

FRANCISCA DIONIZIA DE ALMEIDA MATOS

IDENTIFICAÇÃO DE ESTRATOS DE REFLORESTAMENTOS ATRAVÉS
DE IMAGENS ORBITAIS DO LANDSAT-5

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau e título de Mestre em Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Felipe Kirchner

CURITIBA

1993

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pela candidata FRANCISCA DIONIZIA DE ALMEIDA MATOS, sob o título "IDENTIFICAÇÃO DE ESTRATOS DE REFLORESTAMENTOS ATRAVÉS DE IMAGENS ORBITAIS DO LANDSAT - 5" para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em MANEJO FLORESTAL, após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação com média final: (9,3), correspondente ao conceito: (A).

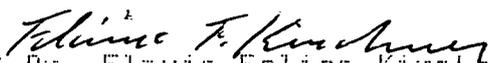
Curitiba, 28 de maio de 1993



Prof.M.Sc. Rudiney Soares Pereira
Primeiro Examinador



Prof.Dr. Otto Luiz Gantzel
Segundo Examinador



Prof.Dr. Flavio Felipe Kirchner
Presidente da Banca

À minha mãe TEÓ, pelo apoio e
constante incentivo;

Ao meu pai MOURA por seus valores e
simplicidade;

Aos meus irmãos;

Ao MICHEL por estar ao meu lado nos
momentos mais difíceis.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Flávio Felipe Kirchner, pela orientação e valiosas sugestões na realização deste trabalho, além do apoio em todos os momentos em que precisei.

Ao Prof. Rudney Soares Pereira pela co-orientação e colaboração.

Ao Prof. Dr. Otto Luiz Gantzel pela co-orientação e contribuição.

Ao INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA por ter me liberado e auxiliado para formação de conhecimentos e na pessoa da Chefe da Coordenação em Pesquisas Botânicas, Maria Lúcia Absy, pela preciosa compreensão nos momentos mais difíceis que passei.

À empresa AERODATA por ter permitido o uso de seus equipamentos e o dispndimento de seus funcionários no auxílio ao meu trabalho, pois sem eles não teria sido possível executar a pesquisa de acordo com o determinado.

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de realizar o mestrado.

Ao Convênio UFPR/INPE, na pessoa do Prof. Atilio Disperati, pelo fornecimento das fitas com as imagens para o início dos trabalhos em laboratório.

À KLABIN FABRICADORA DE PAPEL E CELULOSE S/A, na pessoa do Engenheiro Florestal Moacir Marcolin, pela cessão do cadastro da Fazenda Faisqueira.

Aos meus amigos de trabalho do Departamento de Botânica do INPA, pelo o apoio e estímulo nas horas críticas.

Aos colegas Prof. Anselmo, Armin, Doadi, Flávio Ponzoni, Jorge Matos, José Brandão, Paulo de Tarso, Verónica Pallacios, Dr. William Rodrigues pelo auxílio e estímulo prestados.

A todos que de alguma forma prestaram apoio na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Francisca Dionízia de Almeida Matos, filha de Raymundo Ferino de Matos "Moura" e de Teófila de Almeida Matos "Teó", nasceu em Manaus, Amazonas a 21 de Agosto de 1956.

Concluiu o 1º grau na Unidade Educacional Marquês de Santa Cruz e o 2º grau na Escola Técnica Federal do Amazonas, ambos em Manaus, Am.

Em 1977, iniciou o curso básico em Engenharia Florestal em Manaus. Em 1979, veio para Curitiba transferida para a Universidade Federal do Paraná, através do Convênio FUA/UFPR, graduando-se em 1982.

Em março de 1989 deu início ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, na Universidade Federal do Paraná, concluindo os créditos obrigatórios em 1990.

