**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FOTOGRAFIAS AÉREAS,
IMAGENS DE RADAR E DE SATÉLITE, NO LEVANTAMENTO
DO USO DA TERRA — O EXEMPLO DE 'AVARÉ — S. P.**

MARCIA MALHEIROS BIAZON

**Dissertação apresentada ao Curso de
Pós-Graduação em Geografia - área de
concentração em Geografia Humana,
da Faculdade de Filosofia, Letras e
Ciências Humanas - USP, para obtenção
do título de Mestre.**

Orientador: Prof. Dr. Mário De Biasi

BIAZON, M. M

**São Paulo - SP.
1981**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FOTOGRAFIAS AÉREAS,
IMAGENS DE RADAR E DE SATÉLITE, NO LEVANTAMENTO
DO USO DA TERRA — O EXEMPLO DE AVARÉ — S. P.**

MARCIA MALHEIROS BIAZON

**Dissertação apresentada ao Curso de
Pós-Graduação em Geografia - área de
concentração em Geografia Humana,
da Faculdade de Filosofia, Letras e
Ciências Humanas - USP, para obtenção
do título de Mestre.**

Orientador: Prof. Dr. Mário De Biasi

**São Paulo - SP.
1981**

À

Leonor e Irineu, meus pais

Marisa, Antonio João e

Antonio Roberto, meus irmãos

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao término deste trabalho não poderia deixar de consignar meus agradecimentos às pessoas e instituições que contribuíram para sua realização.

Ao Prof. Dr. Mario De Biazí pela orientação, estímulo constante e incansável,

Ao Prof. Dr. Gilberto José Garcia pelo apoio amigo e sugestões apresentadas.

Ao Prof. Dr. Roberto Pannain, DD. Diretor do Instituto de Planejamento e Estudos Ambientais, UNESP, Campus de Presidente Prudente, que ao colocar à nossa disposição as condições materiais necessárias, facilitou sobremaneira a conclusão deste trabalho.

Aos colegas José Moura Notari, Elenice Biazzi, Helena Harumi Otani Sakamoto, pelas observações e informações apresentadas, bem como a Alice Yatiyo Asari, Maria Heloisa Borges e Marília Barros de Aguiar pelo auxílio na montagem final do trabalho.

Aos funcionários do IPEA, Campus de Presidente Prudente, em particular à srta. Denize Valério, srta. Akemi Shimazaki e José Paulino Sobrinho que, de uma forma ou de outra, prestaram sua colaboração.

Ao PICD, pelo apoio financeiro, através de bolsa de auxílio deslocamento.

ÍNDICE DE TEXTO

RESUMO	I
SUMMARY	III
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Material	12
3.1.1. Fotografias e imagens utilizadas	12
3.1.2. Equipamentos	13
3.1.3. Cartas e mapas	13
3.2. Métodos	17
3.2.1. Interpretação das fotografias e imagens.	17
3.2.2. Trabalho de campo	23
3.2.3. Construção dos cartogramas	24
3.2.4. Comparação e análise dos resultados	25
4. APRESENTAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1. Determinação de classes de uso da terra através da interpretação convencional	53
5.2. Estudo do uso da terra através da densidade óptica e razão espectral	79
5.3. Comparação e análise dos resultados	87
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
7. CONCLUSÕES	99

ÍNDICE DAS FIGURAS

01. Distribuição das fotografias convencionais na área de estudo	14
02. Mapa de localização das imagens utilizadas	15
03. Relação e posição das cartas topográficas utiliza_ das no estudo	18
04. Localização das áreas de amostragem e templeto utilizado	27
05. Localização da área de estudo	29
06. Mapa geológico do município de Avaré	30
07. Mapa hipsométrico do município de Avaré	32
08. Mapa pedológico do município de Avaré	34
09. Mapa das classes de capacidade de uso das terras do município de Avaré	35
10. Evolução da população do município de Avaré	38
11. Mapa de uso da terra do município de Avaré: fonte -fotografias aéreas, 1972	58
12. Fotografia aérea representativa da área com mudan_ ças significativas do uso da terra	59
13. Fotografia aérea representativa do uso do solo ur_ bano - município de Avaré	60
14. Fotografia aérea representativa de usos da terra mais homogêneos	61

15. Mapa de uso da Terra do município de Avaré: fonte	
- imagens de radar	64
16. Imagem de radar abrangendo o município de Avaré,	
com indicação do limite do município e do centro	
urbano	65
17. Mapa de uso da terra do município de Avaré: fonte	
- imagem de satélite	67
18. Imagem de satélite - canal 5, abrangendo o municí	
pio de Avaré, com indicação do limite do municí	
pio e do centro urbano	68

ÍNDICE DOS QUADROS

01. Características do material utilizado	16
02. População do município	38
03. Condição de exploração dos estabelecimentos	39
04. Mão-de-obra ocupada (Número de pessoas/estabelecimento)	40
05. Utilização das Terras no município de Avaré (área em Ha.)	42
06. Finalidade da produção (Número de estabelecimentos)	43
07. Rebanhos existentes no município (Número de cabeças)	45
08. Atividade econômica predominante nos estabelecimentos	47
09. Classificação de Utilização da Terra da União Geográfica Internacional (1952)	49
10. Classificação de Utilização da Terra identificadas na escala de 1:25.000 (KELLER, 1969)	50
11. Sistema de uso da terra e revestimento do solo para utilização com dados de sensoriamento remoto (ANDERSON, 1970)	51
12. Sistema de Uso da Terra através da análise de fotografias pancromáticas, imagens de radar e imagens de satélite, para o município de Avaré	55

13. Categorias de Uso da Terra e Padrões de <u>identifi</u> cação nas fotografias aéreas convencionais (1:25.000), imagens de radar (1:250.000), e <u>ima</u> gens de satélite (1:250.000), para o município de Avaré	77
14. Densidades Óticas das diferentes categorias de uso da terra nos canais 5 e 7, para o município de Avaré	82
15. Valores de Razão Espectral para diferentes <u>catego</u> rias de uso da terra, para o município de Avaré . .	84
16. Coeficientes de Variação estabelecidos para a <u>Den</u> sidade Ótica e Razão Espectral, nos diferentes usos da terra em Avaré	86
17. Total dos pontos coincidentes entre os mapas, nas áreas testes, no município de Avaré	90
ANEXO I. Modelo de questionário aplicado na área de estudo . .	117

RESUMO

O uso da terra foi analisado no município de Avarê - SP, através de fotografias aéreas, imagens de radar e de satélite, utilizando-se da interpretação convencional, apoiada pela interpretação celular e leituras de densidade ôtica. Procurou-se dessa forma verificar a eficiência de mapeamento temático em grandes e pequenas escalas, e as possibilidades que cada uma das imagens oferecia.

O estudo apoiou-se nos sistemas de classificações de uso da terra, de vários autores, resultando no final uma associação dos mesmos, feitas as adaptações necessárias ao local.

As análises dos resultados permitem concluir que:

a) a aplicabilidade dos diversos sistemas de classificação existentes mostrou-se satisfatória, devendo-se, todavia, levar em consideração o objetivo da pesquisa;

b) os resultados obtidos pela análise das imagens de radar mostraram-se satisfatórios, verificando-se que a determinação de classes de uso da terra para mapeamento temático em pequena escala é aceitável;

c) os resultados obtidos com as imagens de satélilite foram melhores que os alcançados com as imagens de radar, principalmente pela possibilidade de se trabalhar com diferentes canais, bem como pela utilização de leituras densitométricas;

d) a experiência obtida através do presente estudo indica a vantagem do uso associado das fotografias pancromáticas, imagens de radar e de satélite, para o inventário do uso da terra, pois o nível de informações é complementado;

e) a eficiência dos mapas deve ser levada em conta, pois permite a detecção de erros de classificação;

f) finalmente, os resultados sugerem que a metodologia é aplicável em outras regiões similares.

SUMMARY

The land use was analysed in the municipality of Avaré - SP., through aerial photographs, radar and satellite images, using regular interpretation, with help of celular interpretation and optical density readings.

The objective of this research was the verification of the efficiency of the tematic mapping in large and small scales and the possibilities of each type of image.

In the study were used classification systems of differents researchers, and after adaptation was produced a final classification system.

The analysis of the results led to the following conclusions:

a) The use of the different systems of classification was satisfactory, but the objective of the research must be considered;

b) The results obtained by the analysis of the radar images were satisfactory, and the organization of the classes of land use for tematic mapping is acceptable;

c) The results obtained by the analysis of the Landsat imagery were better than the results obtained by radar, mainly due the different channels, as well the utilization of density readings;

d) The association of the obtained results for each images improved the level of information;

e) The efficiency of the maps must be considered, since enable the detection of mistakes in the classification;

f) The results suggest the use of the methodology

1. INTRODUÇÃO

Iniciados em 1970, os estudos do uso da terra, no município de Avaré, foram evoluindo até chegar à presente forma, qual seja, a de analisar as possibilidades de mapeamento do uso da Terra, em grande e pequena escala, através de foto interpretação comparativa.

O principal objetivo deste trabalho, por conseguinte, é o de demonstrar as condições de mapeamento do uso da terra, e os resultados que possam ser obtidos através de análise das fotografias aéreas, imagens de radar e de satélite.

Tencionou-se também, verificar se o material empregado poderia ser considerado como um documento de informação, e até que ponto estas informações poderiam ser precisas (ou consideradas corretas).

Para tanto, apoiando-se nas classificações de uso da terra elaborados por diversos autores (UGI-1946; Keller-1969 e Anderson-1976), procurou-se avaliar o uso da terra no município de Avaré, bem como testar, através de critérios de fotointerpretação e trabalhos de campo, se os vários sistemas seriam aplicáveis à área.

Outra preocupação foi a de verificar as possibilidades de aplicabilidade de técnicas utilizadas em fotointerpretação, em imagens de radar e de satélite.

O trabalho foi norteado pela necessidade de estudos de usos da terra os quais possam não somente caracterizar usos locais e regionais como também proporcionar o planejamento de usos mais racionais do solo (Keller, 1969; Anderson, 1976 e Coelho, 1979).

E, uma das formas de estudo seria o mapeamento de usos da terra, acompanhados de uma "memória explicativa", na

qual as várias modalidades de uso fossem caracterizadas (Keller, 1969).

Como idéia inicial de mapeamento pensou-se no delineamento dos vários elementos componentes do uso da terra, com objetivo principal de mostrar a disposição espacial dos mesmos no município de Avaré. Nessa época, dispunha-se para a área apenas de mapas gerais do Estado de São Paulo e as cartas topográficas na escala de 1:250.000 e 1:100.000, bem como de fotografias aéreas de 1962.

Posteriormente foi possível contar com as folhas topográficas na escala de 1:50.000 para toda a área do municipio, isto já em 1975. Nessa época analisou-se também as fotografias aéreas de 1972, as quais se encontravam na Casa da Agricultura da cidade. Com esse novo material pretendeu-se realizar uma análise temporal do uso da terra em Avaré, ainda num enfoque tradicional, pois já eram bem visíveis as modificações sofridas com a represa de Jurumirim, quando comparados os mapas oriundos das fotografias aéreas de 1962 e o de 1972, o que não ocorreu em outras áreas de maneira tão significativa.

Todavia, com o constante desenvolvimento tecnologico, foi possível contar, a partir da década de 70, com imagens de radar e de satélite, dando-se nova diretriz ao estudo.

Consequentemente, baseando-se o trabalho na análise das diferentes imagens, procurou-se obter como produto final, uma descrição das diversas modalidades de uso da terra, tratando-se pois, de uma estudo de mapeamento temático em grande e pequena escala, através da interpretação convencional, apoiada pela interpretação celular e medidas de densidade de ótica.

Acredita-se que o trabalho desenvolvido não difere muito dos trabalhos de pesquisa geográfica elaborados por outros autores, mas contribui como mais um exemplo de aplicabilidade de técnicas de interpretação de imagens sensoras ao levantamento de uso da terra, como é o estudo de caso no município de Avaré.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ao se propor o presente estudo, procurou-se inicialmente, através da bibliografia disponível, consultar obras de caráter geral, tanto no aspecto geográfico, como cartográfico, as quais pudessem servir de orientação para a pesquisa em questão.

Com esse intuito, consultou-se, entre outros: FAUCHER (1953 a 1963); ROBINSON (1953); OTREMBIA (1955); GEORGE (1963, 1970 e 1972); RIMBERT (1964 a 1967); BARBOSA (1967 e 1968); MONKHOUSE (1968); RAISZ (1969); LEBEAU (1969); VALVERDE (1969); BONNAMOUR (1970); MEYNIER (1970); GARNIER (1971); DOLFUS (1972); SALICHTCHEV (1973) e LIBAULT (1975).

Passou-se a seguir, a analisar a bibliografia de caráter mais específico sobre o assunto, a qual é exposta com maior minúcia.

Fazendo um paralelo entre os sistemas de classificação propostos pelos vários autores, verifica-se que, em linhas gerais, as classificações propõem as mesmas categorias de uso, divergindo em alguns casos nas subdivisões. Cumpre lembrar, no entanto, que os vários sistemas de classificação levam em conta a escala em que deva ser realizado o levantamento e mapeamento dos dados.

O ato de definir um sistema de classificação para uso da terra é, de uma maneira geral, complexo devido principalmente às diferenças regionais e, porque não dizer, locais. O uso do solo em alguns casos está ligado a tradições da maneira com que o homem trabalha esse solo. Em outros a própria tecnologia define as categorias de seu uso.

Até recentemente, pesquisas sobre o uso da terra eram realizadas sem um sistema classificatório dos padrões

de categorias, com que os diferentes usos do solo eram aferi
dos. Por muito tempo o método mais difundido foi o de STAMP
(1943), onde o mapeamento era realizado através de mapas to
pográficos e pesquisas de campo.

Assim sendo tornou-se necessário uma padronização,
a nível internacional, de classificação das categorias com
que a terra vinha sendo utilizada pelo homem, quer na explo
ração dos recursos naturais, produzindo alimentos para sua
sobrevivência, quer para sua moradia, ou mesmo estabelecimento
s para processar os produtos primários.

Esta preocupação já data de 1949, quando a União
Geográfica Internacional (UGI), numa de suas reuniões, criou
em Lisboa a Comissão de Levantamento da Utilização da Terra.
Um dos objetivos dessa Comissão foi o de estabelecer a clas
sificação de uso da terra, em nível mundial, os quais foram
divulgados em 1952, na reunião em Washington (VALKENBURG,
1950).

Neste período os estudos passaram a contar com o
uso de fotografias aéreas no levantamento das categorias de
uso, através dos vários critérios de reconhecimento dos ele
mentos, justapondo-se os trabalhos desenvolvidos em gabinete,
com os de campo. Isto se deu em virtude da fotografia tra
tar-se de um documento que apresenta uma precisão aceitável,
possibilitando o mapeamento de áreas por vezes inacessíveis.
Por outro lado os estudos podem ser ainda realizados com mai
or rapidez, e em melhores escalas, o que não ocorria com o
método preconizado por STAMP (1943).

Desse modo, vários pesquisadores se preocuparam em
estudar a respeito do assunto, podendo-se citar WOOTEN e ANDER-
SON (1957), MARSCHINER (1959), VALKENBURG (1964), AUSTIN (1965).

No Brasil um dos primeiros trabalhos no gênero é o

de CERON e DINIZ (1966), onde os autores evidenciam a necessidade de sistematização dos elementos de identificação e diferenciação dos diferentes tipos de uso agrícola do solo, através das fotografias aéreas convencionais. Este fato é extensível também para os elementos não agrícolas do uso da terra pelo homem.

Todavia, é com KELLER (1969) a primeira preocupação de uma sistemática de uso da terra, a níveis regionais e locais, preconizando um número cada vez maior de trabalhos na área. O referido autor chama a atenção de que "embora muitos países tenham estatísticas detalhadas sobre a utilização da terra e sobre a agricultura em geral, somente o registro dos fatos em mapas poderá mostrar as áreas e a distribuição real das diferentes formas de uso do espaço. Isto torna o Inventário Mundial do Uso da Terra fundamental e único". Esclarece todavia, que esses mapas devem conter apenas as informações obtidas nas fotos. Quaisquer informações devem ser colocadas numa "memória explicativa".

SOYER et alii (1970) ao referirem-se sobre o mapeamento temático através da fotointerpretação, evidenciaram as formas pelas quais a fotografia aérea poderia ser explorada, e a qualidade de informações a ser obtida através delas.

Através de fotografias aéreas ANDERSON (1970) realiza estudos onde define grandes usos da terra, para o Atlas Nacional dos Estados Unidos.

Por sua vez, SOUZA COELHO (1971) ressalta a importância do levantamento do uso atual da terra para fins de planejamento e uso racional do solo.

As possibilidades de trabalho são ampliadas, com o avanço da tecnologia e a colocação em órbita de satélites, como o SKYLAB e o programa ERTS, bem como a aplicabilidade dos

recursos de radar para fins civis. Desse modo, não somente o uso de fotografias convencionais, mas também desses novos sensores, quer individualmente, ou associados, são aplicados na coleta de informações dos recursos terrestres.

Num de seus vários estudos, ANDERSON (1971) elaborou um esquema de classificação para o uso do solo, com aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto na Geografia.

Na mesma época, o referido autor, juntamente com HARDY e ROACH (1971) organizaram um sistema de classificação do uso da terra com dados de sensores remotos.

Ellefsen em 1973, citado por LINS JR. (1976) chega à conclusão que mapas genéricos de uso da terra podem ser obtidos de imagens de satélite com precisão variando de 82,7% em se tratando de usos industriais e comerciais, a 97,1% em áreas de irrigação.

JOHNSON e COLEMAN (1973) através dos dados sequenciais do Landsat puderam inventariar algumas culturas, utilizando-se de composição colorida dos canais 4, 5 e 7 do MSS, onde identificaram 4 cores distintas, dentro dos campos agrícolas, que foram associados às condições do cultivo. Concluíram os autores que a condição do campo e a resposta da imagem podem ser associadas.

Por sua vez SEGredo e SALINAS (1973), tendo como área de estudo a Espanha Oriental, desenvolveram uma metodologia para identificação de citrus e campos de arroz, através de imagens Landsat. Essa metodologia consistiu na transferência de informações oriundas de fotografias aéreas e de campo para cartas topográficas.

NOSSEIR (1975) utilizou-se de imagens de radar e de satélite (MSS) para testar a avaliação destes sistemas de sensores na obtenção de informações sobre recursos vegetati

vos naturais.

ANDERSON et alii (1976), em decorrência de exigên
cias de Órgãos governamentais, definem um sistema de classi
ficação de uso da terra e do revestimento do solo para utili
zação de dados de sensores remotos. Os autores procuraram com
patibilizar as diferentes categorias de uso com níveis de
classificação, com que as características dos objetos podem
ser obtidas através das imagens de sensoriamento remoto, em
relação a altitude dos aparelhos e o objeto detectado. Res-
saltam ainda que um dos maiores problemas de aplicação e in
terpretação dos dados de uso da terra é a inconsistência nas
definições das categorias mapeadas. Assim sendo, é mais im-
portante definir com precisão as classes levantadas num ma
peamento, do que adotar um sistema rígido de classificação.
Ainda de acordo com os referidos autores o desenvolvimento
de técnicas de interpretação e de aprimoramento da qualidade
de imagem, interfere na capacidade de detecção dos sistemas
de sensoriamento remoto, possibilitando a coleta de informa
ções em maior detalhe. Também as condições da região de estu
do afetariam a capacidade de detecção dos sistemas sensores,
pois áreas de minifúndios dificultariam a determinação de ní
veis de detalhes, enquanto que isto não ocorreria em áreas de
grandes propriedades, mesmo que um mesmo nível de sensoria-
mento remoto fosse utilizado.

Por outro lado, segundo HORD e BROONER (1976), a a
valiação da precisão de classificação do uso da terra é bas
tante complexa, tanto na definição, quanto na mensuração, is
to porque uma determinada área ao ser classificada pode es
tar sujeita a três diferentes tipos de erro: erro de classi
ficação, erro de limites de classe e erro de localização do
ponto de controle. Segundo os autores, um mapa é uma inter-

pretação gráfica, que pode apresentar uma superfície complexa, e que muitas vezes inclui abstrações, e além do trabalho de campo deve-se aplicar uma estimativa para avaliar a eficiência da classificação empregada.

Por sua vez, LINS JR. (1976) diz que a precisão de um mapa, cujos dados derivam de sensoriamento remoto, é inicialmente afetada por três fatores que são: o sistema de classificação de uso da terra, a habilidade do fotointérprete e o sistema de aquisição da informação. O referido autor utilizando-se de um sistema de amostragem sistemática, testou a precisão de classificação de uso da terra, através de fotografias S190B do Skylab. Para tanto construiu um mapa de uso da terra com fotografias aéreas e trabalho de campo, e o considerou como correto. A comparação entre os dois mapas foi considerado pelo autor como uma boa estimativa da precisão de classificação.

