

# CONSTRUÇÃO DE LEGENDA DE PADRÕES DE USO DO SOLO A PARTIR DE PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

MARIA LÚCIA SANTIAGO BELLO  
MARILDA BUELONI PENNA POUBEL  
TEREZA REGINA PIEDRAS LOPES

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE  
Diretoria de Geociências  
Av. Brasil, 15671, bloco 3b  
cep - 21.241 - 051 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

**Abstract.** The main objective of the Crop Forecasting Project is to obtain, at national level, information of the land occupation related to the spatial and temporal distribution of the agricultural land. With this in mind and considering the huge amount of land to be examined it was necessary to use non-conventional technology in order of becoming acquainted with the area of work.

Among them it was selected the techniques of visual and automatic interpretation of satellite data.

One satellite image is a composition of patterns which are indicators of things and events related to the physical, biological and cultural conditions of the land occupation. The type and the amount of information which one can extract from an image are proportional to the knowledge, experience, ability and dedication to the work of the analyst-interpreter responsible for one particular area.

The map legend shows the subject matter and indicates the analyst's point of view in defining the nature of work. Besides that the legend orients the photo-interpreter in his work giving uniformity in the identification of the homogeneity of the land utilization in the studied area.

Due to the experience obtained in the surveys carried on in the Distrito Federal and in the States of Paraná, Santa Catarina, and São Paulo the Crop Forecasting Project developed an improved procedure of constructing a map legend. The analysis and the study of the correlation between visual interpretation, field information and statistical data have been used as subsidies in the pattern definition during this phase of the work giving the conditions for regrouping or subdividing the legend before the final definition.

In the search for a better work and considering the great achievements in the areas of hardware, software and remote sensing, the Project is trying to use more extensively automatization procedures in certain phases of the work through the utilization of the software ERDAS running in SUN workstations.

Compared to the past work this is one step further in terms of legend construction since the use of this technology makes possible to appraise the difficulties and possibilities of the system, providing the ways for a better work considering the principal objectives of the survey.

## Introdução

No Projeto Previsão de Safras - IBGE são confeccionados painéis, a nível estadual, onde são definidos estratos segundo níveis de intensidade do uso do solo, dos quais se seleciona uma amostra de área.

A partir da amostra se faz uma pesquisa sobre variáveis agrícolas através de levantamentos de dados no campo.

A técnica da estratificação, feita sobre imagem de satélite, tem por finalidade aumentar a precisão dos resultados. Consiste no agrupamento de áreas com utilização do solo semelhante, medida pela intensidade de seu uso, em estratos, de modo a favorecer a seleção da amostra, tomando por base a definição de cada estrato.

## Objetivo

Este trabalho tem por objetivo apresentar a metodologia utilizada para a construção de legenda da estratificação no Projeto Previsão de Safras, contribuindo para dar melhor definição e precisão à construção de novas legendas.

## Apresentação da dificuldade teórica imediata para desenvolver o trabalho de construção da legenda para estratificação

Na interpretação das imagens, devemos identificar os alvos agrícolas, que possuem uma multiplicidade de respostas em termos espectrais. Ao distinguí-los entre

outros, observamos sua ocorrência nas proximidades e fechamos um polígono que consideramos uma área com características homogêneas. Devemos avaliar sua dispersão e proporção dentro desse polígono, pois teremos introduzido, também, em alguma proporção, outros alvos. Passamos a trabalhar então com mais um aspecto para a definição do nosso estrato, que é a intensidade do uso do solo naquela área. E finalmente devemos observar, no nosso universo, com que frequência as áreas com tais características se repetem ou a sua representatividade dentro do mesmo para que possamos elevá-la à categoria de estrato ou absorvê-la em algum outro.

Assim exposto, apontamos para algumas dificuldades teóricas e operacionais, relacionadas à interpretação visual das imagens de satélite:

- identificar variações de alvos agrícolas sobre imagens de satélites;
- avaliar a intensidade do uso do solo;
- identificar no nosso universo áreas homogêneas com características que possam ser agrupadas com uma mesma definição; e
- uniformização da fotointerpretação no grupo de trabalho.

