

CARTOGRAFIA DO USO DA TERRA NA ÁREA DO PROJETO KARST OBTIDA
POR INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT

Bernard Gastelois

Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC
Av. José Cândido da Silveira, 2000
30.000 Belo Horizonte-MG - Brasil

Marco Antônio Vasconcelos

Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC
Av. José Cândido da Silveira, 2000
30.000 Belo Horizonte-MG - Brasil

RESUMO

O objetivo do trabalho foi desenvolver programas de processamento por computador de imagens do satélite Landsat. A finalidade dos programas é gerenciar o processamento das fitas recebidas do INPE nas mais variadas operações que geram mapas temáticos. Na primeira parte do estudo são descritos os parâmetros do programa Prolandsat. O modo de procedimento é conversacional, podendo ser tanto por cartões quanto a partir de terminal. Na segunda parte é descrito o sistema de classificação automática. O algoritmo utilizado no programa é o médio-k que se baseia na minimização de distância euclidiana dos pontos contidos no domínio de um grupo ao centro deste grupo. A classificação em 6 temas foi feita numa área de 4.882 km² abrangendo os municípios de Itacarambi, Janaúba, Janaúria, Manga e Varzelândia. Os resultados estão em concordância com a classificação obtida por interpretação de aerofotografias no duplo aspecto do tema e da área de ocorrência. Os 4 mapas anexos, na escala de 1:142.000, indicam também o dinamismo dos novos empreendimentos agropecuários nesta região.

ABSTRACT

A description of a system for automatic classification is presented. It is used the "k-means" algorithm which is based in the minimization of the euclidian distance of the points inside the dominium of a group to the center of this group. The classification was performed in six themes in an area of 4.882 square quilometers involving the townships of Itacarambi, Janaúba, Janaúria, Manga and Varzelândia. The analysis of the results shows a good agreement with aerophoto interpretation as far as it concern to theme and the area of occurrence. Four maps prepared in the scale of 1:142.000 indicate some improvement in the agricultural activities in the region.

1. INTRODUÇÃO

O mapa de "Uso da Terra" é a primeira aplicação dos diversos programas de processamento automático, por computador, de imagens do satélite Landsat, que foram desenvolvidos e implantados na ocasião da execução do Projeto Karst/CNPq.

Estes programas foram desenvolvidos pelo CETEC que contou com a colaboração do Centro de Computação da Universidade Federal de Minas Gerais-CECOM e do Instituto de Pesquisas Espaciais-INPE. Atualmente todos os programas estão implantados nos Burroughs B6700 do CECOM em Belo Horizonte.

A finalidade deste trabalho é a confecção semi-automática do mapa de Uso da Terra de uma área do Projeto Karst, elaborado exclusivamente com imagens do satélite Landsat gravadas em fitas. Na figura 1 está indicada a área objeto da classificação que abrange os municípios de Itacarambi, Janaúba, Janaúria, Manga e Varzelândia. Esta área tem aproximadamente 4.882 km^2 .

A imagem selecionada foi o ponto 23 da órbita nº 150, obtida pelo Landsat 1 em 25 de junho de 1976 às 11:40 minutos G.M.T. O centro da imagem tem as coordenadas $15^{\circ}50'$ de latitude sul e $43^{\circ}32'$ de longitude oeste.

2. METODOLOGIA

Encontram-se implantados atualmente os programas: PROLANDSAT, CLUSTER, e as rotinas LISTFILE e GERABACKUP. Normalmente é necessário a utilização dos dois programas e das duas rotinas para obtenção dos mapas temáticos.

A seguir são descritas as características principais dos programas e das rotinas como também das suas principais sub-rotinas que foram utilizadas neste trabalho.

2.1. PROGRAMA PROLANDSAT

O programa PROLANDSAT tem o objetivo de gerenciar o processamento das fitas recebidas

do INPE nas mais variadas operações que precedem a classificação temática.

Primeiro a unidade de processamento compila o programa. Depois, é somente necessário passar os comandos, após a ativação do programa principal.

2.1.1. Copie Parte ("CP")

Função:

O Comando "CP" copia para a memória de disco uma parte da fita de imagens 150-23 registrada na fitoteca do CECOM com número FT8075:

Dados necessários:

- 1 - Número de registro da fita - no Centro de Computação
- 2 - Tipo de fita (INPE, NASA etc.)
- 3 - Posição do arquivo na fita
- 4 - Linha inicial da cópia
- 5 - Linha final da cópia
- 6 - Coluna inicial da cópia
- 7 - Coluna final da cópia

Nome do arquivo criado:

<Número de registro>/<Posição>/<Linha inicial>/<Linha final>/<Coluna inicial>/<Coluna final>

Aplicação:

Selecionar na imagem Landsat original de $185 \times 185 \text{ km}$ a área de $97 \times 49 \text{ km}$ objeto do estudo, área chamada de "janela".

Exemplo: CP FT8075 CCTB 1 1 702 1 396

O programa pede ao operador colocar a fita nº FT8075 na unidade de leitura. Depois o programa copia uma janela que começa na primeira linha e primeira coluna e termina na 702ª linha e 396ª coluna do 1º arquivo da fita CCT brasileira cujo número de registro é FT8075. O nome do arquivo criado é FT8075/1/1/702/1/396.

Neste trabalho foram copiadas 4 janelas correspondendo à primeira parte dos 4 arquivos da fita.

Era necessário colocar a área de interesse na memória do disco para permitir o acesso rápido

do do computador a qualquer parte da imagem, nas próximas fases do trabalho.

2.1.2. Sorteie ("SO")

Função:

Criar um arquivo cujos elementos são escolhidos por sorteamento sistemático de um arquivo fonte.

Dados necessários:

- 1 - Tipo de dados
- 2 - Nome do arquivo
- 3 - Linha do arquivo onde inicia o sorteamento
- 4 - Coluna da linha onde inicia o sorteamento
- 5 - De quantos em quantos "pixels" deve um "pixel" ser escolhido
- 6 - De quantas em quantas linhas deve uma linha ser escolhida.

Aplicação:

Diminuir a escala das imagens.

Nome do arquivo criado:

<nome do arquivo>/SORTEADO/LI<linha do arquivo onde inicia o sorteamento>CI<coluna da linha onde inicia o sorteamento>H<de quantos em quantos "pixels" deve um "pixel" ser escolhido>V<de quantas em quantas linhas deve uma linha ser escolhidas>.