Desde junho de 1986 é funcionária do Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, onde exerce a função de Pesquisadora na Coordenação de Pesquisas em Botânica.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	x
LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE FOTOGRAFIAS	xvi
LISTA DE ABREVIATURAS	xv
RESUMO	xvii
ABSTRACT	xviii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS	4
2.1.1 Dados orbitais	6
2.1.1.1 Aquisição	6
2.1.1.2 Origem do píxel	7
2.1.1.3 Produto final	8
2.1.1.3.1 Imagem digital	8
2.2 PROCESSAMENTO DIGITAL	9
2.2.1 Realce de imagem	10
2.2.1.1 Manipulação de contraste	11
2.2.1.2 Modificação do histograma	12
2.3 CLASSIFICAÇÃO DE IMAGEM	13
2.3.1 Reconhecimento de padrões	14
2.3.2 Extração de caracteres	15
2.3.3 Análise de componentes principais	16
2.3.4 Análise discriminante	17
2.4 CORREÇÃO GEOMÉTRICA	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 SELEÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	20

3.1.1	Descrição da área de estudo.....	20
3.1.1.1	Matas ciliares.....	20
3.1.1.2	Reflorestamentos.....	20
3.1.1.2.1	Manejo de Pinus.....	21
3.1.1.2.2	Manejo de Eucalyptus.....	21
3.1.1.2.3	Espaçamento dos plantios.....	21
3.1.2	Determinação das idades dos talhões.....	21
3.2	MATERIAIS UTILIZADOS.....	23
3.2.1	Produtos Landsat.....	23
3.2.2	Cartas e cadastro de referência.....	23
3.2.3	Equipamentos e programas.....	24
3.3	METODOLOGIA ADOTADA.....	24
3.3.1	Criação e digitalização do arquivo gráfico.....	24
3.3.2	Extração da área de estudo da imagem.....	24
3.3.3	Descrição quantitativa da imagem.....	25
3.3.4	Processamento espectral das imagens	26
3.3.4.1	Modificação do histograma.....	26
3.3.4.2	Composição colorida.....	27
3.3.5	Coleta dos dados quantitativos.....	27
3.3.5.1	Ajuste do mapa dos talhões.....	29
3.3.5.2	Sobreposição do arquivo gráfico ajustado, na imagem digital.....	30
3.3.5.3	Leitura de píxels.....	30
3.3.6	Agrupamentos dos dados para posterior análise.....	31
3.3.7	Aplicação de técnicas de análise multivariada aos dados..	31
3.3.7.1	Análise de componentes principais.....	32
3.3.7.2	Análise discriminante.....	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1	PARÂMETROS DA IMAGEM.....	36

4.2	PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM.....	43
4.2.1	Processamento radiométrico.....	43
4.2.1.1	Aumento de contraste.....	43
4.2.2	Processamento espacial.....	51
4.2.2.1	Composição colorida.....	51
4.3	ANÁLISE DOS GRUPOS DE REFLORESTAMENTO.....	55
4.3.1	Caracterização espectral dos grupos.....	56
4.3.2	Análise discriminante para todos os grupos.....	59
4.3.3	Análise de componentes principais para todos os grupos de reflorestamento.....	63
4.3.4	Análise discriminante para todos os grupos com a eliminação da banda 7 por componentes principais.....	65
4.3.5	Análise discriminante para todos os grupos de Pinus taeda, com todas as bandas.....	71
4.3.6	Análise de componentes principais para os grupos de Pinus taeda.....	74
4.3.7	Análise discriminante para os grupos de Pinus taeda, eliminada a banda 7.....	75
4.3.8	Análise discriminante para Pinus elliottii, envolvendo todas as bandas.....	79
4.3.9	Análise de componentes principais para os grupos de Pinus elliottii.....	83
4.3.10	Análise discriminante para Pinus elliottii, eliminada a banda 5.....	87
4.3.11	Análise discriminante para Eucalyptus saligna, com todas as bandas.....	89
4.3.12	Análise discriminante para Eucalyptus grandis, com todas as bandas.....	91
5	CONCLUSÕES.....	93

