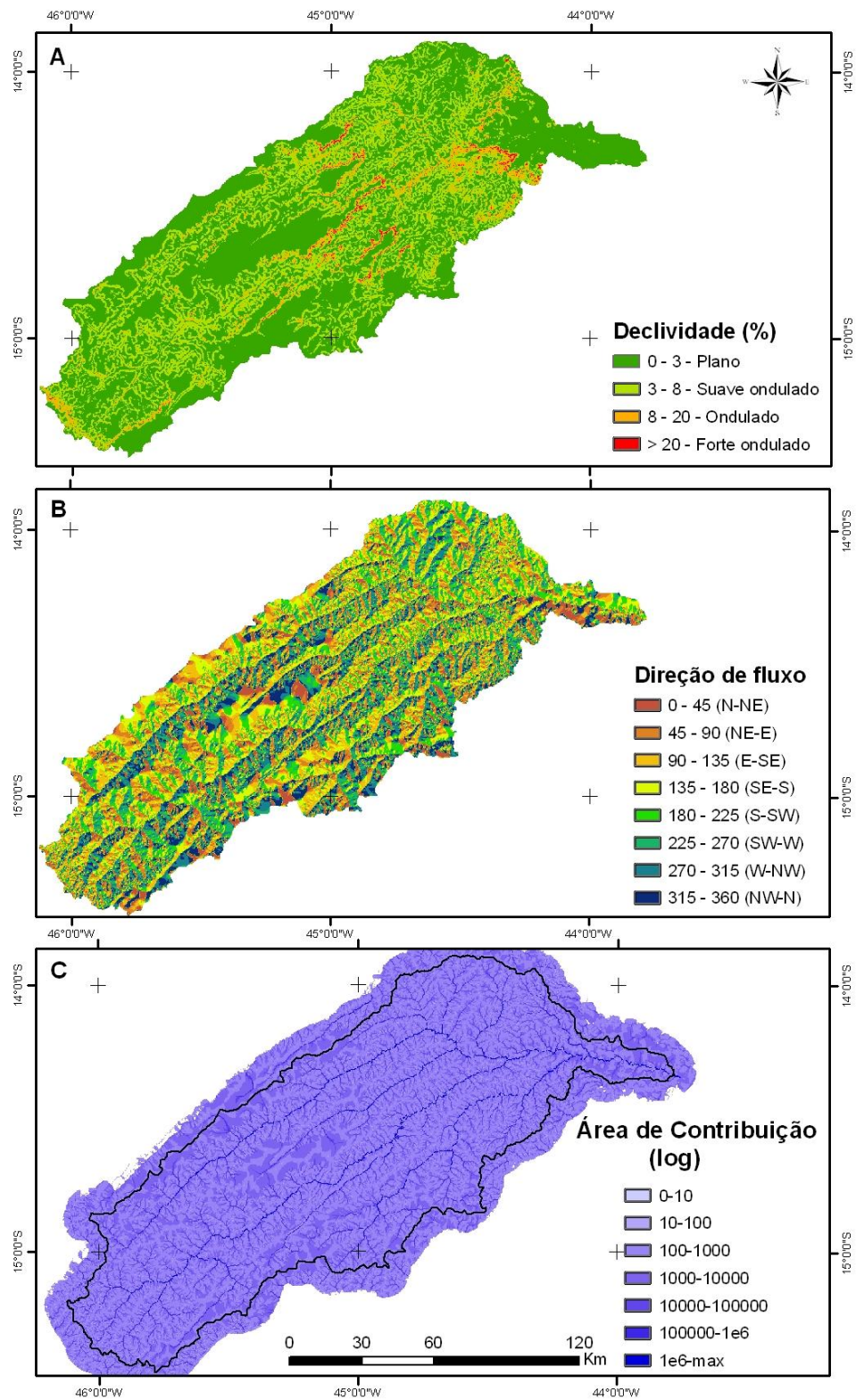


Figura 21 – Mapas derivados.

### 5.3.2 – Mapa do Fator LS

O mapa dos fatores topográficos (LS) foi obtido a partir da área de contribuição gerada pelo método  $D_{\infty}$ , onde foi aplicada uma função logarítmica para realçar os dados (Figura 22). Pode-se observar que as áreas com maiores valores de LS encontram-se relacionadas às declividades mais altas, onde ocorrem convergências de fluxo. Na área de estudo as áreas com estas características estão localizadas principalmente nas bordas das chapadas e nos locais próximos aos afloramentos de calcário, onde o relevo se torna mais movimentado.

As áreas mais planas da bacia, como os topos de chapadas e a área de depressão fluvial, próxima ao Rio São Francisco, apresentam os menores valores de LS, e portanto menor potencial erosivo com relação aos fatores topográficos.

A Figura 22 apresenta o Mapa dos Fatores LS, com ampliações em três pontos aleatórios da bacia, buscando mostrar em maiores detalhes as variações nos valores de LS.



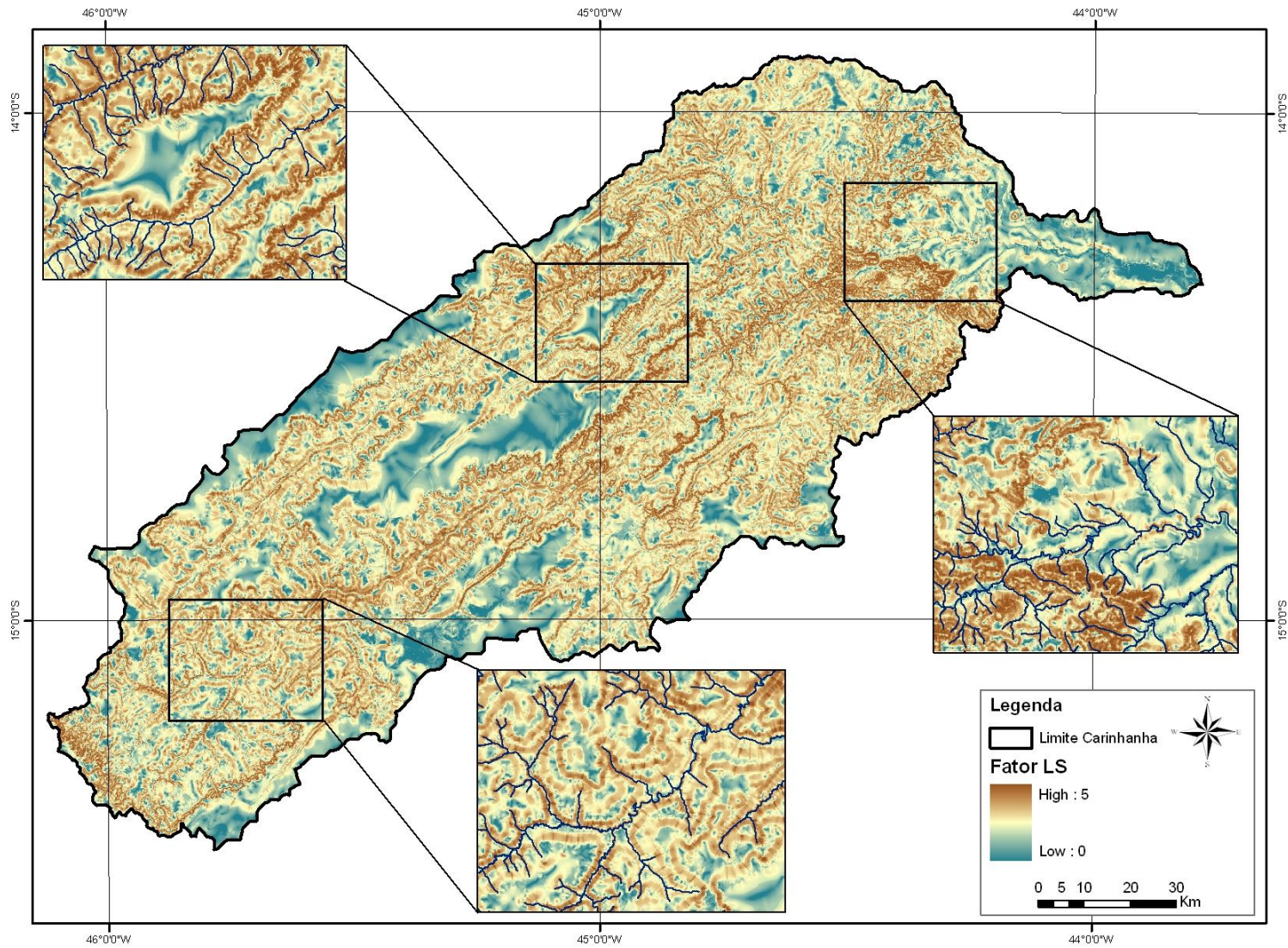


Figura 22 – Mapa dos Fatores LS – Comprimento de rampa e Declividade.



#### 5.4 – Potencial Natural à Erosão Laminar (Ep)

O Potencial Natural à Erosão Laminar representa a interação dos principais fatores naturais do meio físico intervenientes no processo da erosão laminar. Corresponde às estimativas de perdas de solo em áreas continuamente destituídas de cobertura vegetal e sem qualquer intervenção antrópica.

O Mapa de Erosão Potencial (Ep) da área de estudo foi obtido a partir do cruzamento dos mapas dos Fatores R, K e LS, por meio do comando *Raster Calculator* da extensão *Spatial Analyst* do *ArcGis*. É importante destacar que o cálculo de Ep considera o pior cenário possível, isto é, solo exposto e sem prática conservacionista, atribuindo-se valor 1 para os fatores C e P. A Figura 23 apresenta o Mapa Ep para a Bacia do Rio Carinhanha.

O mapa foi classificado em 4 intervalos (Tabela 12): < 50, 50-150, 150-400, > 400 ton/ha.ano. O potencial de perda de solos na Bacia do Carinhanha varia de 0 a 1398 t/ha.ano. O intervalo predominante na Bacia do Carinhanha é de 50 a 150 t/ha.ano, ocupando 41,7% da área da bacia, seguido de perto pelo intervalo <50, com 39,66% da área. A classe 150 t/ha.ano ocupa 14,93% da área de estudo, enquanto que a classe com maior potencial erosivo, acima de 400 t/ha.ano, ocupa apenas 3,71% da área. Na Figura 23 pode-se observar que esta classe (>400) está restrita às bordas de chapadas e outras áreas com maiores incidências de solos mais rasos e com maior movimentação no relevo.