Exemplo:

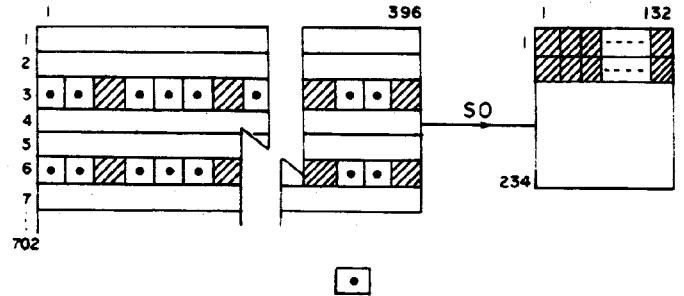
SO CCTB FT8075/1/1/702/1/396. 3 3 3 3

Neste exemplo o arquivo fonte a ser sorteado é FT8075/1/1/702/1/396. O sorteamento iniciar-se-á no canto noroeste da imagem, no 3º "pixel" da 3ª linha; a cada 3 elementos um elemento será selecionado e a cada 3 linhas uma linha será sorteada. O nome do arquivo criado é FT8075/1/1/702/1/396/SORTEADO/LI3CI3H3V3.

A finalidade deste é produzir uma imagem na escala média de 1:70.000, cabendo no formato da impressora e após redução no tamanho A3/A4 do relatório.

O esquema a seguir mostra como funciona

o sorteamento.



2.1.3. Desenhe histograma 33% ("H3")

Função:

Dado uma amostragem contida num arquivo, obtém-se um histograma de frequência da função de reflectância da amostra, com eixo de percentual graduado até 30%.

Dados necessários:

- 1 - Nome do arquivo
- 2 - Canal a ser considerado como amostragem.

Aplicação:

Ferramenta indispensável para preparar a tarefa de "cortar" as margens extremas do histograma (comando "CO").

Exemplo:

Neste trabalho foram desenhados os histogramas de frequência dos 30.654 pixels contidos no arquivo sorteado para os canais 4,5,6 e 7 pelos comandos:

- H3 FT8075/1/1/702/1/396/SORTED/LI3CI3H3V3.4
- H3 FT8075/1/1/702/1/396/SORTED/LI3CI3H3V3.5
- H3 FT8075/1/1/702/1/396/SORTED/LI3CI3H3V3.6
- H3 FT8075/1/1/702/1/396/SORTED/LI3CI3H3V3.7

2.1.4. Corte ("CO")

Função:

Dado um arquivo fonte os valores de C4,C5, C6 e C7 (componentes de um "pixel") que não estiveram numa faixa pré-determinada são substituídos por zero.

Dados necessários:

- 1 - Nome do arquivo
- 2 - Limite inferior do canal 4
- 3 - Limite superior do canal 4
- 4 - Limite inferior do canal 5

- 5 - Limite superior do canal 5
- 6 - Limite inferior do canal 6
- 7 - Limite superior do canal 6
- 8 - Limite inferior do canal 7
- 9 - Limite superior do canal 7

Nome do arquivo criado:
<nome do arquivo>/CORTADO

Aplicação:

Após o estudo dos histogramas de frequência serão cortadas as margens extremas de modo a eliminar os pixels pouco significativos claros demais ou escuros demais, às vezes ligados a defeitos da imagem. Isto facilitará o trabalho do programa de classificação automática.

Exemplo:

CO FT8075/1/702/1/396/SORTEADO/LI3CI3H3V3.
24-56, 14-66, 0-52, 9-66.

Neste exemplo, no arquivo fonte FT8075/1/1/702/1/396/SORTEADO/LI3CI3H3V3 todos os "pixels" que apresentam

valores de C4 fora da faixa de 24-56 e/ou valores de C5 fora da faixa de 14-66 e/ou valores de C6 fora da faixa de 0-52 e/ou valores de C7 fora da faixa de 9-66 terão seus valores C4,C5,C6,C7 substituídos por zero.

A tabela seguinte indica os cortes para os arquivos 1,2,3 e 4 assim como os números e percentual de pontos eliminados.

CORTE DE HISTOGRAMA

CANAIS	FAIXA	REFLECTÂNCIA LIMITE		NÚMERO DE PONTOS ELIMINADOS EM 30.654		% TOTAL
		INFERIOR	SUPERIOR	> LIM. INF.	> LIM. SUP.	
4	1	24	56	13	/ 204	0,70
	2	24	51	16	/ 81	0,32
	3	29	51	4	/ 82	0,28
	4	27	56	54	/ 29	0,27
5	1	14	66	96	/ 155	0,82
	2	12	58	45	/ 121	0,54
	3	20	58	52	/ 123	0,57
	4	19	59	133	/ 59	0,63
6	1	0	52	0	/ 253	0,83
	2	0	52	0	/ 62	0,20
	3	13	48	10	/ 86	0,31
	4	11	52	142	/ 40	0,59
7	1	9	66	0	/ 126	0,41
	2	13	62	27	/ 102	0,42
	3	28	59	97	/ 109	0,67
	4	21	62	97	/ 75	0,56

2.2. PROGRAMA "CLUSTER"

O programa "Cluster" é utilizado para a classificação automática de imagens obtidas pelos satélites da série Landsat. Esta classificação tem o objetivo de delimitar zonas de características homogêneas de imagem, através da utilização dos valores de função de reflectância dos diferentes canais. Estas imagens contêm um conjunto de informações pontuais (o ponto elementar da imagem é o "pixel" abreviatura de "picture element"), de quatro faixas do espectro da luz. As faixas são:

Canal	Faixa do espectro	Cor emitida
canal 4 (C4)	0,5 a 0,6 µm	(verde-laranja)
canal 5 (C5)	0,6 a 0,7 µm	(laranja-vermelho)
canal 6 (C6)	0,7 a 0,8 µm	(vermelho-infravermelho próximo)
canal 7 (C7)	0,8 a 1,1 µm	(infravermelho próximo)

Assim considera-se cada "pixel" como sendo um vetor com quatro componentes. A estes vetores aplica-se um processo matemático que resulta no seu agrupamento em classes cujos centros apresentam a menor distância euclidiana em relação ao "pixel" agrupado.