### Implementação

Segundo conceitos da estatística, o modo de resumir bem o conjunto é apurar os dados dentro de um intervalo de ocorrências, que para o projeto são intervalos de intensidade do uso do solo.

Abre-se então uma legenda para organizar os fatos encontrados na imagem de satélite.

Os estratos de cada estado são definidos em função de suas características particulares. Porém, em princípio são considerados os seguintes tipos de estratos:

- 1- agricultura, com 80% e mais de área cultivada;
- 2- agricultura, entre 50 e 79% de área cultivada;
- 3- agricultura, entre 15 e 49% de área cultivada;
- 4- área de pastagens, menos de 15% de área cultivada;
- 5- áreas não agrícolas (instalações militares, parques e reservas, etc.); e
- 6- área de matas e florestas.

A legenda base apresenta definições genéricas sobre o uso do solo, trazidas de um modelo do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Esta tem a função de balizar o início das observações sobre a imagem de satélite.

Observando os princípios básicos do sensoriamento remoto, conclui-se que os fatos encontrados na imagem correlacionam-se a padrões que refletem as condições físicas, biológicas e culturais da ocupação. Esses padrões são candidatos a serem eleitos para algum estrato da

legenda ou poderão sugerir um desdobramento para abrigar uma ocorrência relevante.

As condições refletidas na imagem levam o analista-intérprete a perceber as diferenças de ocupação e levantar hipóteses. Essas hipóteses farão parte de um conjunto organizado de conhecimentos sobre a área, que levará para uma convergência de evidências, enriquecendo a argumentação para a estratificação.

É, então, necessário contar com uma sistematização da informação estatística e cartográfica do estado. Recorremos ao amplo trabalho realizado pelo IBGE em levantamento de informações agropecuárias e cartográficas:

- Censo Agropecuário, pesquisa com periodicidade quinzenal.
- PAM, Produção Agrícola Municipal, pesquisa com periodicidade anual.
- LSPA - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, pesquisa mensal.
- Mapa Municipal Estatístico, base cartográfica nas escalas de 1:50.000 e 1:100.000. Elaborado para atender aos levantamentos censitários, onde o município apresenta-se subdividido em setores. São acrescentadas para o Projeto informações preliminares de campo fornecidas pela rede de coleta, destacando as áreas em que há atividade agropecuária.

- Informações básicas sobre culturas temporárias, com dados essencialmente de manejo de culturas.

Partimos então para a organização dos dados em fichas, tabelas, cartogramas e mapas.

1. Calendário agrícola do estado - elaborado pelo Projeto, contém informações sobre culturas temporárias, segundo a fase da cultura (preparo, plantio, tratos, colheita) no período de 12 meses.

Fonte: IBGE - Censos Agropecuários e DIPEQs (Divisões de Pesquisas nas Regiões).

2. Tabela com a utilização das terras, por município e por setor censitário, com dados sobre:

- área total recenseada;
- área de lavouras;
- área em descanso;
- área de pastagens; e
- área de matas.

Fonte: IBGE - Censos Agropecuários.

3. Tabelas municipais de área colhida com lavouras temporárias e permanentes no período de 5 anos.

Fonte: IBGE: PAM - Produção Agrícola Municipal.

4. Tabela com os totais de área segundo a utilização da terra no período de 15 anos e variações percentuais de 5 em 5 anos.

Fonte: Censos Agropecuários.

5. Relação de municípios por estado com áreas totais em km<sup>2</sup>.

Fonte: IBGE/DECAR.

6. Cartogramas estaduais com divisão de:

- municípios;
- folhas topográficas;
- órbita/ponto das imagens de satélite; e
- divisão de áreas de trabalho entre os técnicos.

7. Folhas topográficas na escala de 1:50.000 e 1:100.000 com limites municipais atualizados.

**Estratificação preliminar - aproximações da legenda**

Através desta documentação o analista-intérprete iniciará uma busca de compreensão dos padrões encontrados na imagem. Poderá concluir, através de conjugação de informações, se existe correlação com o padrão observado e se padrões iguais seguem sempre a mesma lógica.