As áreas com menor potencial erosivo (<50 t/ha.ano) estão distribuídas principalmente nos topos das chapadas e na depressão fluvial, próximo à foz do Carinhanha. São as áreas mais planas da bacia, com menores valores de LS.

Tabela 12 – Classes de Erosão Potencial

Classe (ton/ha.ano)	Área (ha)	% área
< 50	686.289	39,66
50-150	721.590	41,7
150-400	258.354	14,93
>400	64.199	3,71
Total	1.730.432	100

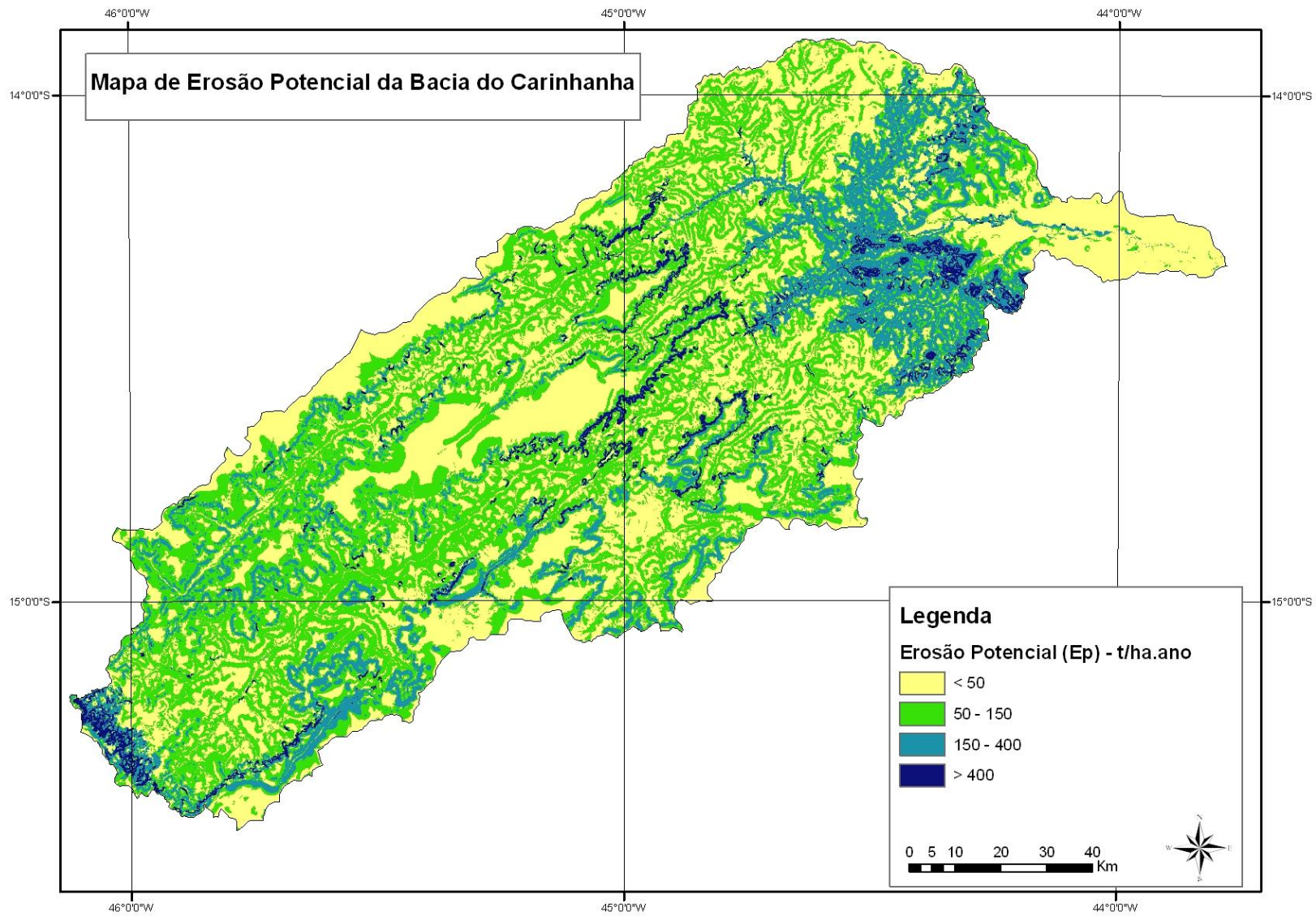


Figura 23 – Mapa de Erosão Potencial da Bacia do Carinhanha.

## 5.5 – Fatores CP

### 5.5.1 – Mapa de uso de terra e cobertura vegetal

A figura 24 mostra o mapa de Uso da Terra e Cobertura Vegetal resultante da classificação *Isodata* com posterior edição por interpretação visual. O trabalho de campo foi essencial para balizar os limites das classes. Foram delimitadas 11 classes de uso da terra e cobertura vegetal: Água; Área úmida / veredas; Afloramento de rochas; Cerrado; Floresta estacional; Mata ciliar; Área de transição (cerrado/caatinga); Área desmatada sem uso / vegetação secundária; Área rural de uso diversificado; Área urbana; Solo exposto. A área ocupada por cada classe em hectares e percentuais está demonstrada na tabela 13. A Figura 25 mostra o gráfico com a distribuição em percentuais de área de cada classe.

*Tabela 13 – Classes de uso da terra e cobertura vegetal da bacia do Carinhanha.*

Uso	Hectares	%
Água	138	0,008
Afloramento de rochas	6.178	0,357
Área desmatada sem uso / Vegetação Secundária	72.349	4,181
Área de transição (alterada ou não)	49.490	2,860
Área urbana	795	0,046
Área rural de uso diversificado	269.411	15,569
Cerrado	1.219.418	70,469
Floresta estacional	51.273	2,963
Mata ciliar	30.854	1,783
Solo exposto	1.869	0,108
Área úmida / vereda	28.657	1,656
Total	1.730.432	100

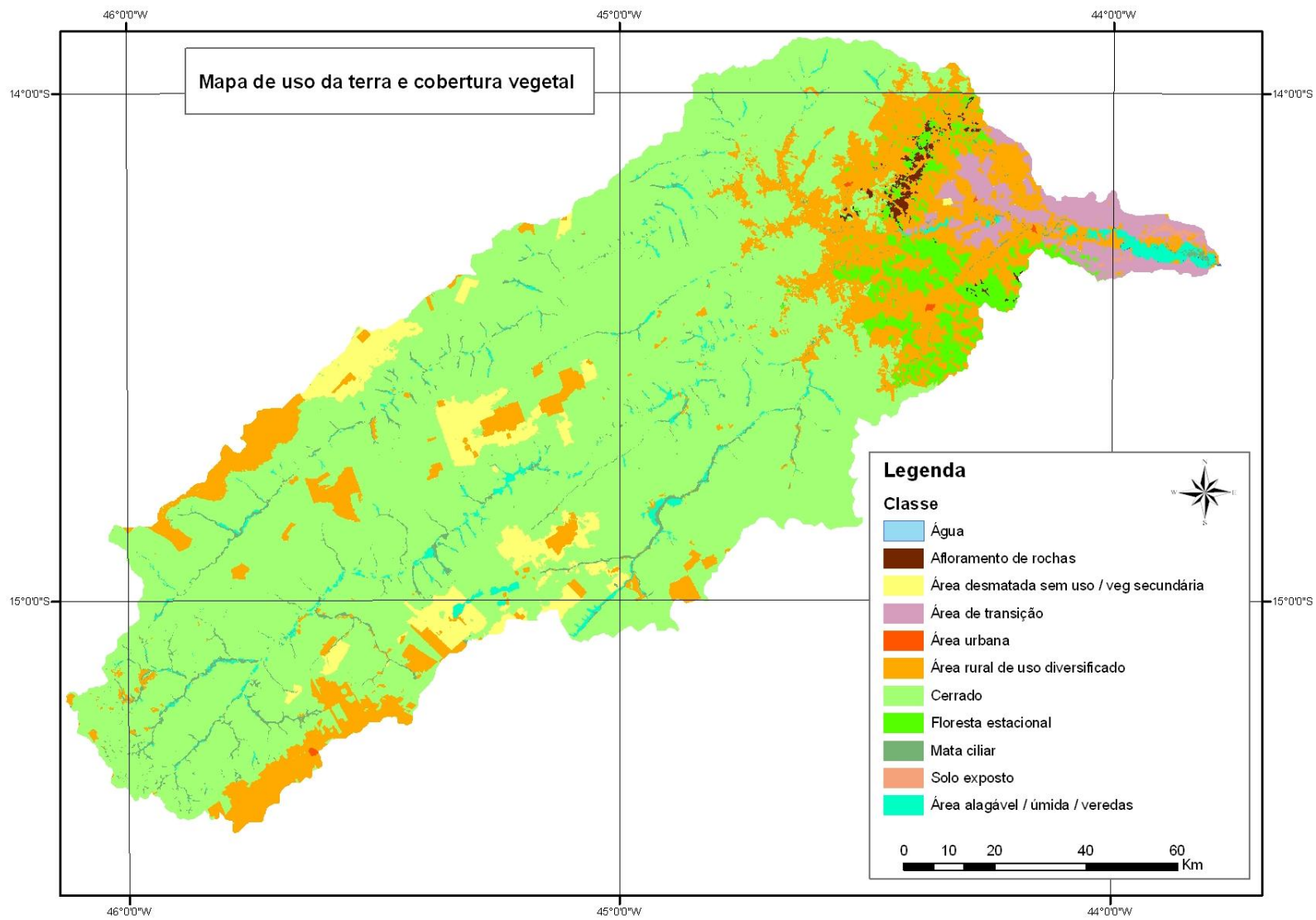


Figura 24 – Mapa de Uso da Terra e Cobertura Vegetal da Bacia do Carinhanha.



