

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE TEMAS EM UM ESPAÇO GEOGRÁFICO REGULAR

Luiz Carlos Timoteo Araruna
DSER/CCA/UFPB - 58.397 - Areia-PB

José Sales Mariano da Rocha
DER/CCR/UFSM - 97.100 - Santa Maria-RS

RESUMO

O objetivo do trabalho foi mapear na escala de 1:250.000, a vegetação nativa arbustiva e arbórea e os reflorestamentos de "acácia negra", **Eucalyptus** spp e **Pinus** spp, utilizando aerofotogramas pan cromáticos preto e branco de 1975 e imagem TM de 1984, em uma região próxima a Porto Alegre-RS; avaliar as alterações e a aplicabilidade da técnica de distribuição espacial dos temas de vegetação e das densidades de drenagem e estradas para definir as áreas de maior concentração e dispersão a nível regional. Quantificou-se as áreas por amostragem sistemática, que mostrou-se eficiente.

ABSTRACT

The objective of this work was to map in a scale of 1:250.000, the native shrubby and arboreus vegetation and the "acacia negra", **Eucalyptus** spp e **Pinus** spp reforestments, using aerophotograms pan chromatic black and white of 1975 and TM image de 1984, in a region close to Porto Alegre-RS; to evaluat the alterations and the applicability of the spacial distribution technique of the vegetation themes and of the draining and roads density to define the areas of higer concentration and dispersition in a regional level. The áreas were quantified throug sustemate sampling, that showed efficient.

1. INTRODUÇÃO

As alterações apresentadas pela paisagem florestal no Rio Grande do Sul, causadas pela expansão agrícola, tem causado preocupação a sociedade geral. Por se encontrar próxima a um grande centro urbano, onde a exploração dos recursos florestais pelas serrarias e fábricas de celulose é intensa, tornou-se necessário conhecer o potencial da região, para que se possa explorá-lo de maneira racional para que no futuro a matéria não se torne escassa. Geralmente, os levantamentos de uso da terra, limitam-se ao mapeamento e quantificação das áreas, ignorando a localização dos temas no espaço-tempo. Assim, desejou-se analisar o comportamento dos temas de forma estática e dinâmica, aplicando a distribuição espacial.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. Localização da área

A área em estudo pertence as regiões fisiográficas da depressão central, encosta do sudeste e serra do sudeste,

correspondendo a uma área de 10.000Km², compreendida entre 30°00'00" e 30°54'33" de latitude sul e entre 51°24'51" e 52°27'01" de longitude oeste do meridiano de Greenwich. (Figura 1).



2.2. Material

Estereoscópio, mesa de luz, Aero - Sketchmaster, microcomputador, carta topográfica, aerofotogramas na escala de 1:110.000 e imagens TM na escala de 1:250.000.

2.3. Método

2.3.1. Interpretação dos aerofotogramas

Elaborou-se a chave de classificação e a interpretação realizou-se com o este-

reoscópio, delimitando-se sobre o poli-
ester e dentro do retângulo útil os di-
versos temas. Segundo ROCHA (1985) a
expressão para determinar o retângulo ú-
til é:

$$A = 0,4 \cdot L \quad e \quad B = 0,7 L \quad (1)$$

Onde: A - comprimento do retângulo útil;
B - largura do retângulo útil;
L - comprimento do aerofotograma.

2.3.2. Interpretação da imagem TM

Antes da interpretação, determinou-
se a escala média da imagem, conforme
relação apresentada por STRANDERG (1975):

$$E = \frac{1}{M} = \frac{d}{D} \quad (2)$$

Onde: E - escala;
M - módulo escalar;
d - distância imagem TM;
D - distância carta topográfica.

Determinou-se 40 segmentos e os pon-
tos notáveis foram confluências de rios
e cruzamentos de estradas. Os parâme-
tros estatísticos, foram: desvio pa-
drão, erro padrão da média, coeficiente
de variação e intervalo de confiança,
segundo SPIEGEL (1977). A interpreta-
ção na imagem, realizou-se em mesa de
luz, com os mesmos critérios adotados aos
aerofotogramas.