O processo de estratificação é dinâmico. Durante a interpretação das imagens começamos uma varredura passando a conhecer mais profundamente partes de um universo do qual tínhamos uma idéia geral. Na verdade só poderemos apontar todas as ocorrências relevantes ao término da nossa varredura. Ao longo desse trabalho algumas aproximações da legenda são feitas para homogeneizar a interpretação entre os técnicos. Até que todo o universo seja investigado e chegemos a uma legenda definitiva, estaremos fazendo uma estratificação preliminar.

Para estabelecermos uma relação de causa e efeito nas nossas observações, identificaremos limites municipais e de setor censitário durante a nossa análise, uma vez que os dados estatísticos que utilizamos são assim localizados. Quando decidirmos por delimitar um estrato, traçaremos o seu limite na imagem, exatamente onde deixa de existir correlação dos fatos.

Os fatos encontrados na imagem vão estar relacionados à escala que se está trabalhando. A escala deve permitir observações de características relevantes ao estudo do universo. Estabelecer o nível de detalhe que se espera de uma fotointerpretação, para que se possa chegar a um número e definições de estratos compatíveis com o objetivo da pesquisa, é tema que vem merecendo por parte dos técnicos do Projeto uma investigação.

**Checagem de campo**

O trabalho de campo serve para o reconhecimento dos casos para os quais não foi possível a solução através do material auxiliar.

Os técnicos devem conhecer as atividades agropecuárias desenvolvidas na área em que estão trabalhando, de forma a solucionar dúvidas surgidas no trabalho de estratificação preliminar, visando à conclusão da etapa de elaboração da legenda final. Assim, quanto maior o número de características identificadas na área conhecida, maior será a probabilidade de caracterizá-la e relacionar seus valores com outros locais de interesse.

**Estratificação definitiva - última aproximação da legenda**

Após o trabalho de campo, a equipe chega à última aproximação da legenda. São descartadas observações irrelevantes dentro do contexto geral. Todas as proposições de legenda já terão sido ponderadas. E todas as argumentações levarão a uma legenda final, a partir da qual será feita a estratificação definitiva.

**Considerações sobre o desenvolvimento da construção de legendas de estratos em cada Unidade da Federação:**

**Paraná**

Em 1987 o Paraná abre os trabalhos do Projeto Previsão de Safras a nível estadual. As interpretações foram feitas sobre imagens TM/LANDSAT 5, canais 3 e 4 em preto e branco na escala 1:250.000. Para algumas áreas foram também adquiridas imagens de 1:100.000, canal 3, pela necessidade de um estudo mais detalhado.

Embora para a estratificação do Paraná já tivesse sido levado em conta as informações estatísticas e cartográficas, essas ainda foram utilizadas de maneira menos organizada, não havendo ainda um processo de análise a nível municipal e setor censitário e não estando ainda introduzidos os MMEs. Em 1988 a pesquisa do Paraná apresentou uma particularidade que foi a tentativa de criar o estrato especial para a batata-inglesa com a regionalização da área produtora. Isto porque trata-se de uma cultura de ciclo curto, plantada em áreas restritas do estado, mas com produção relevante. Não foi considerada uma experiência bem sucedida pelos resultados apresentados.

Legenda dos estratos - Paraná

Estrato	Composição
1	Agricultura intensiva - 80% e mais de área cultivada
2	Agricultura intensiva - entre 50% e 79% de área cultivada
3	Estrato referente à batata inglesa
4	Pastagens - entre 15% e 49% de área cultivada
5	Agricultura extensiva - com menos de 15% de área cultivada
6	Áreas não agrícolas (instalações militares, parques, reservas florestais, etc.)
7	Agricultura extensiva - entre 15% e 49% de área cultivada

### Santa Catarina

Em 1988 o Projeto Previsão de Safras começa os trabalhos em SC, feito ainda nos mesmos moldes do Paraná no que diz respeito à construção da legenda.