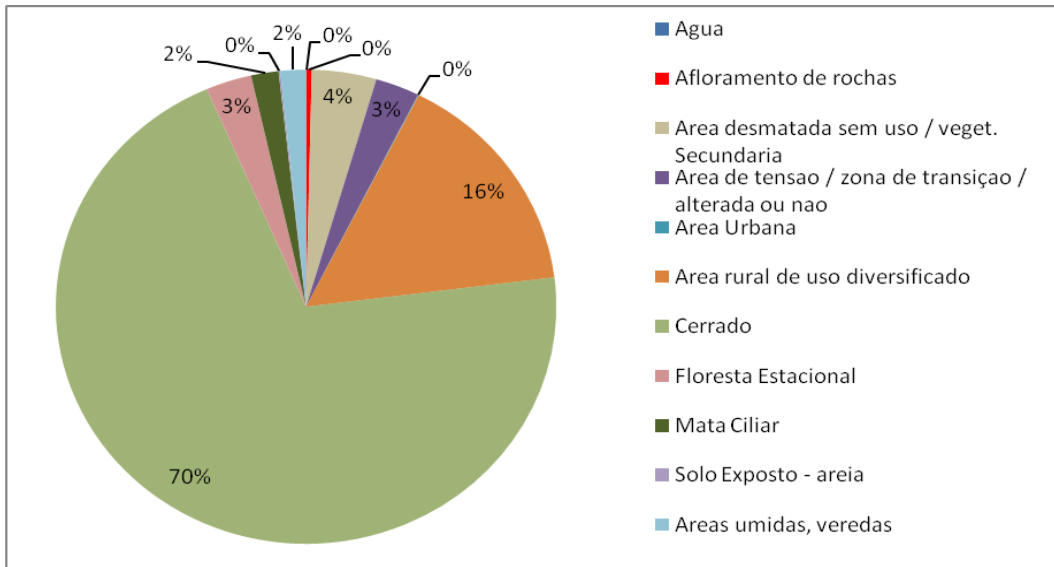


Figura 25 – Porcentagem de área ocupada por cada classe de uso e cobertura.

Verifica-se que a cobertura vegetal predominante na bacia do Carinhanha é o Cerrado, que ocupa 70% de toda a área (Fotos 04a – 04f). Isso demonstra que a região apresenta boas condições de preservação de sua vegetação natural. Nesta classe estão incluídos os diversos tipos fisionômicos do Cerrado presentes na região, tais como cerrado *strictu sensus*, cerradão, campo limpo e campo sujo. Em algumas áreas da bacia, principalmente no Parque Nacional Grande Sertão Veredas, a vegetação está bem preservada. No entanto, nas demais áreas da bacia, diversos níveis de alterações são observados, principalmente pelas queimadas constantes e pela retirada esporádica da porção lenhosa. Esta classe também acaba por englobar áreas de vegetação secundária em estágios mais avançados de regeneração, em função das dificuldades de interpretação das imagens de satélite utilizadas.

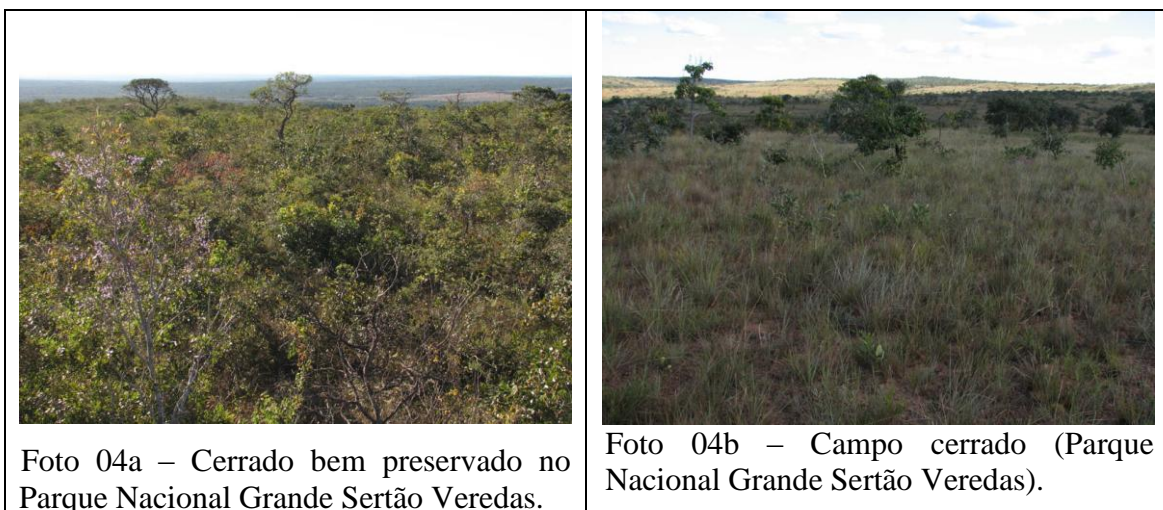
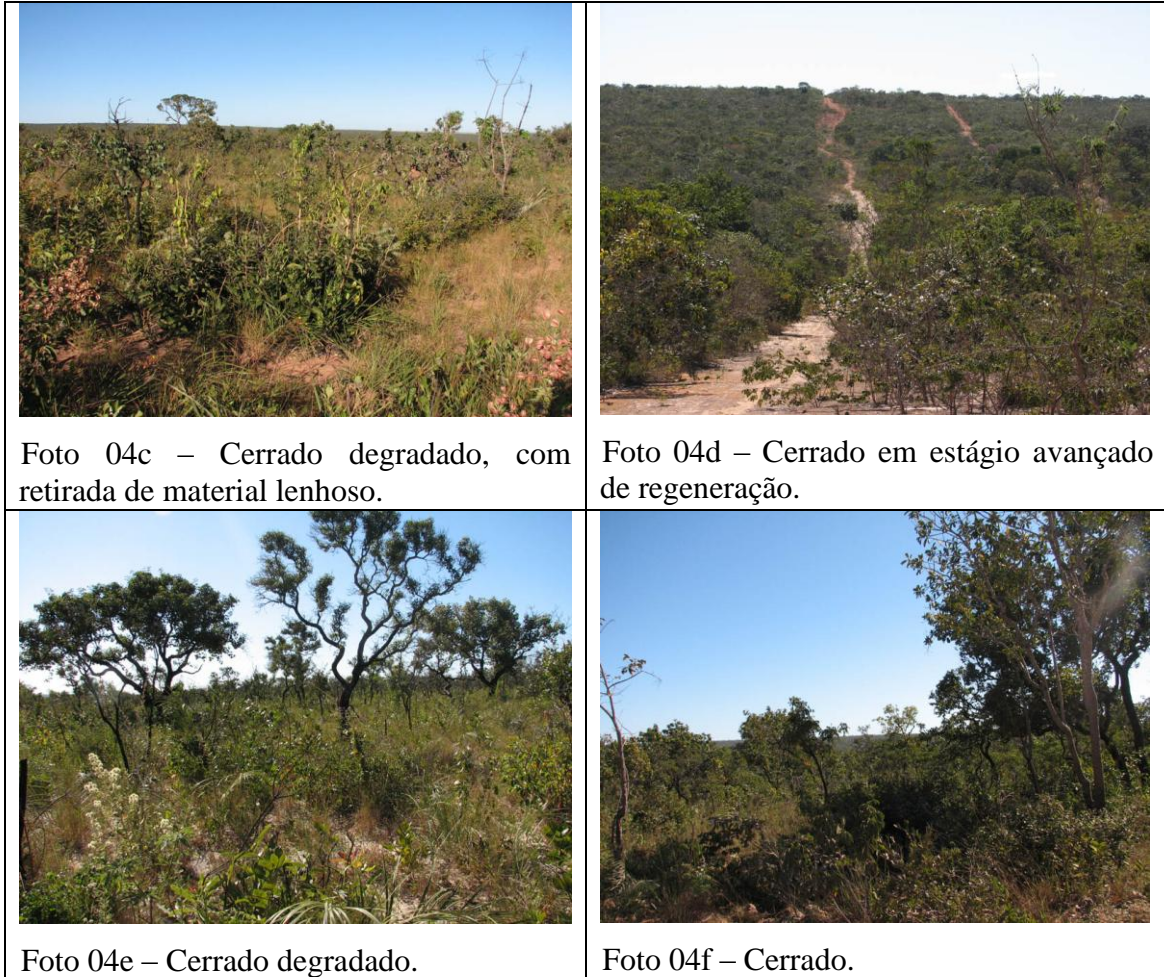
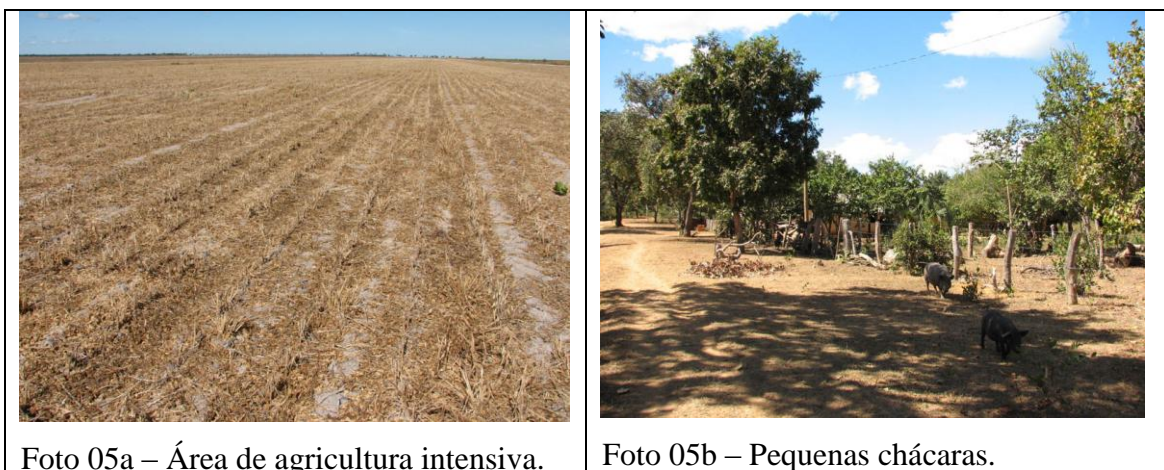


Foto 04a – Cerrado bem preservado no Parque Nacional Grande Sertão Veredas.

Foto 04b – Campo cerrado (Parque Nacional Grande Sertão Veredas).



A classe que apresentou maior complexidade na interpretação foi a Área Rural de Uso Diversificado (Fotos 05a – 05h), onde foram englobadas áreas de cultura, solo exposto, chácaras, pastagens, e até mesmo pequenas áreas de vegetação secundária. Essa generalização foi necessária em função da escala de trabalho e da resolução da imagem de satélite utilizada. Esta classe ocupa 15% da área da bacia.