2.3.3. Reambulação

Consistiu em ir ao campo com carta
topográfica, estereoscópio e imagens fo-
tográficas, localizar os limites dos temas.

2.3.4. Elaboração final dos mapas

Ocorreu com a transferência dos te-
mas interpretados nas imagens fotográfi-
cas para o mapa base, utilizando a câma-
ra clara (Aero-Sketchmaster) e o Map-0-
-Graph. (ANEXOS V e VI).

2.3.5. Quantificação das áreas

Adotou-se o processo de amostragem
sistemática adotado por ALMEIDA (1984).
Realizou-se a contagem de pontos consi-
derando os temas individualmente. A pre-
cisão obteve-se pelo erro relativo de
amostragem.

2.3.6. Densidade de drenagem e estradas

Por se trabalhar com quadrículas,
as densidades foram definidas pela ex-
pressão:

$$Ddq = \frac{\sum lq}{Aq} \quad (3)$$

Onde: Ddq - densidade da drenagem na qua-
drícula (Km);
 $\sum lq$ - somatório do comprimento da
drenagem na quadrícula (Km);
Aq - área da quadrícula.

Na determinação do comprimento da
drenagem e estradas utilizou-se o curví-
metro. Conforme ESPARTEL (1980), ape-
sar do aparelho ser de pouca precisão
nas medidas lineares, apresenta maior
rapidez nos trechos curvilíneos.

2.3.7. Distribuição dos temas no tempo e no espaço

O comportamento dos temas foi ana-
lisado através da teoria da distribui-
ção espacial levando em conta o fator
ponderado e não ponderado. Elaborou-se
um programa em BASIC considerando 100
elementos de superfície, representados
na carta por quadrícula de 4cm x 4cm e
localizados pelas coordenadas centrais
em cm.

2.3.7.1. Centro médio não ponderado

Segundo GERARDI & SILVA (1981), o
centro médio é semelhante a média univa-
riada, sendo determinado pelas expres-
sões:

$$X_o = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad Y_o = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$$

Onde: X_o e Y_o = coordenadas planimétri-
cas do centro médio não
ponderado (cm);

X_i e Y_i = coordenadas planimétri-
cas centrais do elemen-
to de superfície (cm);

n = número de elementos de
superfície onde ocorreu
a presença do tema.

2.3.7.2. Centro médio ponderado

De acordo com PEREIRA (1986), o
centro médio ponderado é análogo à médi-
a ponderada, podendo ser obtido a par-
tir das expressões:

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i \cdot S_i)}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad Y_p = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i \cdot S_i)}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (5)$$

Onde: X_p e Y_p = coordenadas planimétri-
cas do centro médio pon-

- derado (cm);
- X_i e Y_i = coordenadas planimétricas centrais do elemento de superfície analisado (cm);
- S_i = intensidade do tema no elemento de superfície (ha e/ou Km);
- n = número de elementos de superfície analisados.

2.3.7.3. Raio de dispersão não ponderado

Segundo TAYLOR (1977), o raio de dispersão é uma medida de variabilidade aplicada a casos reais, semelhante ao desvio padrão da estatística não espacial, podendo ser calculado pela expressão:

$$RD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_0)^2 + \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_0)^2}{n}} \quad (6)$$

Onde: RD = raio de dispersão não ponderado (cm);

- X_i e Y_i = coordenadas planimétricas centrais dos elementos de superfícies (cm);
- X_0 e Y_0 = coordenadas planimétricas do centro médio não ponderado (cm);
- n = número de elementos de superfície analisados.

2.3.7.4. Raio de dispersão ponderado

GERARDI & SILVA (1981) citam, que o raio de dispersão ponderado representa a variabilidade de um conjunto de pontos em torno de um valor médio central. Podendo ser expresso por:

$$RDP = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_p)^2 \cdot S_i + \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_p)^2 \cdot S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}} \quad (7)$$

Onde: RDP = raio de dispersão ponderado (cm);

- X_i e Y_i = coordenadas planimétricas centrais dos elementos de superfície (cm);
- X_p e Y_p = coordenadas planimétricas dos centros médios ponderados (cm);
- S_i = intensidade do tema analisado no elemento de superfície;
- n = número de elementos de superfície analisados.