Conforme citação de NOVO (1979), Estes et alii, ao procederem o levantamento do uso da terra no vale de São Joaquim, Califórnia, utilizam um sistema de classificação baseado em níveis, mas não os condiciona ao nível de sensoriamento remoto, como fez Anderson e colaboradores. Assim sendo, num primeiro nível de classificação, os referidos autores determinam a categoria Uso Agrícola de uma maneira genérica, a qual, de acordo com as possibilidades, será subdividida em campos de cultivo e pastagens, que por sua vez poderão ser subdivididos num maior nível de detalhes, podendo-se chegar a determinação de tipos de cultivos e assim sucessivamente. Os autores em questão puderam, utilizando-se de imagens de diversas épocas do ano, analisar as diferenças de assinaturas de determinados usos da terra, de estação para estação. Consideram as informações obtidas nos canais 5 e 7

como as melhores para esse levantamento, salientando, no en tanto, que a capacidade de se identificar as categorias de uso da terra, através de imagens Landsat, depende da resolu ção e qualidade da imagem, da variação sazonal e da localiza ção relativa das categorias de uso da terra.

Por outro lado, segundo citação de HENDERSON (1979), Schwars e Gaydos relatam que o meio físico e cultural tem estabelecido fatores na variação de interpretação do uso do solo regional, quando se utiliza dados de satélite em foto grafias e formas digitais.

Por sua vez, HENDERSON (1979) conclui que a avalia ção da imagem de radar, como dado base para mapeamento de uso da terra em pequena escala, foi positiva quando compara do com os resultados alcançados por Austin (1965) e Anderson (1970). Ainda de acordo com o autor, regiões de uso da ter ra podem ser definidas tanto por sinopses tradicionais, como pelo método de grades celulares de interpretação.

NOVO (1979), utilizando imagens Landsat, identifi cou, para os canais 5 e 7, através de interpretação visual, apoiada na interpretação celular, dez classes de uso da ter ra, com precisão estimada em 71%.

Segundo HAY (1979), num teste de eficiência da qua lidade de mapas oriundos de sensores remotos ocorrem cinco problemas, quais sejam: "em que proporções o total de decisões estão corretas?; em que proporção a "locação" para uma cate goria está correta?; qual proporção da verdadeira categoria está corretamente locada?; é uma categoria super estimada ou sub-estimada?; estão os erros aleatoriamente distribuídos?"

Da mesma forma GINEVAN (1979) enfatiza que, embora a produção de mapas de uso da terra por intermédio de senso res remotos seja relativamente simples, o mesmo deve, além do

controle de campo, sofrer uma avaliação estatística para estimar a precisão de classificação empregada. Salienta ainda o autor, que infelizmente uma especificação estatística para a eficiência destes mapas permanece um problema.

Finalmente, GARCIA (1979), fazendo uso de técnicas de sensoriamento remoto na avaliação do potencial de uso de regiões de cerrado, conseguiu, através do material disponível (fotografias pancromáticas, imagens de radar e de satélite), a elaboração de mapas de uso potencial do solo, dentro de uma precisão adequada. Segundo o autor, a precisão de interpretação foi máxima nos locais de pouca interferência humana, diminuindo a medida que aumentou a intensidade do uso da terra.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Fotografias e Imagens Utilizadas

Para a realização deste estudo utilizou-se de fotografias pancromáticas, imagens de radar e imagens de satélite.

No entender de LUEDER (1959) e SPURR (1960), o conhecimento prévio do material fotográfico empregado, no tocante às técnicas de obtenção e processamento do mesmo, são requisitos necessários para a prática da fotointerpretação.

Por esta razão, é descrito a seguir algumas características do material empregado.

No que concerne às fotografias verticais pancromáticas, estas datam de 1972, sendo oriundas do aerolevantamento do projeto IBC-GERCA, tendo sido realizado pela Terrafoto S.A. Atividades de Aerolevantamento.

Quanto às imagens de radar, em razão da localização da área, foram utilizados dois mosaicos semi-controlados, folhas SF.22-Z-B e SF.22-Z-D, cujas imagens foram obtidas em 1975/76, através de radar GEMS-1000, tipo abertura sintética, para o Projeto RadamBrasil.

Por outro lado, as imagens de satélite utilizadas foram produzidas pelo sistema LANDSAT, originalmente denominado ERTS (Earth Resources Technology Satellite) o qual foi desenvolvido com a finalidade de obter informações da superfície da Terra, para fins de manejo de seus recursos naturais. No presente estudo, tanto para a análise de interpretação, como para a de densitometria, foi utilizada uma imagem Landsat,

obtida através do sistema MSS, nos canais 5, 6 e 7, correspondente à órbita 192, ponto 28, cena 18, tendo sido tomada em 16/07/76 e processada em 13/10/78.

A Figura 1 mostra a distribuição espacial das fotografias pancromáticas, bem como seus respectivos números de referência. Já a figura 2 correlaciona a posição dos materiais usados, em relação à área de estudo, enquanto que no quadro 1, acham-se discriminadas as principais características de cada imagem.

3.1.2. Equipamentos

No que se refere aos equipamentos, utilizou-se de estereoscópios de espelhos, modelo Standard N₂, bem como os de lente, modelo Ts4, ambos fabricados pela Carl Zeiss.

Quanto às leituras densitométricas, estas foram efetuadas por intermédio de um densitômetro de transmissão, marca MACBETH, modelo TD 504, com abertura de 1 mm.

Quando se fez necessário, recorreu-se a lupas de aumento, com ou sem iluminação, como instrumento auxiliar na identificação dos elementos, bem como à mesa de luz, principalmente na interpretação das imagens de satélite em transparência. Utilizou-se ainda de equipamentos simples de desenho, tais como: régua, escalímetro, transferidor e compasso.

3.1.2. Cartas e Mapas

As folhas topográficas que serviram de base cartográfica para o trabalho estão na escala de 1:50.000, e foram editadas em 1973/74 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (Departamento de Cartografia).

FIGURA 1-DISTRIBUIÇÃO DAS FOTOGRAFIAS CONVENCIONAIS NA ÁREA DE ESTUDO .

LEGENDA

- fotografias aéreas
- - - - - imagens de radar
- imagens de satélite

FIGURA 2 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS IMAGENS UTILIZADAS .

QUADRO 1: CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL UTILIZADO

DISCRIMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS		
	Fotografia	Imagem de Radar	Imagem de Satélite
Formato	23 x 23 cm	19 lat x 19.30' long.	19 lat x 19 long
Escala	1:250.000	1:250.000	1:1000 000
			1:500 000
			1:250 000
Área coberta	33 Km ²	± 18.000 Km ²	± 26.500 Km ²
Base	Cópia Fotográfica P/B	Cópia Fotográfica P/B	Transferência P/B
			Cópia Fotográfica P/B
			Cópia Colorida
Resolução espacial	6,25 m	25 m	80 m
Banda espectral	0,4 - 0,7 µm	3,12 cm (Banda X)	0,6 - 0,7 µm (Canal 5)
			0,7 - 0,8 µm (Canal 6)
			0,8 - 1,1 µm (Canal 7)

Para o recobrimento da área de estudo foram necessárias as seguintes folhas: Santa Bárbara do Rio Pardo, Rio Palmital, Cerqueira César, Avaré, Itatinga, Itaí, Jurumirim e Paranapanema (Figura 3).

Foram também consultadas as seguintes cartas e mapas:

- Carta de Solos do Estado de São Paulo, elaborada pela Comissão de Solos do C.N.E.P.A., em 1960, escala 1:50.000.

- Carta de classes de Capacidade de Uso das Terras do Estado de São Paulo, organizada por CHIARINI e DONZELLI, Secretaria da Agricultura, Instituto Agrônômico de Campinas - SP, 1973, escala 1:1.660.000.

- Mapa Geológico do Estado de São Paulo, elaborado pelo Instituto Geográfico Geológico - IGG, 1974, escala 1:1.000.000.

- Mapa Hipsométrico do Estado de São Paulo, elaborado pelo Instituto Geográfico Geológico - IGG, 1943, escala 1:1.000.000.

- Atlas do Estado de São Paulo, organizado por LI BAULT, Instituto de Geografia - USP - s.d.

- Mapas da Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo, elaborados por AB'SABER (1956); ALMEIDA (1964) e MONTEIRO (1968).

3.2. Métodos

3.2.1. Interpretação de fotografias e imagens

A interpretação do material disponível foi baseada no método convencional de interpretação de imagens. Para

FIGURA 3-RELAÇÃO E POSIÇÃO DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS UTILIZADAS NO ESTUDO.

tanto, apoiou-se nos critérios de reconhecimento dos elementos, tais como: tonalidade, textura, forma, padrão, organização espacial, aspectos circunvizinhos, tamanho, sombra, segundo CERON e DINIZ (1966), TRICART et alii (1970), CARRE (1971), ESTES e SIMONETT (1975).

Segundo LUEDER (1959), ao se examinar as fotografias, empregam-se diversas técnicas, que, da mais simples para as mais complexas, tem sido denominadas: fotoidentificação, fotoanálise e fotointerpretação.

Por outro lado, conforme comenta GARCIA (1975), os exames realizados nas fotografias correspondem ao resultado da combinação de raciocínio dedutivo e indutivo, apoiados no princípio de causa e efeito.

Tal como nas fotografias, acredita-se que os exames realizados nas imagens de radar e de satélite, também correspondem a esse procedimento.

Assim, no que se refere à interpretação das fotografias aéreas convencionais em preto e branco, esta realizou-se, na maior parte, por intermédio do estereoscópio de espelhos. Todavia, sempre que necessário, para uma maior precisão de detalhes, ou mesmo para elucidação de dúvidas, recorreu-se ao estereoscópio de lentes, pois este ao permitir maior proximidade com o modelo, auxilia grandemente por ocasião de texturas análogas.

Para interpretar as fotos, foi demarcada a área útil de cada uma e construiu-se o "overlay" no sentido longitudinal do voo, sendo os diferentes elementos separados de acordo com suas características e selecionadas dentro de cada critério.

Já no que se refere à interpretação das imagens de radar optou-se também pelo método convencional, ou seja, a

separação dos elementos de uso da terra através dos critérios de reconhecimento acima citados.

Numa primeira análise, os elementos foram agrupados em grandes categorias de uso do solo e posteriormente subdivididos, sempre que houvesse possibilidades para isso, e o padrão de identificação o permitisse. Os elementos identificados foram também anotados em "overlays".

No caso das imagens de satélite, muito embora se tenha trabalhado também com a interpretação convencional, os elementos foram identificados tanto no canal 5 como no canal 7 e imagem colorida.

Elaborou-se, para tanto, um "overlay" para cada imagem (canal 5 e 7) e posteriormente, elas foram superpostas, dando origem ao produto final.

Quanto à imagem colorida, como ela se encontra na escala 1:500.000, a mesma serviu mais como apoio nas identificações quando ocorreram dúvidas.

Contou-se também no caso da interpretação das imagens de satélite com leituras densitométricas, utilizando-se de imagens de Landsat, transparente P/B, canal 5 e canal 7, na escala 1:1.000.000. Para tanto foi elaborada uma máscara, onde diferentes categorias de uso da terra, com tonalidade e textura bem definidas, foram selecionadas, procurando abranger o maior número possível de casos, dentro da área estudada. Isto feito, procedeu-se a leitura, através de densitômetro de transmissão, dos valores de tonalidade para os vários componentes da cobertura do solo, tanto para as imagens do canal 5, como para as do canal 7.

O densitômetro de transmissão utilizado "lê" a densidade ótica da emulsão fotográfica em diapositivo, sendo basicamente composto de uma fonte de luz e de uma célula foto

elétrica, que regularmente deve ser calibrada com o auxílio de uma tira de calibração, que acompanha o aparelho. Conta também com um seletor de filtros para as cores vermelho, verde, azul e visual. Os três primeiros são normalmente utilizados para imagens coloridas (3 emulsões superpostas). O Filtro visual é também utilizado para fotografias coloridas, lendo neste caso a densidade ótica das três camadas. No entanto, normalmente ele é usado para transparências em preto e branco, como é o caso das imagens de satélite. O densitômetro em questão apresenta também a possibilidade de variar a abertura da base, através de difusores, em número de três (3 aberturas 1, 2 e 3 mm), que podem ser trocados, em função do tamanho do objeto a ser medido na imagem.

Por outro lado, sabe-se que a tonalidade dos objetos está associada à quantidade de sais de prata presente no negativo. Dessa maneira, nas transparências preto e branco, a densidade é medida em termos da quantidade de sais de prata presentes, que por sua vez depende das características de reflexão dos objetos fotografados.

Após a obtenção dos resultados, os elementos foram separados segundo intervalos de densidade ótica.

Além dos resultados das leituras densitométricas trabalhou-se por outro lado com a técnica da Razão Espectral (Ratioing Process), a qual consiste em dividir, para um mesmo alvo, os dados de uma banda espectral pela outra, nas fitas compatíveis com computador. Vários são os autores que se apoiaram nesta técnica, quando utilizaram dados da análise digital, o que pode ser comprovado pela literatura existente.

Para Wiegand (1973), citado por GARCIA (1979), os sinais do MSS gravados em fita são uma mistura de sinais de

solo e vegetação. Desse modo a razão entre o canal 5 e o canal 7 ($5 \div 7$), ou então $5 \div (7 - 5)$, seriam indicadores práticos da cobertura vegetal e densidade de vegetação.

Também BLAIR e BAUNGARDNER (1977) concluíram que melhores resultados foram obtidos quando se empregou a relação $(5 - 7) \div (5 + 7)$.

Por sua vez GARCIA e MINTZER (1979) concluíram que variando um pouco a técnica, a qual consiste em se dividir para um mesmo alvo as densidades óticas a partir de imagens nos canais 5 e 7, obtem-se resultados satisfatórios utilizando-se transparências, no lugar de fitas compatíveis com computador.

Finalmente, foi elaborada uma tabela com os resultados obtidos, onde os limites de cada categoria foram classificados, através do cálculo de média e desvio padrão, segundo GOMES (1970).

Por outro lado, tendo por base os critérios de reconhecimento, organizou-se uma ficha de identificação dos elementos de uso da terra, onde as características de cada classe mapeada foram descritas conforme CERON e DINIZ (1966), TRICART et alii (1970), AVERY (1977) e NOVO (1979).

Preliminarmente procurou-se separar o maior número possível de unidades do uso do solo, e posteriormente ao trabalho de campo, foi realizado um reagrupamento das unidades semelhantes, mas que por um ou outro critério se diferenciavam da unidade pré-estabelecida.

Isto feito, elaborou-se, para cada uma das imagens um quadro onde as diferentes categorias de uso da terra foram relacionadas, apoiadas nos elementos de reconhecimento. Posteriormente, este resultado foi reunido, possibilitando a construção de um quadro sinótico, onde os elementos estão apresentados.

Os resultados obtidos com as análises estão descritos no capítulo 5.

3.2.2. Trabalho de campo

A pesquisa de campo foi realizada com o intuito de um contacto com a área, bem como o levantamento de dados que permitissem uma análise mais real da mesma.

Consequentemente, a pesquisa de campo ocorreu em duas fases distintas.

De início foi realizada a aplicação de um questionário (1973) onde se procurou obter informações da maneira como o solo do município de Avaré era utilizado. Desse modo, essas informações procuraram abranger aspectos ligados à estrutura fundiária, ao tipo de posse da terra, a mão-de-obra que a trabalha, além de aspectos ligados à economia do município (dados agro-pecuários). Estes dados serviram para caracterizar a área, e estão expostos no Capítulo 4.

Posteriormente, quando do início dos trabalhos de interpretação das imagens, foi necessário a obtenção de dados que servissem como verdade terrestre para a análise. Para tanto realizou-se diversas idas ao campo, a fim de que se pudesse obter, através de observações, os dados necessários.

Dois aspectos nortearam as observações de campo:

- a diferença da época de obtenção das imagens (1976) em relação às fotografias aéreas (1972), pois era necessário verificar se esta diferença influenciaria a análise;

- a determinação de chaves de interpretação, pela necessidade de se ter uma noção mais precisa dos elementos de reconhecimento, afim de que pudessem ser estabelecidos padrões de identificação.

Essas observações tiveram pois, por objetivo, solucionar tanto as dúvidas surgidas durante a interpretação das imagens, como também confirmar o trabalho de gabinete.

3.2.3. Construção dos Cartogramas

A elaboração dos cartogramas através dos dados obtidos nas diferentes imagens foi realizada por intermédio de "overlays".

Para as fotografias foi demarcada a área útil, no sentido longitudinal, sendo que o trabalho de foto-análise se desenvolveu, em cada fotografia, somente nesta área. Com isso os "overlays" foram feitos no sentido da faixa de voo.

Assim sendo, para cada faixa de voo resultou um "overlay". Como a cobertura aérea total do município compreende 14 faixas de voo, de tamanho variável, tivemos também 14 "overlays". Estes "overlays" na escala original das fotografias convencionais, 1:25.000, foram posteriormente reduzidos para a escala 1:50.000.

Utilizando-se as folhas topográficas do IBGE, na escala 1:50.000, construiu-se a base cartográfica, em poliéster, e em seguida foi montado o cartograma do uso do solo, transportando as informações dos "overlays" para a base cartográfica, procurando-se suprir as distorções existentes. Para fins de orientação delineou-se na base cartográfica a rede de drenagem e o sistema viário. O produto final foi posteriormente reduzido para a escala de 1:100.000.

Quanto à imagem de radar, após a construção do "overlay", as informações obtidas foram transportadas para poliéster, sendo que o produto final permaneceu na escala original, ou seja, 1:250.000.

Também as informações obtidas nas imagens MSS de Landsat, através dos "overlays" do canal 5 e canal 7, foram transpostas para o poliéster, sendo que o cartograma construído permaneceu na escala original das imagens - 1:250.000.

Na elaboração da legenda a cores para o mapa de Uso da terra, baseou-se nas indicações da U.G.I. (KELLER, 1969) e ANDERSON (1976), procurando-se, todavia, fazer adaptações quando houve necessidade.

3.2.4. Comparação e Análise dos resultados

O resultado obtido através dos diferentes materiais empregados no estudo foram comparados entre si, para se precisar o nível de informações obtidos em cada um deles, e, conseqüentemente, o nível de detalhes que se obtém para cada uma das imagens utilizadas.

Para a estimativa da precisão de classificação utilizou-se de metodologia semelhante à usada por LINS JR. (1976), HENDERSON (1979) e NOVO (1979), e nesse sentido foi elaborada uma grade, sendo o centro da quadrícula demarcado por um ponto (Fig. 4). Considerou-se como uso da terra em cada célula, o que estivesse sob o ponto.

A fim de se determinar o tamanho da célula utilizada, levou-se em consideração a escala do material (fotografias e imagens), variando-se proporcionalmente o tamanho da mesma, mas analisando-se uma mesma área, 25 ha. Para tanto, o tamanho de cada célula correspondeu a 500 m x 500 m.

Isto posto, escolheu-se as áreas onde foram superpostos os templateos quadriculados, procurando-se fixar um detalhe, bastante visível nas três imagens, a fim de que um mesmo alvo fosse analisado por este processo. No total foram sete áreas de amostragem, analisando-se 136 quadrículas na

área nº 1, e 144 nas demais, totalizando portanto 1000 células, cuja localização em relação à área de estudo pode ser visualizada na Figura 4.

Após a obtenção dos dados utilizou-se de análise estatística para verificar o grau de "eficiência" de cada imagem. Para tanto aplicou-se um teste binominal para determinar se a "eficiência" dos mapas obtidos correspondia ao valor aconselhado (85%). Em seguida aplicou-se um teste de sinal para verificar a "eficiência" dos mapas oriundos da análise das imagens de radar e de satélite em relação ao obtido através de fotografias aéreas. Com isto determinou-se o nível mínimo de significância, a partir do qual a amostra poderia ser considerada eficiente.

Realizou-se também uma análise de variância e o teste F para testar se existe uma diferença significativa entre as amostras. Posteriormente foi aplicado o teste de Tuckey para observar a amplitude de contraste entre as mesmas.

A análise estatística realizada está baseada em GOMES (1978) e CAMPOS (1979) e os resultados analisados poderão ser melhor observados no Capítulo 5.

FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM E TEMPLETO UTILIZADO.

4. APRESENTAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA

A área escolhida para estudo, o município de Avaré, abrange 1.205 km², situando-se no centro-sul do Estado de São Paulo, aproximadamente entre 22º50' a 23º15' de latitude sul e 48º45' a 49º05' de longitude oeste, pertencendo à 4a. Região Administrativa do Estado - Sorocaba (Fig. 5).

Segundo AB'SABER (1954), ALMEIDA (1964) e MONTEIRO (1968) a área pertence a duas regiões morfológicas do Estado, ou seja, a Depressão Periférica Paulista e o Planalto Ocidental. Ao que tudo indica se está diante de uma zona de contacto, e conseqüentemente, ocorrem áreas de transição.

De acordo com ALMEIDA (1964), o relevo atual da área foi sendo esculpido em terrenos geológicos que datam do Triássico e do Cretáceo Superior, sendo representados pela série São Bento (Formações: Serra Geral, Botucatu e Pirambóia) e Grupo Bauru, em climas alternadamente áridos e úmidos (Fig. 6).

No que concerne a Depressão Periférica Paulista esta apresenta-se como uma área deprimida entre o Planalto cristalino a leste, e o Planalto Arenítico Basáltico a oeste. Trata-se de uma zona de circundesnudação, onde se desenvolveram formas em decorrência dos divisores de água (AB'SABER, 1969). Ainda segundo o autor, na área do médio Paranapanema a Depressão Periférica Paulista "apresenta sutis modificações topográficas, morfológicas e paisagísticas", em relação à parte central e norte desta província.