RECOMENDAÇÕES	98
ANEXOS	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1	INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA E O ALVO.....	5
2	PROCESSAMENTO TÍPICO DE RECONHECIMENTO DE PADRÕES ESPECTRAIS EM CLASSIFICAÇÃO.....	14
3	SISTEMAS DE COORDENADAS DEFINIDAS PARA IMAGEM E MAPA, ACOMPANHADO DE ESPECIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE TERRESTRE.....	19
4	PROCEDIMENTO NA PREPARAÇÃO DAS IMAGENS LANDSAT PARA EXTRAÇÃO DE CARACTERES.....	25
5	PASSOS ADOTADOS NA OBTENÇÃO DOS DADOS DIGITAIS.....	29
6	HISTOGRAMA DA BANDA 01.....	37
7	HISTOGRAMA DA BANDA 02.....	38
8	HISTOGRAMA DA BANDA 03.....	39
9	HISTOGRAMA DA BANDA 04.....	40
10	HISTOGRAMA DA BANDA 05.....	41
11	HISTOGRAMA DA BANDA 07.....	42
12	COMPORTAMENTO ESPECTRAL DOS GRUPOS NAS SEIS BANDAS.....	58
13	RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO EXECUTADA PELAS DUAS PRINCIPAIS FUNÇÕES DISCRIMINANTES.....	62
14	GRÁFICO DO PESO DOS DOIS PRINCIPAIS COMPONENTES.....	66
15	DIAGRAMA DE DISPERSÃO DOS DADOS E IMPORTÂNCIA DAS VARIÁVEIS PARA OS DOIS PRIMEIROS COMPONENTES.....	67
16	RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO PARA TODOS OS GRUPOS NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, ELIMINADA A BANDA 7.....	70
17	RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE Pinus taeda COM TODAS AS BANDAS PELAS DUAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES.....	73
18	GRÁFICO DOS COMPONENTES PONDERADOS PARA OS GRUPOS DE Pinus taeda.....	76

19	GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS DADOS E IMPORTÂNCIA DAS VARIÁVEIS NOS DOIS PRIMEIROS COMPONENTES PRINCIPAIS.....	77
20	GRÁFICO DO RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO PARA <i>Pinus taeda</i> , NAS DUAS PRIMEIRAS FUNÇÕES, ELIMINADA A BANDA 7.....	80
21	GRÁFICO DAS CLASSIFICAÇÕES EFETUADAS PELAS DUAS PRIMEIRAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, PARA <i>Pinus elliottii</i>	82
22	GRÁFICO DAS COMPONENTES PARA O GRUPO DE <i>Pinus elliottii</i>	85
23	GRÁFICO DA DISPERSÃO DOS DADOS E IMPORTÂNCIA DAS VARIÁVEIS NOS DOIS PRINCIPAIS COMPONENTES.....	86
24	RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO PARA <i>Pinus elliottii</i> , NAS DUAS PRINCIPAIS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, ELIMINADA A BANDA 5.....	90

LISTA DE TABELAS

1	CARACTERÍSTICAS DO SENSOR REMOTO.....	6
2	DADOS ESTATÍSTICOS DA IMAGEM.....	26
3	CARACTERIZAÇÃO ESTATÍSTICA DOS GRUPOS NAS FAIXAS ESPECTRAIS.....	56
4	ANÁLISE DISCRIMINANTE PARA TODOS OS GRUPOS (ESPÉCIE POR IDADE).....	59
4A	CENTRÓIDES DOS GRUPOS NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES NÃO PADRONIZADAS.....	60
4B	MATRIZ DE RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO EFETUADAS PELAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES.....	61
5	VARIAÇÃO EXPLICADA POR COMPONENTE E VARIAÇÃO CUMULATIVA....	63
5A	COEFICIENTES DOS COMPONENTES PRINCIPAIS.....	64
6	ANÁLISE DISCRIMINANTE PARA TODOS OS GRUPOS COM ELIMINAÇÃO DA BANDA 07 POR COMPONENTES PRINCIPAIS.....	68
6A	MATRIZ DE CENTRÓIDES DOS GRUPOS NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES NÃO PADRONIZADAS, ELIMINADA A BANDA 7.....	69
6B	MATRIZ DE RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO EFETUADA PELAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, ELIMINADA A BANDA 7.....	69
7	ANÁLISE DISCRIMINANTE PARA TODOS OS GRUPOS DE Pinus taeda, COM TODAS AS BANDAS.....	71
7A	MATRIZ DE CENTRÓIDES DOS GRUPOS DA ESPÉCIE Taeda COM TODAS AS BANDAS.....	72
7B	MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO PARA Pinus taeda COM TODAS AS BANDAS.....	72
8	NÚMERO DE COMPONENTES PRINCIPAIS E VARIAÇÃO EXPLICADA DE CADA COMPONENTE.....	74