2.3.7.5. Índice de dispersão relativa

O índice de dispersão relativa foi

determinado com a finalidade de permitir comparações envolvendo duas ou mais distribuições espaciais. O seu valor varia de 0 (zero) indicando a máxima concentração, a 1 (um) indicando a máxima dispersão.

$$IDR = \frac{RD}{\sqrt{St/\pi}} \quad (8)$$

Onde: IDR = índice de dispersão relativa;

RD = raio de dispersão específico para a distribuição espacial analisada (cm);

St = área de região em estudo, (Km²) ou (ha).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Determinação da escala média da imagem WRS 221 D Ø 81 TM-3

De acordo com a tabela 1, observa-se que a imagem Landsat apresentou-se com o módulo escalar (250.000) diferente do módulo escalar médio calculado. Determinou-se os parâmetros estatísticos e o intervalo de confiança, que ficou dimensionado entre 250.656,7286 e 251.178,0062. Devido o módulo escalar da imagem encontrar-se fora do intervalo de confiança, considerou-se a escala com o módulo escalar médio calculado.

Tabela 1. Parâmetros estatísticos

Número de segmentos	40
Módulo escalar médio	250.917,3674
Desvio padrão (m)	841,031
Erro padrão da média (m)	132,979
Coefficiente de variação	0,335

3.2. Quantificação das áreas

De acordo com a tabela 2, verificou-se, que em 1984 as áreas reflorestadas com acácia negra, **Eucalyptus** spp e **Pinus** spp. aumentaram em relação ao que havia em 1975 de 1,08%; 1,28% e 0,20% respectivamente. Indicando um aumento de áreas reflorestadas de 2,56%, correspondendo aproximadamente o dobro das áreas reflorestadas em 1975. Sendo o **Eucalyptus** spp. a espécie com maior área cultivada e a acácia negra a espécie com maior proporção de áreas reflorestadas e, o **Pinus** spp. como a espécie menos cultivada.

Considerando a vegetação arbustiva e arbórea nativa, observou-se, que em 1984 esse tema apresentou-se com um des-

matamento de 2,76%.

Comparando a cobertura vegetal total, percebeu-se, que apesar do aumento das áreas reflorestadas, não foi suficiente para manter, pelo menos, a mesma cobertura vegetal existente em 1975.

TABELA 2. Quantificação dos temas por amostragem sistemática em 1975 e 1984.

Cobertura florestal	1975		1984	
	Área (ha)	% em relação à região	Área (ha)	% em relação à região
Acácia negra	2.304,6875	0,2305	13.142,6996	1,3143
<i>Eucalyptus</i> spp.	23.828,1250	2,3828	36.590,9420	3,6595
<i>Pinus</i> spp.	664,0625	0,0664	2.636,4098	0,2636
Sub-total	26.796,8750	2,6797	52.374,0514	5,2374
Vegetação arbustiva e arbórea nativa	56.632,8125	5,8633	31.007,3272	3,1007
Total	85.429,6875	8,5430	83.381,3786	8,3381

3.3. Erro relativo de amostragem sistemática

Conforme a tabela 3, verificou-se, que os erros relativos em 1975 para acácia negra e *Pinus* spp., apresentaram-se superiores ao pré-estabelecido de 10%. Isso aconteceu, devido ao dimensionamento da grade de pontos ter sido feito em relação a proporção de cobertura florestal natural do Rio Grande do Sul, e não, em relação a proporção do tema de menor intensidade de cobertura. Apesar de superior a 10%, não implica que o sistema de amostragem esteja errado, apenas indica, que aumenta a probabilidade de se cometer erros ou informa que o intervalo de confiança para o valor encontrado é maior. A vegetação arbustiva e arbórea nativa e o *Eucalyptus* spp. apresentaram-se com erros relativos inferiores ao pré-estabelecido.

Em 1984, devido ao aumento das áreas reflorestadas, os erros relativos diminuíram consideravelmente, aumentando para a vegetação nativa.

A precisão da amostragem sistemática total, que foi de 4,01% em 1975 e de 4,08% em 1984.