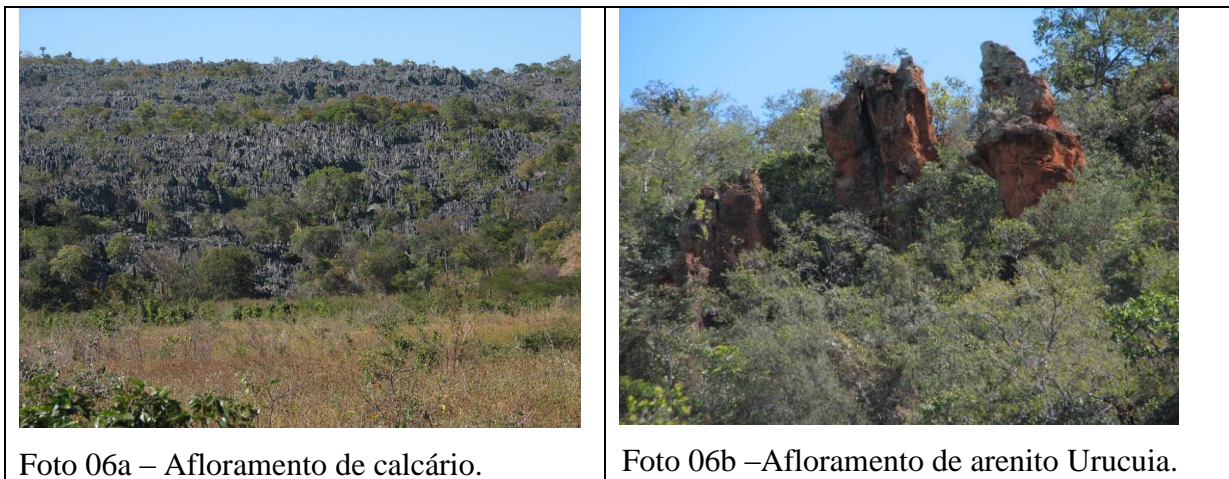


As áreas urbanas ocupam apenas 0,05% da bacia, pois é uma região de baixa densidade demográfica, com poucos e pequenos núcleos urbanos. Dos 12 municípios que fazem parte da bacia, apenas 5 tem sua área urbana dentro dela, são eles: Chapada Gaúcha, Montalvânia, Juvenília, Feira da Mata e Cocos.

Além da área urbana, as classes afloramento de rochas, água e solo exposto ocupam menos de 1% da área cada uma. Os afloramentos de rocha que ocorrem na área são na grande maioria de origem calcária (Foto 06a). Em campo foram avistados também afloramentos de



arenitos da Formação Urucuia (Foto 06b), mas por serem muito pontuais não foram mapeados nessa escala.



As áreas mapeadas como solo exposto estão localizadas bem próximas ao encontro do Carinhanha com o São Francisco, e são caracterizadas pela presença de solos bastante arenosos (Figura 26 – Foto 07), provavelmente originados pelas alterações sofridas pelo leito do rio. É uma área bastante atingida pela retirada indiscriminada da vegetação natural para geração de carvão vegetal e também pelas queimadas. Como o solo é muito arenoso, a vegetação não consegue se regenerar e as manchas de areia vão aumentando com o decorrer dos anos.

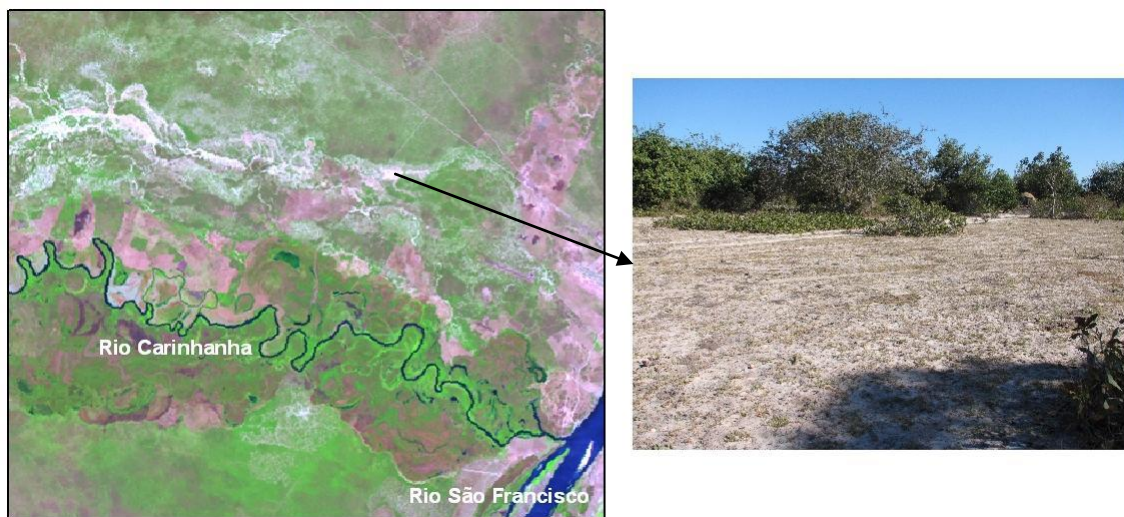
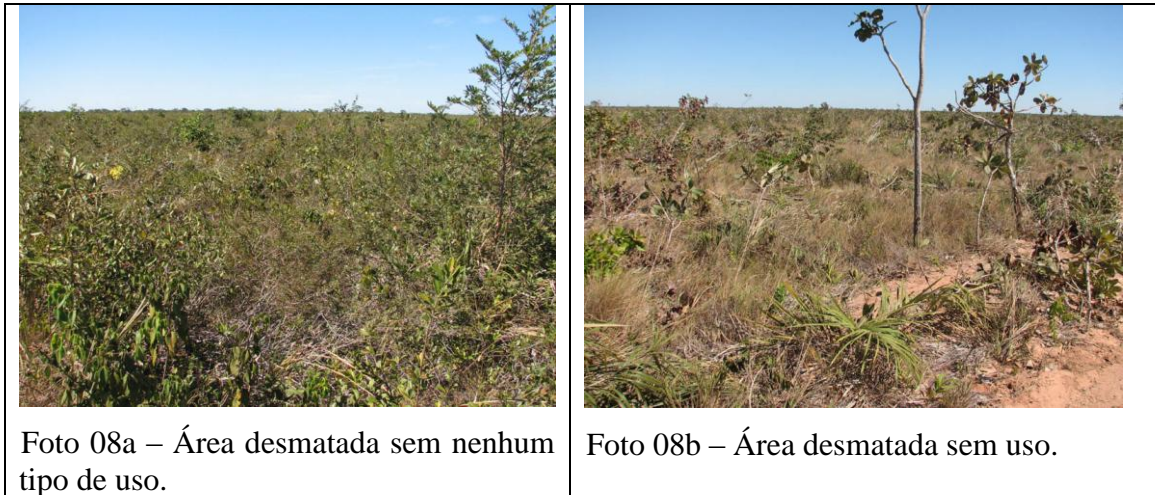


Figura 26 – Área classificada como solo exposto. Foto 07 – Solo exposto.

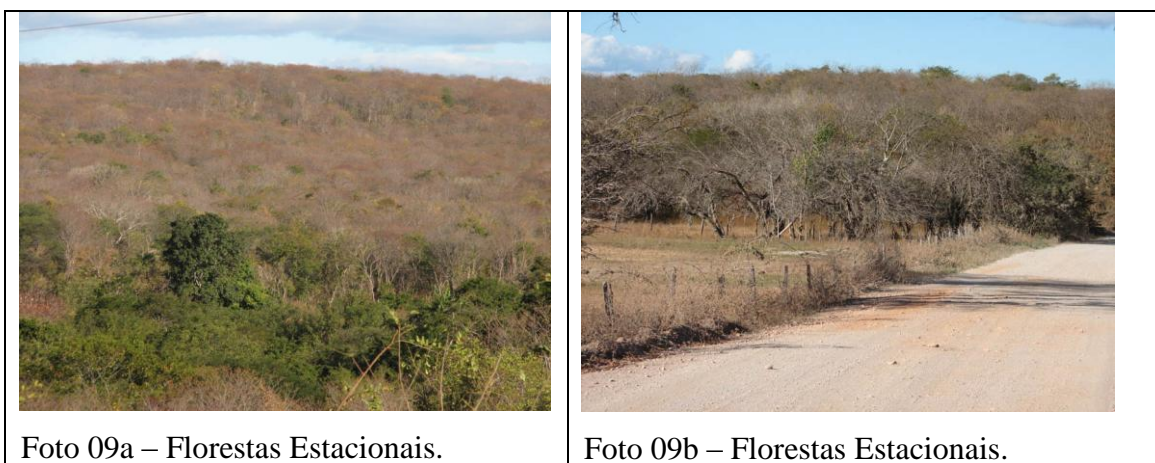
A classe área desmatada sem uso / vegetação secundária foi individualizada por ser um tipo de ocupação característico da região, onde a vegetação natural é retirada para ser transformada em carvão vegetal. A área desmatada é então abandonada, ficando sem nenhum



tipo de uso por longo período de tempo. Ocorre uma regeneração lenta e empobrecida da vegetação nativa, provavelmente em função da baixa qualidade dos solos e da deficiência hídrica em boa parte do ano. Esta classe ocupa pouco mais de 4% da área (Foto 08a e 8b).



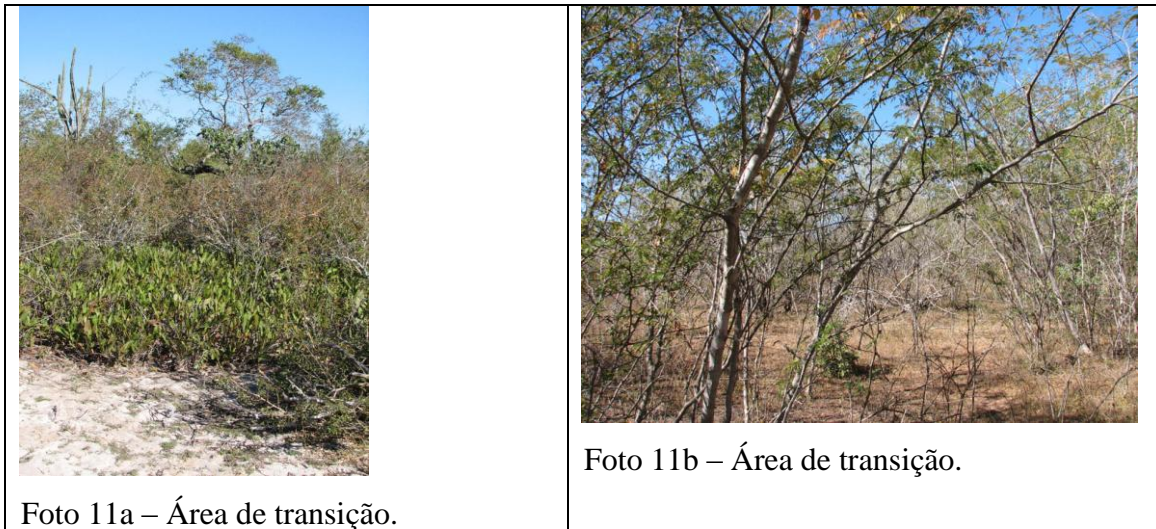
Quase 3% da área da bacia foi mapeada como Floresta Estacional. O mapa de vegetação (Figura 10) demonstra a presença de Florestas Estacionais Deciduais e Semi-deciduais, no entanto só foi possível identificar algumas manchas desse tipo de vegetação, sem maiores detalhes. Pôde-se perceber no trabalho de campo que essas Florestas na verdade já se encontram bastante degradadas, com poucos remanescentes em melhor estado de conservação (Foto 09a e 9b).



