

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/266441467>

# INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA: UMA MANEIRA DE TRATAR DADOS PLUVIOMÉTRICOS PARA ANÁLISE DA VULNERABILIDADE DE PAISAGENS À PERDA DE SOLO

## Article

---

CITATIONS

8

READS

214

**3 authors**, including:



[Edison Crepani](#)

National Institute for Space Research, Brazil

**50** PUBLICATIONS **243** CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

INPE-11237-RPQ/760

**INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA: UMA MANEIRA DE TRATAR  
DADOS PLUVIOMÉTRICOS PARA ANÁLISE DA  
VULNERABILIDADE DE PAISAGENS À PERDA DE SOLO**

Edison Crepani  
José Simeão de Medeiros  
Alessandro Ferraz Palmeira



“Todos esses processos maravilhosos e variados, pelos quais a água poderosamente altera a aparência da superfície da Terra, estão em operação desde a mais remota Antigüidade”.

**AGRICOLA, 1546.**



## **RESUMO**

Este trabalho apresenta uma maneira de tratar dados pluviométricos com o software SPRING para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo que leva em consideração as principais características físicas da chuva: a pluviosidade total e a distribuição sazonal, as quais determinam a intensidade pluviométrica.



# **PLUVIOMETRIC INTENSITY: AN WAY TO TREAT PLUVIOMETRIC DATA TO ANALYSE THE LANDSCAPE VULNERABILITY TO SOIL LOSS**

## **ABSTRACT**

This work presents a way to deal with pluviometric data using SPRING software to analyze the landscape vulnerability due to soil loss, considering the principal physical characteristics of rain: the total pluviosity and the seasonal distribution, which define the pluviometric intensity.





## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS .....	11
LISTA DE TABELAS .....	13
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. DENUDAÇÃO.....	16
3. EROSIVIDADE.....	17
4. EXEMPLO DE APLICAÇÃO.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30



## LISTA DE FIGURAS

1 - Precipitação média anual do Brasil.....	20
2 - Média da duração do período chuvoso do Brasil.....	20
3 - Localização e identificação das estações pluviométricas do Município de Paragominas e seu entorno.....	21
4 – Programa em <i>macro</i> do Visual Basic utilizado no cálculo do número de dias com chuva.....	22
5 - Procedimento adotado para construção do Mapa de Intensidade Pluviométrica do Município de Paragominas.....	27
6 – Mapa de Intensidade Pluviométrica do Município de Paragominas (PA).....	29



## LISTA DE TABELAS

1 - Características físicas das chuvas nas diversas regiões do Brasil	18
2 - Escala de erosividade da chuva e valores de vulnerabilidade à perda de solo	19
3 – Valores de precipitação média mensal e anual, número de dias com chuva e valores de intensidade pluviométrica calculados para cada estação pluviométrica	24
4 – Associação dos valores de intensidade pluviométrica aos valores de vulnerabilidade à perda de solo	28



## 1 – INTRODUÇÃO

Os solos das regiões ocupadas pelo homem estão se perdendo rapidamente devido à erosão hídrica e, por isso, deveriam ser considerados como um recurso natural não renovável tendo seu uso cercado de toda proteção e cuidado que tal situação exige.

A causa fundamental da erosão hídrica, seja ela laminar, em sulcos ou ravinas é a ação da chuva sobre o solo. A chuva é o agente ativo da erosão e o solo é o agente passivo.

Devido a isso, as informações climatológicas são muito importantes na caracterização morfodinâmica das unidades de paisagem. Estas informações, relativas à pluviosidade anual e à duração do período chuvoso, as quais definem a *intensidade pluviométrica*, permitem a quantificação empírica do grau de risco a que está submetida uma unidade de paisagem, pois situações de intensidade pluviométrica elevada, isto é, alta pluviosidade anual e curta duração do período chuvoso, podem ser traduzidas como situações onde a quantidade de água disponível para o escoamento superficial é muito grande, e portanto é maior a capacidade de erosão. Estas situações reúnem as melhores condições para o desenvolvimento dos processos morfogenéticos cujo vetor principal, para nossas condições climáticas, é o escoamento superficial. De forma inversa, a baixa pluviosidade anual distribuída em um maior período de tempo, caracterizando intensidade pluviométrica reduzida, leva a situações de menor risco para a integridade da unidade de paisagem, pois é menor a disponibilidade de água para o escoamento superficial.

O clima controla o intemperismo diretamente, através da precipitação pluviométrica e da temperatura de uma região, e também indiretamente através dos tipos de vegetação que poderão cobrir as unidades de paisagem.

O intemperismo prepara o caminho para a erosão. Os agentes do intemperismo destroem as rochas reduzindo-as a solutos e partículas constituintes do solo acessíveis ao trabalho transportador das águas e dos ventos, que agem com maior intensidade onde é maior e mais fácil a destruição das rochas, que vão sendo lentamente dilapidadas,



diminuídas em sua massa e levadas aos oceanos e às regiões mais baixas dos continentes, numa atividade denominada *denudação*.

## **2. Denudação**

A denudação consiste num conjunto de processos que agem na remoção, e conseqüente rebaixamento, de uma elevação da superfície terrestre pela interação de processos intempéricos e erosivos. Em última análise a denudação é a responsável pelo arrasamento das formas de relevo da superfície terrestre, e a água o seu principal agente.

Toda água que cai na forma de chuva ou neve, sobre os 29% da superfície terrestre ocupados pelos continentes, tende a mover-se para baixo, pela ação da gravidade, de volta ao oceano. Toda gota de chuva que atinge o solo possui energia potencial proporcional ao produto de sua massa pela altitude acima do nível do mar do seu ponto de queda. A abundância de água na superfície da Terra é que converte energia solar em trabalho mecânico.