3.4. Distribuição de temas no tempo e no espaço

De acordo com as Tabelas 4 e 5 e o

anexo I, os reflorestamentos apresentam-se com todos os pontos de equilíbrio localizados no quadrante nordeste da região. Acredita-se, que a implantação dos reflorestamentos nessa direção ocorreu devido a localização próxima ao grande centro urbano, facilitando a comercialização. Analisando os parâmetros de dispersões ponderados e não ponderados, observou-se, que em 1984 apresentaram-se com menores valores, demonstrando maior concentração.

Considerando o anexo II e as Tabelas 4 e 5, a vegetação nativa arbustiva e arbórea apresentou os centros médios ponderados e não ponderados próximo ao centro de equilíbrio da região, com tendência noroeste, indicando boa distribuição espacial, considerando os fatores frequência e intensidade nos elementos de superfície. Comparando os centros médios ponderados, verificou-se, que o centro de equilíbrio de 1984 deslocou-se no sentido noroeste, isso, devido ao desmatamento intenso nos elementos de superfície NE, SE e SW, com relevo menos acidentado e terras propícias à agricultura.

Conforme o anexo III e as Tabelas 4 e 5, a cobertura vegetal total apresenta os centros médios não ponderados próximos ao centro da região, indicando boa distribuição nos elementos de superfície. Os CMP apresentaram-se localizados no quadrante nordeste devido aos reflorestamentos implantados nessa direção, uma vez, que a vegetação nativa em 1984 reduziu. Analisando os parâmetros dispersões ponderados e não ponderados, concluiu-se, que em 1984 os parâmetros ponderados apresentam valores menores indicando maior concentração.

Segundo os anexos IV e V e as Tabelas 4 e 5, percebeu-se, que as densidades de drenagem e estradas E1 apresentaram comportamento semelhante com o CMNP no centro da região, demonstrando frequência regular nos elementos de superfície, permitindo acesso à toda região, possibilitando a exploração dos reflorestamentos, nativos e permitindo o reflorestamento e/ou florestas com maior fiscalização dos recursos naturais.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- As áreas reflorestadas com acácia negra, *Eucalyptus* spp. cultivadas em 1984, apresentaram-se com aproximada-

mente o dobro das áreas cultivadas em 1975; sendo o *Eucalyptus* spp. a espécie reflorestada mais cultivada na região;

- A vegetação nativa apresentou-se em 1984 com um desmatamento de 2,76%, considerado a área da região;
- Os erros relativos cometidos na amostragem sistemática para os temas de vegetais em análise foram inferiores ao valor pré-estabelecido, ficando com promedios para acácia negra e *Pinus* spp;
- Os parâmetros centros médios ponderados dos temas considerados na duas espécies permitiram mostrar a tendência de ocupação das áreas temáticas na região;
- Nas duas épocas os reflorestamentos apresentaram-se concentrados no quadrante nordeste;
- A vegetação nativa apresentou-se com distribuição regular na região.
- As densidades de drenagem e estradas, apresentaram comportamento espacial concentrado no centro da região, porém, presentes em todos os elementos de superfície

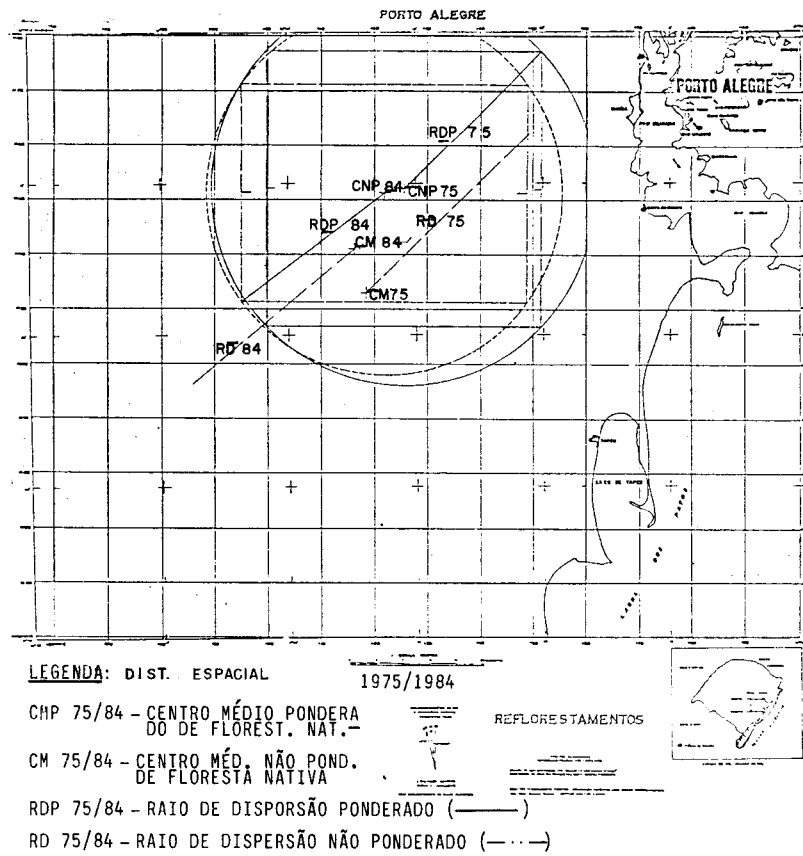
na, Ediciones Omega, 1975. 278p.