As classes mata ciliar (Foto 10a) e áreas úmidas / veredas (Foto 10b) também apresentaram dificuldades para serem mapeadas nesta escala de trabalho, por se tratarem de áreas estreitas e alongadas. Toda a região é caracterizada pela grande quantidade de veredas (Foto 10b), mas somente as maiores puderam ser mapeadas. Cada uma das classes ocupa menos de 2% de toda a área.



A classe área de transição ocupa 2,8% de toda a bacia. É caracterizada por uma cobertura vegetal que parece ser uma mistura de cerrado com caatinga (Foto 11a e 11b). Esse tipo de cobertura foi mapeado na porção leste da bacia do Carinhanha, próximo ao Rio São Francisco. Esta é a região mais povoada da bacia e encontra-se bastante degradada.



### 5.5.2 - Mapa do Fator CP

Neste trabalho foi adotada a integração dos fatores antrópicos da EUPS – uso e manejo (C) e práticas conservacionistas (P) – conforme proposto por Stein *et al.* (1987). Desta forma, a espacialização dos Fatores CP está diretamente relacionada ao uso e cobertura vegetal da Bacia do Rio Carinhanha (Figura 24). Os valores foram adaptados da proposta de Stein *et al.* (1987), apresentada na tabela 06. Os valores adotados por Baptista (1997), Silva (2001) e Valentin (2008) também serviram como apoio na determinação dos valores de CP. A tabela 14 mostra as classes de uso e cobertura vegetal utilizadas e os respectivos valores de CP.

Tabela 14 – Valores de CP para os tipos de uso e cobertura vegetal na bacia do Carinhanha.

Uso da terra/ cobertura	Fator CP
Afloramento Rochoso	0,000
Urbano	0,000
Corpos d'água	0,000
Mata Nativa (Ciliar / Floresta Estacional)	0,00004
Cerrado	0,0007
Área de transição cerrado / caatinga	0,0007
Vegetação Secundária (área desmatada sem uso)	0,01
Área alagável / úmida / veredas	0,01
Área rural de uso diversificado	0,2
Solo exposto	1,000

A partir da determinação dos valores de CP para cada classe de uso do solo e cobertura vegetal, foi gerado um Mapa de CP em formato *raster*, com pixel de 60x60m, para o cruzamento com os demais fatores da EUPS (Figura 27).



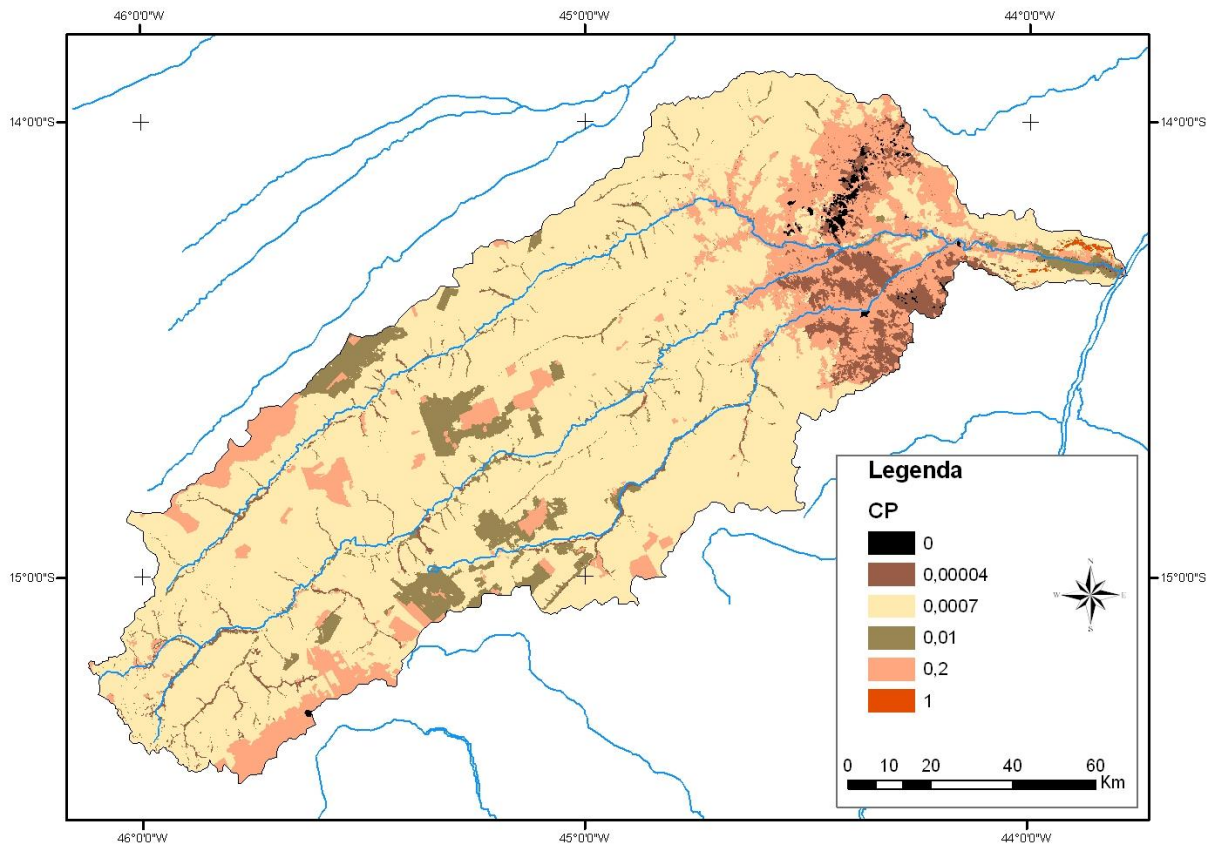


Figura 27 – Mapa dos Fatores CP – Uso e manejo e Fatores conservacionistas.

### 5.6 – Erosão atual na bacia do Carinhanha

Stein *et al.* (1987) destacam que devido as limitações da EUPS, “os valores alcançados não podem ser tomados quantitativamente, exprimem apenas uma ordenação qualitativa das áreas quanto ao seu potencial de perdas de solo por erosão laminar”. Carvalho (1994) propõe algumas classes de interpretação para a estimativa de perda de solos (Tabela 15).

Tabela 15 – Classes de interpretação para o parâmetro estimativa de perda de solo (Carvalho, 1994).

Taxa de perdas de solo (t/ha.ano)	Interpretação
< 10	Nula a pequena
10 - 15	Moderada
15 - 50	Média
50 - 120	Média a forte
120 - 200	Forte
> 200	Muito forte



O Mapa de Erosão Atual (Ea) da Bacia do Carinhanha foi obtido a partir do cruzamento dos mapas dos Fatores R (Figura 16), K (Figura 19), LS (Figura 22) e CP (Figura 27), por meio do comando *Raster Calculator* da extensão *Spatial Analyst* do *ArcGis*. A Figura 28 mostra o Mapa de Erosão Atual para a Bacia do Rio Carinhanha.

Os valores de perda de solos na área variam de 0 a 257 ton/ha.ano. Esses valores foram divididos em cinco classes, de acordo com a classificação proposta por Carvalho (1994), apresentada na Tabela 15. A classe de erosão “Muito forte” não se aplica na área de estudo, pois o percentual de área com valores de perda de solos acima de 200 ton/ha.ano é insignificante. A Tabela 16 apresenta as classes de erosão atual e a área que cada uma ocupa na Bacia do Carinhanha.

A classe <10 ton/ha.ano ocupa a maior parte de bacia, 89,37% da área, portanto na Bacia do Carinhanha predomina a erosão “nula a pequena”. A segunda classe mais expressiva é a “erosão média”, que ocorre em 6,31% da área. A classe de erosão “média a forte” ocorre em 2,5% da área, enquanto que a “erosão moderada” ocupa 1,79% e a classe >120, perda de solos forte, ocorre em áreas muito pequenas na bacia, representando apenas 0,03% da área.

*Tabela 16 – Classes de Erosão Atual (2007).*

Classe de degradação	Magnitude da erosão do solo		
	(ton/ha.ano)	Área (ha)	Extensão da área (%)
Nula a pequena	0-10	1.546.487	89,37
Moderada	10-15	30.975	1,79
Média	15-50	109.190	6,31
Média a forte	50-120	43.261	2,50
Forte	>120	519	0,03
Total		1.730.432	100

Através da análise do Mapa de erosão atual da bacia do Carinhanha (Figura 28), juntamente com os mapas dos fatores utilizados, observa-se que a distribuição espacial dos valores de erosão atual está associada principalmente ao tipo de uso do solo e cobertura vegetal, ou seja, aos Fatores CP. Pode-se perceber também a influência dos Fatores LS, já a influência dos Fatores R e K é menos perceptível.

Conforme apresentado nos itens anteriores deste trabalho, 94% da Bacia tem relevo plano ou suave ondulado e cerca de 70% está recoberta por cerrado, que mesmo estando alterado, promove um certo nível de proteção ao solo. Conseqüentemente grande parte da Bacia do Carinhanha não apresentou valores elevados de Erosão atual.