O algoritmo utilizado no programa "Cluster" é o médio-k ("k-Means Algorithm") que baseia-se na minimização de distância euclidiana dos vetores contidos no domínio de um grupo ao centro deste grupo. Tal procedimento consiste nos seguintes passos:

PASSO 1 - Armazene os "pixel" que apresentam suas componentes C4, C5, C6 e C7 diferentes de zero numa estrutura de informação do tipo árvore binária. Escolha os n centros iniciais C_1, C_2, \dots, C_n , que são os n "pixels" mais frequentes na imagem. Em caso de empate na frequência dos "pixels", os últimos que foram percebidos serão utilizados.

Supõe-se que estes n (números de classes) pon-

tos mais frequentes das imagens sejam os pontos centrais das classes.

PASSO 2 - Para determinar a classe de um "pixel", calcula-se sua distância euclidiana em relação ao centro de cada classe. O "pixel" pertencerá à classe cujo centro estiver mais próximo. Repete-se esta operação para todos os "pixels" da imagem.

Portanto, os "pixels" da imagem são distribuídos nos domínios dos grupos segundo a seguinte relação:

$$\bar{X} \in C_i \text{ se } d(\bar{X}, \bar{C}_i) < d(\bar{X}, \bar{C}_j) \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$j \neq i$$

$$d(X, C_i) = (X_4 - C_{4i})^2 + (X_5 - C_{5i})^2 + (X_6 - C_{6i})^2 + (X_7 - C_{7i})^2$$

\bar{X} é um "pixel" qualquer,

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} C_4 \\ C_5 \\ C_6 \\ C_7 \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{componente do canal 4} \\ \text{componente do canal 5} \\ \text{componente do canal 6} \\ \text{componente do canal 7} \end{matrix}$$

- n é o número de centros;
- $d(\bar{X}, \bar{C}_i)$ é a distância euclidiana entre X e C_i
- \bar{C}_i e \bar{C}_j são os vetores que representam os centros dos grupos i e j respectivamente;
- C_i é conjunto dos pixels do grupo i

Observação:

Se $d(\bar{X}, \bar{C}_i) = d(\bar{X}, \bar{C}_j) = \dots = d(\bar{X}, \bar{C}_n)$ então,

$$\bar{X} \in C_i, \text{ se } i < j < \dots < n$$

O que significa que quando um "pixel" estiver a uma mesma distância de duas ou mais classes, ele pertencerá à classe que primeiramente foi calculada a distância deste "pixel" para o seu centro.

PASSO 3 - Após a definição do domínio de cada grupo realizada no passo anterior, calcula-se o novo centro deste grupo. O novo centro de um grupo de um vetor cujas componentes C_4, C_5, C_6, C_7 são as médias aritméticas das componentes C_4, C_5, C_6, C_7 dos "pixels" contidos no seu domínio.

$$nC_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} \bar{X}_j \quad i = 1, 2, \dots, n$$

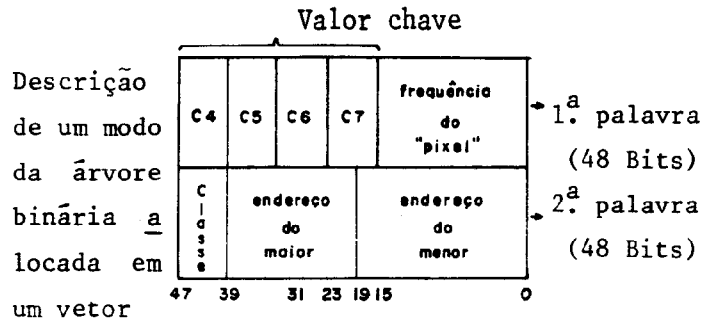
onde n_i é o número de amostras (pixel) no domínio do grupo "i" e \bar{X}_j é o vetor que apresenta o novo centro do grupo i.

PASSO 4 - Se $d(\bar{C}_i - \bar{nC}_i) > \epsilon$ (erro máximo permitido), $i = 1, 2, \dots, n$ e se o número de iterações realizadas $< n$ (número de iterações máxima permitida) então o processo volta ao segundo passo. Se uma das desigualdades não for satisfeita o processo pára.

PASSO 5 - Lê-se a imagem novamente e gera-se a imagem classificada, comparando-se os "pixels" lidos com os armazenados no arranjo e que estão classificados. Os pixels que apresentarem suas componentes C4, C5, C6 e C7 com valor zero são agrupados na classe 0. É importante ressaltar que o comportamento deste algoritmo é influenciado pela especificação do número de centros, pela escolha dos centros iniciais, pela ordem em que as amostras são colocadas e pelas propriedades geométricas dos dados. Podemos esperar resultados aceitáveis quando os dados apresentam conjuntos de características que são relativamente afastados uns dos outros. Nos casos práticos a aplicação deste algoritmo poderá requerer testes com número de centro (n) diferente.

Este algoritmo está implantado no Burroughs B-6700 do Centro de Computação da UFGM na linguagem ALGOL. A estrutura de dados utilizada foi a árvore binária. O programa lê duas vezes o arquivo que contém a imagem, uma para inserir e hierarquizar os "pixels" num vetor que represente a árvore binária e outra após o término do processo iterativo para se obter a classe de cada "pixel".

Cada "pixel" neste vetor ocupa posições (palavras de 48 "bits"), segundo o esquema:



Os parâmetros do programa "CLUSTER" são:

- 1 - Nome do arquivo que deve estar presente em disco entre aspas ("....");
- 2 - Número de classes em que deve ser agrupada a imagem. O máximo permitido é 9;
- 3 - Parâmetro que indica se é desejado na lista gem o arranjo dos elementos "pixels" contidos na árvore binária. (Os valores permitidos são TRUE ou FALSE somente);
- 4 - Fator pelo qual deve ser multiplicada a área de imagem. Se o arquivo não for sorteado, este parâmetro deve ter o valor de 1, caso contrário deve-se fornecer a este parâmetro o valor do produto dos números imediatamente após as letras H e V, do nome do arquivo.

Exemplo:

FT8075/1/1/702/1/396/SORTEADO/LI3CI3H3V3

O valor do parâmetro corretor é: $3 \times 3 = 9$

- 5 - Número máximo de iterações e valor máximo da distância euclidiana permitido é fornecido pelo usuário através de cartão. Caso não seja fornecido, a classificação é realizada com os valores de 15 e de 0,001 respectivamente.