TAYLOR, P.J. Quantitative methods in Geography. An Introduction to spatial analysis. s.l., Ed. Houghton Mifflin Co., 1977. 386p.

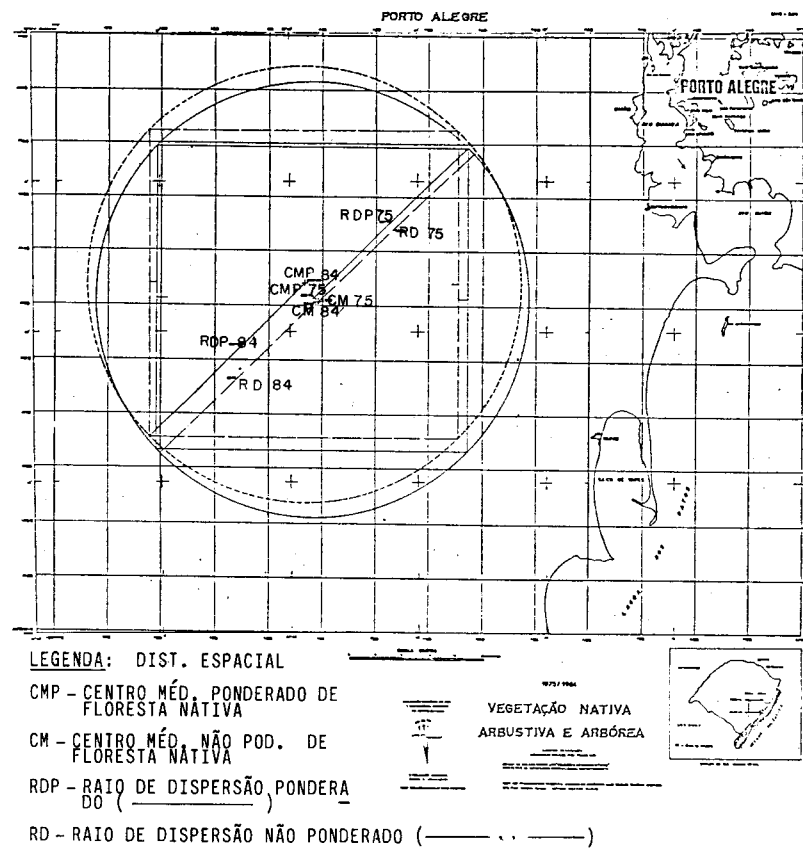
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.A.O. Monitoramento da intensidade de desmatamento por classe de declive com imagens LANDSAT. Santa Maria, UFSM, 1984. 112p. (Tese Mestrado em Eng^a Agrícola).
- ESPARTEL, L. Curso de topografia. Ed. GLOBO. Porto Alegre, 1980. 655p.
- GERARDI, L.H.O. & SILVA, B.C.N. Quantificação em Geografia. São Paulo, Ed. Difel, 1981. 161p.
- PEREIRA, R.S. Quantificação e distribuição espacial do uso da Terra com imagens TM do LANDSAT-5 no município de Guaíba-RS, em 1984. Santa Maria, UFSM, 1986. 167p. (dissertação Mestrado Eng^a Agrícola).
- ROCHA, J.S.M. da. Manual de interpretação de aerofotogramas. Fascículo VIII Santa Maria, UFSM, 1985. 81p.
- SPIEGEL, N.R. Estatística. Coleção Schaum. São Paulo, Ed. McGraw-Hill do Brasil, 1977. 580p.
- STRANDBERG, H.C. Aerial discovery manual. (Trad. David Serrat). Barcelo-