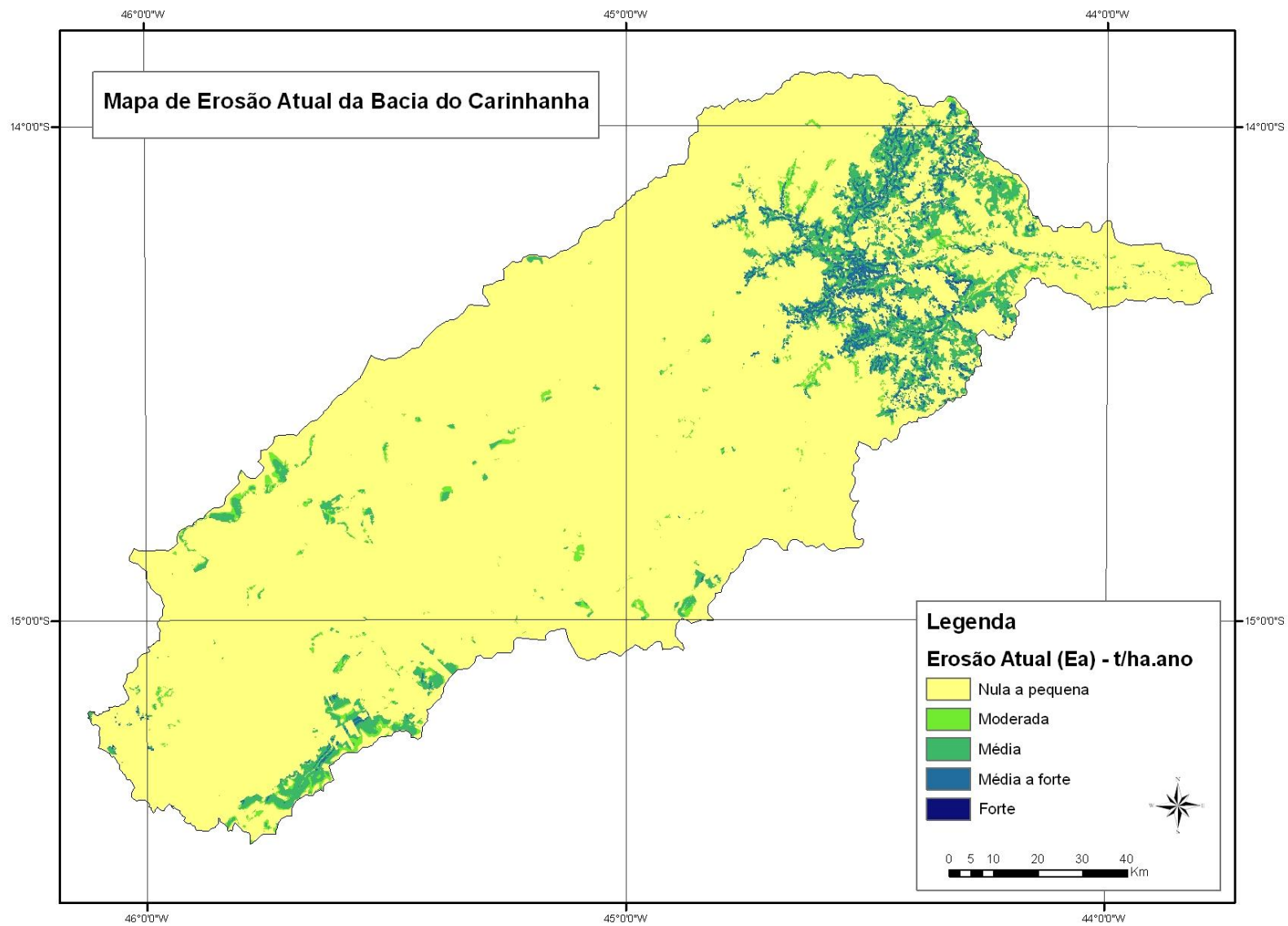


Figura 28 – Mapa de Erosão Atual (Ea) da Bacia do Carinhanha.

Por outro lado, as áreas que apresentaram maiores valores de Erosão Atual (Ea) são justamente as que foram classificadas como solo exposto e áreas rurais de uso diversificado, com maiores valores de CP. A Figura 29 demonstra que a área mais crítica com relação à perda de solos é justamente aquela onde há maior ocupação, localizada na porção leste da Bacia, região de maior densidade demográfica e onde se concentra a maior parte das atividades produtivas.

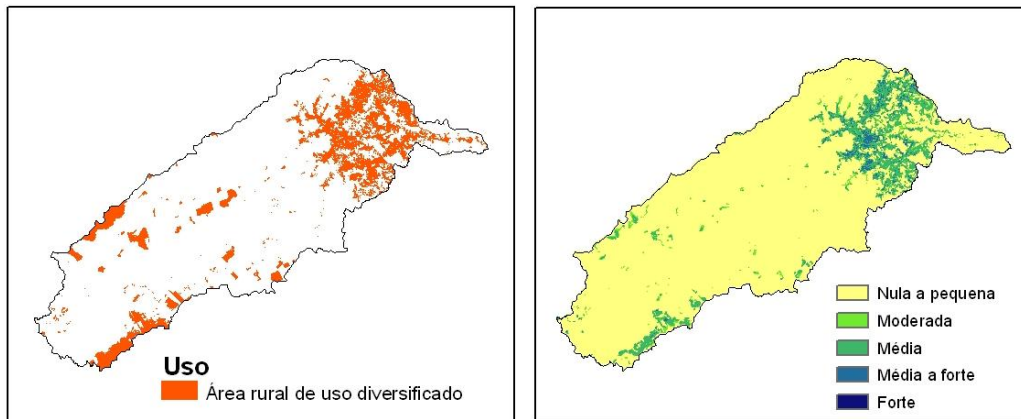


Figura 29 – Mapas de Uso (classe área rural de uso diversificado) e Erosão atual.

A influência do uso e ocupação do solo e cobertura vegetal torna-se ainda mais visível quando se faz uma comparação do Mapa de Erosão Atual com o Mapa de Erosão Potencial. Foi feita uma reclassificação dos valores de potencial de perda de solos (Figura 30), de acordo com os intervalos e a interpretação de Carvalho (1994), apresentados na Tabela 15. Como já foi dito anteriormente, o Mapa de Erosão Potencial corresponde às estimativas de perdas de solo em áreas continuamente destituídas de cobertura vegetal e sem qualquer intervenção antrópica, ou seja, o pior cenário possível.

Com a comparação do Mapa de Erosão Potencial reclassificado (Figura 30) e o Mapa de Erosão Atual (Figura 28), pode-se perceber que a mesma área pode sofrer perdas de solo muito mais severas quando não há proteção da cobertura vegetal. A Tabela 17 mostra as classes de degradação e a área ocupada por cada classe para o Mapa de Erosão Potencial reclassificado.

Seguindo a interpretação de Carvalho (1994), a área de estudo teria um potencial de perda de solos predominantemente média a forte (perdas de 50 a 120 t/ha.ano), que no mapa reclassificado ocupa pouco mais de 35% da área da bacia. A classe Nula a pequena, que no mapa de erosão atual representa 89% da área, passa a representar apenas 14,47%, ocupando apenas os topos mais planos das chapadas e a área mais plana da depressão fluvial. No mapa



de erosão atual a classe muito forte foi inexpressiva e a forte ocupa apenas 0,03% da área, no mapa de Erosão Potencial passa a ocupar 12,07% e 12,43%, respectivamente, ou seja, mais de 24% da bacia teria predisposição à perda de solos forte a muito forte.

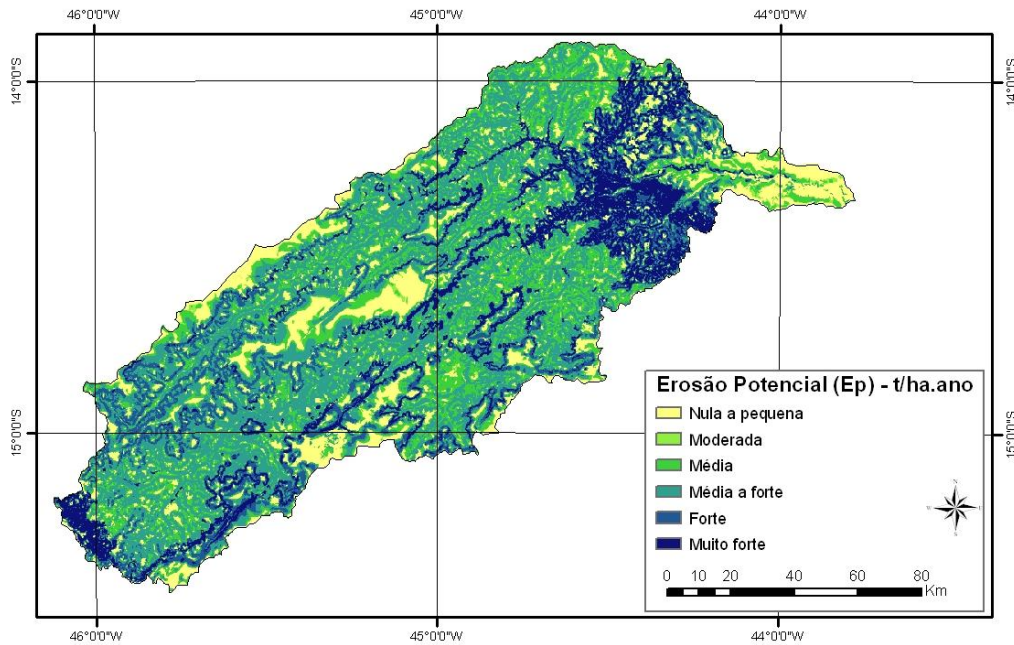


Figura 30 – Mapa de Erosão Potencial reclassificado.

Tabela 17 – Classes de Erosão Potencial.

Classe de degradação	Magnitude da erosão do solo		
	(ton/ha.ano)	Área (ha)	Extensão da área (%)
Nula a pequena	0-10	250.394	14,47
Moderada	10-15	36.512	2,11
Média	15-50	398.518	23,03
Média a forte	50-120	621.052	35,89
Forte	120-200	215.093	12,43
Muito forte	>200	208.863	12,07
Total		1.730.432	100

A mudança de cenário para uma situação de retirada total da cobertura vegetal mostra que o problema da erosão pode vir a se agravar bastante caso não haja um planejamento que leve em conta a vulnerabilidade ambiental da bacia do Carinhanha.

## Capítulo 6 – Considerações Finais

O presente trabalho mostra que é viável a utilização da EUPS para a avaliação da estimativa de erosão atual, bem como do potencial erosivo em bacias hidrográficas. Apesar de suas limitações no aspecto quantitativo, quando utilizada para grandes áreas, a aplicação da EUPS permite identificar as perdas de solo decorrentes da ocupação atual, além de possibilitar a simulação de cenários futuros. É uma equação que possibilita o planejamento do uso do solo, considerando as áreas mais propensas à erosão laminar, mesmo em escalas regionais. O uso de ferramentas de SIG é fundamental para a realização dos cruzamentos das variáveis da equação.