A água em seu curso para o mar sobre a superfície terrestre é o agente dominante de alteração da paisagem, são os rios que realizam a grande maioria do trabalho de transporte dos detritos dos continentes para o oceano. Os ventos, as geleiras, as ondas e todos os outros agentes de erosão realizam pequeno trabalho em comparação com os rios.

A gravidade vencendo o atrito e o Sol fornecendo continuamente a energia necessária ao processo fazem com que os continentes baixem de nível, depositando diariamente milhões de toneladas de detritos no fundo dos oceanos. Se não houvesse a atividade tectônica, responsável pelo rejuvenescimento da Crosta Superficial, há muito tempo os continentes teriam desaparecido.

A denudação em seu trabalho contínuo reduz as montanhas e elevações aplainando as irregularidades até atingir uma superfície de erosão de topografia quase plana denominada *penepiano*. A velocidade de denudação é maior nas áreas de topografia mais acidentada e depende da vegetação, do clima, da resistência à erosão das rochas

que encontra para desgastar e, desde que o homem começou a atuar na Crosta Superficial, depende também da atividade humana.

### **3. Erosividade**

A causa fundamental da denudação é a ação da chuva agindo inicialmente sobre as rochas provocando o intemperismo, e mais tarde sobre o solo removendo-o pela erosão hídrica. O impacto direto das gotas e o escoamento superficial do excesso de água da chuva (“run off” ou enxurrada) são os agentes ativos da erosão hídrica, o solo é o agente passivo.

A erosão, produto final desta interação chuva/solo é, portanto, uma resultante do poder da chuva em causar erosão e da capacidade do solo em resistir à erosão. O poder da chuva em causar erosão é chamado *erosividade* e é função das características físicas da chuva.

As principais características físicas da chuva envolvidas nos processos erosivos, conforme Buckman e Brady (1976), são: a quantidade ou *pluviosidade total*, a intensidade ou *intensidade pluviométrica* e a *distribuição sazonal*. Dentre as três características é especialmente importante se conhecer a *intensidade pluviométrica* porque representa uma relação entre as outras duas características (quanto chove / quando chove), resultado que determina, em última análise, a quantidade de energia potencial disponível para transformar-se em energia cinética.

A maior importância da *intensidade pluviométrica* é facilmente verificada quando se observa que: uma elevada pluviosidade anual, mas com distribuição ao longo de todo período, tem um poder erosivo muito menor do que uma precipitação anual mais reduzida que se despeja torrencialmente num período determinado do ano, situação responsável pela extensiva denudação das regiões semi-áridas.

A *distribuição sazonal* das chuvas é particularmente importante na determinação das perdas de solo em áreas ocupadas pela agricultura que podem permanecer sem cobertura

vegetal durante um período do ano, dependendo do tipo de manejo a que estejam submetidas.

O valor da *intensidade pluviométrica* para uma determinada área pode ser obtido dividindo-se o valor da pluviosidade média anual (em mm) pela duração do período chuvoso (em meses). A FIGURA 1 mostra as isoietas médias anuais e a FIGURA 2 mostra as unidades climáticas, com a duração do período chuvoso, para todo território brasileiro.

A análise destas figuras permite construir a TABELA 1 que apresenta os dados de pluviosidade média anual, de duração média do período chuvoso e de intervalos possíveis de *intensidade pluviométrica* para as diferentes regiões do país.

Os valores de *intensidade pluviométrica* podem ser considerados representantes de valores de energia potencial disponível para transformar-se em energia cinética responsável pela *erosividade* da chuva, logo podemos dizer que quanto maiores os valores da *intensidade pluviométrica* maior é a *erosividade* da chuva e podemos criar uma *escala de erosividade* da chuva que represente a influência do clima nos processos morfodinâmicos.

TABELA 1 - Características físicas das chuvas nas diversas regiões do Brasil.

Região	Pluviosidade Média Anual (mm)	Duração do Período Chuvoso (meses)	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	
			Mínima	Máxima
Norte	1400 a 3400	7 a 12	116,6	485,7
Nordeste	300 a 2000	1 a 3	100,0	2000,0
Sudeste	900 a 3600	6 a 12	75,0	600,0
Sul	1200 a 2000	9 a 12	100,0	222,2
Centro-Oeste	1000 a 3000	7 a 11	90,9	428,5

FONTE: Crepani et al., (2001, p. 78).

Esta *escala de erosividade* da chuva foi construída de maneira a comportar 21 classes de erosividade (Crepani et al., 2001) e associa valores, relativos e empíricos variando de

1,0 a 3,0, de vulnerabilidade à perda de solo considerando que quanto maior a erosividade da chuva maior é a perda de solo das unidades de paisagem.

A TABELA 2 foi construída a partir da distribuição linear dos valores contidos entre os intervalos possíveis de *intensidade pluviométrica* para as diversas regiões do país, apresentados na TABELA 1, e apresenta esta escala de erosividade.

Assim as unidades de paisagem localizadas em regiões que apresentem menores índices pluviométricos anuais e maior duração para o período chuvoso receberão valores próximos à 1,0; aos valores intermediários de pluviosidade e duração do período chuvoso associam-se os valores ao redor de 2,0, e às unidades de paisagem localizadas em regiões de maiores índices de pluviosidade anual e menor duração do período chuvoso atribuem-se valores próximos de 3,0.

TABELA 2 - Escala de erosividade da chuva e valores de vulnerabilidade à perda de solo.

Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade
< 50	1,0	200 - 225	1,7	375 - 400	2,4
50 - 75	1,1	225 - 250	1,8	400 - 425	2,5
75 - 100	1,2	250 - 275	1,9	425 - 450	2,6
100 - 125	1,3	275 - 300	2,0	450 - 475	2,7
125 - 150	1,4	300 - 325	2,1	475 - 500	2,8
150 - 175	1,5	325 - 350	2,2	500 - 525	2,9
175 - 200	1,6	350 - 375	2,3	> 525	3,0

FONTE: Crepani et al., (2001, p.79).