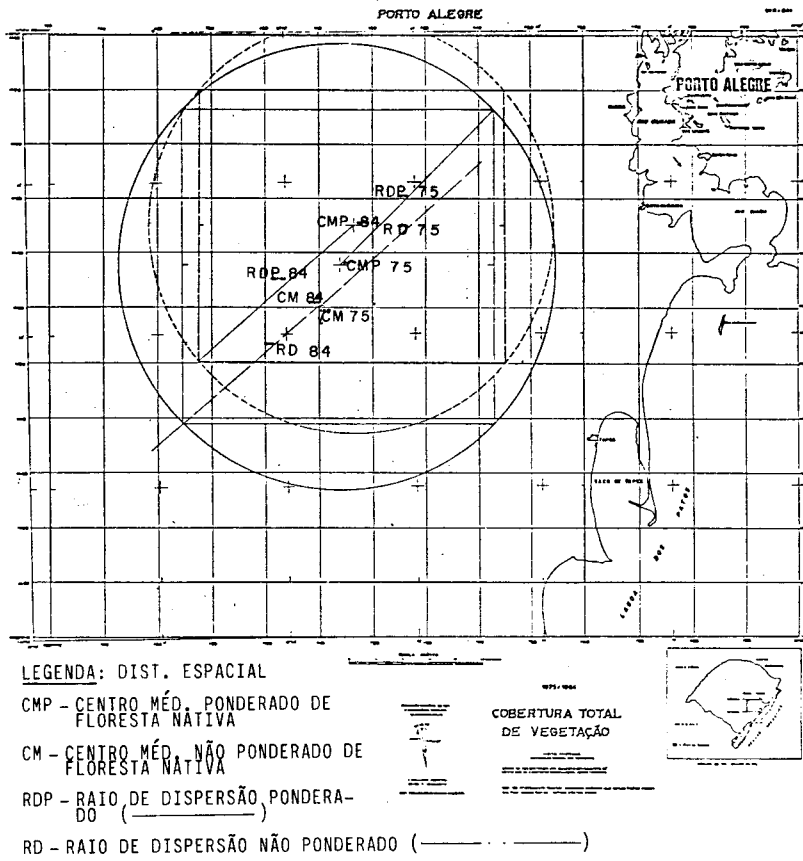
ANEXO I.



ANEXO II.



ANEXO III.



ANEXO IV.