Na área de estudo o programa "CLUSTER" foi aplicado para separar 9 classes em cada arquivo. A seqüência dos cartões de controle foi:

- 1 ?BEGIN JOB CETEC/36
- 2 ?USER=PARS/SENHA/PASSWORD
- 3 ?OPTIONS=(WFLLIST, OCLIST, TSKLIST)
- 4 ?MAXPROCTIME=150; MAXIOTIME=150;
- 5 ?RUN CLUSTER ("FT8075/1/1/702/1/396/SORTEADO/LI3CI3H3V3/CORTADO", 9, FALSE, 9).
- 6 ?END JOB

Os pontos da imagem foram agrupados automaticamente em nove classes. Como o terceiro parâmetro foi o valor booleano FALSE, não se deseja a listagem da árvore binária. O fator corretor da área das imagens teve o valor 9, pois o arquivo que contém a imagem (FT8075/1/1/702/1/396/SORTEADO/LI3CI3H3V3) é um arquivo sorteado. O erro máximo foi de 10^{-3} e o número de iterações foi de 15.

O resultado da classificação de uma cena é a impressão no Burroughs B6700 de um pseudo-imagem sem o recurso do "overprint", (superposição de caráter em folha branca). Após a impressão da pseudo-imagem é impressa uma tabela que contém símbolos, percentual e área de cada classe, o nome do arquivo classificado, a área total classificada, o erro máximo utilizado e o número de iterações necessárias. É impressa também uma tabela dos centros dos grupos, uma tabela de distância entre grupos e os valores da variância e do coeficiente de variação dos 4 canais de cada grupo.

2.3. CLASSIFICAÇÃO SUPERVISADA POR AGRUPAMENTO

O algoritmo de classificação CLUSTER nunca consegue completar um trabalho de classificação automática sozinho. Ele se limita a associar os pontos de caráter semelhante e a dissociar os pontos de caráter diferente.

Após a fase do processamento o especialista supervisor examina os resultados e fornece novos parâmetros ao computador. Este tipo de procedimento é chamado modo conversacional. Os programas PROLANDSAT e CLUSTER se incluem nesta categoria. No caso presente a metodologia foi a seguinte para a primeira faixa:

- 1 - Estudo da pseudo-imagem procurando-se:
 - verificar se o agrupamento foi eficiente, com áreas homogêneas;
 - reconhecer certos padrões (o rio São Francisco, a Mata da Jaíba, a Mata Ciliar, etc.)

- 2 - Comparação da pseudo-imagem com aerofotografias 1:60.000, mapas temáticos e conhecimento de campo;
- 3 - Atribuição de nomes de classe de Uso da Terra aos símbolos impressos pelo computador de acordo com o esquema seguinte:

Resultados do CLUSTER	Classificação definitiva
1. Mata da Jaíba	= 1. Mata da Jaíba
2. Mata ciliar	= 2. Mata ciliar
3. Mata seca	= 3. Mata seca
4. Capoeira	= 4. Capoeira
5. Pastagem suja] = 5. Pastagem
6. Pastagem limpa	
7. Pastagem em formação (terra nua)	
8. Água] = 6. Rio
9. Banco de areia	
0. 2% não agrupados	= 5. "Pastagem"

2.4. IMPRESSÃO DEFINITIVA DO MAPA

A rotina "GERABACKUP" foi desenvolvida com o objetivo de se melhorar o contraste numa pseudo-imagem utilizando o recurso do "overprint" para simular meio-tom: a letra de impressora perde o seu caráter simbólico para somente produzir um valor de cinza. Para que uma pseudo-imagem possa ser impressa no mini-computador "FACOM" do CECOM, ela deve ser gravada em fita com formato de arquivo de impressão. A gravação desta pseudo-imagem na fita é feita no Burroughs B6700 através do programa "Gerabackup". Pode-se nomear as classes durante esta etapa. Logo após esta etapa pede-se ao operador que liste a fita no FACOM.

Para se gravar a pseudo-imagem na fita é preciso ativar a rotina "Gerabackup", o que pode ser feito pelo seguinte JOB:

```
?BEGIN JOB LISTA/82
?USER=PARS/USUÁRIO/SENHA
?OPTIONS=(OCLIST, TSKLIST, WFLLIST)
?MAXPROCTIME=150; MAXIOTIME=150;PRINTLIMIT=8000
?RUN GERABACKUP
?DATA
1º cartão de dados deve conter o 1º parâmetro
```

2º cartão de dados deve conter o 2º parâmetro

?DATA NAMES

N cartões com os nomes das classes, onde N é o número de classes mais 1, para a classe dos pontos não agrupados.

?END JOB

Se duas classes tiverem o mesmo nome seus percentuais e áreas são somados e agrupados numa única classe. O tamanho máximo em caráter do nome das classes é de 20 caracteres e os nomes devem ser perfurados a partir da coluna 1.

Qualquer nome que exceda a coluna 20 do cartão será truncado.

PARÂMETROS DA ROTINA "GERABACKUP"

Cada parâmetro deve estar contido num cartão separado.

Parâmetro nº 1 - Nome do arquivo a ser realçado.

Exemplo:

FT8075/1/1/702/1/396/SORTEADO/LI3CI3H3V3/CORTADO/CLUSTER.

Restrição:

Deve estar perfurado a partir da 1ª coluna e terminar com um ponto.

Parâmetro nº 2 - Para cada classe tem-se um conjunto de 4 caracteres que serão distribuídos às classes da seguinte forma: o n-ésimo conjunto de 4 caracteres formará o novo símbolo da classe n-1.

Exemplo:

Dado um 2º cartão que contenha a seguinte disposição de caracteres:

Colunas de 1 a 4 os caracteres ~~0000~~, colunas de 5 a 8 ~~0000~~, colunas de 9 a 12 AVOX, colunas de 13 a 16 OX00, colunas de 17 a 20 I000 e nas colunas de 21 a 24 0-00, onde 0 é um espaço em branco, teremos que:

Os "pixels" da classe 2 serão representados pela superposição dos caracteres AVOX.

Os cartões DATA NAMES serão:

RIO

PASTAGEM

MATA SECA

MATA DA JAÍBA

MATA CILIAR

CAPOEIRA

Os resultados da impressão, após uma redução óptica na máquina xerox (50 %), aparecem nas figuras 2,3,4 e 5.

Descrição das classes adotadas:

MATA DO JAÍBA:

É um complexo florestal abrangendo as formas caducifolia, sub-caducifolia e de transição entre estas e a caatinga hipoesclerófila que ocorre na área do Jaíba. A sua área de ocorrência é de 1.058 km² (21,68%).