Foram utilizadas imagens TM/LANDSAT 5 coloridas, canais 2, 3 e 4 na escala 1:250.000 e canal 3, escala 1:100.000. Foram introduzidos também um estrato especial de maçã e um de produtos. Igualmente as expectativas foram frustradas, como no Paraná. Na mesma época houve a intenção de fazer o mesmo para a cebola, pois também é considerada de grande importância para o estado. Foi abandonada a idéia devido às características da área produtora que não permitiram este tipo de mapeamento: pequenos produtores, área de topografia movimentada, com a cultura praticada nas encostas de vales. Concluiu-se que não havia como delimitar esta área cartograficamente.

Legenda dos estratos - Santa Catarina

Estrato	Composição
A	Agricultura intensiva - 80% e mais de área cultivada
B	Agricultura intensiva - entre 50% e 79% de área cultivada
C	Agricultura extensiva - entre 30% e 49% de área cultivada
D	Agricultura extensiva - entre 15% e 29% de área cultivada
E	Agricultura extensiva - com menos de 15% de área cultivada
F	Campos naturais - com menos de 10% de área cultivada
G	Áreas não agrícolas. Florestas em geral
M	Estrato referente à maçã
S	Especial de produtos

### Distrito Federal

Também em 1988 foram iniciados os trabalhos no Distrito Federal. Por se tratar de uma área de dimensões reduzidas, apresenta situações atípicas. A estratificação foi feita em Brasília, na Delegacia do IBGE, com a participação de técnicos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, técnicos da Divisão de Geociências do IBGE em Goiânia e de um agrônomo do IBGE no Distrito Federal. Além da combinação das observações sobre as imagens TM/LANDSAT 5 escala 1:100.000, canais 2, 3 e 4, coloridas, com dados do Censo Agropecuário de 1985, foram feitas consultas com técnicos da área.

Na estratificação do DF constam também estratos que são investigados integralmente e não por amostragem. São áreas com predominância de cultivo de manga.

Legenda dos estratos - Distrito Federal

Estrato	Composição
A	60% de área cultivada
B	Entre 40% e 59% de área cultivada
C	Entre 20% e 39% de área cultivada
D	Até 20% de área cultivada
E	Área de reflorestamento
F	Reservas florestais, parques, etc.
G	Outras áreas agrícolas
H	Núcleo de custódia e presídio
M	Mais de 60% de área cultivada e predominância de manga

### São Paulo

Os trabalhos de estratificação do Estado de São Paulo foram iniciados em 1989. Devido à experiência adquirida, incorporou uma série de inovações metodológicas. Foram utilizadas imagens TM/LANDSAT 5 coloridas, canais 3, 4 e 5, na escala 1:100.000.

Visando a agilizar os trabalhos de levantamento de dados no campo a partir da amostra selecionada, pela primeira vez os estratos foram separados em talhões pequenos e grandes, em razão dos talhões estarem retratando a estrutura fundiária. Talhões pequenos, mais áreas de exploração a serem levantadas, maior tempo do entrevistador no campo. Talhões grandes, menos áreas de exploração a serem levantadas, menor tempo do entrevistador no campo. Esta indicação passou a influir no tamanho da amostra. Foram utilizados, também pela primeira vez, os MMEs com informações preliminares de campo, apontando as localizações aproximadas de ocorrências de culturas. Nossas análises passaram a ser feitas levando em conta as ocorrências nas áreas municipais e de setores censitários. Foi também a partir do trabalho de São Paulo que o trabalho de campo para checar a fotointerpretação foi dividido por toda a equipe envolvida na estratificação.

Vale a pena também lembrar que a origem do estrato J (ver legenda) deve-se à convergência de evidências de que em uma determinada área de SP havia a ocorrência da banana, cultivada de forma intensa numa área de mata. Assim passamos a considerar esta ocorrência como um estrato. Visando a favorecer a amostragem de culturas dentro de áreas de matas.