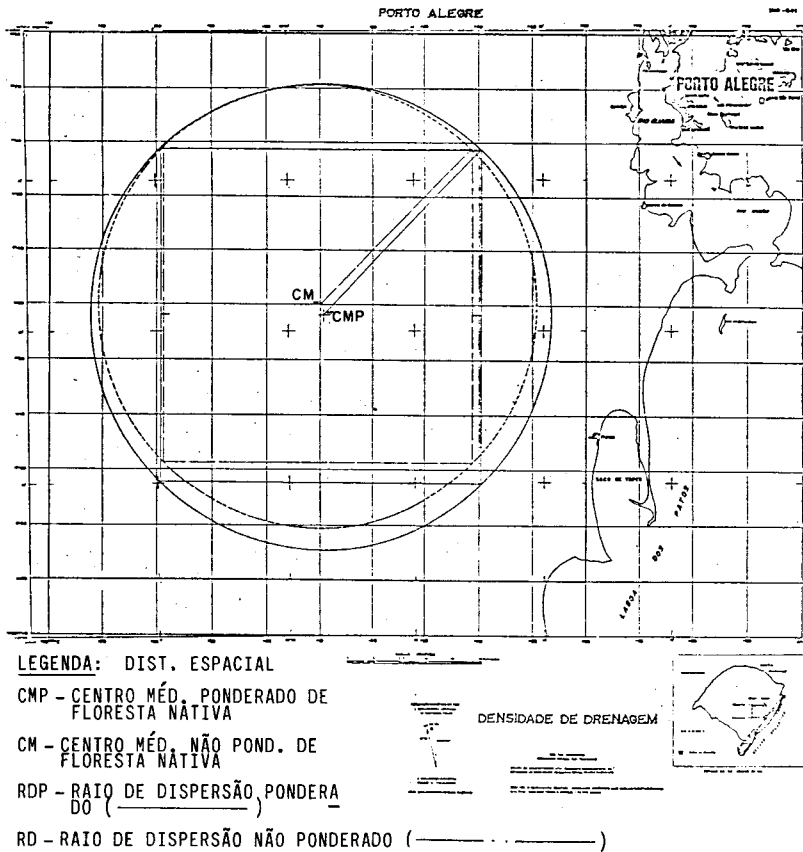


TABELA 4. Parâmetros da distribuição espaço-temporal não ponderada dos temas analisados.

Parâmetros	Temas analisados em 1975					Temas analisados em 1984		
	Reflorestamentos	Vegetação nativa	Cobertura total de vegetação	Densidade de		Reflorestamentos	Vegetação nativa	Cobertura total de vegetação
				Drenagem	Estradas			
Centro médio - X ₀ * (cm) (Km)	418,4375	409,2850	410,0000	410,0000	410,0000	416,2120	408,8145	410,0000
Y ₀ *	6.632,8125	6.630,8175	6.630,0000	6.630,0000	6.630,0000	6.641,0625	6.630,6700	6.630,3000
Dispersão - X (Km)	28,9515	28,5350	28,7225	28,7225	28,7225	28,7367	28,3005	28,7227
Y	31,0980	48,4250	28,7225	28,7225	28,7225	26,6217	28,4262	28,9295
Raio de dispersão (RD) (Km)	42,4885	20,2775	40,6200	40,6200	40,6200	39,1730	40,1120	40,7667
Índice de dispersão relativa (IDR)	0,3012	0,2856	0,2879	0,2879	0,2879	0,2777	0,2844	0,2890

* Coordenadas UTM do centro médio não ponderado.

TABELA 5. Parâmetros da distribuição espaço-temporal ponderada dos temas analisados

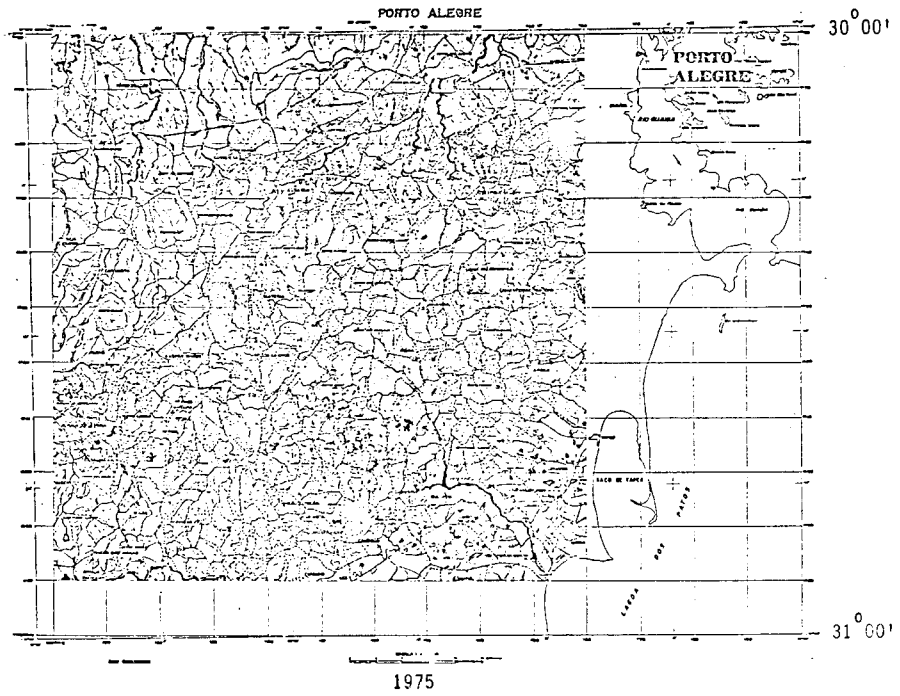
Parâmetros	Temas analisados em 1975					Temas analisados em 1984		
	Reflorestamentos	Vegetação nativa	cobertura total de vegetação	Densidade de		Reflorestamentos	Vegetação nativa	Cobertura total de vegetação
				Drenagem	Estradas			
Centro médio - X ₀ * (cm) (Km)	425,6267	418,3100	413,7425	410,12	411,3975	420,2055	406,7385	416,3595
Y ₀ *	6.651,9690	6.651,2625	6.637,7575	6.628,2225	6.629,2675	6.651,2735	6.634,0886	6.644,9105
Dispersão - X (Km)	25,7207	28,8850	29,0625	29,7775	28,4700	26,6182	28,7055	28,3947
Y	25,3745	27,9525	28,8175	30,7175	28,6250	20,1257	28,6262	25,0762
Raio de dispersão (RD) (Km)	36,1307	40,1950	40,9275	42,7825	40,3875	33,3792	40,5397	37,8825
Índice de dispersão relativa (IDR)	0,2562	0,2849	0,2902	0,3033	0,2863	0,2366	0,2874	0,2686