MATA CILIAR:

Formação sempre verde situada ao longo do rio São Francisco e de seus afluentes. Na maioria das vezes se apresenta em faixas estreitas formando galerias. A sua área de ocorrência é de 81 km² (1,66%).

MATA SECA:

É uma floresta mesófila apresentando formas caducifolias. Por ocasião do período seco a maioria das árvores perdem suas folhas. Ela aparece, nesta região, nas colinas onde ocorrem as rochas carbonáticas. A sua área de ocorrência é de 82 km² (1,67%).

CAPOEIRA:

É de composição florística semelhante à mata pluvial perenifolia, distinguindo-se desta somente pelo menor porte e diâmetro de seus indivíduos. A sua área de ocorrência é de 1.471 km² (30,13%).

PASTAGEM:

É uma região que foi desmatada, explorada ou não com culturas anuais e posteriormente semeada com capim. A sua área de ocorrência é de 2.152 km² (44,08%).

RIO:

O rio São Francisco foi classificado. Ele ocupa 38 km² ou 0,78% da área.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Os mapas de uso da terra obtidos através das classificações automáticas encontram-se nas figuras 2,3,4 e 5. Há uma boa concordância desses mapas com as observações de campo e com os mapas elaborados a partir das fotos aéreas convencionadas em grande escala. A escala é de 1:142.000 aproximadamente, devido a forma do caráter de impressão e a não correção do "skew".

Na tabela 1 encontram-se os percentuais de ocorrência e a área de cada classe, além dos símbolos usados nos mapas de uso da terra.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Estes programas já estão sendo aplicados pelo CETEC em outras áreas fora do Projeto Karst, com bons resultados.

As principais vantagens de utilização desses programas é o baixo custo e o pequeno tempo requerido para elaboração de mapas temáticos.

Por outro lado há bastante trabalho a prosseguir no sentido de aperfeiçoar o sistema de interpretação automática de imagens através de implantação de outros algoritmos. Com isto será possível aprimorar os estudos e atender também às exigências de outros usuários.

6. BIBLIOGRAFIA

BURROUGHS CORPORATION B-6700/B-7700. Extended Algol language form 5000128. Detroit, 1972.

CAPRE Programa Nacional de Treinamento em Computação. Técnica de programação, módulo 1 estrutura de informação e arquivo. Belo Horizonte, 1980.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. 2º Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro. Belo Horizonte, 1981.

MATTHEW, A. Jaro. Census use study, Grids, a computer mapping system. Washington, U.S. Department of commerce, U.S. Bureau of the Census, 1972.

PALESTINO, C.V.B. Formatação das fitas CCT e exemplo de montagem de arquivos em disco para sua utilização. São José dos Campos, INPE, 1976. (INPE-845-NTE/054).

SWAIN, P.H. & LINDENLAUB, J.C. Pattern recognition: a base for remote sensing data analysis. s.n.t.

TOU, J.T. & GONZALES, R.C. Pattern recognition principles. Reading, Addison-Wesley, 1974.

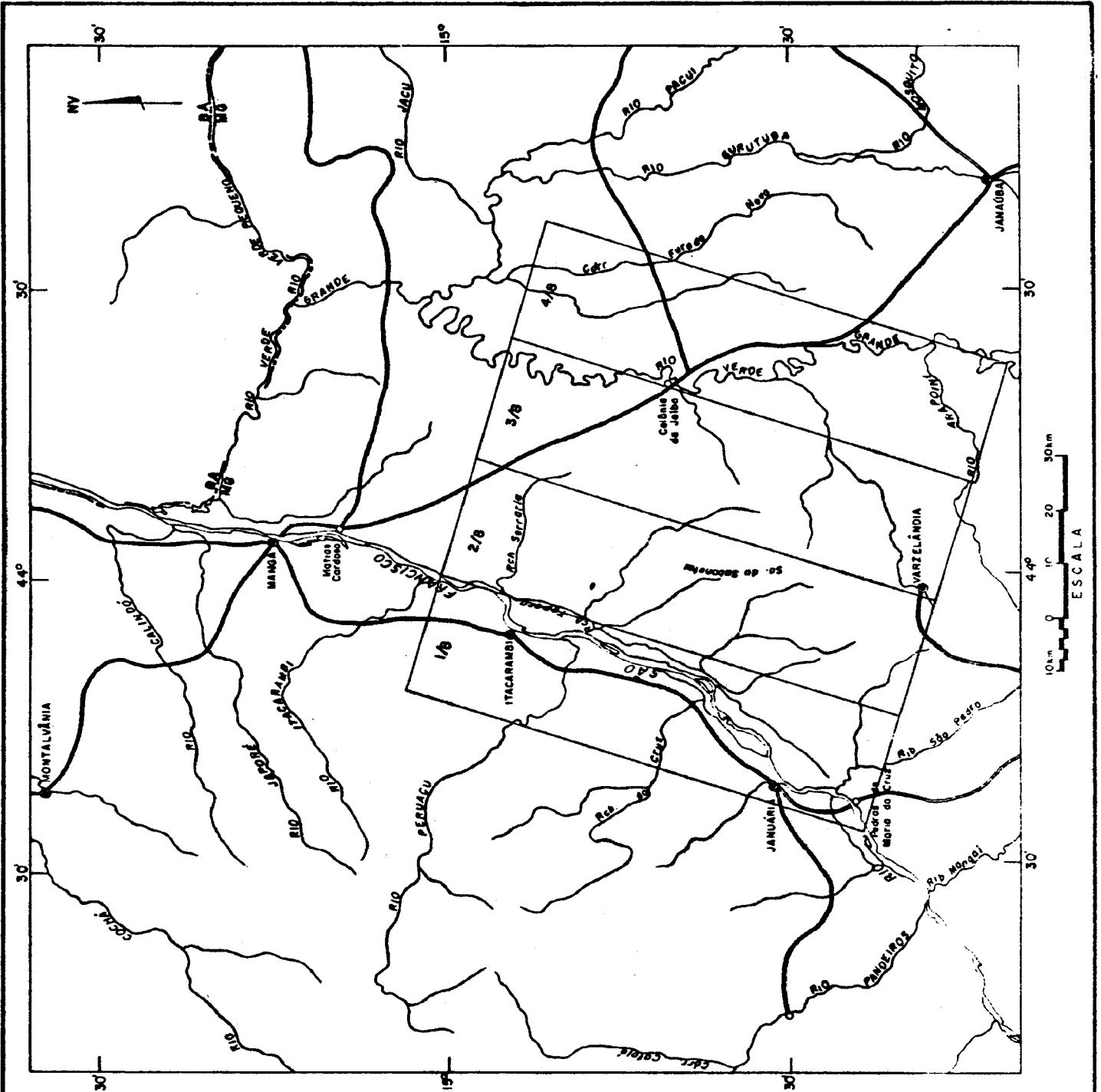
WIRTH, N. Algorithms + data structures = programs. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1976.