8A	COEFICIENTES DOS COMPONENTES PRINCIPAIS PARA OS GRUPOS DE <i>Pinus taeda</i>	75
9	ANÁLISE DISCRIMINANTE PARA <i>Pinus taeda</i> , ELIMINADA A BANDA 7.....	78
9A	MATRIZ DE CENTRÓIDES DOS GRUPOS DE <i>Pinus taeda</i> , ELIMINADA A BANDA 7.....	78
9B	MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO PARA <i>Pinus taeda</i> , RESULTANTE DA ANÁLISE DE DISCRIMINANTE LINEAR, ELIMINADA A BANDA 7.....	79
10	NÚMERO DE FUNÇÕES DISCRIMINANTES E RESPECTIVOS AUTOVALORES.....	79
10A	CENTRÓIDES DOS GRUPOS DA ESPÉCIE <i>Pinus elliottii</i> NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES COM TODAS AS BANDAS.....	81
10B	RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO PARA <i>Pinus elliottii</i> NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, COM TODAS AS BANDAS.....	81
11	NÚMERO DE COMPONENTES PRINCIPAIS E PERCENTAGEM DE VARIAÇÃO EXPLICADA, PARA <i>Pinus elliottii</i>	83
11A	COEFICIENTES DOS COMPONENTES PRINCIPAIS PARA OS GRUPOS DE <i>Pinus elliottii</i>	84
12	NÚMERO DE FUNÇÕES DISCRIMINANTES, AUTOVALORES E PERCENTAGEM RELATIVA PARA <i>Pinus elliottii</i> , ELIMINADA A BANDA 5.....	87
12A	MATRIZ DE CENTRÓIDES DOS GRUPOS NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES PARA <i>Pinus elliottii</i> , ELIMINADA A BANDA 5.....	88
12B	MATRIZ DE RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO PELAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES PARA <i>Pinus elliottii</i> , ELIMINADA A BANDA 5.....	88
13	ANÁLISE DISCRIMINANTE PARA <i>Eucalyptus saligna</i>	89
13A	MATRIZ DE CENTRÓIDES NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES.....	89
13B	MATRIZ DE RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO PARA <i>Eucalyptus saligna</i>	91
14	ANÁLISE DISCRIMINANTE PARA <i>Eucalyptus grandis</i>	91

14A	MATRIZ DE CENTRÓIDES DOS GRUPOS NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES.....	92
14B	MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO PARA <i>Eucalyptus grandis</i> COM TODAS AS BANDAS.....	92

LISTA DE FOTOGRAFIAS

1	BANDA 01 COM CONTRASTE.....	44
2	BANDA 02 COM CONTRASTE.....	45
3	BANDA 03 COM CONTRASTE.....	46
4	BANDA 04 COM CONTRASTE.....	47
5	BANDA 05 COM CONTRASTE.....	48
6	BANDA 07 COM CONTRASTE.....	49
7	BANDA 7 COM O ARQUIVO GRÁFICO SOBREPOSTO À IMAGEM.....	50
8	COMPOSIÇÃO COLORIDA FALSA-COR (2B,3G,4R).....	52
9	COMPOSIÇÃO COLORIDA FALSA-COR (3B,4G,5R).....	53
10	COMPOSIÇÃO COLORIDA FALSA-COR (3B,7G,4R).....	54
11	COMPOSIÇÃO COLORIDA FALSA-COR COM O ARQUIVO GRÁFICO SOBREPOSTO À IMAGEM.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS

AD	ANÁLISE DE DISCRIMINANTE
EL.B01	Pinus elliottii, BANDA 1
EL.B02	Pinus elliottii, BANDA 2
EL.B03	Pinus elliottii, BANDA 3
EL.B04	Pinus elliottii, BANDA 4
EL.B05	Pinus elliottii, BANDA 5
EL.B07	Pinus elliottii, BANDA 7
GPST.B01	GRUPOS TOTAIS, BANDA 1
GPST.B02	GRUPOS TOTAIS, BANDA 2
GPST.B03	GRUPOS TOTAIS, BANDA 3
GPST.B04	GRUPOS TOTAIS, BANDA 4
GPST.B05	GRUPOS TOTAIS, BANDA 5
GPST.B07	GRUPOS TOTAIS, BANDA 7
HDDT	FITA DIGITAL DE ALTA DENSIDADE
IFOV	ÂNGULO INSTANTÂNEO DE VISADA
PCA	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS
REM	RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA
TA.B01	Pinus taeda, BANDA 1
TA.B02	Pinus taeda, BANDA 2
TA.B03	Pinus taeda, BANDA 3
TA.B04	Pinus taeda, BANDA 4
TA.B05	Pinus taeda, BANDA 5
TA.B07	Pinus taeda, BANDA 7
TM	MAPEADOR TEMÁTICO