Legenda dos estratos - São Paulo

Estrato	Predominância	Composição
A	Agricultura	Área com agricultura ≥ 80% - talhões pequenos
B	Agricultura	Área com agricultura ≥ 80% - talhões grandes
C	Agricultura	Área com agricultura ≥ 80% - cana-de-açúcar
D	Agricultura	Área com agricultura ≥ 80% - citrus
E	Agricultura	Área com agricultura ≥ 50% e < 80%, mais pastagem e/ou mata - talhões médios e grandes
F	Agricultura / pastagem	Área com agricultura ≥ 30% e < 50%, mais área com pastagem ≥ 30% e < 50% complementada ou não com mata - talhões médios e grandes
G	Pastagem	Área com pastagem ≥ 80% - talhões médios e grandes
H	Pastagem	Área com pastagem ≥ 50% e < 80%, mais agricultura e/ou mata - talhões grandes
I	Mata	Área com matas (naturais ou plantadas) ≥ 80%
J	Mata	Área com matas (naturais ou plantadas) ≥ 50% e < 80%, mais agricultura e/ou pastagem
K	Não agrícolas	Instalações militares, chácaras de lazer
M	Pastagem	Área com pastagem ≥ 50% e < 80%, mais mata - talhões médios e grandes
N	Agricultura	Área com agricultura ≥ 50% e < 80%, mais pastagem e/ou mata - talhões pequenos
O	Agricultura / pastagem	Área com agricultura ≥ 30% e < 50%, mais área com pastagem ≥ 30% e < 50% complementada ou não com mata - talhões pequenos
P	Pastagem	Área com pastagem ≥ 50% e < 80%, mais agricultura e/ou mata - talhões pequenos

**Mato Grosso do Sul**

Para o Estado de Mato Grosso do Sul foram utilizadas imagens TM/LANDSAT 5 coloridas, canais 3, 4 e 5 na escala de 1:100.000. Adotaram-se procedimentos seme-

lhantes aos de São Paulo, salvo a Região do Pantanal Mato-Grossense. Em razão da característica peculiar desta área, optou-se por uma metodologia de amostragem diferente. Deste modo, eliminou-se esta área dos trabalhos de estratificação, passando a considerar a sua investigação através da seleção de uma amostra de um cadastro de estabelecimentos agropecuários, obtido do Censo Agropecuário de 1985.

Legenda dos estratos - Mato Grosso do Sul

Estrato	Predominância	Composição
A	Agricultura	Área com agricultura ≥ 80% - talhões pequenos
B	Agricultura	Área com agricultura ≥ 80% - talhões grandes
N	Agricultura	Área com agricultura ≥ 50% e < 80% mais pastagem e/ou mata - talhões pequenos
E	Agricultura	Área com agricultura ≥ 50% e < 80%, mais pastagem e/ou mata - talhões médios e grandes
O	Agricultura e pastagem	Área c/agricultura ≥ 30% e < 50%, mais área com pastagem e/ou mata ≥ 30% e < 50% - talhões pequenos
F	Agricultura e pastagem	Área c/agricultura ≥ 30% e < 50%, mais área com pastagem e/ou mata > 30% e < 50% - talhões médios e grandes
G	Pastagem	Área com pastagem ≥ 80% - talhões médios e grandes
P	Pastagem	Área com pastagem ≥ 50% e < 80%, mais agricultura e/ou mata - talhões pequenos
H	Pastagem	Área com pastagem ≥ 50% e < 80%, mais agricultura e/ou mata - talhões médios e grandes
M	Pastagem	Área com pastagem e/ou campos naturais ≥ 50% e < 80%, mais mata - talhões médios e grandes
I	Mata	Área com matas (naturais ou plantadas) ≥ 80%
J	Mata	Área com matas (naturais ou plantadas) ≥ 50% e < 80%, mais agricultura e/ou pastagem e/ou campos naturais

## Introdução ao meio digital

No início deste trabalho apontamos para algumas dificuldades encontradas na construção de legendas, através da interpretação visual. Essas dificuldades persistem, apesar de hoje contarmos com métodos de trabalho muito mais organizados. Isto porque as dimensões das áreas a serem estratificadas, o volume de informações analisadas, o grande número de analistas-intérpretes que deverão fazer constantemente a calibração da visão em relação a padrões e os recursos financeiros, são aspectos que requerem técnicas de trabalho que garantam maiores facilidades nos procedimentos operacionais.