Quanto ao Planalto Ocidental, trata-se de uma área com bordas elevadas e muito festonadas, em decorrência ao pequeno mergulho regional das camadas em direção NO, grande espessura dos sedimentos, resistência oferecida pelas camadas

FIGURA 5- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .

FIGURA 6 - MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE AVARÉ .

LEGENDA

basálticas, e ao entalhe dos cursos d'água, que em cursos subsequentes buscam o rio Paraná (ALMEIDA, 1964 e MONTEIRO, 1968).

Com isso as altitudes dos terrenos variam de 600 a 800 m, como pode ser observado no cartograma hipsométrico da área (Fig. 7), e o relevo encontra-se portanto compartimentado, sendo que as maiores altitudes estão no centro-leste (Serra de Botucatu), declinando-se para o Norte, Oeste e Sul do município.

Também em decorrência desta morfologia, os cursos d'água que se foram instalando, subordinaram-se à estrutura monoclinal, e portanto nas áreas morfológicas do Estado, onde há predomínio desta estrutura, ocorrem rios que, através de cursos subsequentes dirigem-se para o rio Paraná (ALMEIDA, 1964). Ainda de acordo com o referido autor, entre os rios subsequentes tributários do Paraná temos o Paranapanema, que ordena a rede hidrográfica da área abrangida pelo município de Avaré. Os tributários do Paranapanema, por sua vez, apresentam-se mais ou menos paralelos uns, e perpendiculares e subsequentes outros, pois se estabeleceram posteriormente, estando seus traçados subordinados à presença de camadas menos resistentes ou em virtude das linhas de diaclases e falhas. Entre os principais afluentes do Paranapanema podemos citar os rios Novo, Pardo e os ribeirões Santo Inácio, Pedra Preta, São João do Pinhal e Santa Bárbara.

Em assim sendo, em decorrência da ação erosiva sobre o substrato geológico, os solos da área são originários do arenito Botucatu, Pirambóia e Bauru, bem como de rochas basálticas.

De acordo com QUEIROZ NETO (1968), na área da Depressão Periférica, área de "cuestas" e Planalto Ocidental, os solos desenvolveram-se sobre rochas de textura mais grosseira, apresentando ora cimento calcário, ora argiloso, além de

FIGURA 7 - MAPA HIPSO MÉTRICO DO MUNICÍPIO DE AVARÉ .

LEGENDA

lentes de calcário e conglomerados. Ainda segundo o autor "os solos mais comuns, latossolos e podzólicos vermelho-amarelo, apresentam variações locais em função da qualidade do material original; nos vales e várzeas, indiferentemente à localização, aparecem solos hidromórficos e aluviais, e nas encostas mais abruptas, principalmente na linha de "cuestas" ou bordas dos chapadões do oeste aparecem litossolos".

Segundo a Comissão de Solos (1960) (Fig. 8), na área do município a maior ocorrência são de Latossolos Vermelho Amarelo - fase arenosa, seguidos do Latossol Roxo, Regossol "intergrade" para Podzólicos Vermelho Amarelo agrupamentos indiscriminados, e solos Hidromórficos.

Estes solos apresentam um pH que varia de 4,8 a 6,9, com baixa à alta fertilidade e pequenos a altos índices de erosão laminar em seus sulcos (SETZER, 1954; CHIARINI et alii, 1974).

De acordo com a classificação para a Capacidade de Uso do Solo, de CHIARINI et alii (1973, 1974), esses solos estariam, segundo o grau de fertilidade e topografia apresentada, nas classes III, III-IV, VIII, e na sub-classe VI f (Fig. 9).

Segundo AUDI (1970) e CHIARINI et alii (1974), os solos agrupados nestas classes de capacidade de uso estariam nas categorias A, B e C. Na categoria A, as classes III e III-IV apresentam-se com problemas complexos e sérios de conservação abrangendo tanto as terras próprias para cultivo como as pastagens e florestas. Em relação à categoria B, a sub-classe VI f apresenta-se com problemas simples de conservação, mas segundo AUDI, inadequadas aos cultivos e para CHIARINI são agricultáveis apenas em casos especiais de algumas culturas perenes; sendo no geral adaptadas (para ambos

FIGURA 8 - MAPA PEDOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE AVARÉ

FONTE: Comissão de solos do C.N.E.P.A., I. 960.

FIGURA 9 - MAPA DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DO MUNICÍPIO DE AVARÉ .

ESCALA
5,4 0 5,4 10,8 16,2 km

LEGENDA

- Classes I-II-III .
- Classes III-IV .
- Classe VIII .
- Classe VI f .
- Classe VII p .
- Classe VII f .
- Represa Jurumirim .

FONTE: Chiarini e Danzeli . 1975

os autores) para pastagens e reflorestamentos. Quanto à categoria C, a qual enquadra a classe VIII, as terras são consideradas impróprias para vegetação produtiva, devendo ser destinadas para a proteção da fauna silvestre, recreação ou armazenamento de água.

Climaticamente, a área encontra-se, segundo a classificação de Koppen, no tipo Cwa (clima úmido quente, com inverno seco), apresentando temperaturas médias de 22°C para o mês mais quente, e 18°C para o mês mais frio. De acordo com a classificação de Straller predomina na área um clima tropical alternadamente úmido e seco, e clima subtropical dominado largamente por massa tropical marítima (MONTEIRO, 1964). A pluviosidade varia de 1100 a 1300 mm (totais anuais), sendo que o período de menor pluviosidade ocorre nos meses de abril a setembro, e o de maior pluviosidade nos meses de outubro a março (SCHRÖDER, 1956). Pelos totais de precipitação e pelo balanço hídrico de Thorntwaite, a área não apresenta deficiência hídrica (CAMARGO, 1963).

Quanto à vegetação natural primitiva, segundo ROMARIZ (1968), TROPPEMAIR (1969) e BORGONOVÍ e CHIARINI (1968), esta seria constituída por floresta latifoliada tropical ou mata, campos cerrados e campos limpos, e que gradativamente foram cedendo lugar para as lavouras permanentes, temporárias, ou mesmo pastagens.

É pois neste anfiteatro natural que o homem se instala na região. Segundo Monbeig (1946) o povoamento da região de Avaré iniciou-se com a marcha do café, em direção oeste do Estado de São Paulo e norte do Paraná. De acordo com Pires (1976), o fator determinante do povoamento da região seria a posse de terras férteis localizadas às margens do rio "Abaré", na década de 1840, por agricultores de origem mineira,

vindos da freguesia de Botucatu. A conquista do "sertão" deu após lutas com os índios Caiuás, sendo este desbravado e dividido entre os exploradores.

O povoado foi se desenvolvendo e hoje a população total do município conta com 46.898 habitantes (1980), sendo 41.071 na área urbana e 5.827 na zona rural. A evolução da população no município pode ser melhor visualizada no Quadro 2 e Fig 10.

No tocante às condições de exploração dos estabelecimentos rurais pode-se verificar no Quadro 3 que há o predomínio de estabelecimentos próprios, seguidos pelos explorados sob a forma de arrendamento, parceria e condomínio.

Referente ao tamanho dos estabelecimentos, segundo dados do INCRA (1972), os mesmos variam de 1 ha a 9000 ha. A origem da posse (Quadro 3) é bastante diversificada, tendo os mesmos sido adquiridos por compra, herança, permuta, ou ainda por compromisso de compra e venda, ou outro meio.

Verifica-se, por outro lado, que 61,76% dos declarantes não possuem outro estabelecimento, contra 38,24% que sim, e que 58,82% não exercem outra atividade, em relação a 41,18% que o fazem (Quadro 3). Observa-se com isso que mais da metade dos proprietários de estabelecimentos rurais no município de Avaré, possuem um único estabelecimento e vivem das rendas que os mesmos proporcionam.

Em relação à mão-de-obra ocupada nos estabelecimentos (Quadro 4), nota-se que a mesma provém, na maior parte, da própria família, seguida dos assalariados temporários e os permanentes. Os parceiros e arrendatários constituem minoria. Assim sendo, verifica-se pelos dados obtidos, que no município, o trabalho assalariado contribui com 63,21% da mão-de-obra. Pelas entrevistas realizadas pode-se apurar que na maior parte esses trabalhadores são provenientes da cidade

QUADRO 2: POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO

ANO	TOTAL	URBANA		RURAL	
		TOTAL	%	TOTAL	%
1940	29.078	10.832	37,25	18.246	62,75
1950	27.478	12.508	45,52	14.970	54,48
1960	36.689	21.120	57,56	15.569	42,43
1970	37.839	29.878	78,96	7.961	21,04
1980	46.898	41.071	87,58	5.827	12,42

Fonte: IBGE

FIGURA 10-EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO NO MUNICÍPIO DE AVARE' .

QUADRO 3: CONDIÇÃO DE EXPLORAÇÃO DOS ESTABELECIMENTOS

Estabelec. (ha)	Propriedade			Natureza de Posse					Outra Atividade		Outro Estabelecimento		
	Próprio	Condom.	Arrend.	Parcer.	Compra	Herança	Permuta	Comissão Compra- -venda	Outra	Sim	Não	Sim	Não
Menos de 5	9				5	4				5	4	3	6
5 - 10	3				3					2	1	1	2
10 - 20	17		1		16	2				7	10	2	15
20 -- 50	26	1			21	5	1		1	12	15	10	17
50 - 100	25		1	2	21	8	1			9	17	8	18
100 - 200	13	1		1	12	6	1			8	7	5	10
200 - 500	22	1	5	1	18	8		2	1	8	17	15	10
500 e mais	12	1		1	10	6	2			5	9	8	6
TOTAL	127	4	7	5	106	39	5	2	2	56	80	52	84
%	89	3	5	3	69	25	4	1	1	41	59	38	62

FONTE: Questionários Aplicados.

ANO: 1973.

QUADRO 4: MÃO-DE-OBRA OCUPADA (Nº DE PESSOAS/ESTABELECIMENTO)

Estabelec. (ha)	Familiar	Assalariado Permanente	Assalariado Temporário	Parceria	Arrendatár.
Menos de 5	6				
5 - 10	1	4	15		
10 - 20	25	7		11	
20 - 50	22	11	43	9	
50 - 100	25	24	50		
100 - 200	18	29	36	3	5
200 - 500	176	175	91	5	14
500 e mais	243	222	276	8	1
TOTAL	516	472	511	36	20
%	33	30	33	3	1

FONTE: Questionários aplicados.

ANO: 1973.

de Avaré ou da própria região, não deixando todavia de haver casos em que a mão-de-obra provém do próprio estabelecimento.

No que se refere ao uso da terra, o solo avarense é utilizado em 21,75% através de trabalhos agrícolas, e que praticamente dividem o município em dois setores pecuaristas, pois se desenvolvem no sentido leste-oeste. Tal fato é explicado pela existência de solos de boa fertilidade. Do total das terras agrícolas 7,63% pertencem às lavouras permanentes, 13,39% às lavouras temporárias e 0,73% às lavouras semi-permanentes (Quadro 5).

Segundo informações obtidas junto à Casa da Agricultura, as lavouras são realizadas em grande parte, segundo práticas extensivas, muito embora também haja lavouras realizadas com técnicas mais aprimoradas. De acordo com os técnicos da área, isto decorre de um lado pelo pequeno capital que o agricultor dispõe, e de outro, devido aos baixos preços que os produtos alcançam durante a safra.

Pôde-se apurar nas entrevistas, que, como cultivos permanentes sobressaem o café, a banana, que são realizados com fins comerciais, e a fruticultura cujo objetivo de cultivo é o consumo próprio (Quadro 6). Quanto à lavoura semi-permanente, aparece a cana de açúcar cujo principal objetivo é o consumo (Quadro 6).

Já as lavouras temporárias, apurou-se nas entrevistas, que as mesmas são realizadas no município, quer em rotação de culturas, quer agregadas às lavouras permanentes. Pode-se verificar que os cultivos mais destacados são: milho, arroz, feijão, algodão, mandioca e soja. A maior parte da produção destina-se ao consumo próprio, sendo o excedente comercializável (Quadro 6).

A pecuária no município sempre foi uma constante.

QUADRO 5: UTILIZAÇÃO DAS TERRAS NO MUNICÍPIO DE AVARÉ (ÁREA EM Ha)

Estabelec. (ha)	Lavoura permanente	Lavoura se mi-perman.	Lavoura Temporária	Pastagem natural	Pastagem artificial	Matas	Reflosres tamento	Terras inaptas	Outras
Menos de 5			9,75						
5 - 10	5,81			7,20		0,60		0,60	9,00
10 - 20	49,92		35,53	49,10	26,20	2,00	1,00	17,30	1,94
20 - 50	226,52	1,20	104,07	220,37	151,12	9,40	6,80	2,20	29,59
50 - 100	152,56	42,10	139,64	480,55	524,53	91,42	11,90	23,21	7,81
100 - 200	81,20	12,10	413,12	863,66	481,82	26,50	3,00	13,50	20,10
200 - 500	1071,24	76,12	918,40	2040,94	2909,41	325,60	214,96	230,42	59,00
500 e mais	1024,40	118,22	2962,12	9738,98	5096,60	1017,30	529,82	162,18	1375,10
TOTAL	2611,65	249,74	4582,63	13400,80	9189,68	1472,82	767,48	449,41	1502,54
%	7,63	0,73	13,39	39,15	26,85	4,30	2,25	1,31	4,39

FONTE: Questionários aplicados.

ANO: 1973.

QUADRO 6: FINALIDADE DA PRODUÇÃO (Nº DE ESTABELECIMENTOS)

	Lavoura Perma- nente		Lavoura Tempo- rária		Pecuária									
					Bovinos					Suínos			Aves	
	Consumo	Venda	Consumo	Venda	Cria	Reprodu- ção	Leite	Mista	Consumo	Venda	Consumo Venda	Consumo	Venda	Consumo Venda
Menos de 5			1	1										
5 - - 10	2		1											
10 - 20	1	4	4	4	3	1	3	1	3			4	2	
20 - 50	13	4	11	5	11	2	5	6	1	4		1	3	
50 - 100	4	7	15	7	15	7	11	2	6			4	2	1
100 - 200	2	4	9	9	9	4	5	5	4			4		
200 - 500	11	1	10	11	26	12	17		2	1	2	7		
500 e mais	6	1	5	5	13	8	9	4	1	1			1	
TOTAL	39	21	56	42	77	34	50	18	17	6	2	20	8	1
%	65	35	57	43	43	19	28	10	68	24	8	69	28	13

FONTE: Questionários aplicados.

Ano: 1973.

Esse fato pode ter sua explicação ligada à cobertura do solo, pois numa simples análise das cartas topográficas, bem como dos cartogramas de uso da terra, constata-se as grandes áreas cobertas com pastagens, que perfazem 66,0% da área total do município, sendo que 39,15% são pastos naturais e 26,85% são artificiais (Quadro 5).

As pastagens naturais correspondem aos campos naturais e cerrados, distribuídos tanto ao norte como no sul do município. Correspondem às terras de média a baixa fertilidade e sua produtividade não é das melhores. No geral comportam de 2 a 3 cabeças no período das águas e 1 a 2 cabeças no da seca.

Quanto aos pastos formados apresentam uma melhor produtividade, comportando em média, 5 a 10 cabeças no período das águas e 3 a 6 na seca. As gramíneas mais comumente utilizadas nas pastagens plantadas são o napiê, gordura, pangola, jaraguã, colonião, etc.

No que se refere à pecuária, apurou-se nas entrevistas, que os rebanhos mais expressivos são as aves e os bovinos, sendo a criação realizada na maior parte para corte, leite, ovos e tração animal (Quadros 6 e 7).

Em relação às áreas ocupadas com matas, no município estas correspondem a 4,30%, sendo em sua quase totalidade matas galerias ou reservas florestais (Quadro 5). Segundo alguns autores, as matas no município são os resíduos da antiga floresta latifoliada tropical, que cobria a área e que hoje representa uma vegetação secundária. Quando há alguma derrubada, a madeira é usada dentro do próprio estabelecimento, principalmente no reparo de cerca e currais, bem como a construção de novos. No mais, as matas constituem reservas cuja manutenção é obrigatória.

QUADRO 7 : REBANHOS EXISTENTES NO MUNICÍPIO (NÚMERO DE CABEÇAS)

Estabelecim.	Bovinos	Equinos	Caprinos	Ovinos	Suínos	Muare	Asininos	Aves
Menos de 5						2		
5 - 10								
10 - 20	119	8	10	24	27	4		10875
20 - 50	519	16	10	50	125	10		24400
50 - 100	791	22		52	98	51	4	25292
100 - 200	1053	23	10	6	59	19	4	120
200 - 500	5459	139	28	60	170	463	58	580
500 e mais	10854	382	50	470	130	66		200
TOTAL	18795	590	108	662	609	615	66	61468
%	22,67	0,71	0,13	0,80	0,73	0,74	0,08	74,14

FONTE: Questionários Aplicados.

Ano: 1973.

O reflorestamento é outra modalidade de uso da terra no município, e que vem sendo intensificado. As terras aproveitadas são geralmente áreas de cerrado, e as principais espécies são os eucalíptos e o pinus elliotti. Tanto um como o outro tem demonstrado boa produtividade, e o pinus, devido a sua ótima aclimação, vem sendo cultivado em alguns estabelecimentos, com a finalidade de produção de mudas, que são comercializáveis com municípios vizinhos, e outras localidades do Estado, bem como com outros estados. A área atualmente corresponde a 2,25% e sua tendência é aumentar (Quadro 5).

Quanto às terras inaptas aos trabalhos agropecuários, estas correspondem a 1,31% (Quadro 5) e apresentam uma certa tendência em decrescer.

Finalizando, apurou-se também, através de entrevista com os responsáveis pelos estabelecimentos, que a maior porcentagem (40,15%) das mesmas têm como atividade econômica predominante a agropecuária, seguida de estabelecimentos que se dedicam apenas à pecuária ou agricultura (Quadro 8).

Pode-se notar portanto, pelo que foi exposto neste Capítulo, que o solo no município de Avaré é utilizado principalmente em atividades agrícolas e pecuárias. Isto possivelmente esteja ligado aos fatores físicos que atuam na área, bem como a situação da mesma em relação aos centros de consumo.

QUADRO 8 - ATIVIDADE ECONÔMICA PREDOMINANTE NOS ESTABELECIMENTOS

Estabelecimento (ha)	Agricultura	Pecuária	Agro-Pecuária	Agricultura	Reflorestamento	Outras
Menos de 5	3				1	5
5 - 10	3					
10 - 20	11	5		1		
20 - 50	7	8	8	1	1	
50 - 100	5	9	9	1		
100 - 200	3	7	5			
200 - 500		5	20			
500 e mais		3	11			
TOTAL	32	37	53	3	2	5
%	24	28	40	2	2	4

FONTE: Questionários Aplicados.

Ano: 1973.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se proceder a análise do material escolhido para a área de estudo, num primeiro momento estabeleceu-se o sistema de classificação, apoiando-se para tanto, nos estudos realizados por vários autores. Assim sendo, o presente trabalho teve por base os sistemas propostos pela U.G.I. (1952), KELLER (1969) e ANDERSON (1971), expostos nos quadros 9, 10 e 11.

Numa análise das três classificações propostas, pode-se perceber que as mesmas levam em conta tanto o revestimento natural do solo, como o trabalho realizado pelo homem. Dessa maneira, observa-se que as classificações são divididas em três grupos distintos: o local de moradia; o solo cultivado; as áreas não atingidas pela ação antrópica.

A diferença encontrada nas três classificações propostas é com relação ao elemento água, o qual não é considerado na classificação da U.G.I. No restante, os vários elementos do uso da terra são classificados, quer distintamente, quer associados. Por esta razão são apresentadas nove categorias tanto pela U.G.I., como por Anderson e cinco categorias por Keller.

Em razão disso, estabeleceu-se uma associação entre os três sistemas, optando-se inicialmente por níveis de classificação mais generalizados, mas que possibilitassem a subdivisão, quanto à escala e o nível de informação para cada sensor. Assim sendo, determinou-se a partir de um nível genérico (I), os níveis de detalhamento que se pode alcançar através de um sistema de classificação. Propõem-se, portanto, para a área cinco níveis de classificação, à medida que

QUADRO 9: CLASSIFICAÇÃO DE UTILIZAÇÃO DA TERRA DA UNIÃO GEO-
GRÁFICA INTERNACIONAL (1952).

1. Estabelecimentos humanos e áreas associadas não agrícolas
 2. Horticultura
 3. Culturas arbóreas e outras culturas perenes
 4. Cultivos anuais
 - a. cultivos contínuos ou de rotação
 - b. rotação de terras
 5. Pastagens permanentes plantadas ou naturais melhoradas
 6. Pastagens naturais não melhoradas
 7. Florestas
 - a. densa
 - b. aberta
 - c. "scrub"
 - d. florestas paludosas
 - e. florestas com cultivo subsidiário
 8. Áreas pantanosas
 9. Terras improdutivas
-

QUADRO 10: Classificação de Utilização da Terra identificadas na escala de 1:25.000 (KELLER, 1969).