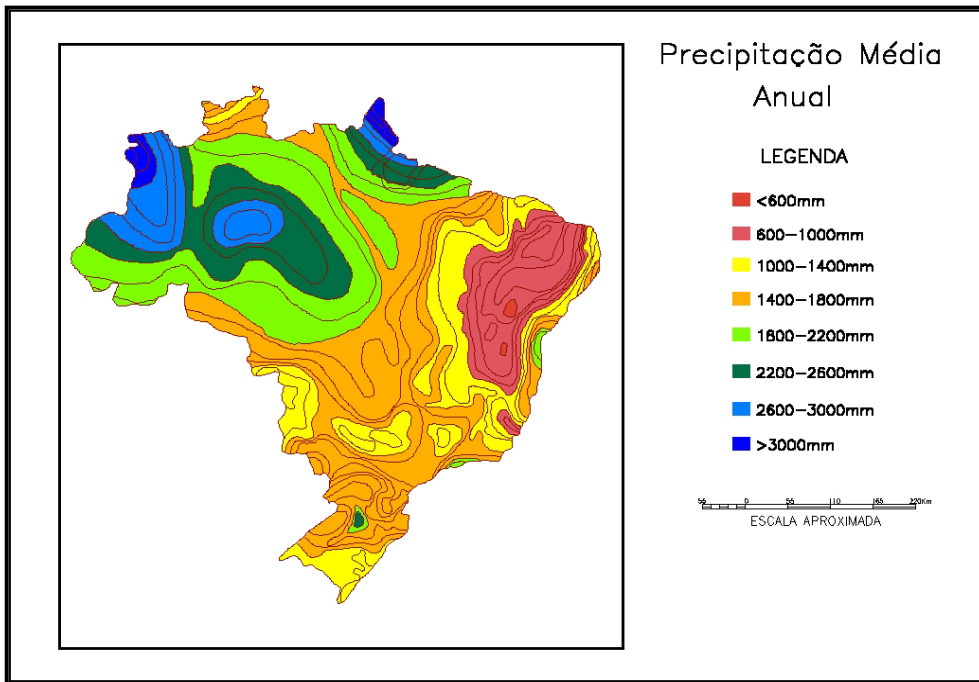


FIGURA 1 - Precipitação média anual do Brasil. FONTE: Brasil (1993)

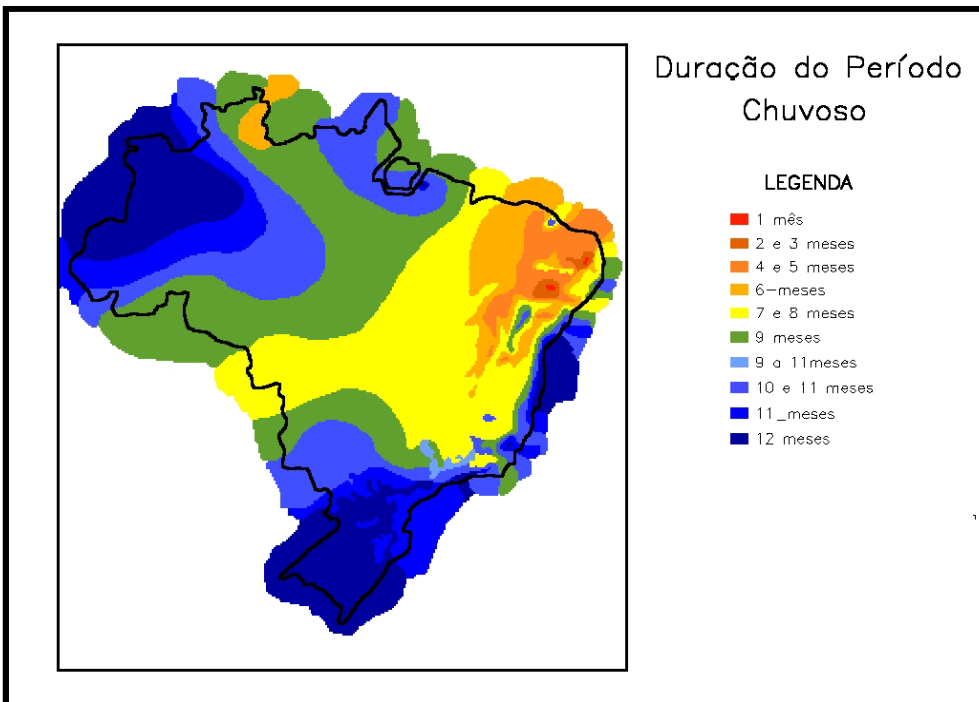


FIGURA 2 - Média da duração do período chuvoso do Brasil. FONTE: FIBGE (1993, p. 96)

#### 4. Exemplo de Aplicação

Exemplo de aplicação desta metodologia pode ser encontrado em trabalho desenvolvido no Município de Paragominas (PA) (Palmeira, 2004). Este trabalho apresenta um banco de dados em ambiente SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas) (<http://www.dpi.inpe.br/spring/>) contendo um Plano de Informação Intensidade Pluviométrica, construído conforme o seguinte procedimento:

Os dados pluviométricos coletados por 35 estações, dentro e nas proximidades da área de estudo (FIGURA 3), foram obtidos junto à ANEEL (2000) via Internet no formato texto.