TABELA I

RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA

GRUPO	SÍMBOLO USADO	CLASSE DE USO DA TERRA	FAIXA 1/8 *(%) (km ²)	FAIXA 2/8 *(%) (km ²)	FAIXA 3/8 *(%) (km ²)	FAIXA 3/8 *(%) (km ²)	TOTAL *(%) (km ²)
1	☒	MATA DA JAÍBA	21,88 267	18,07 221	18,18 222	28,56 348	21,68 1.058
2		MATA CILIAR	6,65 81	- -	- -	- -	1,66 81
3	■	MATA SECA	3,91 48	2,80 34	- -	- -	1,67 82
4	⊖	CAPOEIRA	22,63 276	40,60 496	34,09 416	23,20 283	30,13 1.471
5	-	PASTAGEM	41,81 510	38,53 470	47,73 583	48,24 589	44,09 2.152
6	0	RIO	3,12 38	- -	- -	- -	0,78 38
TOTAL			100,00 1220	100,00 1221	100,00 1221	100,00 1220	100,00 4.882

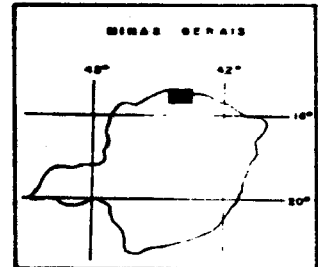
* (%) Representa percentual de ocorrência da classe de Uso da Terra.



LEGENDA

- CIDADES
- ┆ RIOS
- ESTRADA
- ▨ FAIXAS PROCESSADAS DAS IMAGENS
 - 1/8 - ITACARAMBI
 - 2/8 - SERRA DO BABONETAL
 - 3/8 - VARZELÂNDIA
 - 4/8 - COLÔNIA DA JAÍBA

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS

CNPq - CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Mapa de Localização de Área Estudada