* Coordenadas UTM do centro médio ponderado.

ANEXO V.

52° 30'

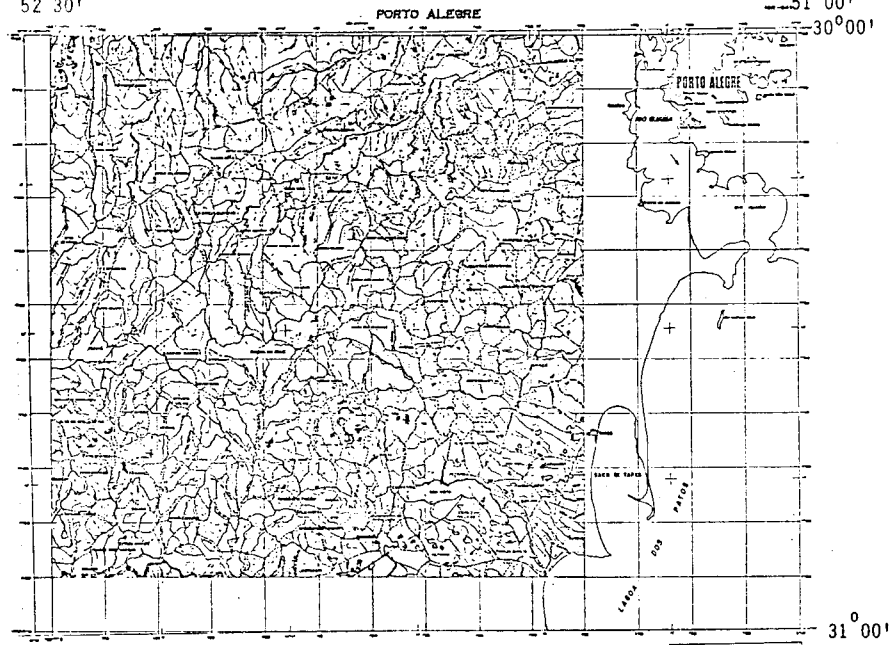
51° 00'



ANEXO VI.

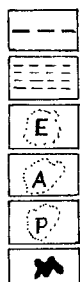
52° 30'

51° 00'



SINAIS CONVENCIONAIS

- ESTRADA MUNICIPAL ...
- BANHADO
- EUCALIPTUS spp
- ACÁCIA NEGRA
- PINUS spp
- VEGETAÇÃO NATURAL ...



CARTA DE VEGETAÇÃO ARBÓREA E ARBUSTIVA

CONT. SINAIS CONVENCIONAIS

- PREFIXO DE ESTRADA: Fed., Estad. ...
- RIOS, ARROIOS, LAJEADOS e SANGAS ..
- LAGO, LAGOA, AÇUDE e BARRAGEN