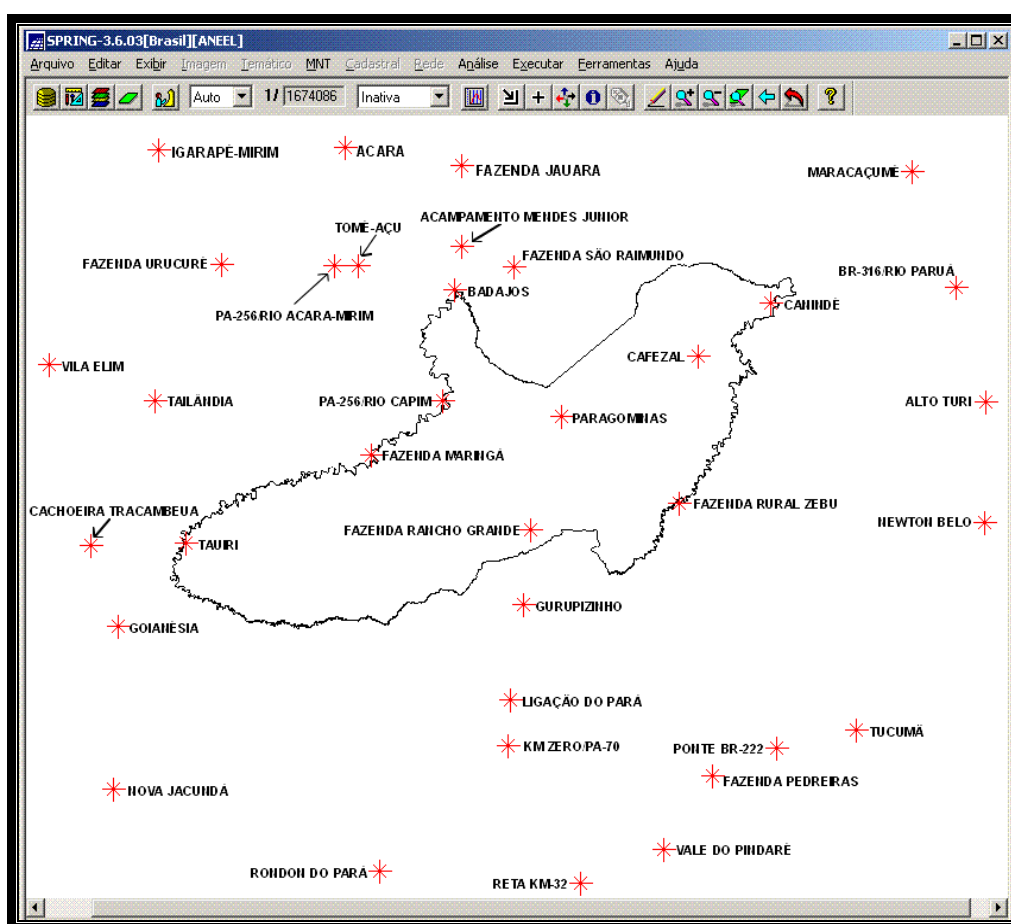
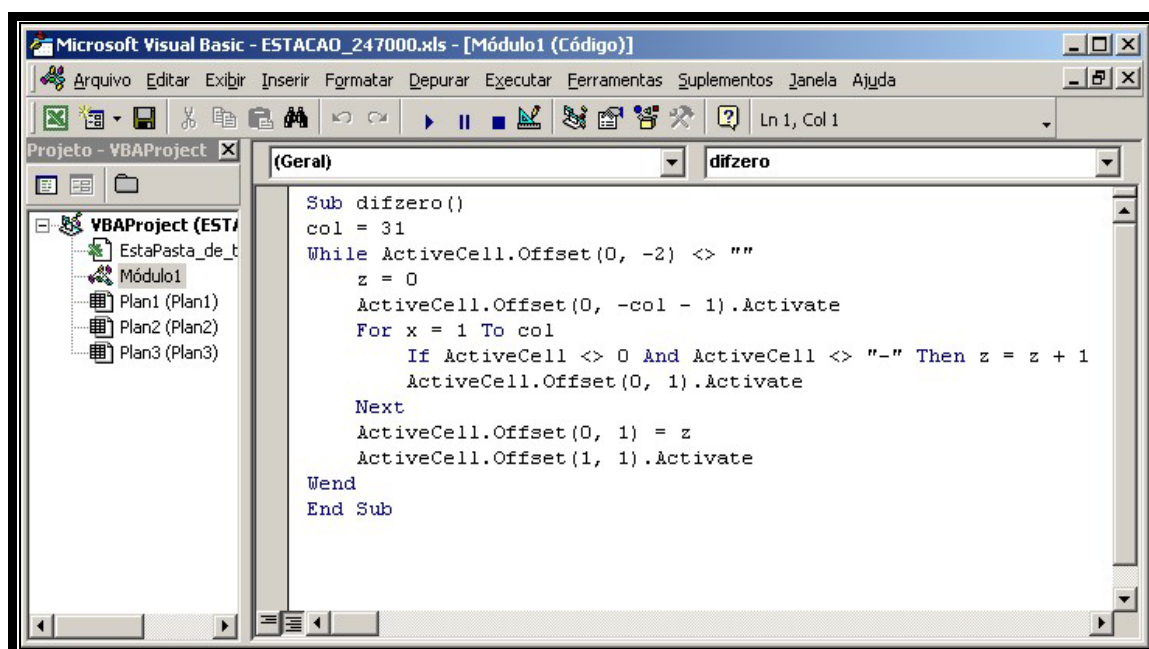


FIGURA 3 – Localização e identificação das estações pluviométricas do Município de Paragominas e seu entorno. FONTE: Palmeira, (2004, p. 85).

A TABELA 3 mostra os valores de precipitação média (mensal e anual), o número de dias com chuva, convertidos em meses (divididos por 30) e os valores da intensidade pluviométrica calculados a partir destes dados para um período de 20 anos (1980 – 2000).

Os valores de precipitação média mensal e de duração do período chuvoso foram importados e tratados no editor de planilha do Microsoft EXCEL®, no qual foram executados os seguintes procedimentos:

- Para as estações pluviométricas que apresentaram “mês” ou “dia” sem coleta foi feita uma média entre valores coletados em períodos equivalentes para que a lacuna fosse preenchida;
- Com o auxílio da linguagem de programação de macros do Microsoft Visual Basic® (FIGURA 4) foi calculado o número de dias com chuva ao longo dos anos para cada estação pluviométrica;
- Com a planilha calcularam-se os valores médios de precipitação mensal e posteriormente a precipitação média anual.