RESUMO

A técnica de Processamento Digital empregada teve por objetivo facilitar a identificação e a extração de informações dos talhões, que posteriormente serviram como dados para a construção de uma regra de classificação por Análise de Discriminante Linear. Os grupos para discriminação e classificação foram formados a partir de um cadastro florestal da área de estudo, a qual é composta de povoamentos de espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* e está situada no Município de Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. A Análise de Discriminante foi aplicada aos 18 grupos determinados, com todas as bandas de mesma resolução espacial, do sensor Mapeador Temático do Landsat-5. Uma Análise de Componentes Principais foi utilizada com o intuito de selecionar as melhores bandas, desde que a eliminação de alguma(s) dela(s) não afetasse demasiadamente a classificação obtida com todas as bandas. O efeito desta eliminação foi analisada numa nova classificação executada sem as bandas eliminadas, pelo mesmo processo anterior de discriminação linear. Todos os processos acima foram empregados para os grupos de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*. Para as folhosas, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis* efetuou-se somente a primeira Análise de Discriminante, levando-se em conta que as espécies mencionadas continham 2 e 3 grupos respectivamente, não justificando uma Análise de Componentes Principais e Análise de Discriminantes posteriores. Os resultados mostraram que os valores digitais, quando usados para classificação por Análise de Discriminante Linear e envolvendo muitos grupos, não fornece um resultado satisfatório. Não ocorre diferenciação entre as espécies de *Pinus* com idades iguais. A Análise de Componentes Principais mostrou que os dados quando expandidos podem ficar mascarados por ação do contraste e ainda, que a melhor combinação para uma composição colorida seriam os canais 3, 5 e 7 haja vista que o primeiro componente é explicado por estas três bandas.

ABSTRACT

The Digital Processing technique used had the objective of making easier the identification and the obtention of information from the compartment, that will be later used as data for de elaboration of a rule of classification through Linear Discriminant Analysis. The groups for discrimination and classification were formed based upon a stand record system of the study area. which is formed by a stand of species of the genus Pinus and Eucalyptus, situated in the area of Telêmaco Borba city, Paraná, Brazil. The Discrimant Analysis was applied in the 18 composed groups (species/age), with all the satellite channels. A Principal Components Analysis was used with the objective of separating the best channels, since the elimination of some channels didn't effect drastically the classification obtained with all channels. The effect of this elimination was analysed in a new classification executed without the eliminated channels, through the same former process of linear discrimination. All the processes above were executed for Pinus taeda and Pinus elliotii. For the broadleaved, Eucalyptus saligna and Eucalyptus grandis only the first Discriminant Analysis was done considering that the above species had 2 and 3 groups respectively, no justifying a later Principal Components Analysis and a Discriminant Analysis. The results that the digital numbers when used for Linear Discriminant Analysis classification and involving many groups, do not offer a satisfactory result. There is no differentiation between evenaged Pinus spicies. The Principal Components Analysis revealed that when the data are stretched, can be bias by the contrast action and even if the best combination for a colour compososition are the channels 3, 5 and 7, once that the first component is explained by these 3 bands.

1 INTRODUÇÃO

A alta explosão demográfica em todo o mundo gerou uma exploração dos recursos naturais muito mais rápida que o desenvolvimento das técnicas conservacionistas. No âmbito florestal, verificou-se que esta exploração desenfreada está propiciando uma devastação dos recursos, os quais dificilmente serão repostos, mesmo com povoamentos de espécies propícias ao reflorestamento.

Com a finalidade de suprir a necessidade brasileira e também de frear esta exploração, o Governo brasileiro procurou incrementar o Setor Florestal, promovendo o aumento das áreas reflorestadas, através da lei dos incentivos fiscais.

Até o ano de 1981, a área total projetada de reflorestamento no Paraná foi da ordem de **783.989 ha**, sendo que deste total **503.303 ha** pertencem ao gênero **Pinus**, **52.600 ha** gênero **Eucalyptus**, **66.391 ha** à **Araucaria**, **145.375 ha** ao **Palmito**, **6.918 ha** para outras nativas, **2.302 ha** para outras exóticas e **8.9967 ha** para frutíferas (MACHADO, 1984).