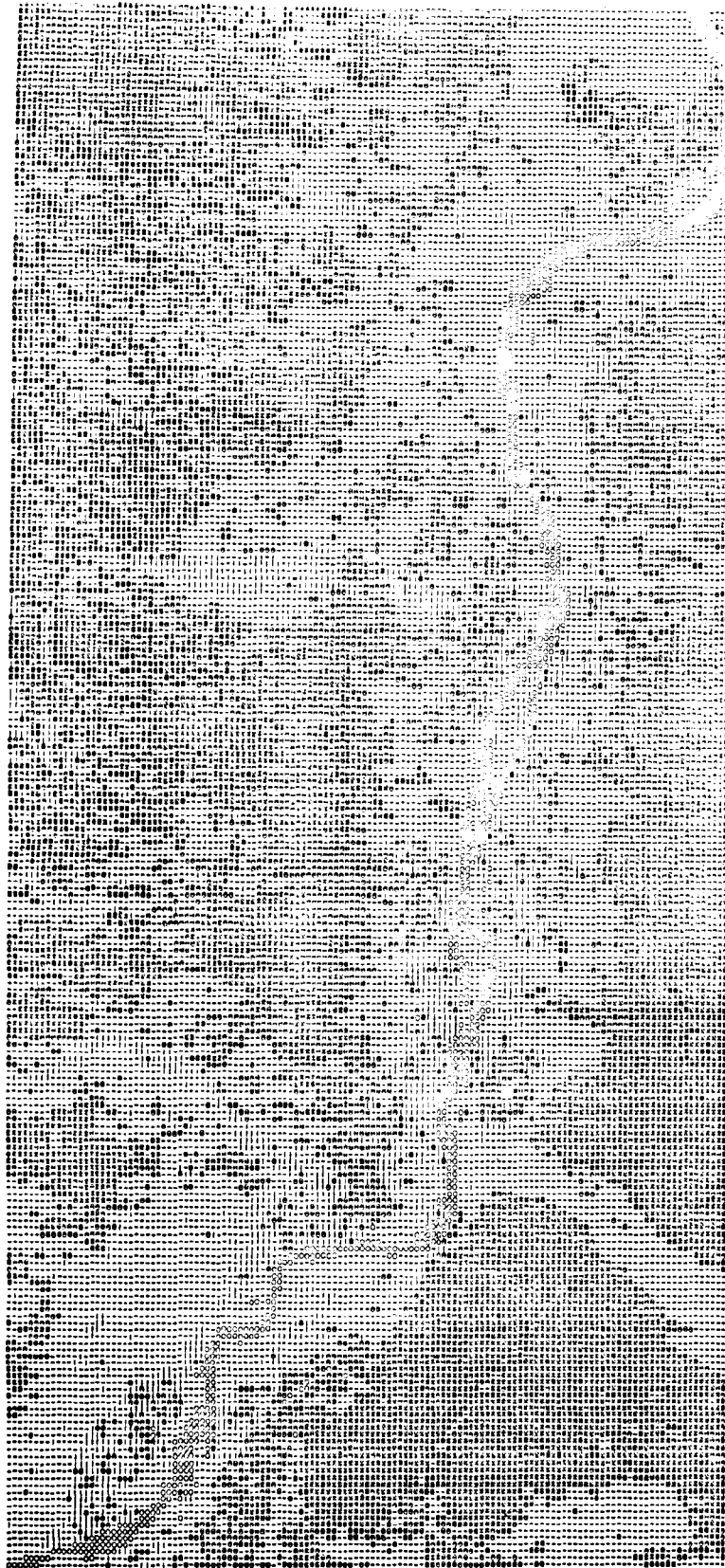
PROJETO:
PARS

AUTOR:
Bernard Gastelois

DATA:
Março/81

DESENHISTA:
N. Ramon

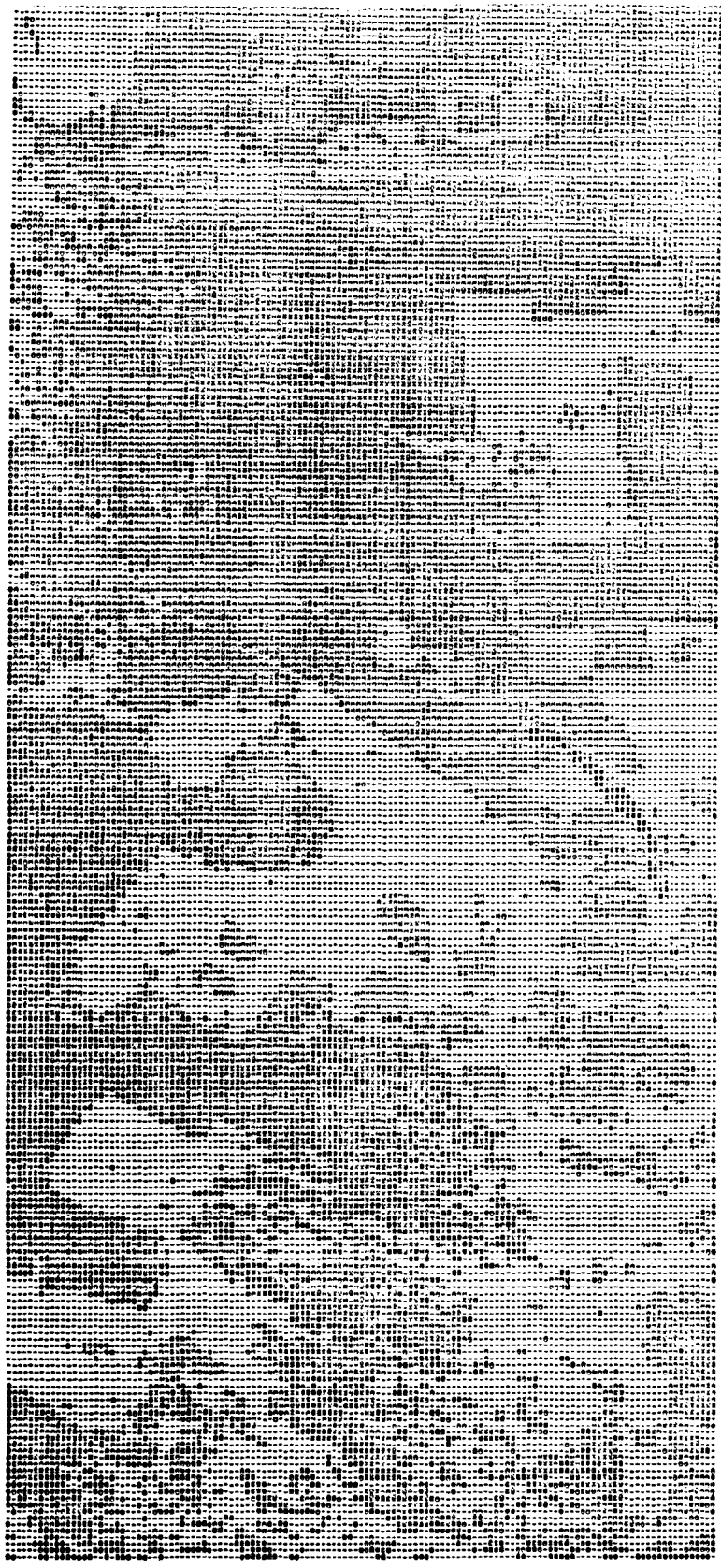
FIGURA:
1



ARQUIVO CLASSIFICADO - PT8075/12/7082/1/386507ED/IL31P33V3CORTADO/CLUSTE

GRUPO	SÍMBOLO	CLASSE	PERCENTUAL	ÁREAS (HA)
		RIS. AGRO.		
		MATA NAT.		
		CAPOEIRA		
			TOTAL 1.100,00	12051,97

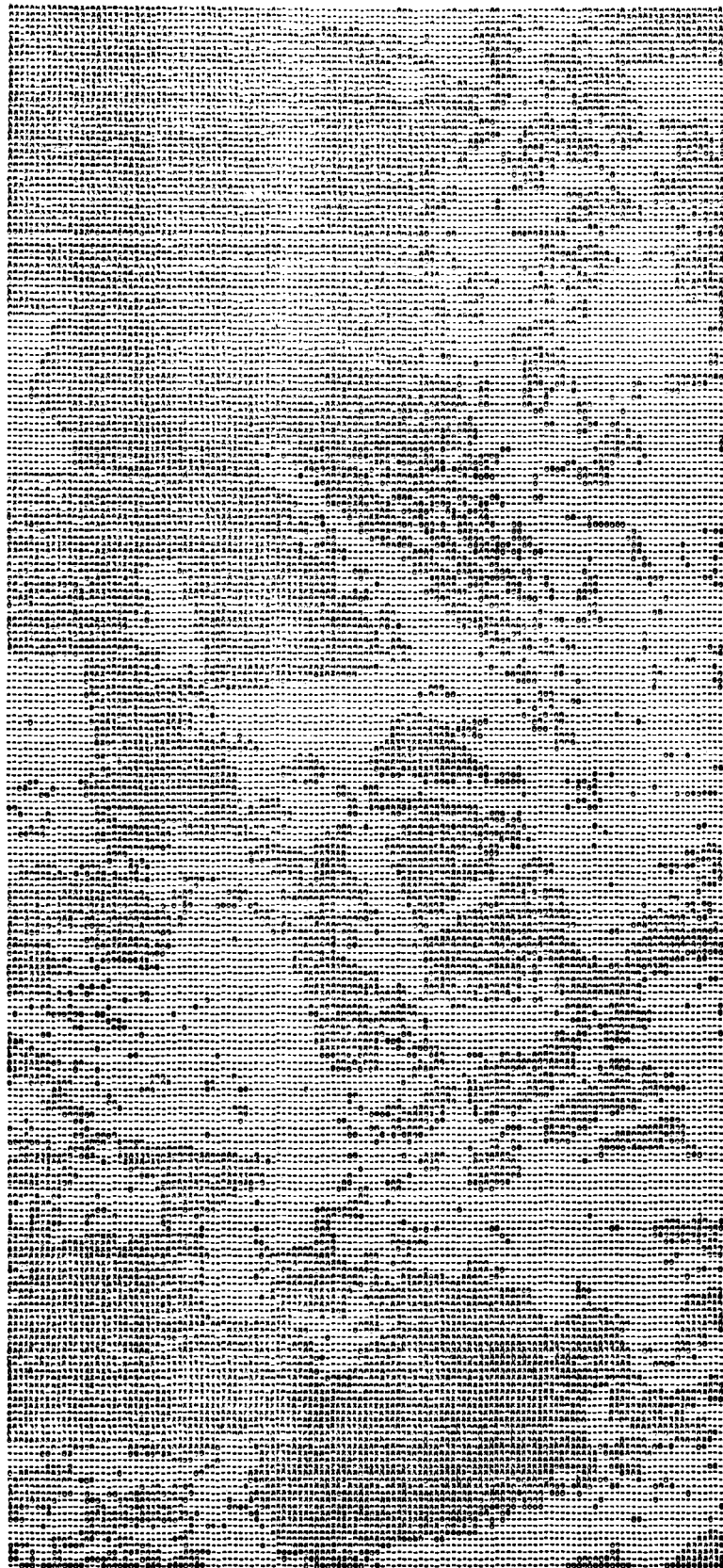
CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS				
CNPq - CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO				
Mapa de Uso da Terra na Região de Itacorambi, 1/B				
PROJETO PARE	AUTOR Bernard Gesteira	DATA Março/81	DESENHISTA N. Komun	FIGURA 2