The image shows a screenshot of the Microsoft Visual Basic editor window. The title bar reads "Microsoft Visual Basic - ESTACAO\_247000.xls - [Módulo1 (Código)]". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Exibir", "Inserir", "Formatar", "Depurar", "Executar", "Ferramentas", "Suplementos", "Janela", and "Ajuda". The toolbar contains various icons for file operations and execution. The "Projeto - VBAProject" window on the left shows a tree view with "VBAProject (EST/)", "EstaPasta\_de\_t", "Módulo1", "Plan1 (Plan1)", "Plan2 (Plan2)", and "Plan3 (Plan3)". The main editor area shows the following VBA code:

```
Sub difzero()  
col = 31  
While ActiveCell.Offset(0, -2) <> ""  
z = 0  
ActiveCell.Offset(0, -col - 1).Activate  
For x = 1 To col  
If ActiveCell <> 0 And ActiveCell <> "-" Then z = z + 1  
ActiveCell.Offset(0, 1).Activate  
Next  
ActiveCell.Offset(0, 1) = z  
ActiveCell.Offset(1, 1).Activate  
Wend  
End Sub
```

FIGURA 4 – Programa em *macro* do Visual Basic utilizado no cálculo do número de dias com chuva. FONTE: Palmeira, (2004, p. 86).

O cálculo do valor de intensidade pluviométrica para cada estação foi feito a partir da seguinte equação:

$$\text{Intensidade pluviométrica} = \frac{\text{Precipitação média anual}}{\text{Número de dias com chuva}/30 *}$$

\*O número de dias com chuva é transformado em meses dividindo-se seu total por 30.



TABELA 3 – Valores de precipitação média mensal e anual, número de dias com chuva e valores de intensidade pluviométrica calculados para cada estação pluviométrica.

POSTOS DE COLETA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	*P.M.A.	**N.D.C./30	***I.P.
ACARÁ	264,41	295,71	381,20	356	314,19	154,65	104,24	77,18	64,36	70,58	76	163	<b>2321,52</b>	<b>178/30=5,93</b>	<b>391,48</b>
IGARAPÉ-MIRI	277,28	273,24	410,04	416,95	385,76	214,90	178,36	79,66	67,68	61	82,52	183,06	<b>2630,45</b>	<b>205/30=6,83</b>	<b>385,13</b>
ALTO TURI	260,60	292,74	358,13	343,57	236,51	117,93	66,03	44,91	28,15	33,60	38,80	129,30	<b>1950,27</b>	<b>155/30=5,16</b>	<b>377,95</b>
MARACAÇUMÉ	243	300	344,24	307,22	272,31	152,15	120,37	88,46	52	30,68	26,70	102	<b>2039,13</b>	<b>187/30=6,23</b>	<b>327,30</b>
BR-316/RIO PARUÁ	234,02	298,48	320,36	316,48	270,52	146	125,79	71,85	35,12	34,67	43,54	100	<b>1996,83</b>	<b>138/30=4,60</b>	<b>434,09</b>
CANINDÉ	213,52	250,40	302,32	288,33	310,26	90,53	72,26	93,05	66,40	105	85,90	129,60	<b>2007,57</b>	<b>194/30=6,46</b>	<b>310,76</b>
BADAJÓS	333,86	356,88	454,03	391,92	274,63	113,77	80,83	64,65	66,56	75,77	81,30	178,20	<b>2472,40</b>	<b>195/30=6,50</b>	<b>380,36</b>
FAZENDA JAUARÁ	290	325	419,25	386	310	147	120,21	90,29	68,77	74,10	112,26	162,31	<b>2505,19</b>	<b>157/30=5,23</b>	<b>479,00</b>
FAZENDA SÃO RAIMUNDO	280,51	302,84	346,90	339,46	213,98	74,63	70	38	40,55	35	60,24	153,10	<b>1955,21</b>	<b>156/30=5,20</b>	<b>376,00</b>
CAFEZAL	250,73	268,60	350,12	367	230,23	100,62	50	50	50,57	56	52,12	270,07	<b>2096,06</b>	<b>160/30=5,33</b>	<b>393,25</b>
PA-256/RIO CAPIM	321,51	311,07	394	316,70	220,54	50	54,70	34,30	32,55	45,52	100	141	<b>2021,89</b>	<b>125/30=4,16</b>	<b>485,25</b>
ACAMPAMENTO MENDES JÚNIOR	372,17	331	456	418,10	352	88,05	81,60	70,35	78,47	52,32	116,05	182	<b>2598,11</b>	<b>184/30=6,13</b>	<b>423,83</b>
FAZENDA URUCURÉ	281,40	344	443,40	377,83	271,16	112,50	86,75	74	69	70	90	156	<b>2376,04</b>	<b>170/30=5,66</b>	<b>419,79</b>
TOMÉ AÇU	327,30	342,16	463,80	429,21	295,23	121,95	70	67,76	61,51	82,21	114,65	368,26	<b>2744,03</b>	<b>206/30=6,86</b>	<b>400,00</b>
PA-256/RIO ACARÁ-MIRIM	281,14	315,45	444,68	374,56	226,13	60,40	53,54	34,53	48,03	45	83,58	125,24	<b>2092,28</b>	<b>161/30=5,36</b>	<b>390,35</b>
VILA ELIM	313,61	417,60	488,86	400	247,95	105,87	62,85	42,78	41,41	50,62	88	175,40	<b>2434,94</b>	<b>166/30=5,53</b>	<b>440,31</b>
NEWTON BELO	236,78	283,41	400,37	340,85	210,16	78,18	41,93	19,81	12,01	36,97	53,03	127,26	<b>1840,76</b>	<b>101/30=3,36</b>	<b>547,84</b>
FAZENDA RURAL ZEBU	198,26	226,78	358,88	216,01	138,87	37,20	22,13	19,04	23,53	37,73	44,45	95,53	<b>1418,40</b>	<b>122/30=4,06</b>	<b>349,35</b>
TUCUMÃ	231,74	269,35	394,29	315,86	176,83	34,61	15,77	9,82	8,90	25,28	71,13	116,88	<b>1670,47</b>	<b>102/30=3,40</b>	<b>491,31</b>
PARAGOMINAS	212,48	272,68	371,99	355,32	198,33	60,44	27,82	28,42	25,18	33,23	49,11	138,20	<b>1773,19</b>	<b>155/30=5,16</b>	<b>343,64</b>
GURUPIZINHO	217,69	215,81	370,29	250,16	121,69	32,22	21,54	14,42	11,32	31,15	57,87	113,41	<b>1457,57</b>	<b>122/30=4,06</b>	<b>359,00</b>