A. Utilização não agrícola	1. áreas residenciais	
	2. áreas industriais e de mineração	
	3. áreas comerciais	
	4. instalações ligadas a transportes e comunicações	
	5. áreas de utilidade pública	
	6. áreas de recreação	
	7. áreas de serviço	
	8. áreas de serviços agrícolas	
B. Terras Agrícolas	1. horticultura	
	2. culturas permanentes ou perenes	a. culturas semi-permanentes
	3. culturas anuais	a. com cultura contínua
		b. cultura com rotação fixa ou variável sem pousio
		c. cultura com rotação fixa ou variável com pousio
		d. rotação de culturas e pastagens
		e. rotação de terras
	4. pastagens	a. pastos naturais e semi-naturais
		b. pastos artificiais.
C. Florestas	1. florestas não exploradas	
	2. florestas exploradas	
	3. áreas reflorestadas	
D. Águas	1. águas correntes naturais e artificiais	
	2. reservatórios naturais e artificiais	
E. Terras Improdutivas	1. áreas improdutivas naturais	
	2. áreas improdutivas artificiais.	

QUADRO 11: SISTEMA DE USO DA TERRA E REVESTIMENTO DO SOLO PARA UTI
LIZAÇÃO COM DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO (ANDERSON,1970)

NIVEL I	NIVEL II
1. Terra Urbana Construída	11. Residencial 12. Comercial e Serviços 13. Industrial 14. Transporte, Comunicações e Utilidades 15. Complexos Industriais e Comerciais 16. Terra Urbana ou Construída Mista 17. Terra Urbana Diversas ou Construída
2. Terra Agrícola	21. Terra de Cultura e Pastagem 22. Pomares, Bosques, Vinhedos, Viveiros e Áreas de Horticultura Ornamental 23. Atividades de Criação Confinada 24. Outros tipos de Terra Agrícola
3. Pastagens	31. Pastagem Herbácea 32. Pastagem com Arbusto e Carrasco 33. Pastagem Mista
4. Terra Florestal	41. Terra de Floresta Decídua 42. Terra de Floresta Sempre verde 43. Terra de Floresta Mista
5. Água	51. Cursos d'água e Canais 52. Lagos 53. Reservatórios 54. Baías e Estuários
6. Terra Úmida	61. Terra Úmida Florestada 62. Terra Úmida Não Florestada
7. Terra Árida	71. Planícies Salgadas, Secas 72. Praias 73. Outras áreas de Areia que não Praias 74. Rocha Nua Exposta 75. Minas a céu-aberto, Pedreiras e Minas de Cascalho 76. Áreas de transição 77. Terra Árida Mista
8. Tundra	81. Tundra de Arbustos e Macega 82. Tundra Herbácea 83. Tundra de Solo Nú 84. Tundra Úmida 85. Tundra Mista
9. Neve ou Gelo Perene	91. Campos de Neve Perene 92. Geleiras

a escala do material básico utilizado.o permite. As referidas categorias podem ser vizualizadas no quadro 12.

Determinado o nível de classificação, passou-se a analisar os elementos componentes do uso do solo para cada imagem. Os resultados obtidos foram esquematizados, procurando-se explicitar as características de cada categoria, apoiando-se não só em informações de campo, mas também nas características dos vários elementos, de acordo com os critêrios de identificação adotados.

Partindo pois, dessas observações, as categorias de uso do solo foram analisados individualmente para cada sensor, sendo que as informações obtidas foram em seguida reunidas e estão expostas no quadro 13, o qual é analisado com maior detalhe no próximo item deste capítulo.

Cumprе ressaltar, no entanto, que, pelo fato da interpretação visual se revestir de um caráter mais subjetivo, procurou-se ao analisar os elementos de uso da terra, basear-se nos fatores de reconhecimento que melhor definissem o objeto analisado. Assim sendo, em algumas classes de uso, a textura, por ser dos elementos de reconhecimento o mais subjetivo, nem sempre serviu de parâmetro de observação. Nesses casos não foram estabelecidos modelos de identificação bãseados nela, como por exemplo, os cultivos anuais, solos nus, etc.

Outro fato que parece necessário ressaltar também, é que, como salientam CERON e DINIZ (1966), quando se faz a análise de um elemento, um dos fatores de reconhecimento se sobressai em relação aos demais. Desse modo, principalmente em relação às imagens de radar e de satélite, a tonalidade na maior parte das vezes foi o elemento de identificação decisivo para a catalogação do uso da terra, numa ou noutra catego

ria. Sempre que possível, todavia, procurou-se utilizar os elementos de identificação associados.

Por outro lado, como ressaltam GARCIA e MARCHETTI (1978), quando os elementos de identificação do padrão, em virtude da escala, se tornam muito pequenos, passam a constituir uma textura fotográfica. Em virtude deste fato, este elemento de reconhecimento deixa de ser um fator de identificação nas análises feitas para o radar e satélite. Ele só foi considerado, quando a probabilidade de acerto da análise girou ao redor de 75%. Este índice de acerto foi estabelecido por se julgar um limite estatístico razoável ($50 + 25$) muito embora ANDERSON (1976) recomende que o índice de acerto da classificação seja da ordem de 85 a 90%.

Após o estabelecimento dos critérios de identificação, elaborou-se as chaves de reconhecimento. As chaves utilizadas foram do tipo seletivo, e procurou-se aplicá-las tanto na análise das fotografias pancromáticas, como para as imagens de radar e de satélite.

5.1. Determinação de classes de uso da terra através da interpretação convencional.

Antes de se passar para a análise dos resultados, obtidos com as diferentes imagens, necessário se faz uma explicação a respeito dos resultados contidos no quadro 12.

Optou-se, como já dito anteriormente, pela associação dos vários sistemas de classificação apresentados nos quadros 9, 10 e 11. Em assim sendo, num primeiro nível de classificação decidiu-se pelas classes genéricas de: solo urbano ou construído, solo de cultura e pastagem, solo flores

tal, terras úmidas, sistema viário e água. A partir deste nível, foram-se diversificando dentro de cada categoria, os componentes do uso da terra, à medida que a caracterização dos elementos permitisse. Desse modo, exemplificando, temos para solo urbano e construído:

Nível I - solo urbano e construído

Nível II - residencial e comercial

Nível III - quarteirões em grupo

Nível IV - quarteirões individuais

áreas de lazer

edifícios rurais

Nível V - edifícios residenciais

edifícios industriais

currais e galpões

silos.

Pode-se, portanto, perceber que a discriminação dos elementos ocorre à medida que a resolução espacial da imagem o permite. As demais categorias de uso propostas para este estudo podem ser observadas no quadro 12. Não se deve esquecer, todavia, que se trata de um estudo de caso, e a aplicabilidade deste sistema de classificação proposto, para outras áreas deve sofrer evidentemente, em suas especificações nos diferentes níveis, influências locais e regionais. Mas, acredita-se que o primeiro nível genérico possa ser aplicado sem restrições.

Outra explicação necessária é a respeito da legenda utilizada nos três cartogramas. Para sua constituição levou-se em consideração as indicações propostas pela U.G.I. (1949) e ANDERSON (1976).

Seguindo essa orientação, determinou-se para as diversas categorias de uso da terra uma cor padrão, a qual pu

QUADRO 12: SISTEMAS DE USO DA TERRA ATRAVÉS DA ANÁLISE DE FOTOGRAFIAS PANCROMÁTICAS, IMAGENS DE RADAR E IMAGENS DE SATÉLITE, PARA O MUNICÍPIO DE AVARÉ. (*)

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	NIVEL V
Solo urbano e construido	residencial e comercial	quarteirões em grupo	quarteirões individuais	edifícios residenciais edifícios industriais currais e galpões silos
			edifícios rurais	
			áreas de lazer	
Solo de cultura e pastagem	solo de cultura	áreas de cultivo	cultivo anual cultivo semi-permanente cultivo permanente	culturas de café pomares
		solo nu (áreas de queimada)	terra preparada p/ cultivo	áreas recentemente aradas áreas em pousio
	pastagens	pastagens naturais e cul- tivadas	campos limpos campos sujos e cerrados cultivadas	campos sujos
Solo florestal	mata e reflorestamento	matas	matas matas galerias	
		reflorestamento	reflorestamento	recem-plantado fase adulta
Terras úmidas	terras úmidas	terras úmidas	áreas de pântanos, brejos, várzeas inundadas	
Sistema viário	sistema viário	rodovias asfaltadas	rodovias asfaltadas estradas de terra caminhos vicinais	
		estrada de ferro	estrada de ferro	
Água	cursos d'água represas	cursos d'água	cursos d'água em diferentes níveis	
		lagoas naturais represas	lagoas naturais represa açúdes reservatórios	

desse ser diversificada, quando da subdivisão das categorias. Como essas subdivisões ocorrem em maior número no cartograma resultante da análise das fotografias aéreas, foi necessário ao se estabelecer a legenda, considerar o nível genérico da classificação, para que uma mesma cor pudesse ser utilizada nos outros dois cartogramas.

Desse modo tem-se:

- área urbana ou construída	- vermelho claro
- sistema viário	- vermelho escuro
- área de cultura	- marrom (terra de sombra)
- pastagem	- laranja
- solo florestal	- verde
- terras úmidas	- azul claro
- água	- azul escuro.

Pela dificuldade de impressão, tanto os cursos d'água, como o habitat rural e sistema viário, deixam de ser apresentados na cor definida. Isto, todavia, não significa que a cor padrão deva deixar de ser especificada.

Em assim sendo, após a análise das três imagens, e a determinação das chaves seletivas, procurou-se verificar os resultados e a colocação dos diferentes elementos de uso da terra nas categorias propostas.

Assim é que, através da análise das fotografias aéreas na escala de 1:25.000, foi possível identificar nos níveis I, II, III, IV e V, as classes de uso da terra (Quadro 12).

Muito embora nas fotografias aéreas tenha sido possível identificar até o nível V as classes de uso da terra, as mesmas foram, no entanto, classificadas até o nível IV para fins de mapeamento.

Por esse motivo, a categoria solo urbano e construído é constituída da área urbana (quarteirões em grupo), edifícios rurais e áreas de lazer. Quanto ao solo de cultura e pastagem, o mesmo apresenta-se distintamente em áreas de cultura, onde são apresentadas as subdivisões constantes no nível IV (cultivo anual, semi-anual e permanente), e as pastagens são classificadas como naturais e cultivadas (nível III), acrescida da especificação de cerrado (nível V).

Também a categoria solo florestal teve suas especificações no nível IV, quer seja matas, matas galerias e reflorestamento. Quanto ao sistema viário, o mesmo foi caracterizado no nível IV (rodovias asfaltadas, ferrovias e rodovias de terra e caminhos), o mesmo ocorrendo com a categoria água (cursos d'água, lagoas naturais, represas e açudes reservatórios). As terras úmidas permaneceram no nível genérico.

Desse modo, conseguiu-se para as fotografias aéreas identificar e mapear 18 classes de uso, muito embora o nível de informação desse sensor, possibilite maiores detalhes. Mesmo assim, procurou-se diversificar ao máximo as categorias de uso, na tentativa de mostrar o grau de informação que se pode obter com este material, ao se proceder o mapeamento temático em grande escala. Na figura 11 podem ser observados os resultados da análise nas fotografias aéreas, enquanto que nas Figuras 12, 13 e 14 tem-se exemplos de áreas representativas do uso do solo no município de Avaré.

Houve casos que, muito embora o uso da terra esteja numa determinada categoria, os elementos de reconhecimento permitem colocá-los em separado. É o caso da vegetação de cerrado, cujo uso atual do solo se enquadra em grande parte como pastagens naturais ou mesmo cultivadas, pois informa-

 Solo urbano e construído	 Área urbana
 Sistema viário	 Habitat
	 Rodovias asfaltadas
	 Ferrovia
	 Rodovias de terra e caminhos

 Áreas de cultura	 Cultivo anual
	 Cultivo semi-permanente
	 Cultivo permanente
 Solo de cultura e Pastagem	 Solo nu
	 Naturais
	 Cultivados
	 Cerrado

 Solo floresta	 Mata
	 Mata galeria
	 Reflorestamento
 Terras úmidas	 Terras úmidas
 Água	 Represas, açudes e lagoas
	 Cursos d'água

FIG. II
Mapa de Uso da Terra do Município de Avaré.

Fonte: Fotografias aéreas, 1.972.

Organizado por:
 Márcio Malheiros Biazon

Desenhado por:
 Akemi Shimasaki

URA 12. FOTOGRAFIA AÉREA REPRESENTATIVA DA ÁREA COM MUDANÇAS SIGNIFICATIVAS DO USO DA TERRA.

IRA 13 . FOTOGRAFIA AÉREA REPRESENTATIVA DO USO DO SOLO URBANO - MUNICÍPIO DE AVARÉ .

RA 14 . FOTOGRAFIA AÉREA REPRESENTATIVA DE USO DA TERRA MAIS HOMOGÊNEOS .

ções no campo dão conta que algumas áreas, hoje tidas como de cerrado ou mesmo de pastagens, foram antigos campos de cultivo de algodão, que, com o uso intensivo do solo, este ter-se-ia depauperado. Com isso houve o aparecimento q' expon tâneo de vegetação de gramínea e arbórea, e, em alguns casos, gramíneas plantadas. Todavia, há locais em que a vegetação arbórea é bem concentrada, não sendo possível determinar com precisão absoluta, o uso dessas áreas.

No caso das áreas de cana-de-açúcar, preferiu-se de terminar uma categoria à parte (cultura semi-permanente), em bora pela classificação da U.G.I. (1952) a mesma se enquadra na categoria de cultivos permanentes ou perenes, mas consti tuindo-se em sub-categoria na de KELLER (1969).

Em relação às imagens de radar, ao se proceder a análise para definição de classes de uso da terra, determi nou-se os níveis I, II e III de classificação (Quadro 12).

Segundo NUNNALLY (1969), embora a pequena escala e o limite da resolução do radar não permitam interpretações com grande detalhe, pode-se obter informações pelas quais é suficiente caracterizar, tanto fenômenos físicos como cultu rais, em termos regionais e nacionais. Pela análise realiza da esta afirmativa foi constatada, podendo-se complementar que tais fenômenos podem ser também caracterizados localmen te.

Por outro lado, HENDERSON (1979) conseguiu estabe lecer, através de trabalhos com imagens de radar, para o NE dos Estados Unidos quatro regiões em relação à classificação de Anderson (1970) e sete em relação à classificação de Aus tin (1965). É necessário ressaltar, porém, que o estudo do autor foi para avaliar o potencial das imagens de radar, co mo dado base para mapeamento temático em pequena escala, tan

to através de interpretação qualitativa, como celular. Dessa maneira o referido autor, através da associação destes dois métodos, separou cinco categorias de uso, estabelecidas no nível I e nível II de classificação.

No caso do presente estudo, verificou ser perfeitamente possível separar para a classe de solo de cultura e pastagem, as áreas de pastagens e as de cultivo, e no caso de solo florestal, as áreas de mata e as de reflorestamento. Desse modo, em relação à classificação de ANDERSON (1976), na análise das imagens de radar para a região de Avaré, conseguiu-se obter, no nível I, seis categorias de uso.

Assim sendo, identificou-se através das imagens de radar, para fins de mapeamento, onze categorias de uso, quais sejam: nível I - solo urbano e construído, terras úmidas; nível II - solo de cultura e pastagem (áreas de cultura e pas tagens); nível III - solo florestal (matas e reflorestamento), sistema viário (rodovias asfaltadas e ferrovia); água (cursos d'água, lagoas naturais e represas). A Figura 15 mostra os resultados obtidos com as imagens de radar e a Figura 16, a área do município em imagem de radar.

Quanto à análise das imagens de satélite, para fins de determinação de categorias de uso da terra, foram identificados doze grupos de uso do solo, e uma modalidade de prática de cultivo.

Neste caso, para fins de mapeamento, foram obtidas as seguintes categorias: nível I - solo urbano e construído, terras úmidas; nível III - sistema viário (rodovias asfal tas e ferrovia), solo florestal (mata e reflorestamento), água (cursos d'água, lagoas naturais e represas), solo de cultura e pastagem (área de cultura, pastagem e solo nu). Dessa ma neira, pelo nível de informação apresentado por este sensor,

FIGURA 15 — MAPA DE USO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE AVARÉ. FONTE — I. RADAR, 1976.

Solo urbano		Solo de cultura e pastagem	
Sistema viário	Estradas de rodagem	Terra úmida	
	Estrada de ferro	Água	
Solo florestal	Mato	Represas e lagoas	
	Reflorestamento	Corpos d'água

FIGURA 16 . IMAGEM DE RADAR ABRANGENDO O MUNICÍPIO DE AVARÉ , COM INDICAÇÃO DO LIMITE DO MUNICÍPIO E DO CENTRO URBANO .

foi possível estabelecer os níveis I, II e III de classificação (Quadro 12). Na Figura 17 têm-se o resultado da análise da imagem de satélite, enquanto que na Figura 18 pode-se observar a área do município de Avaré na imagem de satélite, canal 5.

Os resultados obtidos correspondem à associação das análises realizadas tanto no canal 5 como no canal 7.

Como ressalta NOVO (1979), algumas classes de uso são melhor identificadas no canal 5 que no canal 7, em razão da resposta espectral. Por esse motivo, pode-se observar no presente estudo que, tanto as áreas de cultivo, como as de vegetação e urbana são identificadas com 100% de acerto, uma vez que as respostas espectrais, para os dois canais, possibilitam esse índice.

Outro fato que deve ser ressaltado é a presença de áreas com práticas de queimada, no preparo do solo para cultivos. Este fato só foi notado nas imagens de Landsat, pois este elemento possui uma resposta espectral característica no canal 7, enquanto que no canal 5 pode ser confundido com a tonalidade que caracteriza associações vegetais.

Por outro lado, como os diferentes elementos foram separados através dos critérios de reconhecimento, necessário se fez uma análise sobre os mesmos. Procurou-se também sintetizar as informações obtidas nesta análise, sendo que as mesmas constam no Quadro 13.

Torna-se, pois, necessário que as informações contidas no quadro 13 sejam relatadas, procurando-se mostrar os elementos que serviram de base para que tal análise pudesse ser realizada.

SOLO DE CULTURA E PASTAGEM - foram englobadas nes

FIGURA 17 - MAPA DE USO DA TERRA DO MUNICIPIO DE AVARÉ . FONTE - I. SATÉLITE, 1.976 .

FIGURA 18. IMAGEM DE SATÉLITE-CANAL 5, ABRANGENDO A MAIOR PARTE DO MUNICÍPIO DE AVARÉ, COM INDICAÇÃO DO MUNICÍPIO E DO CENTRO URBANO.

ta categoria as terras ocupadas com cultivos, 'solo nu e pas-
tagem.

Áreas de cultivo - considerou-se nesta categoria to-
do tipo de terras ocupadas com cultivos, quer sejam permanen-
tes, semi-permanentes ou temporários. Como características ob-
servadas no campo nota-se que as áreas com cultivos permanen-
tes aparecem principalmente no centro-sul do município. Nes-
ta categoria estão incluídas as plantações de café, banana e
pomares. Os dois primeiros são realizados em escala comer-
cial e o último mais para consumo próprio, sendo constituído
de várias espécies frutíferas. Por se tratar de um cultivo,
cujo plantio é realizado de dois em dois anos, a cana de açú-
car foi incluída na categoria de cultivo semi-permanente. No
município, a produção desta cultura é usada principalmente
como complementação alimentar do gado vacum e equino no perí-
odo de inverno.

As culturas temporárias, entre elas o milho, o ar-
roz, o feijão, a soja, a mandioca, constituem, de um modo ge-
ral, plantios para subsistência, sendo o excedente comercia-
lizável. Em alguns casos, nesta categoria, pratica-se o sis-
tema de rotação de culturas ou rotação de terrenos.

Em relação aos critérios de reconhecimento, pode-
se afirmar que nas fotografias aéreas a tonalidade varia de
cinza claro (banana, cana de açúcar e alguns cultivos anuais).
Estes mesmos elementos, tanto nas imagens de radar, como nas
de satélite, apresentam, de uma forma genérica, uma tonali-
dade de cinza-claro. Quanto à textura, ela se diversifica nas fo-
tografias aéreas, pois em se tratando de cultivos permanen-
tes, ela apresenta-se granular (café e pomares) e estriada
(banana), mas em relação aos cultivos temporários ela se apre-
senta ligeiramente grosseira e no caso de cultivos semi-per-

manentes (cana de açúcar), aveludada. No caso do radar, as áreas de cultivos apresentam-se com uma textura ligeiramente grosseira e em relação às imagens de satélite, lisa.

Por outro lado, quanto à forma, em todas as imagens as parcelas de cultivo apresentam-se geometricamente regulares. No caso do padrão, este foi considerado apenas para as fotografias convencionais. Nestas, os cultivos permanentes aparecem ordenados (café e pomares) e desordenados (banana), e quanto aos cultivos anuais e semi-permanentes apresentam-se contínuos.

Considerou-se, também, para o material analisado, o nível de informação que cada um pode fornecer. Evidentemente, quanto às fotografias aéreas, estes níveis são mais detalhados devido à escala da mesma. Assim é que pode-se distinguir limites das parcelas, curvas de nível, etc. Quanto às outras duas imagens, a distinção é mais genérica, e sempre em relação à outra modalidade de uso, do que em relação à diferenças de cultivos.