O cálculo da Erosão Potencial ( $E_p$ ) é muito importante para o planejamento ambiental, pois permite delimitar áreas mais vulneráveis à perda de solos, onde pode ser feito um trabalho de prevenção, intensificando os cuidados na ocupação antrópica. Como a  $E_p$  leva em consideração a pior situação possível, onde o terreno estaria totalmente desprotegido, os valores encontrados são bem mais elevados que os valores de Erosão atual ( $E_a$ ). Pode-se concluir que, caso haja uma ocupação na bacia onde a vegetação seja retirada e o solo fique exposto, sem nenhum tipo de proteção, a área sofreria uma severa degradação por erosão. É importante que haja um planejamento na ocupação das áreas com maiores valores de  $E_p$ , dando prioridade à preservação das mesmas. Algumas já são protegidas pela legislação ambiental, por serem consideradas de preservação permanente (APPs), tais como as bordas de chapada, que apresentaram os maiores valores de  $E_p$ .

A elaboração de um novo mapa de solos para a Bacia do Carinhanha foi importante, pois o mapa disponível para a região apresenta poucos detalhes. O novo mapa apresentou muitas mudanças em relação ao mapa da CODEVASF, no qual o tipo de solo predominante em quase toda a área da bacia é o Latossolo Vermelho-Amarelo. No novo mapa o solo predominante é o Neossolo Quartzarênico.

Com relação à elaboração do Mapa de uso da terra e cobertura vegetal, o uso de imagens de satélite é uma ferramenta essencial. No entanto, imagens de média resolução, como a *Landsat*, em regiões de Cerrado apresentam algumas limitações, pois alguns alvos são facilmente confundidos, prejudicando o resultado das classificações automáticas e demandando muito trabalho para um melhor refinamento dos dados.

Na estimativa de Erosão Atual ( $E_a$ ) pode-se verificar que 89,37% da área da Bacia do Carinhanha apresentaram valores menores que 10 ton/ha.ano. De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990) esta é a tolerância de perdas de solos que se pode permitir com um

bom grau de sustentabilidade. No entanto, apesar da situação na Bacia do Carinhanha ainda não ser considerada crítica, o avanço do desmatamento é uma realidade. A ocupação na Bacia do Carinhanha não foge à regra de outras áreas de Cerrado, onde a agricultura intensiva mecanizada vem ganhando espaço, principalmente nos municípios de Chapada Gaúcha (MG) e Cocos (BA). Em grande parte da bacia vem ocorrendo uma intensificação da produção de carvão vegetal, o que vem destruindo a vegetação nativa. Muitas áreas são desmatadas e abandonadas, como os solos são geralmente pobres, a regeneração da vegetação é lenta e o solo fica muitas vezes desprotegido, aumentando assim os riscos de erosão.

A região possui vias de acesso precárias, pouca infraestrutura e baixa densidade populacional, o que representa um entrave na expansão agrícola, um dos prováveis motivos pelos quais ainda restam importantes porções de cerrado na Bacia do Carinhanha. No entanto, o fato de ter sido mapeado 70% de cobertura vegetal natural não significa que as condições de preservação da vegetação sejam as ideais, pois boa parte dessa vegetação apresenta diferentes graus de intervenção antrópica.

O detalhamento do Mapa de uso e cobertura vegetal da Bacia, apresentando as fitofisionomias do Cerrado, bem como seus diferentes graus de preservação/degradação, seria uma importante ferramenta para melhorar o resultado da EUPS, bem como auxiliar no planejamento ambiental da área, fornecendo informações importantes para gestores públicos e sociedade. Este detalhamento poderia ser feito com o uso de imagens de satélite de alta resolução e mais trabalhos de campo. Como não foi possível realizar este detalhamento neste trabalho, fica como proposta para um futuro trabalho. A região toda carece de levantamentos físicos, sociais e ambientais mais detalhados.

O Carinhanha é uma das poucas sub-bacias do Rio São Francisco que apresentam tantas áreas de cobertura vegetal natural. O Cerrado, cada vez mais ameaçado pelo avanço da agropecuária e pelo carvoejamento, ainda está relativamente bem preservado nesta área. Esta situação concede à Bacia do Carinhanha uma grande importância. É necessária a adoção de políticas de manejo e conservação do solo, que visem a disseminação de uma cultura conservacionista, planejando conscientemente o uso dos recursos naturais.

Os resultados da EUPS mostram a distribuição espacial das áreas propensas à erosão na bacia, onde práticas conservacionistas podem ser satisfatórias na prevenção da perda de solo por erosão. Esta análise é importante para o planejamento ambiental, e pode dar subsídio ao estabelecimento de cenários que visem o desenvolvimento sustentável da bacia.



## Referências Bibliográficas

ANA/GEF/PNUMA/OEA. **Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco – Módulo 2 – Diagnóstico da bacia e cenários de desenvolvimento.** Brasília-DF, 2004.

ANA. **Hidroweb.** Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em 24/06/2008.

AQUINO, C.M.S.; OLIVEIRA, J.G.B.; SALES, M.C.L. Estimativa da erosividade das chuvas (R) nas terras secas do Estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica.** V.37, n.3, p.287-291, 2006.

AQUINO, I.H.V. **Análise da vulnerabilidade à perda de solo na Bacia do Rio Carinhonha – Médio São Francisco.** Brasília, 2007. 52p. Monografia - UnB.

ARAÚJO JUNIOR, G.J.L.D. **Aplicação dos modelos EUPS e MEUPS na Bacia do Ribeirão Bonito (SP) através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.** São José dos Campos-SP, 2003. 122p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** 2ª ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 1988. 332p.

BAPTISTA, G.M.M. **Diagnóstico ambiental da perda laminar de solos, no Distrito Federal, por meio de geoprocessamento.** Brasília, 1997. 111p. Dissertação de Mestrado – UnB.

BARBOSA, J.S.F., DOMINGUEZ, J.M.L. **Geologia da Bahia. Texto Explicativo.** Governo do Estado da Bahia, Salvador-BA, 1996, 382p.

BENNETT, H.H. **Soil Conservation.** New York and London: McGraw-Hill Book Company Inc., 1939. 993p.

BERTONI J., LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** São Paulo: Ed. Ícone 1990. 355p.

BIRKELAND, P.W. **Soils and Geomorphology.** New York: Oxford University Press, 1984. 372p.

BORGES, K.M.R. **Erosão do solo no norte do município de Uberlândia (MG).** Uberlândia-MG, 1997. 77p. Monografia - Universidade Federal de Uberlândia.

CAMPOS, J.E.G., DARDENNE, M.A. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. IN: **Revista Brasileira de Geociências**, 27(3):269-282, 1997.

CAMAPUM DE CARVALHO, J., SALES, M.M., SOUZA, N.M., MELO, M.T.S. (Org.). **Processos erosivos no Centro-Oeste Brasileiro.** Brasília: FINATEC, 2006. 464p.

CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia prática**. Brasil, Ministério de Minas e Energia, Cia Pesq. Rec. Minerais, Rio de Janeiro, 1994. 371p.

CARVALHO JUNIOR., O.A. de; CARVALHO, A.P.F.; RODRIGUES, N.Q.N.; GUIMARÃES, R.F. Confecção do mapa de susceptibilidade à erosão a partir da USLE utilizando para estimar o fator topográfico o programa Rampa. **Anais do VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, Goiânia-GO, 2001a.

CARVALHO JUNIOR., O.A., GUIMARÃES, R.F. Implementação em ambiente computacional e análise de emprego da área de contribuição no cálculo do fator topográfico (LS) da USLE. **Anais do VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, Goiânia-GO, 2001b.

CHAVES, H.M.L. **Estimativa da erosão atual e potencial no Vale do São Francisco**. In: Relatório Final de Consultoria. Brasília: CODEVASF – FAO, 1994. 35p.

COELHO, A.L.N. Modelagem hidrológica da Bacia do Rio Doce (MG/ES) com base em imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). In: **Caminhos de Geografia**. V.8, n.22: 116-131, 2007.

COSTA, T.C.;UZEDA, M.C.; FIDALGO, E.C.C.; LUMBRERAS, J.F.; ZARONI, M.J.; NAIME, U.J.; GUIMARÃES, S.P. Vulnerabilidade ambiental em sub-bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro por meio de integração temática da perda de solo (USLE), variáveis morfométricas e o uso/cobertura da terra. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianopolis-SC, 2007. P. 2493-2500.

DENARDIN, J.E. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. Piracicaba-SP, 1980. 81p. Tese de Doutorado – ESALQ/USP.

DESMET, P.J.J.; GOVERS, G.A. GIS Procedure of automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. **Journal of Soil and Water Conservation**. V.51, n.5:427-433, 1996.

DIAS, B.F.S. A conservação da natureza. In: **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. M.N.Pinto (org). Brasília-DF: Ed. Universidade de Brasília, 1993. p 607-663. 2ª Edição.

FARINASSO, M. **Avaliação qualitativa do potencial erosivo em grandes áreas por meio da EUPS – Equação Universal de Perdas de Solos utilizando novas metodologias em sig para os cálculos dos seus fatores na região do Alto Parnaíba – PI-MA**. Brasília, 2005. 91p. Dissertação de mestrado – UnB.

FARINASSO, M., CARVALHO JR., O.A., GUIMARÃES, R.F., GOMES, R.A.T., RAMOS, V.M. Avaliação qualitativa do potencial de erosão laminar em grandes áreas por meio da EUPS – Equação Universal de Perdas de Solos utilizando novas metodologias em SIG para os cálculos dos seus fatores na região do Alto Parnaíba – PI-MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia** - Ano 7, nº 2, 2006.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.

FUJIHARA, A.K. **Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento.** Piracicaba-SP, 2002. 118p. Dissertação de Mestrado - ESALQ/USP.

GOEDERT, W.J. (Org) **Solos dos cerrados, tecnologias e estratégias de manejo.** São Paulo: Nobel; Brasília: EMBRAPA, 1985. 422p.

GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (Org). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 339p.

GUIMARÃES, R.F. **Utilização de um modelo de previsão de áreas susceptíveis à escorregamentos rasos com controle topográfico. Adequação e calibração em duas bacias de drenagem.** Rio de Janeiro, 2000. 156p. Tese de doutoramento, Departamento de Geografia, UFRJ.