<b>FAZENDA RANCHO GRANDE</b>	145,75	199,44	317,57	286,53	131,91	40,20	18,83	20,42	16,94	36,57	75,83	119,39	<b>1409,37</b>	<b>131/30=4,36</b>	<b>323,25</b>
<b>TAURI</b>	356,48	440,70	415,77	404,87	189,08	54,75	49,12	24,23	41,69	58,55	107,33	164,10	<b>2306,67</b>	<b>130/30=4,33</b>	<b>532,71</b>
<b>FAZENDA MARINGÁ</b>	257,60	278,77	391,50	291,04	185,01	52,68	38,03	25,27	31,15	52,67	71,95	142,26	<b>1817,92</b>	<b>107/30=3,56</b>	<b>510,65</b>
<b>TAILÂNDIA</b>	227,28	332,70	403,55	290,40	223,42	43,53	42,98	21,97	24,37	28,80	113,93	132,60	<b>1885,53</b>	<b>127/30=4,23</b>	<b>445,75</b>
<b>CACHOEIRA TRACAMBEUA</b>	367,72	400,38	409,45	410,49	221	77,86	37,69	26,66	20,56	40,27	101,48	168,65	<b>2282,22</b>	<b>129/30=4,30</b>	<b>530,74</b>
<b>GOIANÉSIA</b>	292,18	310,26	406,11	357,23	180,14	56,23	29,76	14,86	17	42,10	113,07	186,63	<b>2005,57</b>	<b>111/30=3,70</b>	<b>542,04</b>
<b>PONTE BR-222</b>	211,03	238,76	349,65	267,46	146,37	29,46	14,51	6,76	10,60	28,45	71,74	101,03	<b>1475,81</b>	<b>99/30=3,30</b>	<b>447,21</b>
<b>FAZENDA PEDREIRAS</b>	179,67	205,55	309,05	231,69	101,17	21,62	13,93	4,89	8,71	31,02	73,03	88,34	<b>1268,67</b>	<b>89/30=2,96</b>	<b>428,60</b>
<b>VALE DO PINDARÉ</b>	222,76	243,93	327,81	250,20	92,71	15,69	9,92	7,19	18,38	30,44	85,47	126,84	<b>1431,35</b>	<b>95/30=3,16</b>	<b>452,95</b>
<b>KM ZERO/PA-70</b>	274,12	340,68	445,78	366,68	149,26	34,99	19,16	9,48	13,07	33,12	69,81	172,26	<b>1928,40</b>	<b>116/30=3,86</b>	<b>499,58</b>
<b>RETA KM-32</b>	248,48	289,60	393,92	289,43	98,03	18,69	6,36	5,59	9,18	32,85	84,50	150,14	<b>1626,77</b>	<b>90/30=3,00</b>	<b>542,25</b>
<b>LIGAÇÃO DO PARÁ</b>	268,68	223,29	346,53	175,06	135,49	16,75	10,85	4,98	9	15,24	66,70	112,37	<b>1384,96</b>	<b>94/30=3,13</b>	<b>442,47</b>
<b>RONDON DO PARÁ</b>	334	330,32	426,03	325,28	126,90	30,85	26,42	15,46	35,17	72,17	143,14	209,64	<b>2075,37</b>	<b>116/30=3,86</b>	<b>537,66</b>
<b>NOVA JACUNDÁ</b>	351,62	294,42	474,77	396,42	258,08	23,78	35,07	28,43	38,53	45,05	195,70	184,95	<b>2326,82</b>	<b>155/30=5,16</b>	<b>450,93</b>

FONTE: Palmeira, (2004, p. 140).

\*P.M.A = Precipitação Média Anual (mm)

\*\*N.D.C = Número de dias com chuva/30 (mês).

\*\*\*I.P. = Intensidade Pluviométrica=  $\frac{\text{Precipitação Média Anual}}{\text{Número de dias com chuva/30}}$  (mm/mês).