Solo nu - foram incluídas nesta categoria as terras que se apresentam despidas de vegetação. Por se tratar de terrenos preparados para cultivos, ou mesmo parcelas após colheita, os mesmos foram classificados de uma maneira genérica. Cumpre-se ressaltar que, nas imagens de satélite, foi possível identificar uma área onde, como prática de limpeza do terreno, utiliza-se a queimada, mas que de qualquer maneira se constitui em área de solo nu, mesmo com tonalidade diferente da categoria.

Em relação à tonalidade nas fotografias convencionais, esta apresenta-se de cinza claro a cinza médio, não sendo possível em alguns casos distinguir se os terrenos es

tavam em pousio ou em preparo para o cultivo. Quanto às imagens de satélite, a tonalidade apresenta-se branca no canal 5 e cinza claro para o canal 7. No caso das áreas de queimada, foi possível sua identificação, uma vez que a mesma apresenta uma tonalidade cinza médio para o canal 5 e preta para o canal 7.

No que diz respeito à textura, esta mostra-se lisa a um pouco grosseira nas fotografias aéreas e apenas lisa nas imagens de satélite. Por outro lado, quanto à forma, tanto nas fotografias, quanto nas imagens de satélite, esta categoria se constitui em parcela com formas geométricas bem definidas. Quanto ao padrão, o mesmo se apresenta desordenado nas fotos.

Em relação ao nível de informação, pode se notar nas fotografias, o nítido manejo do solo e em alguns casos pontos brancos, ordenados ou não no terreno, que tanto podem ser restos de colheita, como adubo a ser aplicado no terreno. Nesta categoria, o nível de informação do canal 5 é melhor que o do canal 7, pois neste último, esta categoria confunde-se um pouco com os campos de cultivo.

Não foi possível obter informações desta categoria com base na imagem de radar.

Pastagens - considerou-se nesta categoria, tanto os pastos naturais, como os artificiais. Ambos encontram-se disseminados no município, ocorrendo, todavia, grandes áreas de cerrado, pois são utilizados com esta finalidade. Apresenta vegetação arbórea, arbustiva e gramínea. Ocorre em todo o município, concentrando-se em maior áreas ao norte.

A tonalidade nas fotografias aéreas varia de cinza claro a cinza médio, devido às espécies de gramíneas, presen

ça de herbáceas, pisoteio e manejo das parcelas. No caso dos cerrados, além das duas tonalidades citadas, ocorre também o cinza escuro, em decorrência da presença do elemento arbóreo. Nas imagens de radar esta categoria apresenta uma tonalidade cinza médio e nas imagens de satélite a tonalidade varia de cinza médio para o canal 5 a cinza claro no canal 7.

Quanto à textura, nas fotografias convencionais, a apresenta-se de lisa a grosseira devido, quer da presença de gramíneas, quer de árvores e herbáceas. No caso das imagens de radar a textura apresenta-se ligeiramente grosseira, e em relação às imagens de satélite ela se apresenta lisa. Para as três imagens a forma das parcelas é irregular e quanto ao padrão, o mesmo apresenta-se ao acaso nas fotografias aéreas.

No que diz respeito ao nível de informação, nas fotografias convencionais é possível distinguir os diferentes tipos de vegetação, o que não ocorre nem com as imagens de radar, nem com as de satélite, onde a vegetação apresenta-se bastante genérica.

SOLO FLORESTAL - fazem parte desta categoria as áreas de mata e as de reflorestamento.

MATAS - nas áreas de matas foram analisadas tanto as matas propriamente ditas, como as capoeiras. As áreas classificadas nesta categoria caracterizam-se pelo domínio da formação arbórea, incluindo três estratos de vegetação. Atualmente, as áreas de mata no município restringem-se a pequenas reservas e as matas galerias, pois no decorrer da conquista do solo no município, estas deram lugar aos cultivos permanentes, aos temporários e às pastagens.

No que diz respeito à tonalidade, esta categoria nas fotografias aéreas aparecem em tons de cinza médio a cinza escuro. Nas imagens de radar, a tonalidade apresenta-se cinza escuro, e quanto às imagens de satélite, a tonalidade é cinza escuro para o canal 5 e branca para o canal 7. Em relação à textura, nas fotografias aéreas ela é grosseira e nas outras duas imagens ela é lisa. Quanto à forma, tanto para as imagens de radar, quanto de satélite, a mesma apresenta-se geometricamente regulares, e no que diz respeito às fotografias aéreas a forma é geometricamente regular, quando se trata de reservas florestais, mas apresenta-se com pouca organização quando se trata de matas galerias. O padrão nas fotografias aéreas é em bloco maciço ou linear.

Pelo nível de informação nas fotografias convencionais, pode-se distinguir as diferenças de altura das árvores, bem como a diferença das copas. É também possível diferenciar uma capoeira de uma reserva florestal. Mas, no que se refere às imagens de radar e de satélite, observa-se apenas blocos maciços de vegetação.

REFLORESTAMENTO - considerou-se, nesta categoria, tanto as áreas reflorestadas com eucaliptos, como com pinus elliotti. Trata-se de um elemento de uso do solo, que tem seu desenvolvimento ligado a incentivos fiscais, bem como a boa aclimação de espécies no município, sendo que Avaré é apontada, por órgãos especializados, como área no Estado de reprodução de mudas. Esta categoria de uso é apontada como um dos responsáveis pelo encarecimento vertiginoso das terras no município, principalmente áreas de solos pouco férteis.

Nas fotografias aéreas, a tonalidade apresenta-se cinza escuro a preta e na imagem de radar cinza escuro. Já

nas imagens de satélite, no canal 5 a tonalidade é escura e no canal 7 é branca. Quanto à textura, ela é fina e uniforme nas fotografias aéreas e nas outras duas imagens, lisa. Nas três imagens as áreas de reflorestamento apresentam-se em parcelas geometricamente regulares enquanto que o padrão nas fotografias aéreas é ordenado.

No que diz respeito ao nível de informação, nas fotografias aéreas, quando o plantio das árvores era recente, houve possibilidades de se distingui-los dos plantios de café e pomares, pelo espaçamento entre as árvores, bem como o arruamento entre lotes. Já nas imagens de radar e canal 5 do satélite, distinguiu-se os blocos maciços de vegetação com arruamento entre os lotes, quando a área reflorestada é grande. No canal 7 pode-se apenas observar os blocos maciços de vegetação.

ÁREA URBANA E CONSTRUÍDA - nesta categoria, inclui-se as áreas constituídas por casas, jardins, árvores em quintais e ruas calçadas ou sem calçamento, bem como o habitat e edifícios rurais. Considerou-se, também, nesta categoria, os terrenos a descoberto, que correspondem a aterros, áreas urbanas não edificadas e áreas próximas às edificações rurais, bem como às áreas de lazer (camping e chácaras de recreação), pois correspondem a loteamentos para essa finalidade e se localizam às margens da represa Jurumirim. Quanto à tonalidade nas imagens de radar e de satélite, a mesma apresenta-se cinza claro, e no caso das fotografias aéreas varia de branco a cinza claro para os arruamentos, edificações e terrenos a descoberto, bem como de cinza médio a escuro para os jardins, vegetação natural, pomares e sombra projetada pelas construções. A textura, nas três imagens, apresenta-se

grosseira e áspera. Em relação à forma, tanto nas imagens de radar, como de satélite, esta se constitui geometricamente bem definida, e no caso das fotografias aéreas, o conjunto urbano apresenta-se em tabuleiro de xadrez, e tanto os edifícios urbanos, como os rurais, a forma é geometricamente bem definida, o que não ocorre com os loteamentos, que apresentam parcelas de tamanho variável e forma nem sempre geométrica. O padrão nas fotografias aéreas é ordenado.

Quanto ao nível de informação, pode-se dizer que nas imagens de satélite e de radar foi possível detectar apenas o núcleo urbano, sendo bastante nítido sua disposição em tabuleiro de xadrez. Cumpre ressaltar que no canal 5 a distinção do núcleo urbano é mais nítida que no canal 7. Em relação às fotografias aéreas, o nível de informação permite a distinção do arruamento urbano, as áreas residenciais e comerciais, bem como pomares e jardins, e no caso da área rural pode-se separar as residências e colônias de outros edifícios rurais.

SISTEMA VIÁRIO - considerou-se nesta categoria, as rodovias asfaltadas de duas ou mais pistas, os caminhos vicinais, e a estrada de ferro. A tonalidade varia de branco a cinza médio nas fotografias aéreas; de cinza claro (estrada de ferro) a cinza médio (estradas de rodagem) nas imagens de radar, e nas imagens de satélite a tonalidade variou de branco a cinza claro (canal 5) e cinza escuro (canal 7). No caso da textura, nas três imagens ela se apresenta lisa e a forma é linear para os três tipos de material utilizado, podendo-se, no entanto, distinguir nas fotografias aéreas, curvas sinuosas ou não.

Quanto ao nível de informação, pode-se separar nas

fotografias aéreas os vários tipos de sistema viário. No caso das outras duas imagens é mais genérico, sendo que nas imagens de radar, em alguns casos, as estradas de terra apresentam uma melhor visibilidade. Há ainda a acrescentar que no canal 5 esta categoria de uso apresenta uma resposta espectral melhor.

ÁGUA - a esta categoria correspondem os cursos de água, as represas de Jurumirim e da Cia. Força e Luz Santa Cruz, açudes reservatórios para irrigação e bebedouro para o gado, bem como lagoas naturais. Há de ressaltar que os cursos d'água apresentam-se sob o padrão dendrítico, sendo tributários dos rios Novo e Pardo ao norte do município, e do Paranapanema ao sul. A tonalidade nas fotografias aéreas varia de cinza médio a cinza escuro, e na imagem de radar apresenta-se em preto. Quanto às imagens de satélite, esta categoria apresenta-se numa tonalidade cinza claro no canal 5 e preto no canal 7. Nas três imagens a textura é lisa e a forma irregular, sendo que alguns rios apresentam trechos em meandros. Nas fotografias aéreas o padrão para a drenagem é dendrítico e para as represas e lagoas naturais é contínuo.

Em relação ao nível de informação, nas fotografias aéreas é possível distinguir os diferentes níveis de drenagem e separar as lagoas naturais dos açudes reservatórios.

Também nas outras duas imagens o nível de informação é bom, sendo que no canal 7 pode-se perceber melhores detalhes que no canal 5, e nas imagens de radar esta categoria, devido à tonalidade, torna-se bastante visível.

TERRAS ÚMIDAS - correspondem às áreas onde o len

QUADRO 13: CATEGORIAS DE USO DA TERRA E PADRÕES DE IDENTIFICAÇÃO UTILIZADOS NA ANÁLISE DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS CONVEN- CIONAIS (1:25.000), IMAGENS DE RADAR (1:250.000) E IMAGENS DE SATÉLITE (1:250.000), PARA O MUNICÍPIO DE AVARÉ.

CATEGORIAS DE USO DA TERRA	CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS NO CAMPO	C A R A C T E R I S T I C A S																
		FOTOGRAFIAS CONVENCIONAIS					IMAGENS DE RADAR				IMAGENS DE SATÉLITE							
		TONALIDADE	TEXTURA	PADRÃO	FORMA	NÍVEL DE IN- FORMAÇÃO	TONALIDADE	TEXTURA	FORMA	NÍVEL DE IN- FORMAÇÃO	TONALIDADE		TEXTURA		FORMA		NÍVEL DE IN- FORMAÇÃO	
											CANAL 5	CANAL 7	CANAL 5	CANAL 7	CANAL 5	CANAL 7		
Solo de cultura e pastagem																		
Áreas de cultivo	Constituem as áreas com plantios permanen- tes, semi-permanentes e temporários. As áreas com culturas permanentes apare- cem principalmente no centro-sul do muni- cípio. Nesta categoria estão incluídas as plantações de café, banana e pomares. Os dois primeiros são realizados em escala comercial e o último mais para o consumo próprio, sendo constituído de várias espé- cies frutíferas. Por se tratar de um cul- tivo, cujo plantio é realizado de dois em dois anos, a cana de açúcar foi incluída na categoria de cultivo semi-permanente. No município a produção desta cultura usa da principalmente como complementação ali- mentar do gado vacum e equino no período de inverno. As culturas temporárias, entre elas o mi- lho, o arroz, o feijão, a soja, a mandi- oca, constituem, de modo geral, plantios pa- ra subsistência, sendo o excedente comer- cializável. Em alguns casos, nesta cate- goria pratica-se o sistema de rotação de cul- turas ou rotação de terrenos.	Varia de cinza claro (banana, cana, alguns cultivos anu- ais) a cinza média (cultivos anuais e escu- ro (café e po- mares). Em se tratando de cul- tivos anuais a- presenta-se li- sa à grosseria, conforme o ti- po de cultivo. Quanto às la- vouras semi- permanentes, a textura apre- senta-se avelu- dada. Esta por sua vez variou em função do ti- po de cultura bem como em re- lação às fases de crescimento da planta.	Em se tratando de cultivos per- manentes a tex- tura apresenta- se granular (café e po- mares) e escu- ro (banana). No caso de culti- vos anuais a- presenta-se li- sa à grosseria, conforme o ti- po de cultivo. Quanto às la- vouras semi- permanentes, a textura apre- senta-se avelu- dada.	Nos cultivos permanentes o padrão apresen- ta-se ordenado (pomares e ca- fé), e desorde- nado (banana). Quanto aos cul- tivos anuais e semi-permanen- tes apresenta- se contínuo.	Parcelas regu- lares, geomé- tricamente bem definidas, e em faixa conforme a idade do cul- tivo.	Pode-se perco- ber os limi- tes das parce- las de culti- vo. Cultivo em curvas de nível (café e culturas anu- ais). Em alguns ca- sos o arrua- mento existen- te serve de ca- minhos vici- nais.	Cinza claro a branco.	Levemente ru- gosa.	Parcelas bem definidas, for- mas geométri- cas.	Pode-se distin- guir apenas os campos de cul- tivos de uma maneira genéri- ca, mas é per- feitamente pos- sível sua dis- tinação em re- lação às terras de pastoreio.	Cinza claro.	Cinza claro.	Lisa	Lisa	Campos em for- mas geométri- cas bem defini- das	Campos em for- mas geométri- cas bem defini- das	O canal 5 apre- senta melhor nível de iden- tificação para os campos de cultivo que o canal 7. Foi possível a penas detectar de uma maneira genérica esta categoria, mas é perfeitamen- te possível se- pará-la das á- reas de pasta- gens.	
Solo nu	Incluímos nesta categoria as terras que se apresentam despidas de vegetação. Pre- ferimos denominar de uma maneira genérica estas áreas, pois se tratam de terrenos preparados para cultivos ou mesmo parce- las após colheita.	Cinza claro a cinza médio. Não foi possí- vel diferenci- ar em alguns ca- sos se o ter- reno estava em pousio ou em preparo para o cultivo, em re- lação à tonali- dade.	Lisa a um pou- co grosseira.	Desordenado.	Pequenas e m- dias parcelas geométricas re- gulares, com di- visão entre os campos de cul- tivo.	Nota-se nítido manejo da terra, e em al- guns casos, pontos bran- cos, ordenados no terreno, que tanto po- dem ser res- tos de colhei- ta, como adubo.				Não obtivemos informações des- ta categoria com base no ra- dar.	Branco	Cinza claro	Lisa	Lisa	Forma geométri- ca bem defini- da.	Forma geométri- ca bem defini- da.	O melhor nível de informação obtido foi no canal 5, onde a resposta es- pectral é bem característica para esta cate- goria. No canal 7 esta cate- goria confunde- se um pouco com os campos de cul- tivo.	
Área de queimada	Esta uso do solo aparece unicamente nas imagens de Satélite e corresponde a terra no preparado para cultivo, onde se utili- za a prática da queimada como método de limpeza no terreno.										Cinza médio	Preto	Lisa	Lisa	Parcela geomé- trica regular.	Parcela geomé- trica regular.	Pela tonali- dade apresenta- da no canal 7 foi possível deter- tar esta área.	
Pastagens	Nesta categoria inclui-se as pastagens na- turais e cultivadas. Ambas encontram-se disseminadas no município, ocorrendo toda- via, grandes áreas ao norte e ao sul. Por serem utilizados como pasto, inclui- se nesta categoria as áreas de vegetação de cerrado. Apresenta vegetação arbórea, arbusitiva e gramínea. Ocorre em todo o mu- nicipio, concentrando-se em maiores áreas ao norte.	Varia de cinza claro a cinza médio, devido às espécies de gramíneas, pre- sença de herbá- ceas, pisoteio e manejo das parcelas. No caso do cer- rado a tonali- dade varia de cinza claro a cinza escuro, em decorrência do agrupamen- to das árvo- res, ora a pre- sença do subs- trato constitu- ído por gramí- neas.	Nas áreas onde predomina as gramíneas a tex- tura é lisa, e grosseira quan- do há a presen- ça de herbá- ceas. Em se tratando de áreas de cerrado, a tex- tura apresen- ta-se grossei- ra, com talha- do de imagem regular pela diferença da altura das árvo- res.	Às acaso.	Parcelas irre- gulares.	Observa-se nítida distin- ção em re- lação aos dife- rentes tipos de vegetação. Tanto nos pas- tos naturais como nos cer- rados observa- -se árvores soloadas ou em grupo. É pos- sível distin- guir reserva- tórios d'água para o gado, bem como cle- reiras onde se observa edifi- cações, e ca- minhos vici- nais.	Cinza médio..	Ligeiramente grosseira.	Áreas irregu- lares.	Os informes ob- tidos para es- ta categoria a través do ra- dar apresenta- -se bastante ge- néricos.	Cinza médio	Cinza claro	Lisa	Lisa	Áreas irregula- res.	Áreas irregula- res.	As informações obtidas tanto no canal 5 como no canal 7 se equivaleram no caso das pasta- gens. Também aqui as infor- mações foram de uma maneira ge- nérica.	

**QUADRO 13: CATEGORIAS DE USO DA TERRA E PADRÕES DE IDENTIFICAÇÃO UTILIZADOS NA ANÁLISE DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS CONVEN-
CIONAIS (1:25.000), IMAGENS DE RADAR (1:250.000) E
IMAGENS DE SATÉLITE (1:250.000), PARA O MUNICÍPIO DE
AVARÉ.**