HERMUCHE, P.M.; GUIMARÃES, R.F.; CARVALHO, A.P.F.; MARTINS, E.S.; FUKS, S.D.; CARVALHO JÚNIOR, O.A. Processamento digital de imagens morfométricas para subsidiar mapeamento pedológico. IN: **Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Belo Horizonte-MG: INPE, 2003. p.123-130.

HUTCHINSON, M.F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. In: **Journal of Hydrology**, 106: 211-232, 1989.

IBAMA. Notícias Ambientais. Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/novo\\_ibama/paginas/noticias\\_ambientais\\_calend.php?dia=2004-06-03&id\\_arq=1697](http://www.ibama.gov.br/novo_ibama/paginas/noticias_ambientais_calend.php?dia=2004-06-03&id_arq=1697). Acesso em 13/08/2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico de pedologia.** 2ª Ed. Rio de Janeiro-RJ, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro, 1992. 92p. (Manuais técnicos em geociências, 1).

IBGE Cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 05/08/2008.

LAGO, F.P.L.S.; CHAVES, H.M.L.; GALVÃO, W.S. Avaliação da estrutura da paisagem para o Parque Nacional Grande Sertão Veredas, através de análise de imagens de sensoriamento remoto. IN: **Anais X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Foz do Iguaçu-PR: INPE, 2001. p. 1633-1640.

LAL, R. **Métodos para a avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos.** Jaguariúna-SP: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 97p.

LAL, R. **Soil erosion in the tropics - principles and management.** Mcgraw-Hill, New York, 1990. 580p.

LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 3.ed. Campinas: SBCS/CNPS, 1996. 84p.

LEPRUN, J. C. **Manejo e conservação de solos no Nordeste**. Recife: SUDENE, 1988.

LIMA, J.E.F.W.; SANTOS, P.M.C.; CHAVES, A.G.M.; SCILEWSKI, L.R. **Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia do Rio São Francisco**. Brasília: Embrapa Cerrados: ANEEL:ANA, 2001. 108p.

LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M. Estimativa da produção hídrica superficial do Cerrado brasileiro. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Org.) **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p.62-72.

LIMA, S.C. **As veredas do Ribeirão Panga no Triângulo Mineiro e a evolução da paisagem**. São Paulo, 1996, 260p. Tese de doutorado, USP.

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

MENESES, P.R., MADEIRA NETTO, J.S. (Org). **Sensoriamento Remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília: UnB; Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2001. 262p.

MME. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SD. 22 Goiás; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1981. 636p. (Levantamento dos recursos naturais, 25).

MME. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC. 23 Rio São Francisco e SC. 24 Aracaju; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1981. 220p. (Levantamento dos recursos naturais, 25).

MONTEIRO, C.A.F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000, 127p.

MORGAN, R.P.C.; QUINTON, J.N.; RICKSON, R.J. **EUROSEM: Documentation Manual**. Silsoe College, Silsoe, UK, 1992. 34p.

NISHIYAMA, L. **Erosão do solo: uma visão integrada dos fatores e processos que condicionam o seu desenvolvimento**. São Carlos, 1995. 95p. (Seminários Gerais em Geotecnia – SGS-833, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo).

O'CALLAGHAN, J.F.; MARK, D.M. The extraction of drainage networks from digital elevation data. **Computer Vision, Graphics and Image Process**, 28(3): 323-344, 1984.

PACHECHENIK, P.E. **Caracterização hidrológica e da fragilidade ambiental na Bacia do Rio das Pedras, Guarapuava – PR**. Curitiba, 2004, 79p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná.

PACK, R.T.; TARBOTON, D.G.; GOODWIN C.N.; PRASAD A.. **SINMAP 2. A Stability Index Approach to Terrain Stability Hazard Mapping, technical description and users guide for version 2.0**. Utah State University, 2005.



PEREIRA, L.H.; PINTO, S.A.F. Utilização de imagens aerofotográficas no mapeamento multitemporal do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do rio Corumbataí – SP, com o suporte de sistemas de informações geográficas. IN: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis-SC: INPE, 2007. p. 1321-1328.

PETRI, S., FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Ed. USP, 1983, 631p.

PINTO, M.N. (org) **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1993, 2ª ed. 681p.

PINTO, S.A.F. **Sensoriamento remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos: contribuição metodológica**. São Paulo, 1991. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo.

PINTO, S.A.F., GARCIA, G. J. Experiências de aplicação de geotecnologias e modelos na análise de Bacias Hidrográficas. In: **Revista do Departamento de Geografia**, n 17, 2005.

QUIRINO, W.S. **Estimativa do potencial de perda de solo por erosão laminar para a Bacia do Rio Carinhanha (BA-MG), Médio São Francisco**. Brasília, 2007. 72p. Monografia, UnB.

RENSCHLER, C.S.; FLANAGAN, D.C.; ENGEL, B.A.; FRANKENBERGER, J.R. GeoWEPP – The geospatial interface for the water erosion prediction project. **Paper 02-2171, American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, Michigan, 2002.

REZENDE, G. C. Política de crédito rural e expansão agrícola dos cerrados. In: GASQUES, J. G., CONCEIÇÃO, J. C. P. R. da. **Transformações da agricultura e políticas públicas**. Brasília: IPEA, p.191-243, 2001a.

REZENDE, G. C. Políticas de Preços Mínimos na Década de 90: Dos Velhos aos Novos Instrumentos. In: LEITE, S., **Políticas Públicas e Agricultura no Brasil**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.121-144, 2001b.

RODRIGUES, J.E. **Estudo dos fenômenos erosivos acelerados (boçorocas)**. São Carlos-SP, 1982. Tese de doutorado, EESC-USP.

ROIG, H.L. **Modelagem e integração de dados aplicados à análise dos processos erosivos e de transporte de sedimentos – o caso da Bacia do Rio Paraíba do Sul – SP**. Brasília-DF, 2005. 223p. Tese de Doutorado – Universidade de Brasília.

ROSA, R. O uso de sistemas de informação geográfica para estimativa de perdas de solo por erosão laminar. **Anais do VI Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada**. Goiânia, 1995. Vol.2, 266-271.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**, 5ª edição. Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 2003.

SANTOS, R.F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. **Geologia do Brasil. Texto Explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente incluindo Depósitos Minerais. Escala 1:2.500.000.** DNPM, Brasília, 1984, 501p.

SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas.** São Carlos: RiMa, 2004. 140p.

SILVA, L.L. O papel do Estado no processo de ocupação das áreas de Cerrado entre as décadas de 60 e 80. **Caminhos de Geografia**, 1(2)24-36, 2000.

SILVA, M.L.N., CURI, N., LIMA, J.M., FERREIRA, M.M. Avaliação de métodos indiretos de determinação da erodibilidade de Latossolos Brasileiros. **Pesq. Agropec. Bras.** V.35, n.6. Brasília, 2000. p. 1207-1220.

SILVA, V.C. **Erosão atual, erosão potencial e aporte de sedimento na bacia do Rio Paracatu (MG/GO/DF).** Brasília-DF, 2001. 104p. Tese de Doutorado – Universidade de Brasília.

SPÖRL, C. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do Rio Jaguari-mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata.** São Paulo, 2001. 159p. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo - USP.

SPÖRL, C. **Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais.** São Paulo, 2007. 185p. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo - USP.

STEIN,D.P., DONZELLI,P.L., GIMENEZ,A.F., PONÇANO,W.L., LOMBARDI NETO,F. Potencial de erosão laminar, natural e antrópico, na Bacia do Peixe-Paranapanema. **Anais 4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão.** Marília-SP: ABGE / DAEE, 1987. p.105-135.

TARBOTON, D.G.A. New method for the determination of flow directions and up slope areas in grid digital elevation models. **Water Resources Research.** v.33, p.309-319, 1997.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN, 1977, 91p.

VALENTIN, E.F.D. **Modelagem dinâmica de perdas de solo: o caso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Descoberto-DF/GO.** Brasília-DF, 2008. 149p. Tese de doutorado, Universidade de Brasília.

VALÉRIO FILHO, M. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas ao estudo integrado de Bacias Hidrográficas, In: Ferreira, M. E. E Cruz, M. C. P. **Solos Altamente Suscetíveis à Erosão.** FCAVUNESP/ Jaboticabal - Soc. Bras. de Ciênc. do Solo, 2004, p. 223-242.

VERDESIO, J.J. As perspectivas ambientais do cerrado brasileiro. In: **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas.** M.N.Pinto (org). Brasília-DF: Ed. Universidade de Brasília, 1993. p 585-605. 2ª Edição.

VIANA, V.M.F.G. **Estudo hidrogeoquímico das veredas do Rio do Formoso no município de Buritizeiro, Minas Gerais.** Belo Horizonte-MG, 2006. 72p. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

VIEIRA, S.R.; LOMBARDI NETO, F. Variabilidade espacial do potencial de erosão das chuvas do Estados de São Paulo. **Bragantia**. Campinas, 54(2):405-412, 1995.

VILAR, O.M., PRANDI, E.C. Erosão dos solos, in: **Solos do interior de São Paulo**. São Carlos-SP: ABMS e USP/SC, 1993, p. 177-206.

WILLIAMS, J. R. Sediment yield prediction with universal equation using runoff energy factor. In: Present and prospective technology for predicting sediment yields and sources. **USDA-ARS Handbook S-40**, 1975. 118-124 p.

WISCHMEIER, W.H., JOHNSON, C.B. e CROSS, B.V. **A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites**. Jour. Soil Wat.Conserv. v.26, pp. 189-193, 1971.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Rainfall energy and its relationship to soil loss**. Trans. American Geoph. Un., Washington, 39:285-291, 1958.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses from cropland East of the Rocky Mountains**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1965. 47p. (Agriculture Handbook n° 282).

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses; a guide to consevation planning**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1978. 58p. (Agriculture Handbook n° 537).

WWF. **De grão em grão, o Cerrado perde espaço (Cerrado – impactos do processo de ocupação)**. Brasília-DF:WWF, 1995. 66p.

YOUNG, R.A.; ONSTAD, C.A.; BOSCH, D.D.; ANDERSON, W.P. AGNPS, Agricultural Nonpoint Source Pollution Model: a large watershed analysis tool. **Conservation Research Report n°35**. Agriculture Research Service, US Department of Agriculture Washington, DC, 1987. 77p.

ZACHAR, D. Soil Erosion. **Developments in Soil Science –10**. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 1982. 547p.