Os dados das estações pluviométricas são acompanhados das coordenadas geográficas que definem a sua posição, deste modo foi possível atribuir a cada estação o valor de intensidade pluviométrica calculado (coordenada z) e estes pontos foram importados para o SPRING utilizando-se um arquivo ASCII contendo as seguintes informações:

```
SAMPLE
INFO
//Amostras de Modelagem Numérica
//Arquivo ASCII gerado pelo Sistema SPRING
//Projeto: ANEEL - Plano de informação: Intensidade_pluviométrica
//Categoria: Aneel_MNT - Modelo: DIGITALMODEL
DATUM SAD69, 6378160.000000, 0.003353, 0.000000, 0.000000, 0.000000
PROJECTION:CYLINDRICAL/SAD69,1,0.000000,0.000000,0.000000,0.000000
BOX -49.666667, -4.883333, -45.500000, -1.833333, UNITS
Geográficas SCALE 100000.000000
INFO_END
POINT3D
-48.20360000 -1.96080000 z391.482666
-48.94110000 -1.96810000 z385.139557
-45.66470000 -2.95390000 z377.951423
-45.95830000 -2.05220000 z327.300648
-45.78420000 -2.50470000 z434.095031
-46.51670000 -2.56670000 z310.769987
-47.76750000 -2.51310000 z380.365480
-47.73920000 -2.02830000 z479.006122
-47.53280000 -2.42610000 z376.002506
-46.80250000 -2.77170000 z393.250759
-47.81440000 -2.94830000 z485.255703
-47.73920000 -2.34690000 z423.831605
-48.68830000 -2.41390000 z419.791243
-48.14920000 -2.42140000 z400.001785
-48.24530000 -2.42060000 z390.350594
-49.37110000 -2.80440000 z440.314829
-45.66940000 -3.42440000 z547.844680
-46.87720000 -3.34690000 z349.351790
-46.17890000 -4.23140000 z491.315298
-47.34330000 -3.01000000 z343.642094
-47.49750000 -3.74220000 z359.001683
-48.83330000 -3.50000000 z532.713936
-48.10000000 -3.16060000 z510.655898
-48.95530000 -2.94810000 z445.759998
-49.20920000 -3.51000000 z530.741316
-49.09920000 -3.82830000 z542.045227
-46.49360000 -4.30420000 z447.210359
-46.74750000 -4.40920000 z428.607908
-46.93920000 -4.69810000 z452.954137
-47.55810000 -4.29440000 z499.586709
-47.26970000 -4.82860000 z542.257512
-47.54560000 -4.11360000 z442.473081
-48.06440000 -4.78220000 z537.668740
-49.11780000 -4.46310000 z450.934117

END

END
```

Posteriormente foi feita a interpolação dos valores de “z” (Intensidade Pluviométrica) utilizando-se o interpolador “média ponderada”, implementado no SPRING, que permitiu uma distribuição regular dos dados pontuais, com formas mais suaves e sem quebras marcantes entre os valores, seguindo a sugestão de Gomes (2000). Este procedimento permitiu a construção de uma superfície numérica que mostrou a distribuição linear dos valores contidos entre os intervalos de intensidade pluviométrica obtidos.

A partir desta superfície numérica executou-se uma operação de “fatiamento” no SPRING. Esta operação (FIGURA 5) possibilitou agrupar os valores de intensidade pluviométrica em determinados intervalos de classe representados em um mapa temático denominado Mapa de Intensidade Pluviométrica.

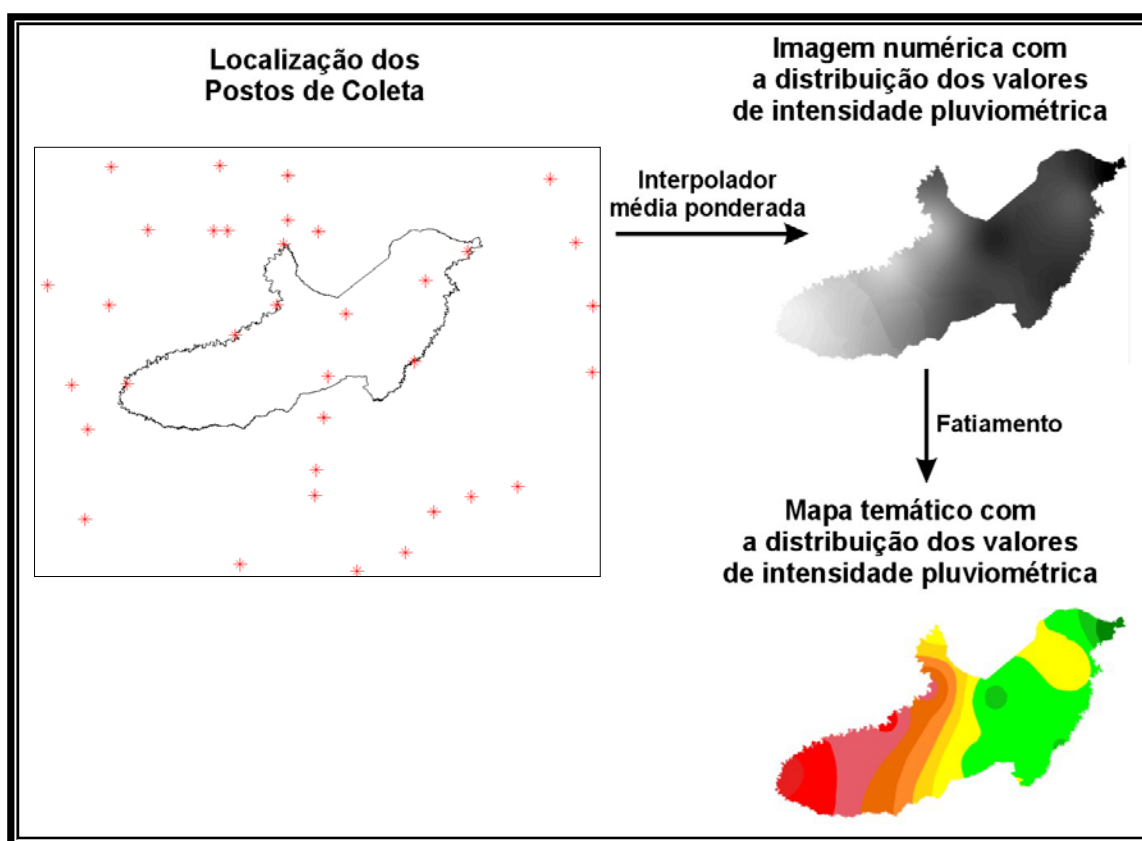


FIGURA 5 – Procedimento adotado para construção do Mapa de Intensidade Pluviométrica do Município de Paragominas. FONTE: Palmeira, (2004, p. 142).

O Mapa de Intensidade Pluviométrica (FIGURA 6) mostra a distribuição dos intervalos conforme discutido em Crepani et al. (2001). A TABELA 4 mostra a associação destes intervalos aos valores de vulnerabilidade à perda de solo.