CATEGORIAS DE USO DA TERRA	CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS NO CAMPO	C A R A C T E R I S T I C A S																
		FOTOGRAFIAS CONVENCIONAIS					IMAGENS DE RADAR				IMAGENS DE SATÉLITE							
		TONALIDADE	TEXTURA	PADRÃO	FORMA	NÍVEL DE IN- FORMAÇÃO	TONALIDADE	TEXTURA	FORMA	NÍVEL DE IN- FORMAÇÃO	TONALIDADE		TEXTURA		FORMA		NÍVEL DE IN- FORMAÇÃO	
											CANAL 5	CANAL 7	CANAL 5	CANAL 7	CANAL 5	CANAL 7		
Solo florestal																		
Matas	Nesta categoria incluímos tanto as matas, como as capoeiras. As áreas classificadas nesta categoria caracterizam-se pelo domínio da formação arbórea, incluindo três estratos de vegetação.	Varia de cinza médio a cinza escuro, em decorrência das espécies arbóreas.	Grosseira	Bloco maciço ou linear.	Pequenas agran- das parcelas geométricas re- gulares, quan- do se trata de reserva florestal. As matas cilia- res apresentam pouca organiza- ção.	É bem perceptí- vel a altura das árvores, bem como a di- ferença das co- pas. É possí- vel também di- ferenciar uma capoeira, de re- servas florestais.	Cinza escuro	Lisa	Formas geomé- tricas.	Formas perceptí- veis apenas os blocos compac- tos de matas e que se consti- tuem em reser- vas florestais no município.	Cinza escuro	Branco	Lisa	Lisa	Formas geomé- tricas regula- res.	Formas geomé- tricas regula- res.	Tanto no canal 5 como no ca- nal 7 distingue-se apenas os blo- cos maciços de vegetação.	
Reflorestamento	Foram consideradas nesta categoria as áreas reflorestadas, tanto com eucaliptus, como com pinus elliotti.	Cinza escuro a preto.	Fina e unifor- me.	Ordenado	Pequenas a mé- dias parcelas geométricas re- gulares.	O espaçamento entre as árvo- res quando o reflorestamen- to era novo per- mitiu sua dife- renciação em relação aos plantios de ca- fé e pomares.	Escuro	Lisa	Formas geomé- tricas.	Pode-se obser- var o arruma- to entre os lo- tes de plantio	Escura	Branco	Lisa	Lisa	Formas geomé- tricas regula- res.	Formas geomé- tricas regula- res.	No canal 7 a distinção é a- penas dos blo- cos compactos; já no canal 5 pode-se obser- var em alguns casos o arrua- mento entre lo- tes.	
Solo urbano e construído	Área construída, constituída por casas, jardins e árvores em quintais e ruas cal- çadas, bem como o habitat e edifícios re- rais. Foram incluídos aqui os terrenos a desco- berto, que correspondem a aterros, áreas urbanas não edificadas e áreas próximas às edificações rurais. Também as áreas de lazer (camping e chã- ras de recreação) foram classificadas co- mo urbano, pois correspondem a loteamen- tos para essa finalidade e se localizam às margens da represa de Jurumirim.	A tonalidade va- ria de branco a cinza claro para os arrua- mentos, edifi- cações e terri- nos a descober- to. Cinza mé- dio a escuro para os jar- dins, vegeta- ção natural, po- mares e sombra projetada pe- las constru- ções.	Grosseira	Ordenado	Arruamento em tabuleiro de xadrez. Tanto os edifícios ur- banos quanto os rurais apre- sentam formas geométricas bem característi- cas. Quanto aos loteamentos es- tes apresentam parcelas de ta- manhos variá- veis.	É distinguível o arruamento do centro urbano, centros resi- denciais e co- merciais, bem como pomares e jardins. Não é- rea rural pode- mos separar as residências e colônias de ou- tros edifícios rurais.	Cinza claro	Grosseira	Forma geométri- ca bem defini- da.	Com o radar foi possível deteg- tar apenas o nú- cleo urbano, sendo bem dis- tinguível seu traçado em ta- buleiro de xa- drez.	Cinza claro	Cinza claro	Áspera	Áspera	Forma geomé- trica bem de- finida.	Forma geomé- trica bem de- finida.	Apenas distin- gue-se o nú- cleo urbano, sendo que no ca- nal 5 é melhor perceptível que no canal 7.	
Sistema viário	Corresponde as rodovias asfaltadas com duas ou mais pistas, aos caminhos vici- nais, e a estrada de ferro.	Branco a cinza claro e médio.	Lisa		Linear com cur- vas sinuosas ou não.	Separa-se nes- te tipo de sen- sor os vários tipos de siste- ma viário.	Estrada de ro- dagem cinza médio, estru- da de ferro cinza claro.	Lisa	Linear	São bem percep- tíveis as es- tradas de rod- gem asfaltadas e a de ferro. Em alguns ca- sos pode-se de- tectar estru- das de terra.	Branco a cin- za claro	Cinza escuro	Lisa	Lisa	Linear	Linear	Apenas as es- tradas de rod- gem asfaltadas e a de ferro foram possí- veis de serem detectáveis. Também neste caso o canal 5 obtve melhor resposta espec- tral.	
Água	Esta categoria corresponde aos cursos d'á- gua, as represas de Jurumirim e da Cia. Força e Luz Santa Cruz, açudes reservató- rios para irrigação e bebedouro para o ga- do, bem como lagoas naturais.	Cinza médio a cinza escuro.	Lisa	Padrão da dre- nagem dendrí- ticos. Represa, re- servatório e lagoas natu- rais contínuo.	Não apresenta uma forma ca- racterizada. Alguns rios a- presentam tre- chos em mean- dros.	Nesta catego- ria foi possí- vel identifi- car diferentes níveis da dre- nagem e sepa- rar as lagoas naturais dos açu- des reservató- rios.	Preto	Lisa	Irregular	Nesta sistema sensor pudemos observar pela tonalidade da água, as duas represas, os cursos d'água e os lagoas natu- rais.	Cinza claro	Preto	Lisa	Lisa	Irregular	Irregular	Nesta categoria o canal 7 apre- senta melhor ní- vel de deta- lhas, tanto pa- ra os cursos d'água, como para as repres- sas e lagoas naturais.	
Terras úmidas	Constituem as áreas onde o lençol frenti- co está próximo ou na superfície. Corres- pondem as áreas de várzeas inundadas, pân- tanos e brejos, com vegetação arbórea ou de gramíneas.	Cinza médio, com tons mais escuros que no geral corres- pondem a file- tes d'água.	Lisa	Desordenado	Irregular	Pode-se perce- ber a altura da vegetação, bem como áreas de cultivo que se utilizam des- tes tipos de solo.	Cinza escuro	Lisa	Irregular	Pode-se perce- ber estas áreas ao longo dos cursos d'água, principalmente devido a toma- lidade.	Cinza escuro	Cinza claro a cinza mé- dio	Lisa	Lisa	Irregular	Irregular	Nesta catego- ria o canal 7 apresenta ma- lhor distinção devido a toma- lidade.	

col freático está próximo à superfície. Muito embora sejam perceptíveis dois grupos, as mesmas correspondem aqui apenas às áreas de várzeas inundadas, pântanos e brejos, quer com uma vegetação arbórea ou de gramíneas, estando situadas próximas a cursos d'água.

Nas fotografias estas áreas apresentam-se com uma tonalidade cinza médio, com tons mais escuros, dando a impressão de áreas manchadas, enquanto que no radar e satélite de cinza médio a cinza escuro. Nas três imagens a textura é lisa e a forma irregular.

No que diz respeito ao nível de informação, nas fotografias aéreas pode-se perceber a altura da vegetação, bem como áreas de cultivo que se utilizam destes tipos de solos. Nas outras duas imagens o mesmo apresenta-se bastante genérico.

5.2. Estudo do uso da terra através da densidade ótica e razão espectral.

Ao se fazer uma análise foto-interpretativa, dentro do critério convencional, um dos maiores problemas que o fotointérprete enfrenta é a subjetividade.

Assim é que, como fase intermediária entre a descrição convencional e a análise realizada através do processo de interpretação digital, pode-se fazer o uso de densitômetros, onde os dados são obtidos a partir de cópias e transparências. A razão disto é, de um lado, a subjetividade do processo convencional, e de outro, o alto custo operacional das análises computacionais. Isto porque, tanto pela simpli

cidade do procedimento na obtenção dos dados, quanto pelo custo dos densitômetros, estes tornam-se viáveis para todos que desejam elaborar trabalhos com uma maior precisão, a um custo razoável.

Muito embora a análise densitométrica auxilie no grau de subjetividade da interpretação convencional, de acordo com GARCIA e MINTZER (1980), o emprego de escala graduada para tons cinza é uma das maneiras de se estimar a tonalidade fotográfica, e, embora superior ao critério puramente descritivo, encerra ainda um certo grau de subjetividade.

Por conseguinte, a fim de atenuar a subjetividade da fotointerpretação visual, foi realizada através de transparências na escala de 1:1.000.000, estudos da densidade ótica e razão espectral, nos canais 5 e 7, das diferentes categorias de uso da terra. Dessa maneira o objetivo desta análise foi o de dar um grau de maior exatidão quanto aos dados obtidos na análise visual.

Em assim sendo, os dados obtidos para as diferentes categorias de uso do solo estão discriminados no Quadro 14. Analisando estes dados, verificou-se que cada categoria apresenta um registro densitométrico característico.

Pode-se observar que a resposta espectral nos dois canais é mais ou menos uniforme, quando a reflexão solo e vegetação é mais ou menos a mesma, o que não ocorre quando a vegetação é mais espessa e a reflexão do solo é mínima.

NOSSEIR et alii (1975) salientam que o solo reflete mais que a vegetação no canal 4, e embora no canal 5 ainda predomina a reflectância do solo, observa-se que nesta faixa a reflectância da vegetação varia de 10 a 40%, sendo que esta variação é função da espécie de planta e suas condições vegetativas. Desse modo, o canal 5 é melhor para dife

renciar os tipos de vegetação, pelo fato de que cada unidade de vegetação apresenta diferentes taxas de cobertura do solo. Já nos canais 6 e 7 a reflexão da vegetação é máxima, predominando sobre a reflexão do solo, e por isso, quanto mais densa a vegetação, mais clara aparecerá nas imagens, devido ao aumento da reflexão.

Também HERNANDEZ F? e SHIMABUKURO (1978) concluíram que o canal 7 é melhor para separar áreas reflorestadas, mas a delimitação da área reflorestada é mais eficiente no canal 5 que no canal 7.

Dessa maneira, pelos dados obtidos neste estudo, os quais constam do Quadro 14, verifica-se que a mudança de tonalidade varia em função desses elementos. Pode-se notar que a resposta espectral é bastante característica para determinados elementos de uso do solo nos dois canais. As áreas de mata, reflorestamento, solo nu e água estão neste caso. Em relação aos terrenos cultivados, pastagens e área urbana e construída, o mesmo não ocorre, em virtude da não homogeneidade da cobertura do solo, bem como pela diversidade da altura das plantas, no que se refere aos cultivos e pastagens, e dos edifícios no caso da área urbana.

Ainda em relação à área urbana, é necessário que se leve em conta, não só a diferença da cobertura do solo, como também em relação à diversificação dos elementos que compõem a área, isto é, edifícios, ruas asfaltadas ou não, presença de vegetação, etc.

Por outro lado, sabe-se que vários são os fatores que determinam variações na densidade ótica das linhas de imageamento dos densitômetros. DOVERSPIKE et alii (1965), procedendo estudos sobre o diâmetro da abertura do cone, com fotografias coloridas, concluíram que, variações nesse diâme

QUADRO 14: DENSIDADES ÓTICAS DAS DIFERENTES CATEGORIAS DE USO DA TERRA NOS CANAIS 5 E 7 PARA O MUNICÍPIO DE AVARÉ.

Categorias	Densidade Ótica	
	Canal 5	Canal 7
Terra Agrícola	$\bar{m} = 0.612, c/ s = 0.058$	$\bar{m} = 0.538, c/ s = 0.061$
Solo Nú	$\bar{m} = 0.545, c/ s = 0.104$	$\bar{m} = 0.591, c/ s = 0.089$
(Área de Queimada)	$\bar{m} = 1.134, c/ s = 0.041$	$\bar{m} = 1.034, c/ s = 0.129$
Pastagem	$\bar{m} = 0.879, c/ s = 0.069$	$\bar{m} = 0.600, c/ s = 0.058$
Mata	$\bar{m} = 1.062, c/ s = 0.069$	$\bar{m} = 0.510, c/ s = 0.078$
Reflorestamento	$\bar{m} = 1.244, c/ s = 0.060$	$\bar{m} = 0.538, c/ s = 0.107$
Área Urbana e Construída	$\bar{m} = 0.720, c/ s = 0.035$	$\bar{m} = 0.612, c/ s = 0.014$
Água	$\bar{m} = 0.705, c/ s = 0.093$	$\bar{m} = 0.540, c/ s = 0.068$

tro não melhoram a discriminação de uso da terra, para a escala de 1:1.888.000, muito embora isso afete a densidade. Os referidos autores comentam ainda, que a forma da abertura (retangular ou circular), não apresenta grande influência.

Também RIB e MILLES (1969), testando o efeito do diâmetro da abertura e escala da imagem, em relação a diferenças na densidade, concluíram que ao se diminuir o diâmetro da abertura, ou aumentando a escala da foto, maior número de detalhes são registrados.

Acredita-se, portanto, que, para haver uma atenuação das diferenças da resposta espectral, seria necessário que cada categoria de uso do solo fosse analisada de acordo com a uniformidade ou não dos elementos que a compõe. Isto quer dizer, utilizar-se de diferentes diâmetros de abertura do cone do densitômetro. No presente caso, utilizou-se da menor abertura (1 mm) para todas as categorias de uso da terra.

Além do mais, os estudos realizados neste campo, no geral, trabalham com algumas categorias de uso do solo, o que não foi o caso deste estudo.

Por outro lado, GARCIA (1979), utilizando de leituras densitométricas e razão espectral na análise da vegetação de cerrado, com o objetivo de obter a característica da densidade ótica para diferentes tipos de vegetação, obteve bons resultados. Segundo o referido autor, quando se utiliza a densitometria, surge o problema da variação da tonalidade das imagens, em virtude da variação no processamento fotográfico. A utilização da técnica da Razão Espectral seria uma solução para este problema, dentro de uma precisão aceitável.

Assim é que, no Quadro 15, têm-se os resultados da

QUADRO 15: VALORES DE RAZÃO ESPECTRAL PARA DIFERENTES CATEGORIAS DE USO DA TERRA PARA O MUNICÍPIO DE AVARÉ.

Categorias	Razão Espectral (5/7)
Terra Agrícola	$\bar{m} = 1.142, \quad c/ \quad s = 0.063$
Solo Nú	$\bar{m} = 0.907, \quad c/ \quad s = 0.108$
(Área de Queimada)	$\bar{m} = 1.114, \quad c/ \quad s = 0.146$
Pastagem	$\bar{m} = 1.464, \quad c/ \quad s = 0.214$
Mata	$\bar{m} = 2.144, \quad c/ \quad s = 0.423$
Reflorestamento	$\bar{m} = 2.430, \quad c/ \quad s = 0.609$
Área Urbana e Construída	$\bar{m} = 1.178, \quad c/ \quad s = 0.042$
Água	$\bar{m} = 0.540, \quad c/ \quad s = 0.068$

relação 5/7 para as diversas categorias de uso do solo, analisadas para a área de Avaré. Pode-se verificar que, também no caso da razão espectral, a variação depende do grau de cobertura do solo, como indicam os dados constantes no referido Quadro. Observa-se, pois, que, quanto maior a densidade da vegetação, mais altos são os valores da razão espectral, como é o caso do reflorestamento e mata, e menores quando não há, exemplo solo nũ.

Todavia, pela variação dos dados obtidos através de amostragem, necessário se fez a aplicabilidade da média aritmética e desvio padrão (GOMES, 1972) para se chegar aos valores que fossem de uma confiabilidade aceitável.

Por essa razão, os valores das leituras densitométricas e da razão espectral são apresentados nos Quadros 14 e 15 através desse processo.

Em assim procedendo, a fim de se ter idéia da precisão dos dados obtidos, necessário se fez estabelecer o coeficiente de variação dos índices encontrados, para cada categoria de uso, os quais são apresentados no Quadro 16. Considerando que, nos ensaios de densitometria (GARCIA, 1979), pode se aceitar como limites de coeficiente de variação, 10%, 20% e 30% como índices baixos, médios e altos, respectivamente, verifica-se pelos dados obtidos, que os índices encontrados foram baixos e médios, e em apenas um caso à alto, e, que corresponde, em relação à razão espectral à área de reflorestamento. Estes resultados podem ser observados no Quadro 16.

Pode-se, portanto, concluir que os valores da densidade ótica, bem como os da razão espectral, determinados pelo procedimento descrito acima, são aceitáveis.

QUADRO 16: COEFICIENTES DE VARIAÇÃO ESTABELECIDOS PARA A DENSIDADE ÓTICA E RAZÃO ESPECTRAL, NOS DIFERENTES USOS DA TERRA EM AVARÉ.

Categorias de Uso da Terra	Densidade Ótica	Razão Espectral	
	Canal 5(%)	Canal 7(%)	(%)
Terra Agrícola	9.43	11.35	5.48
Solo Nũ	19.06	14.88	11.93
(Área de Queimada)	3.63	12.47	13.13
Pastagem	7.82	9.66	14.59
Mata	6.47	15.25	19.74
Reflorestamento	4.84	19.92	25.07
Área Urbana e Construída	4.80	2.30	3.54
Água	13.19	1.13	12.52

5.3. Comparação e análise dos resultados.

As figuras 11, 15 e 17 correspondem aos mapas obtidos através da análise das fotografias aéreas, imagens de radar e de satélite, os quais representam os resultados do presente estudo, tendo os mesmos sido construídos conforme metodologia exposta no Capítulo 3.

Ao se propor verificar as possibilidades de mapeamento através do material escolhido para uma análise qualitativa, tinha-se em mente, também, poder avaliar a precisão dos resultados obtidos. Muito embora a bibliografia disponível demonstre as possibilidades de mapeamento temático para fins de levantamento do uso da terra, pretendeu-se com o mesmo, não um mapeamento puro e simples que pudesse tão somente caracterizar o uso da terra na área de estudo.

Dessa maneira, optando-se por uma análise sistematizada de mapeamento temático através do material disponível, pensou-se em caracterizá-lo num sistema de classificação, mesmo sabendo-se das dificuldades que tal tarefa representava. E isto era necessário, pois em estudos de casos, mapear uma realidade pura e simplesmente com o objetivo de local fenômenos não parece mais aceitável, com o desenvolvimento que a cartografia geográfica vem adquirindo.

Isto porque um mapa deve retratar fatos que se aproximam muito da realidade, dando idéia da dinâmica espacial onde o mesmo se processa. E ao se mensurar um espaço ocupado com um fenômeno, passa-se a dar um caráter menos subjetivo na análise desse fenômeno. Porém, não se pode esquecer que mesmo assim, a subjetividade ainda persiste nessa análise e necessário se faz com que os resultados sejam avaliados.

Por essa razão, uma das preocupações que se nota

nos estudos com sensores remotos é a eficácia ou precisão da classificação em relação aos resultados obtidos, para se avaliar o grau de eficiência do sistema utilizado.

LINS JR. (1976) propõe, como técnica de avaliação da precisão de classificação, o uso de amostras estratégicas sistematicamente alinhadas, pelas quais pode-se comparar conjunto de dados de dois espaços geográficos, utilizando-se, para tanto, a correspondência de pontos obtidos em cada um dos mapas. Nesta técnica leva-se, portanto, em conta, apenas o erro de classificação, pois seu objetivo é verificar se há ou não a ocorrência da classe de interesse sem haver preocupação de se determinar a exatidão de seus limites. Muito embora seja um método bastante simples de avaliação, optou-se pelo mesmo, devido à similaridade de proposição de estudos, bem como pela dificuldade da correlação dos pontos das imagens de radar e de satélite, com os das fotografias aéreas.

Para tanto, considerando-se o mapa oriundo das fotografias aéreas como "real", determinou-se o tamanho das células de avaliação, levando-se em consideração a escala das imagens de radar e de satélite em relação às fotografias aéreas. Pelo fato de cada célula abranger 25 ha. de área, houve casos em que mais de um uso esteve presente dentro de cada quadrícula, e para sanar esta questão, optou-se por considerar o uso que coincidissem com o ponto localizado no centro de cada quadrícula. Quando o referido ponto coincidia com limites de uso, ambos foram considerados. Deve-se também esclarecer que as categorias de uso da terra mapeadas, foram avaliadas levando-se em conta o nível genérico de informação.

Um outro problema surgido foi o deslocamento entre os pontos das imagens e os das fotografias aéreas, pois o ra

dar, sendo um mosaico semi-controlado, não apresenta precisão de posição planimétrica, e nas imagens de satélite os pontos sofrem deslocamento devido à refração atmosférica e esfericidade da terra. Para diminuir estas diferenças, procurou-se identificar efetivamente um alvo que servisse de parâmetro de localização.

Após a obtenção do número de pontos coincidentes entre os mapas, aplicou-se o teste binomial para testar se a eficiência dos mesmos era igual ou superior a 85% (valor admitido por ANDERSON, 1976).

Pelo Quadro 17, pode-se verificar que as áreas de amostragem nºs 3, 6 e 7 no radar e 1, 6 e 7 no satélite apresentam-se com valores superior ao estabelecido. Neste caso apenas para as demais áreas é que o teste foi aplicado. Assim sendo, as áreas 1, 2 e 5 (radar) e 2, 3 e 5 (satélite) apresentam eficiência significativa ao nível de 5%, e na área 4 (em ambos os mapas) a amostra é significativa a 1%.

Verifica-se, pois, pelos resultados obtidos com o teste, que a eficiência dos mapas é satisfatório e se fosse estabelecida uma média dos resultados alcançados nas amostras, a mesma seria de 84,92% entre os mapas de radar e fotografia e de 85,11% para os de satélite e fotografias. Observa-se, portanto, que os mesmos estão dentro da eficiência proposta por ANDERSON (1976).

Foi também aplicado o teste do sinal, o qual objetiva comparar amostras pareadas entre si, a fim de se verificar a eficiência das amostras obtidas através do radar e satélite em relação à fotografia. Considerou-se para esta última, como menor eficiência aceitável, 85%. Os resultados deste teste revelaram que a eficiência dos mapas de radar e de satélite foi significativa ao nível de 6,25%. Com isso pô

QUADRO 17: TOTAL DOS PONTOS COINCIDENTES ENTRE OS MAPAS NAS
ÁREAS TESTES NO MUNICÍPIO DE AVARÉ.

Áreas de Amostragem	Foto x Radar		Foto x Satélite		Radar x Satélite	
	Total	%	Total	%	Total	%
1*	115	83,9	119	86,9	129**	91,5
2	117	81,2	120	83,3	132	91,7
3	123	85,4	120	83,3	126	87,5
4	113	78,5	114	79,2	120	83,3
5	118	81,9	121	94,0	141	97,9
6	132	91,7	128	88,9	132	91,7
7	132	91,7	130	90,2	133	92,4

* Considerou-se 136 pontos como universo da amostra nesta área,
nas demais, 144 pontos.

** Considerou-se 141 pontos como universo da amostra nesta área,
nas demais, 144 pontos.

de-se deduzir que, estatisticamente, a eficiência dos mapas de radar e de satélite não é menor que a eficiência da fotografia.

Levando-se em conta que os resultados obtidos, tanto por LINS JR. (1976), como NOVO (1979), em procedimento se melhante foram respectivamente de 83% e 71%, os resultados ob tidos no presente estudo podem ser considerados satisfatórios.