Tendo por objetivo permanente a busca de uma maior eficiência, optou-se pela automatização da etapa de estratificação através da classificação digital das imagens de satélite, facilitando assim a obtenção de uma legenda.

O Projeto Previsão de Safras, considerando os avanços da área de informática e sensoriamento remoto, introduziu estações de trabalho rodando sistemas aplicativos para tratamento de imagens (ERDAS) e para gerenciamento de banco de dados (ARC/INFO).

O tratamento digital, através do aplicativo ERDAS, requer do analista-intérprete um bom conhecimento dos parâmetros da estatística, já que deverá trabalhar com critérios de decisão que envolvem tais conhecimentos.

De preferência, devem ser coincidentes as datas de passagens do satélite na área da imagem trabalhada, com a época do levantamento da amostra e da presença dos cultivos no campo.

Até onde treinamos a classificação digital, já reconhecemos que nos ajudará a diminuir rotinas de procedimentos e dificuldades para estabelecer uma legenda. Não abandonamos, contudo, a interpretação visual das imagens e documentos auxiliares. Estes têm nos ajudado a tornar perceptível se os procedimentos e critério de decisão utilizados são satisfatórios para representar o nosso universo.

## Conclusão

Este trabalho diz respeito à etapa de construção de legenda da estratificação do uso do solo, a nível estadual, do Projeto Previsão de Safras do IBGE. Sua performance foi mostrada nos procedimentos adotados na última legenda construída. Esses procedimentos servem igualmente para os Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul.

Fazendo breve relato da construção de todas as legendas, é possível identificar onde, ao longo dos nossos trabalhos, foram introduzidos novos procedimentos:

- a organização das informações, de modo a consultar rapidamente um dado relevante, inclusive através de MMEs;
- a visualização desses dados na imagem de satélite, numa área de limites conhecidos (município, setor censitário);
- as tentativas de trabalho com estratos especiais;
- a separação de padrões na imagem com talhões grandes e pequenos;
- ter como processo de normalização as aproximações da legenda;
- o questionamento da importância da escala de trabalho;
- a importância da participação nos trabalhos de campo de todos os técnicos envolvidos na fotointerpretação.

Devido ao acúmulo de muitos procedimentos, outros não puderam ser implementados. Esperamos que esta questão seja resolvida com a introdução da classificação digital. Assim poderemos efetivar, por exemplo, a avaliação de forma mais rigorosa da nossa estratificação, após o levantamento da amostra no campo.

A apresentação deste trabalho não é para repetir métodos de pesquisa que já foram intensamente discutidos em outras bibliografias, mas sim dar o testemunho de um trabalho prático.

## BIBLIOGRAFIA

- AZEVEDO, Amílcar Gomes de. *Estatística básica*: cursos de Ciências Humanas e de Educação. Rio de Janeiro, Livro Técnico e Científico, 1975. 248 p.
- CERVO, Amado Luiz. *Metodologia científica*: para uso dos estudantes universitários. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1978. 139 p.
- MUELLER, Charles Curt; SILVA, Gil; VILLALOBOS, Alvaro Gonzales. Pesquisa Agropecuária do Paraná - safra 1986/1987 (Programa de Aperfeiçoamento das Estatísticas Agropecuárias). *Revista Brasileira de Estatística*, Rio de Janeiro, 49(191):55-84. jan./jun. 1988.
- RELATÓRIO técnico sobre o uso de técnicas de sensoriamento remoto nas estatísticas agrícolas: processamento digital de imagens de satélites. Rio de Janeiro, IBGE, 1986. 13 f. (Relatório interno do Projeto Previsão de Safras). (datilografado).