A análise do mapa mostra que há uma gradação da intensidade pluviométrica, com os menores valores concentrados na porção leste crescendo para oeste, mostrando coerência com a distribuição da vegetação (transição Maranhão – Pará) e com o grau de dissecação do relevo, que também cresce para oeste.

Não há na área valores baixos de intensidade pluviométrica, por isso a vulnerabilidade considerada está entre intermediária à alta.

TABELA 4 – Associação dos valores de intensidade pluviométrica aos valores de vulnerabilidade à perda de solo.

Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade
310.330 - 325.000	2,1	425.000 - 450.000	2,6
325.000 - 350.000	2,2	450.000 - 475.000	2,7
350.000 - 375.000	2,3	475.000 - 500.000	2,8
375.000 - 400.000	2,4	500.000 - 525.000	2,9
400.000 - 425.000	2,5	525.000 - 541.400	3,0

FONTE: Palmeira, (2004, p. 165)

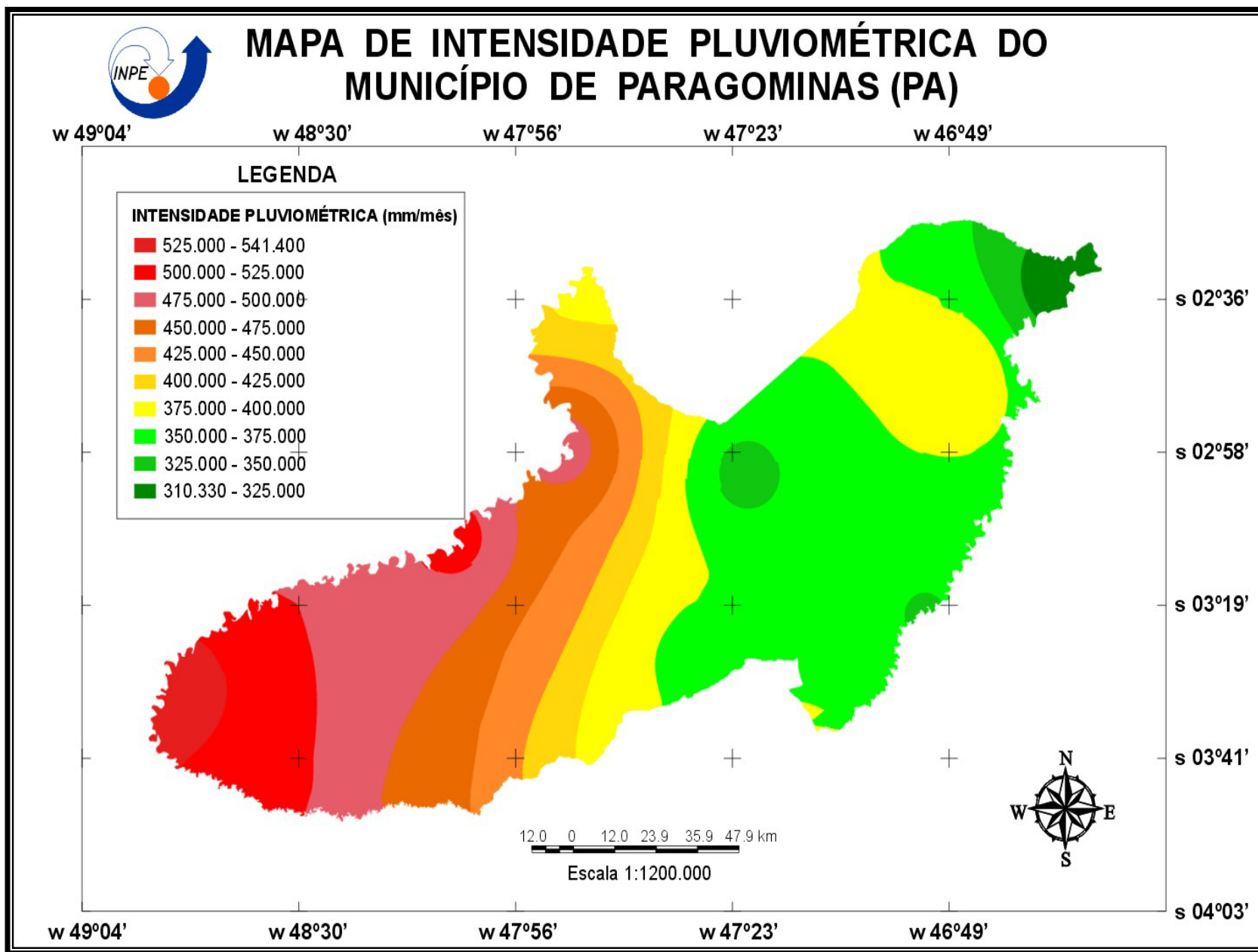


FIGURA 6 – Mapa de Intensidade Pluviométrica do Município de Paragominas (PA). FONTE: Palmeira, (2004, p. 166).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL – **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Dados pluviométricos de postos situados no Estado do Pará [online]. 2000. <[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)>. Visitado em 13 de janeiro de 2003.

Brasil. MME. SE. Mapa das isoietas médias anuais do Brasil: série histórica de 1931 a 1988, Brasília, 1993.

Buckman, H.O.; Brady, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 4.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1976. 595p.

Crepani, E.; Medeiros, J.S. de; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T.G.; Duarte, V.; Barbosa C.C.F. - **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos, Junho de 2001 (INPE 8454-RPQ/722).

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. Rio de Janeiro, 1993. 154 p.

Gomes, A.R. **Avaliação da vulnerabilidade à perda de solo em região semi-árida utilizando Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – Área piloto de Parnamirim (PE)**. São José dos Campos: 160 p. INPE. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2000.

<http://www.dpi.inpe.br/spring/>

Palmeira, A.F. - **Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicadas à gestão do território do Município de Paragominas (Estado do Pará)**. São José dos Campos: 260 p. INPE. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2004.