Por outro lado, da mesma maneira que se verificou a eficiência dos mapas oriundos do radar e do satélite em re lação às fotografias, foi realizada uma verificação entre as imagens de radar e de satélite. Os resultados alcançados fo ram superiores aos anteriores, como pode ser visto no Quadro 17. Assim é que, apenas o teste do sinal foi aplicado, dan do igualmente um índice de 6,25% de significância da eficiên cia do satélite em relação ao radar, ou seja, o mapa oriundo do satélite não é menos eficiente que o oriundo do radar. Pa ra este último foi considerado também, como menor eficiência aceitável, o nível de 85%. Pela porcentagem média dos pon tos coincidentes entre os dois mapas, 90,84%, observa-se que os resultados foram superiores a 85%, e, por essa razão, não foi aplicado o teste binomial.

O fato destes resultados terem sido melhores que os anteriores, pode estar relacionado com a diferença de escalas, bem como a diferença da época em que foram obtidas as imagens (fotografias, 1972, imagens de radar e de satélite, 1976), mas que não chegam a invalidar os resultados.

Ao se proceder uma análise de variância através do teste F, verificou-se que há diferenças entre as amostras ob tidas por F x R, F x S e R x S. Aplicando-se o teste de Tuckey, constatou-se que a diferença entre as amostras é sig nificativa a 1% para 2 e 12 graus de liberdade.

A não coincidência dos pontos, entre as imagens e fotografias, pode ser explicada pela resolução espacial tanto do sistema Landsat, como do radar, pois segundo HERNANDEZ Fº e SHIMABUKURO (1978), no sistema MSS não é possível delimitar pequenas áreas (menores que 25 ha.), o que não é o caso das fotografias, onde o nível de detalhes é melhor. NOVO (1979) também salienta que em áreas de pastoreio, pequenas manchas de matas podem ser individualizadas nas fotografias, enquanto que nas imagens de satélite não, a não ser em condições de grande contraste, classificando-se assim, a área como pastagem na imagem e mata na fotografia. Pela experiência obtida no presente estudo, acredita-se que ambas observações são válidas também para as imagens de radar. Por sua vez, LINS JR. (1976) considera os pontos não coincidentes entre dois mapas de um mesmo espaço geográfico, como uma classificação mal realizada.

Um outro fato verificado neste estudo foi que ao se analisar as porcentagens obtidas para as diferentes áreas de amostragem, observou-se que nas áreas onde uma categoria de uso apresenta-se homogênea, os pontos coincidentes ocorreram em maior número. No caso de áreas onde o solo é ocupado com diversas categorias, e portanto, utilizado de modo mais heterogêneo, a porcentagem de pontos coincidentes foram menores.

GARCIA (1979) também chega a resultados semelhantes, quando da análise em áreas de cerrado, ao concluir que as áreas onde há uma maior interferência humana, os cerrados são caracterizados com maior dificuldade.

Assim sendo, pode-se dizer que os resultados alcançados com cada imagem foram satisfatórios, uma vez que os mesmos atingiram a precisão indicada.

Por outro lado, verifica-se que as condições de mapeamento para uso da terra, tendo por base fotografias aé-reas, imagens de radar e de satélite são perfeitamente aceitáveis.

Evidentemente, há de se levar em conta que a escala do material interfere no grau de caracterização dos elementos. Todavia, é necessário verificar que, se de um lado a grande escala permite um mapeamento a níveis de maior detalhe, o tamanho da área a ser estudada e mapeada, em termos de material, encarece o produto final, além de nem sempre se poder ter uma visão de conjunto da área, como é o caso das fotografias.

Isto já não ocorre com as imagens de radar e de satélite. Embora as características dos elementos tornem-se menos precisas, não é menos verdade que as categorias de uso possam ser distinguíveis e mapeadas. Dessa maneira é perfeitamente possível separar áreas de cultivos, de pastagens, e em alguns casos os solos preparados para futuros cultivos.

Não se deve esquecer, todavia, que a noção de escala é fundamental para uma operação cartográfica de natureza temática, pois a mesma deve estar em função do objetivo a ser atingido, da amplitude do território estudado e dos meios disponíveis. Segundo SOYER (1970), Long estabelece uma ligação entre a escala e o nível de percepção, distinguindo, para este último, cinco níveis diferentes em cinco cotas de altitudes crescentes.

Outro fator que também interfere no mapeamento é a experiência e a acuidade visual do fotointérprete, pois tanto uma como outra permitem uma melhor tomada de decisão, nos casos em que os elementos de uso da terra apresentam características semelhantes. Isto é demonstrado por HENDERSON

(1977), quando utilizando-se do trabalho de vários intérpretes para a análise do uso da terra através de radar, constatou divergências de classificação, muito embora os resultados finais tenham sido considerados satisfatórios.

Por outro lado, o fato das imagens registrarem diferentes bandas espectrais (Quadro 1), isto permite que as informações dos elementos sejam complementadas, sendo pois, perfeitamente possível que se tenha como produto final um único mapa.

Deve-se, também, observar que, muito embora a geometria de mapeamento dos materiais empregados seja diferente, este fato, apesar de interferir nos resultados, não os anula, pois a precisão métrica e topográfica da imagem é suficiente (SOYER, 1970; GARCIA, 1979). Isto, todavia, não descarta a necessidade de uma base cartográfica onde os elementos mapeados possam ser dispostos com uma maior acuracidade em posição.

Outro aspecto que se deve ter bem delineado são os objetivos a serem alcançados, ao se proceder um mapeamento temático, pois segundo SOYER (1970), um problema que se coloca ao especialista do tema é a pesquisa informativa contida num certo espaço da superfície terrestre. Isto porque, se ao tomarmos as fotografias e imagens como um dado momento da realidade, e sendo essa realidade mapeável, poder-se-á realizar uma discriminação entre os objetos e a relação espacial de sua distribuição.

Sem dúvida nenhuma, o caráter pluridisciplinar que tanto as fotografias, quanto as imagens de radar e de satélite podem conter, permite que se obtenha através desse material, tanto cartas mono ou pluri-fatoriais, quanto cartas simples ou mesmo integradas, devendo as mesmas serem a máxi

ma expressão da verdade. E assim sendo, o mapa obtido por este procedimento passa a ser um documento.

Pode-se notar, portanto, pelos estudos realizados, que o material analisado é possível de se tornar um documento informativo, quer sejam utilizados isoladamente ou mesmo em conjunto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados obtidos pela análise das fotografias pancromáticas, imagens de radar e de satélite, para a área abrangida pelo município de Avaré, a aplicabilidade do sistema de classificação proposto pelos vários autores mostrou-se satisfatória. As subdivisões que ocorreram devem, em grande parte, a características locais e mesmo porque sentiu-se que algumas categorias deveriam aparecer em separado, uma vez que foram perfeitamente detectáveis nos três tipos de imagens, como foi o caso do sistema viário.

Não se pode, todavia, deixar de levar em consideração as diferenças de escala do material analisado, uma vez que esta interfere no grau de caracterização dos elementos (poder resolutivo da imagem). Estudos comparativos demonstram que em se tratando de análise da vegetação natural, as fotografias aéreas apresentam 94,3% de acerto, enquanto que para as imagens de radar e de satélite esse índice está em volta de 65,5% e 83,8%, respectivamente.

Verificou-se, também, pela análise da cobertura vegetal através de padrões de identificação dos elementos, ser possível a separação dos diferentes usos da terra, chegando mesmo, no caso das fotografias pancromáticas, a permitir que em alguns casos o sistema de cultivo fosse detectado.

Em relação à imagem de radar, o que se pode observar é que os elementos de vegetação nem sempre permitem uma distinção precisa, e cuja explicação pode estar ligada ao estágio de desenvolvimento da planta na época da obtenção da imagem. Este não é o caso da área urbanizada e do elemento água, uma vez que a textura no caso da primeira, e a tonali

dade na segunda, tornam bastante característicos estes elementos na imagem.

Quanto às imagens de satélite, a visibilidade, no tocante aos componentes de uso da terra, é melhor no canal 5 que no canal 7, ocorrendo, todavia, que este último fornece melhores informações em relação às terras florestais e água. Pode-se notar, também, que o uso de dados obtidos por intermédio da densitometria permitem avaliar com menor subjetividade de as informações oriundas do satélite.

Identificadas as categorias de uso da terra para o município de Avaré, elaborou-se a legenda para os cartogramas. Baseando-se na proposição da U.G.I. (1952), estabeleceu-se uma cor padrão para cada categoria de uma maneira genérica, e dentro desta cor padrão, foram estabelecidos matizes que atendessem a subdivisão das classes. É necessário ressaltar que a proposta de ANDERSON (1970), para a elaboração de mapas de uso da terra a cores, também se baseia nas mesmas indicações.

Verificou-se também que a comparação entre os diferentes mapas oriundos do material utilizado permite avaliar não somente o grau de eficiência da classificação, como também detectar possíveis erros de classificação num dos mapas, como ocorreu entre os mapas originários de radar e de satélite. Isto permite, portanto, que a classificação assim avaliada possa ser corrigida, elevando-se dessa maneira, a eficiência dos mapas construídos através de sensores remotos.

Pelos dados obtidos na avaliação da precisão da classificação, pode-se dizer que: - a mesma alcançou 85% de precisão; os elementos mapeados estão 85% corretamente localizados e 15% dos elementos foram sub-avaliados. Dessa maneira, 3 quesitos propostos por HAY foram respondidos segundo os re

sultados alcançados com o presente estudo.

Todavia, entende-se que os estudos ora realizados, por si não esgotam o assunto, devendo os mesmos serem ampliados no futuro, desenvolvendo técnicas que possam condizer com a realidade nacional, principalmente no que diz respeito a um sistema de classificação para uso da terra.

7. CONCLUSÕES

Ao final do presente estudo, pelos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- a aplicabilidade dos diversos sistemas de classificação existentes mostrou-se satisfatória, devendo-se, toda via, levar em consideração o objetivo da pesquisa;

- os resultados obtidos pela análise das imagens de radar mostraram-se satisfatórios, verificando-se que a determinação de classes de uso da terra para mapeamento temático em pequena escala é aceitável;

- os resultados obtidos com as imagens de satélite foram melhores que os alcançados com as imagens de radar, principalmente pela possibilidade de se trabalhar com diferentes canais, bem como pela utilização de leituras densitométricas;

- a experiência obtida através do presente estudo indica a vantagem do uso associado das fotografias pancromáticas, imagens de radar e de satélite, para o inventário do uso da terra, pois o nível de informações é complementado;

- a eficiência dos mapas deve ser levada em conta, pois permite a detecção de erros de classificação;

- finalmente, os resultados sugerem que a metodologia é aplicável em outras regiões similares.

BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A.N. Sensibilidade das fotografias aéreas em zo
nas tropicais úmidas, para efeitos de fotointerpretação .
Rev. Geográfica, 31(57):111-116, jul/dez. 1962.
- AB'SABER, A.N. O relevo brasileiro e seus problemas. *In*:
AZEVEDO, A. de - *Brasil: a terra e o homem*. São Paulo,
Nacional, :135:217, 1968, v. 1.
- AB'SABER, A.N. Rítmo da epirogênese pós-cretácea e seto-
res das superfícies neogênicas em São Paulo. *Geomorfo-*
logia, São Paulo (13), 1969.
- AB'SABER, A.N. A depressão periférica paulista: um setor
das áreas de circundesnudação pós-cretácea na Bacia do Pa
ranã. *Geomorfologia*, São Paulo (15), 1969.
- ALMEIDA, F.F.M. Relevo de "cuestas" na bacia sedimentar do
Rio Paraná. *B. Paul. Geogr.*, (3): 21-33, 1949.
- ALMEIDA, F.F.M. Geologia do Estado de São Paulo. *B.I.G.G.*,
(41), 1964.
- ALMEIDA, F.F.M. Os fundamentos geológicos. *In*: AZEVEDO,
A. de - *Brasil: a terra e o homem*, São Paulo, Nacional,
55-120, 1968, v. 1.
- AMARAL, G. *Sensores Remotos - Aplicações em Geociências* .
São Paulo, Instituto de Geociências - USP, 1975.

- AMARAL, G. *Geologia Prê-Cambriana da Região Amazônica*. São Paulo, Tese de Livre-Docência apresentada ao Instituto de Geociências, 1975.
- AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. *Manual of Remote Sensing*. Virginia, Keuffer & Esser, 1975, 2 v.
- ANDERSON, J.R. *Major land uses, national atlas of the United States of America*. Arch. C. Gerlack, ed., U.S. Department of the Interior Geological Survey, Washington, D.C. :157-159, 1970.
- ANDERSON, J.R. *Land-use classification Schemes used in selected recent geographic applications of remote sensing. Photogrammetrie Engineering*, Falls Church, 37(4): 379-387, 1981.
- ANDERSON, J.R. *Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos*. Rio de Janeiro, IBGE, 1979.
- AUDI, R. *Classificação de solos em "classes de capacidade de uso", com emprego de fotografias aéreas verticais. Caderno de Ciências da Terra*, São Paulo, (3), 1970.
- AUSTIN, M.E. *Land resource regions and major land resource areas, of the United States. Agricultural Handbook 296*, U.S. Department of Agriculture, Washington, 1965.
- AVERY, T.E. *Interpretation of aerial photographs*. Minneapolis, Burgess, 1977.

- BARBOSA, R.P. A questão do método cartográfico. *Rev. Brasileira Geografia*, 29(4): 117-123, out/dez., 1967.
- BARBOSA, R.P. O Método Cartográfico. *Curso de Geografia para professores do ensino superior*, Rio de Janeiro, IBGE, :171-180, 1968.
- BARRET, E.C. & CURTIS, L.F. *Introduction to Environmental Remote Sensing*. London, Chapman and Hall, 1976.
- BERNARDES, N. Características gerais da agricultura brasileira em meados do século XX. *R. Bras. Geogr.*, 23(2) : 103-160, abr/jun., 1961.
- BLAIR, B.O., & BAUNGARDNER, M.F. Detection of the green and brown wave in hardwoody canopy covers using multivariate, multispectral data from Landsat - 1. *Agronomy Journal*, 69:808-810, 1977.
- BONNAMOUR, J. *Structures agraires*, Paris, Centre de Documentation Universitaire, 1970.
- BORGONOVÍ, M. Estudo do uso da terra por fotointerpretação do município de Andradina, no Estado de São Paulo. *B. Geogr.*, 25(191): 224-232, mar/abr., 1966.
- BORGONOVÍ, M. & CHIARINI, J.V. Cobertura vegetal do Estado de São Paulo. *R. Bras. Geogr.*, 30(3): 39-50, jul/set., 1968.

- BRANDENBERGER, A.J. A significação econômica da exploração cartográfica pela fotografia aérea. *B. Geogr.*, 27, 206:17-22, 1968.
- CAMARGO, A.P. Contribuição para a determinação da evapotranspiração no Estado de São Paulo. *Bragantia*, 21 (12):163-213, 1962.
- CAMARGO, A.P. Clima do cerrado. In: *Simpósio sobre o cerrado*. São Paulo, EDUSP : 93-115, 1963.
- CAMPOS, H. *Estatística Experimental Não Paramétrica*. Piracicaba, D.M.E.S.A.L.Q. - USP, 1979.
- CARRE, J. Lecture et exploitation des photographies aériennes. Paris, Eyrolles, 1971. t. 1.
- CARVALHO, W.A. et alii. Fotointerpretação qualitativa das características dos padrões de drenagem de dois solos do Estado de São Paulo. *Bol. Geogr. Teorética*, 8 (15):59-61, 1978.
- CASTRO, T.S. A importância do critério de drenagem na interpretação de fotografias aéreas. *Rev. Brasileira Geografia*, 28(4): 380-396, out/dez., 1966.
- CERON, A.O. & DINIZ, J.A.F. O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. *Rev. Bras. de Geografia*, 27(2): 65-77, abr/jun., 1966.

- CERON, A.O. Mapeamento da utilização da terra na escala 1:200.000 - uma experiência no planalto ocidental de São Paulo. *Aerofotogeografia*, São Paulo, (4): 1969.
- CHEVALLIER, R. *La photographie aériennes*. Paris, Armand Colin, 1971.
- CHIARINI, J.V. et alii. *Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo*. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1974, v. 1.
- CLOS-ARCEDUC, A. *L'interpretation des photographies aériennes*. Paris, IGN, 1972.
- COELHO, A.G.S. *Fotointerpretação da eucaliptocultura e estudos de elementos para planejamento agrícola*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1968.
- COELHO, A.G.S. Noções básicas sobre sensores remotos e suas aplicações no levantamento global dos recursos terrestres. *Caderno de Ciências da Terra*, São Paulo (2) 1969.
- COELHO, A.G.S. Fotografias aéreas verticais na classificação de terras agricultáveis. *Aerofotogeografia*, São Paulo, (6), 1971.
- COELHO, A.G.S. Ecologia e Potencial de estudos com base nas modernas técnicas do sensoriamento remoto. *Aerofotogeografia*, São Paulo, (10-12), 1972.

- COELHO, A.G.S. Inspeção e qualificação de aeroimagens para fotointerpretação. *Aerofotogeografia*, São Paulo, (14), 1972.
- COMISSÃO DE SOLOS DO C.N.E.P.A. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas, 1960.
- CUERVO, S.L. Estudio de recursos naturales agroflorestales. In: *Symposium Panamericano Sobre Sensores Remotos*, 1^a, Panamá, 1973. p. 90-96.
- DINIZ, J.A.F. Estrutura agrária do município de Araras. *Geographica*, R. Soc. Geogr. Lisboa, 5(17): 94-110, jan. 1969.
- DOLFUS, O. *O espaço geográfico*. São Paulo, Saber Atual, 1972.
- DOVERSPIKE, G.E. Microdensitometer applied to land use classification. *Photogrammetric Engineering*, Falls Church, 31(2): 294-306, 1965.
- ELBERSEN, W.W. Interpretation of ERTS-MSS images of a Savanna area in Eastern Colombia. In: *Symposium on Significant Results Obtained from the Earth Resources Technology Satellite*, 1^o, Maryland, 1973. p. 105-119.
- ES, E. The dry deciduous forests of Bastar, Central India, on Landsat - 1. *The ITC Journal*, Enschede, 2:332-340, 1976.

- ESPÍNDOLA, C.R. & GARCIA, G.J. Interpretação fotográfica de redes de drenagem em diferentes categorias de solos. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, 18(35): 71-94, jun. 1978.
- FAUCHER, D. *Geografia Agrária*. Barcelona, Omega, 1953.
- FAUCHER, D. Reflexões sobre o método em geografia agrária. *B. Geogr.*, 21 (173): març/abr., 1963.
- FRANCO, M.M.S. Memória histórica do município de Avaré. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Geografia*. 1, Rio de Janeiro, 1910. V. 3.
- GARCIA, G.J. *Fotointerpretação comparativa de fotografias pancromáticas, coloridas e infravermelhas coloridas (falsa cor)*. Piracicaba, 1975. (Tese de Doutorado). Apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP.
- GARCIA, G.J. & MARCHETTI, D.A.B. Chave de classificação para identificação de vegetação em fotografias pancromáticas coloridas e infravermelhas coloridas. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 33: 429-440, 1976.
- GARCIA, G.J. & MARCHETTI, D.A.B. Fotointerpretação comparativa de fotografias pancromáticas, coloridas e infravermelhas coloridas através da vegetação. *Botucatu Cient. Séries A*, Botucatu, 2 (2): 115-121, 1977.

- GARCIA, G.J. *Técnicas de sensoriamento remoto na avaliação do potencial de uso de regiões de cerrado. Botucatu, 1979. (Tese - Livre-Docência). Apres. à Faculdade Cienc. Agron. - Botucatu.*
- GARCIA, G.J. et alii. *Comparative photointerpretation of vegetation and drainage using panchromatic, satellite and radar images. (no prelo).*
- GARCIA, G.J. & MINTZER, O. *Utilização da razão espectral na interpretação de imagens de satélite. (no prelo).*
- GARNIER, J.B. *La géographie: méthodes et perspectives. Paris, Masson, 1971.*
- GENDEREN, J.L. et alii. *Guidelines for using LANDSAT data for rural land use surveys in developing countries. ITC Journal, Enschede, (1): 30-49, 1978.*
- GEORGE, P. *Précis de Géographie rurale. Paris, PUF, 1963.*
- GEORGE, P. *Estrutura agrária e economia agrícola. In: Conferência no Brasil. Rio de Janeiro, IBGE, 1970.*
- GEORGE, P. *Os métodos da Geografia. São Paulo, Saber Atual, 1972.*
- GINEVAN, M.E. *Testing land use map accuracy: another look. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Falls Church, 45 (10): 1371-1377, 1979.*

- GOMES, F.P. *Curso de Estatística Experimental*. São Paulo, Nobel, 1978.
- HAY, A.M. Sampling designs to test land-use map accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Falls Church 45 (4): 529-533, 1979.
- HENDERSON, F.M. Radar for small-scale land-use mapping. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Falls Church, 41: 307-319, 1975.
- HENDERSON, F.M. Land-use interpretation with radar imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Falls Church, 43 (1): 95-99, 1977.
- HENDERSON, F.M. Land-use analysis of radar imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Falls Church, 45 (3): 295-307, março, 1979.
- HERNANDEZ FILHO, P. & SHIMABUKURO, Y.E. *Estabelecimento de metodologia para avaliação de povoadamentos florestais artificiais, utilizando-se dados do Landsat*. São José dos Campos, INPE - 1978 (Tese de Mestrado).
- HERZ, R. *Circulação das águas de superfície da Lagoa dos Patos*. São Paulo, USP, 1977. (Tese de Doutorado).
- HOFFER, R.M. & COELHO, A.G.S. Importância dos dados de "verdade terrestre" no sensoriamento remoto. *Aerofoto - geografia*, São Paulo, (7), 1972.