ARQUIVO CLASSIFICADO # 470072/21/7021/39640PTED/IL3P3M3V3CONTADD/CLUSTE

GRUPO	SÍMBOLO	CLASSE	PERCENTUAL	ÁREA
		ÁREA	100,00	122051,97
		TOTAL	100,00	122051,97

CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS				
CNPq - CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTIFICO E TECNOLÓGICO				
Mapa de Uso da Terra na Região da Serra do Sabonetal, 2/B				
PROJETO PARB	AUTOR Bernard Gesteira	LATA Moraga/81	DESENHISTA N. Roman	FOLHA 3

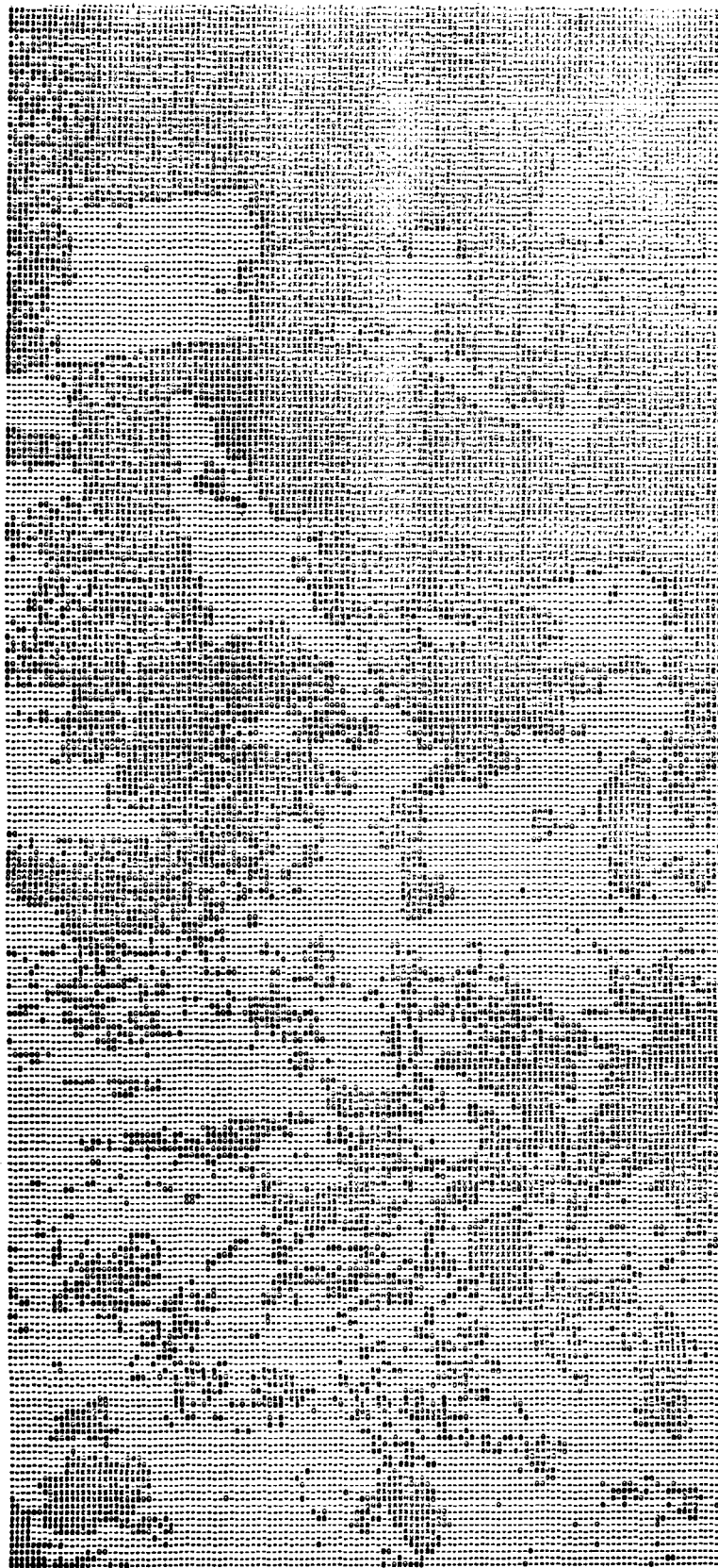


ARQUIVO CLASSIFICADO : F78073/3/1702/139680RTEO/IL31P3M3VCORTADO/CLUSTE

SÍMBOLO	SÍMBOLO	PERCENTUAL	ÁREA (HA)
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100
TOTAL : 100,00		122091,47	



CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS				
CNPq - CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO				
Mapa de Uso da Terra no Regido de varzelândia Δ/B				
PROJETO PARS	AUTOR Bernard Gesteira	DATA Março/81	DESENHISTA N. Romar	FIGURA 4



ARQUIVO CLASSIFICADO 4 FT673/4/1/102/1/39630RTED/EL31P3H3V3CORTADO/CLUSTE

GRUPO	SÍMBOLO	CLASSE	PERCENTUAL	ÁREA (m ²)
1	0	PARCELAS JAIBA	10,82	122091,97
		CAPOEIRA	1,18	13400,00
TOTAL			120,00	135491,97



CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS				
CNPq - CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO				
Mapa de Uso da Terra na Região da Colônia da Jaíba, 4/8				
PROJETO PARB	AUTOR Bernard Gastele	DATA Março/81	DESENHISTA N. Naman	FIGURA 5