- HORD, R.M. & BROONER, W. Land-use map accuracy criteria. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. Falls Church, 42 (5): 671-677, 1976.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico*. Rio de Janeiro, IBGE, 1940-70.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Sinopse Preliminar do Censo Demográfico*. Rio de Janeiro, IBGE, 1980.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Enciclopédia dos Municípios Brasileiros*. Rio de Janeiro, IBGE, V. 28, 1957.
- JOHNSON, C.W. & COLEMAN, V. Semi-automatic crop inventory from sequential ERTS-1 imagery. *Symposium on significant results obtained from the Earth Resources Technology Satellite-1*, Maryland, mar. v. 1, :19-26, 1973.
- KAYSER, B. *L'agriculture et la Société Rurale des régions tropicales*. Paris, Société D'Édition d'Enseignement Supérieur, 1969.
- KELLER, E.C.S. Projeto do mapeamento da utilização da terra. *Aerofotogeografia*, São Paulo, (3): 1969.
- KODAK. Data for aerial photography. New Yorkm Kodak , :9-12, 1976.
- LEBEAU, R. *Les grands types de structures agraires dans le monde*. Paris, Masson et Cie. Editeurs, 1969.

- LIBAULT, A. *Geocartografia*. São Paulo, Nacional, USP
1975.
- LUEDER, D.R. *Aerial photographic interpretation*. New
York, Mac Graw Hill, 1959.
- MARCHETTI, D.A.B. & GARCIA, G.J. *Princípios de fotogrametria e fotointerpretação*. São Paulo, Nobel, 1978.
- MARCHETTI, D.A.B. *Fotografias aéreas e seus aspectos quantitativos para a fotopedologia*. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, (25): 27-30, 1980.
- MARSCHNER, F.M. *Land use and its patterns in the United States*. *Agricultural Handbook*, 153, U.S. Department of Agriculture, Washington, 1959.
- MEYNIER, A. *Les paysages agraires*. Paris, Librairie Armand Colin, 1970.
- MONBEIG, P. *Notas relativas à evolução das paisagens rurais no Estado de São Paulo*. *B. Geogr.*, 2 (16): 428-430, 1944.
- MONBEIG, P. *Pionniers et planteurs de São Paulo*. Lib. A. Colin, Paris, 1952.
- MONBEIG, P. "Os problemas de divisão Regional de São Paulo. In: *Aspectos Geográficos da Terra Bandeirante*. Rio de Janeiro, :181-207, 1954.

- MONKHOUSE, F.J. *Mapas y Diagramas*. Barcelona, Oikos-Tau, 1968.
- MONTEIRO, C.A.F. *Clima*. In: *A Grande Região Sul*. Rio de Janeiro, IBGE, 114-166, 1968.
- MONTEIRO, C.A.F. *Geomorfologia*. In: *A Grande Região Sul*. Rio de Janeiro, IBGE, 1968.
- MONTEIRO, C.A.F. *O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectiva*. São Paulo, IGEOG - USP, 1976.
- MORAES, R.L. *Contribuição à identificação de tipos de utilização da terra, através de fotografias aéreas*. *B.Geogr.*, 27 (204): 75-76, maio/jun., 1968.
- MORAIN, S.A. & SIMONETT, D.S. *K-band radar in vegetation mapping*. *Photogrammetric Engineering*, Falls Church, 33 (7): 730-740, 1967.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Remote sensing with special reference to agriculture and forest*. Washington, 1970.
- NOSSEIR, M.K. *Estudo da cobertura florestal na região de Caieiras (SP)*. *Aerofotogeografia*, São Paulo, (18), 1973.
- NOSSEIR, M.K. *Estudo comparativo entre imagens do SLAR e ERTS para avaliação dos recursos vegetativos naturais*. *Aerofotogeografia*, São Paulo, (22), 1975.
- NOSSEIR, M.K. et alii. *Mapeamento da Vegetação Natural dos Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo (Região Leste do Brasil), através de imagens MSS do ERTS-1*. São José dos Campos, INPE, 1975.

- NOVO, E.M.L. de M. *Análise comparativa entre fotografias aéreas convencionais e imagens do Landsat para fins de levantamento do uso da terra.* São José dos Campos, INPE, 1979.
- NUNNALLY, N.R. *Integrated landscape analysis with radar imagery.* *Remote Sensing of Environment*, 1(1): 1-6, 1969.
- OLIVEIRA, J.B. & CARVALHO, A. *Uso do solo no município de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo.* *B. Paul. Geogr.*, (43): 5-53, 1966.
- OTREMBA, E. *Geografia General Agrária e Industrial.* Barcelona, Omega, 1955.
- PETRONE, P. *Regiões e paisagens do Estado de São Paulo.* In: *São Paulo - terra e povo.* Porto Alegre, Globo, 47-64, 1967.
- PIRES, J.B.A. *Um pouco da história de Avaré.* Avaré, 1946.
- PRADO, J.L. *O trabalho de campo na aerofotointerpretação.* *No ticia Geomorfológica*, 9 (17): 81-83, 1969.
- QUEIROZ NETO, J.P. *Os solos.* In: AZEVEDO, A. de - *Brasil a terra e o homem.* São Paulo, Nacional, :463-514, 1968, v. 1.
- RAISZ, E. *Cartografia Geral.* Rio de Janeiro, Científica, 1969.

- RANZANI, G. Solos do cerrado. In: *Simpósio sobre o cerrado*. São Paulo, EDUSP:51-92, 1963.
- RAY, R.G. *Aerial photographs in geologia interpretation and mapping*. Washington, United States Government, 1960.
- RIB, H.T. & MILES, R.D. Automatic interpretation of terrain features. *Photogrammetric Engineering*, Falls Church, 35(2): 294-306, 1969.
- RICCI, M. & PETRI, S. *Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica*. São Paulo, Nacional, 1965.
- RIMBERT, S. *Leçons de Cartographie Thematique*. Paris, SEDES, 1967.
- RIMBERT, S. *Cartes et Graphiques*. Paris, SEDES, 1964.
- ROBINSON, A.H. *Elements of Cartography*. London, Chapman & Hall, 1953.
- ROMARIZ, D.A. Tipos de solos e sua utilização. In: *A Grande Região Sul*, Rio de Janeiro, IBGE, :188-203, 1968.
- ROMARIZ, D.A. A vegetação. In: AZEVEDO, A. - *Brasil: a terra e o homem*, São Paulo, Nacional, :521-562, 1968, v. 1.
- SABINS, F.F. *Remote Sensing - Principles and Interpretation*. San Francisco, W.H. Freeman, 1978.

- SALICHTCHEV, K.A. Some reflections on the subject and
method of cartography after the sext international carto-
graphic conference. *The Canadian Cartographer*, 10(2) :
106-111, dez. 1973.
- SANCHES, M.C. "Utilização da terra em um trecho da média
depressão periférica paulista. In: *Geografia Econômica* .
São Paulo, 1972.
- SCHRODER, R. Distribuição e curso anual das precipitações
no Estado de São Paulo. *Bragantia* , 15, (18): 194-249,
1956.
- SCHWARZ, D.E. & CASPALL, F. The use of radar in the dis -
crimination and identification of agricultural land use.
Michigan, *Proc. of the 8th International Symposium on Re-
mote Sensing of Environment*, Ann-Harbor, :232-239, 1972.
- SEGREDQ, F.L. & SALINAS, F.G. Identification of large mas
ses of citrus fruit and rici fields in Eastern Spain.
*Symposium on significant results obtained from the Earth
Technology Satellite-1*. Maryland, mar., v. 1., :35-36 ,
1973.
- SETZER, J. O conhecimento pedológico atual do Estado de
São Paulo. In: *Aspectos Geográficos da Terra Bandeirante*.
Rio de Janeiro, CNE, :137-179, 1954.
- SETZER, J. *Atlas climático e ecológico do Estado de São
Paulo*. São Paulo, CESP, 1966.

- SOARES, P.C. & FIORI, A.P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *B. Geogr.*, Rio de Janeiro, 36 (258/259): 35-59, jul/dez. , 1978.
- SOYER, M. et alii. *Manuel de Photointerpretation*. Technip, Paris, 1970.
- SPURR, S.H. *Photogrammetry and Photointerpretation*. New York, Ronald Press, 1960.
- STAMP, L.D. Land utilization in Britain 1937-1943. *The Geographical Review*, New York, 33 (4): 523-544, 1943.
- TRICART, J. et alii. *Introduction à l'utilisation de photographies aériennes*. Paris, SEDES, 1970, V. 1.
- TROPPEMAIR, H. A cobertura vegetal primitiva do Estado de São Paulo. *Biogeografia*, São Paulo, (1), 1969.
- VALKENBURG, S.N. The world land use survey. *Economic Geography*, Worcester, 26 (1): 1-50, 1950.
- VALKENBURG, S.V. Técnicas de inventário de la tierra agrícola. La experiencia del proyecto aerofotogramétrico. OEA-Chile, Union Panamericana, 1964.
- VALVERDE, O. Geografia Agrária. *Bol. Geogr.*, 28 (209) : 126-129, mar/abr., 1969.

WOOTEN, H.H. & ANDERSON, J.R. Major Uses of Land in the United States. Summary for 1954, U.S. Dept. of Agriculture, Agr. Recherche Service. Agr. Infr. Bull., 196, 1957.

WRATHALL, J.E. Agricultural land classification maps. *The Bulletin of the Society of University Cartographers*, London, 13(1): 13-18, 1979.

ANEXO I

QUESTIONÁRIO

1 - Identificação e localização do estabelecimento

1.1 - DENOMINAÇÃO

1.2 - LOCALIZAÇÃO

1.3 - MUNICÍPIO

1.4 - DISTÂNCIA DO CENTRO URBANO MAIS PRÓXIMO

1.5 - ÁREA DO ESTABELECIMENTO _____ hectares

2 - Identificação do proprietário

2.1 - NOME

2.2 - RESIDE EM

2.3 - EXERCE OUTRA ATIVIDADE? ☐ SIM ☐ NÃO

QUAL _____

2.4 - POSSUI OUTRO ESTABELECIMENTO?

LOCALIZAÇÃO _____
município3 - Existe responsável? ☐ SIM ☐ NÃO

FUNÇÃO _____

4 - Condições do estabelecimento

4.1 - PRÓPRIA ☐4.2 - CONDOMÍNIO ☐4.3 - ARRENDADA ☐4.4 - PARCERIA ☐4.5 - OUTRAS ☐ QUAL? _____

5 - Natureza da posse ou ocupação

5.1 - COMPRA ☐5.2 - COMPROMISSO COMPRA E VENDA ☐5.3 - HERANÇA ☐5.4 - PERMUTA ☐5.5 - OUTRA ☐ QUAL? _____

6 - Atividade Econômica predominante: o estabelecimento se dedica predominantemente à:

6.1 - AGRICULTURA _____
indicar o principal produto

6.2 - PECUÁRIA _____
indicar a principal criação

6.3 - AGROPECUÁRIA _____
indicar o principal produto e a principal criação

6.4 - AVICULTURA _____
p/corte - ou ovos - ou mista

6.5 - REFLORESTAMENTO _____
indicar finalidade

6.6 - HORTICULTURA _____
indicar finalidade

6.7 - OUTRAS _____
indicar

7 - Classificação das terras Área-hectares

7.1 - MATA (CULTURA 1.^a) E PLANAS _____

7.2 - MATAS (CULTURA 1.^a) E ONDULADAS _____

7.3 - MATAS (CULTURA 1.^a) E MUITO INCLINADAS _____

7.4 - CERRADO GROSSO (CULTURA 2.^a) E PLANAS _____

7.5 - CERRADO GROSSO (CULTURA 2.^a) E ONDULA
DAS _____

7.6 - CERRADO GROSSO (CULTURA 2.^a) E MUITO
INCLINADAS _____

7.7 - CAMPO (CULTURA 3.^a) E PLANAS _____

7.8 - CAMPO (CULTURA 3.^a) E ONDULADAS _____

7.9 - CAMPO (CULTURA 3.^a) E MUITO INCLINADAS _____

8 - Utilização das terras Área-hectares

8.1 - LAVOURAS PERMANENTES _____

8.2 - LAVOURAS TEMPORÁRIAS _____

8.3 - PASTAGENS NATURAIS _____

8.4 - PASTAGENS ARTIFICIAIS _____

8.5 - MATAS E FLORESTAS NATURAIS _____

8.6 - REFLORESTAMENTO

8.7 - TERRAS INAPROVEITÁVEIS

8.8 - OUTRAS

9 - Utilização das terras - lavouras permanentes

CULTURA	ÁREA	OBJETIVO	PRODUÇÃO	VALOR PRODUÇÃO	RENDIMENTO
CAFÉ					
OUTROS					

10 - Utilização das terras - lavouras temporárias

CULTURA	ÁREA	OBJETIVO	PRODUÇÃO	VALOR PRODUÇÃO	RENDIMENTO
ARROZ					
MILHO					
FEIJÃO					
SOJA					
MANDIOCA					
ALGODÃO					
OUTROS					

11 - Calendário agrícola (indicar os meses)

PRODUTO	PREPARO DA TERRA	PLANTIO	CUIDADOS (CAPINAS E PULVERIZAÇÕES)	COLHEITA
CAFÉ				
ARROZ				
MILHO				
FEIJÃO				
SOJA				
MANDIOCA				
ALGODÃO				
OUTROS				

12 - Sistemas

- 12.1 - ROTAÇÃO DE TERRAS ☐
- 12.2 - ROTAÇÃO DE CULTURAS ☐
- 12.3 - ASSOCIAÇÃO CULTURA/CRIAÇÃO ☐
- 12.4 - OUTROS ☐

13 - Emprego de força nos trabalhos agrários

- 13.1 - ANIMAL ☐
- 13.2 - MECÂNICA ☐
- 13.3 - OUTRAS ☐

14 - Técnicas

- 14.1 - USA MECANIZAÇÃO ☐ SIM ☐ NÃO
 - 14.1.1 - TRAÇÃO ANIMAL ☐
 - 14.1.2 - MECÂNICA ☐
 - 14.1.3 - OS IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS SÃO PRÓPRIOS ☐ SIM ☐ NÃO
 - 14.1.4 - CITAR IMPLEMENTOS QUE USA _____

- 14.2 - USA ADUBOS ☐ SIM ☐ NÃO
 - 14.2.1 - ORGÂNICOS ☐ SIM _____
quais os componentes
 - 14.2.2 - QUÍMICOS ☐ SIM _____
quais os componentes
 - 14.2.3 - PARA REPOSIÇÃO ☐
 - 14.2.4 - PARA MANUTENÇÃO ☐
 - 14.2.5 - PARA PRODUÇÃO ☐

- 14.3 - USA INSETICIDAS ☐ SIM ☐ NÃO
 - 14.3.1 - _____
indicar finalidade

14.4 - OUTRAS TÉCNICAS

14.4.1 - CURVA DE NÍVEL

☐

14.4.2 - CALAGEM

☐

14.4.3 - TERRAÇOS

☐

14.4.4 - SELEÇÃO DE SEMENTES

☐

14.4.5 - OUTRAS (Quais)

☐

14.5 - SOLOS

14.5.1 - ANALIZA

☐ SIM

☐ NÃO

14.5.2 - COMO RECONHECE

15 - MECANISMO DE COMERCIALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

a - DIRETO AO CONSUMIDOR

☐

b - VENDA A VAREJISTA

☐

c - VENDA A ATACADISTA

☐

d - COOPERATIVA

☐

e - OUTROS (Quais)

☐

16 - PECUÁRIA

16.1 - BOVINOS

16.1.1 - FINALIDADE

CRIA

☐

RECRIA

☐

ENGORDA

☐

REPRODUÇÃO

☐

LEITE

☐

MISTA

☐

16.2 - REBANHO

RAÇA	Nº DE CABEÇAS	OBJETIVO	PRODUÇÃO	VALOR PRODUÇÃO
GYR				
NELORE				
GUZERÃ				
HOLANDÊS				
CRUZADO				
OUTROS				

16.3 - QUALIDADE DO REBANHO

RAÇA	PURO/ORIGEM	PURO/CRUZA	1/2	1/4
GYR				
NELORE				
GUZERÃ				
HOLANDÊS				
CRUZADO				
OUTROS				

Indicar o nº de cabeças - nos casos de cruzamento, indicar com as iniciais das raças - ex: GXN = Gyr com Nelore.

16.4 - PRODUÇÃO DE LEITE

RAÇA	VACAS EM LACTAÇÃO	PRODUÇÃO/CABEÇA MÉDIA	PRODUÇÃO TOTAL
GYR			
HOLANDÊS			
CRUZADO			
OUTROS			

16.5 - CONDIÇÕES SANITÁRIAS

16.5.1 - DOENÇAS

TUBERCULOSE ☐

BRUCELOSE ☐

AFTOSA ☐

OUTRAS ☐

_____ indicar

16.5.2 - VACINAS

USA? ☐ SIM ☐ NÃO

TIPOS _____

indicar

16.5.3 - MEDICAMENTOS

USA? ☐ SIM ☐ NÃO

TIPOS _____

indicar

16.6 - TÉCNICAS DE MANEJO

INSEMINAÇÃO ☐

ORDENHA MECÂNICA ☐

TRATO DIRETO ☐

TRATO INDIRETO ☐

SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR ☐

16.6.1 - Nos casos de trato indireto ou de suplementação alimentar o que usa? _____

16.7 - PASTAGENS

16.7.1 - TIPOS DE CAPIM

GORDURA ☐

JARAGUA ☐

COLONIÃO ☐

PANGOLA ☐

NAPIER ☐

OUTROS ☐

16.7.2 - CUIDADOS COM PASTAGENS

ADUBAÇÃO QUÍMICA	☐
ADUBAÇÃO ORGÂNICA	☐
ROÇADA MANUAL	☐
ROÇADA MECÂNICA	☐
QUEIMADAS	☐
HERBICIDAS	☐

16.7.3 - LOTAÇÃO DAS PASTAGENS

	ÁREA	Nº CABEÇAS SECA	Nº CABEÇAS ÁGUAS	CAPACIDADE
NATURAL				
ARTIFICIAL				

Na capacidade indicar se é boa, regular ou fraca.

16.8 - MECANISMO DE COMERCIALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DA PE-
CUÁRIA BOVINA

16.8.1 - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	☐
16.8.2 - VENDA CONSUMIDOR	☐
16.8.3 - VENDA INTERMEDIÁRIO	☐
16.8.4 - VENDA COOPERATIVA	☐

No caso de indústria de transformação ou cooperativa, indicar o nome: _____

17 - OUTRAS ATIVIDADES PECUÁRIAS

17.1 - SUINOS

RAÇA	Nº DE CABEÇAS	OBJETIVO	PRODUÇÃO	VALOR PRODUÇÃO

17.2 - AVES

RAÇA	Nº DE CABEÇAS	OBJETIVO	PRODUÇÃO	VALOR PRODUÇÃO

17.3 - OUTRAS CRIAÇÕES

Nº DE CABEÇAS

CAPRINOS

OVINOS

MUARES

EQUINOS

ASININO

18 - MÃO DE OBRA

Nº DE PESSOAS

18.1 - FAMILIARES

18.2 - ASSALARIADOS PERMANENTES

18.3 - ASSALARIADOS TEMPORÁRIOS

18.4 - PARCEIROS

18.5 - ARRENDATÁRIOS

- DE ONDE VEM A MÃO DE OBRA? _____

19 - CAPITAL EMPATADO

VALOR ATUAL

a) EM TERRAS

Cr\$ _____

b) EM BENFEITORIAS

Cr\$ _____

c) EM EQUIPAMENTOS

Cr\$ _____

d) EM ANIMAIS

Cr\$ _____

20 - A Orientação e Assistência Técnica é dada:

20.1 - CASA DA AGRICULTURA

☐

20.2 - AGRÔNOMOS E VETERINÁRIOS PARTICULARES

☐

20.3 - TÉCNICOS DE ÓRGÃOS ESTATAIS

☐

20.4 - TÉCNICOS DE ÓRGÃOS NÃO ESTATAIS

☐

20.5 - OUTROS

☐

21 - Financiamentos obtidos (últimos 3 anos)

21.1 - TIPO

INVESTIMENTO

☐

CUSTEIO

☐

PREÇO MÍNIMO

☐

NÃO FINANCIOU

☐

IGNORA

☐

OUTROS

☐

21.2 - FONTE DOS FINANCIAMENTOS

PARTICULARES

☐

ENTIDADES DO GOVERNO

☐

ENTIDADES PRIVADAS

☐

22 - OUTRAS INFORMAÇÕES:

A digitalização deste documento foi possível graças ao investimento do Programa de Pós-graduação em Geografia Humana (PPGH-FFLCH-USP) e realizada com recursos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Essa ação integra as atividades de comemoração dos 50 anos do PPGH no ano de 2021. Para mais informações sobre o PPGH e sua história, visite a página do programa: <http://ppgh.fflch.usp.br/>.