Como a floresta está sujeita a um processo dinâmico, a exemplo de outros países, o Brasil criou o programa de monitoramento das áreas florestais, tanto a nível regional quanto nacional, o qual teve seu início em 1979, cujos resultados têm servido de base a uma política de monitoramento florestal.

Assim, o conhecimento da realidade florestal é de importância significativa, pois, permite analisar as interrelações da atividade florestal com outras atividades, visando o aproveitamento

mento total do solo, sem ocasionar muitos danos ao meio ambiente.

Com o uso do sensoriamento orbital está sendo possível efetuar o monitoramento de áreas reflorestadas ao longo dos anos, quantificando e qualificando as diferentes espécies envolvidas e facilitando aos proprietários o conhecimento e a avaliação temporal de suas áreas de atuação.

1.1 NATUREZA DO PROBLEMA

O monitoramento de áreas reflorestadas é de suma importância, uma vez que estão sempre sendo submetidas a sucessivos inventários, dependendo ao que se destina esta floresta.

No caso de povoamentos homogêneos, na interpretação visual, baseada nos elementos de fotointerpretação, os padrões se mesclam e se confundem, muitas vezes impossibilitando a discriminação entre as espécies.

Por outro lado, o povoamento florestal é constituído de várias espécies florestais, plantadas em épocas diversas. Estas espécies, associadas a suas respectivas idades foram determinadas como estratos florestais (grupos).

A hipótese inicial do trabalho é que estes diferentes estratos tem respostas espectrais diferentes, de modo que seja possível avaliar numericamente. Partindo-se do presuposto que esta diferença existe, procurou-se aplicar algumas técnicas que permitissem evidenciá-las.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 GERAL

O objetivo geral da presente pesquisa consiste na aplicação de técnicas multivariadas ao sensoriamento remoto quantitativo, para a confirmação dos estratos de povoamentos florestais, através da associação dos diversos estratos às suas respostas espectrais, tomando como dados os números digitais do Sensor Mapeador temático do Landsat-5 em suas seis bandas espectrais com a mesma resolução espacial.

1.2.2 ESPECÍFICOS

- a) Estudar a aplicabilidade dos valores digitais dos estratos através de Análise Discriminante, como meio de identificar grupos de reflorestamentos.
- b) Efetuar uma seleção de atributos que melhor representassem os dados.
- c) Analisar comparativamente os resultados obtidos com todas as bandas com aqueles resultantes da seleção de atributos, tanto para os grupos das espécies taeda e *elliottii* quanto para os grupos totais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS .

Segundo SIMONETT (1975), a energia é propagada através de radiação eletromagnética (REM) da fonte, com uma velocidade de $3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$, diretamente através do espaço livre, ou indiretamente através da reflexão e rerradiação para o sensor remoto .

A REM do Sol que incide sobre a superfície terrestre, afetará o objeto (fig. 1), da seguinte maneira:

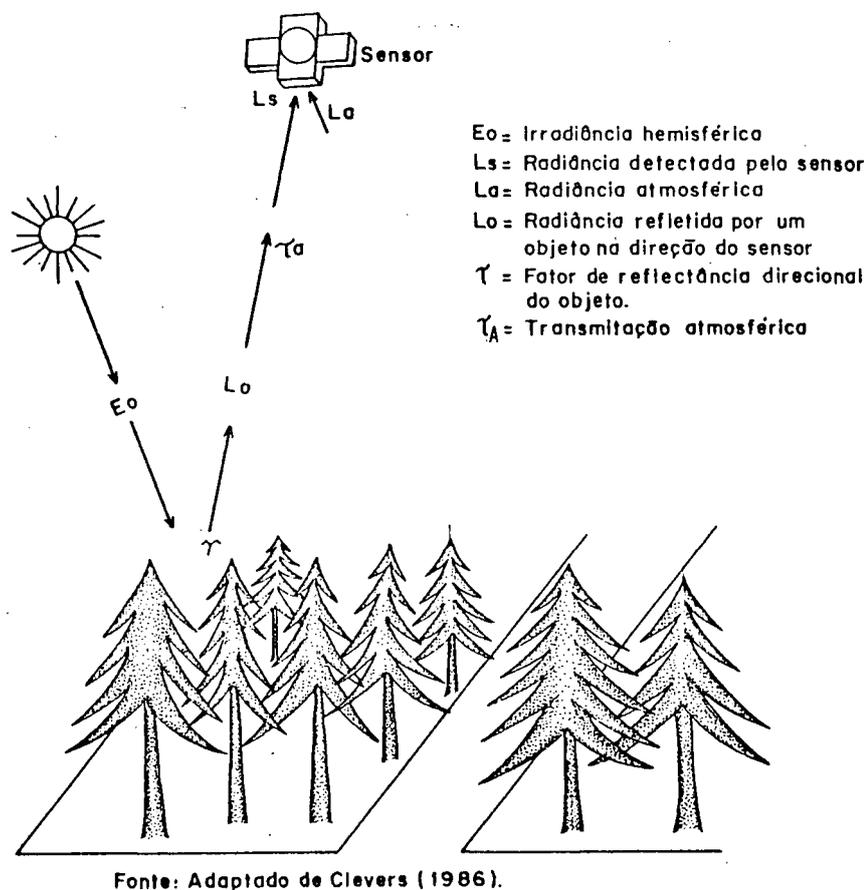
- a) Transmissão da radiação através do objeto - este total é total ou parcialmente transparente para esta energia;
- b) Absorção da radiação pelo objeto - este retém a radiação e a usa em certos processos internos (fotossintéticos);
- c) Reflexão da radiação pelo alvo - do objeto e da proximidade do objeto.

A radiação refletida e/ou emitida por um objeto na superfície é detectada pelo sensor. A interação da energia é freqüentemente especificada para um dado objeto e esta especificidade serve para distinguir objetos uns dos outros ou para examinar certas características de um determinado objeto. Esta interação deve ocorrer de modo semelhante para diferentes objetos, numa mesma parte do espectro eletromagnético, mas diferentes em outras (CLEVERS, 1986).

SWAIN & DAVIS (1978) classificam como abordagem quantitativa o meio de discriminar objetos de outros, através da energia radiante de cada objeto em cada região do espectro, portanto,

a análise dos dados é feita em mais de dois comprimentos de onda.

FIGURA 1 - INTERAÇÕES DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA E O ALVO



A resposta espectral de padrões de uma vegetação sadia, geralmente tende a ser a mesma, havendo pequenas variações, ambas dentro e entre os tipos de vegetação e é esta variação que permite identificar diferentes espécies de plantas.

De acordo com CHEN (1989), o sistema sensor do satélite Landsat opera numa órbita circular Sol síncrona, a 705 km de altitude e rastreia uma faixa de 185 km de largura. A repetição do ciclo de varredura ocorre a cada 16 dias na mesma hora do dia, aproximadamente às 9:30 hs da manhã (Tabela 1).

Para direcionar o trabalho, todas as considerações foram

relacionadas diretamente com dados fornecidos pelo sistema sensor Mapeador temático do satélite Landsat - 5.

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DO SENSOR REMOTO

Mapeador Temático				
Lançado (ano)				1982
Altitude (km)				705
Bandas espectrais (um)	1	0.45	-	0.53
	2	0.53	-	0.60
	3	0.63	-	0.69
	4	0.76	-	0.90
	5	1.55	-	1.75
	6	10.40	-	12.50
	7	2.08	-	2.35
IFOV (m)		30	x	30 (bandas 1-5,7).
		120	x	120 (banda 6)
Intervalo/pixel (m)		30	x	30 (banda 1-5,7)
		120	x	120 (banda 6)
FOV (km)		185	x	185
pixels/cena ($\times 10^6$)				231
Bits/pixel				8

Fonte: Showengerdt (1983).

2.1.1 Dados orbitais

2.1.1.1 Aquisição

PAYNE (1981) evidencia que a aquisição de dados por sensores remotos pode ser obtida por meio fotográfico e elétrico. Neste caso, em se tratando de dados orbitais, os sensores geram sinais elétricos, que correspondem à variação de energia dentro da cena, e posteriormente são convertidos em imagens para serem visualizadas.

Segundo CHEN (1989), as informações radiométricas são representadas por números binários (2^n), onde n representa o número de bits nos quais foram gravadas as informações.

2.1.1.2 Origem do pixel

A radiância proveniente dos alvos na superfície terrestre é capturada por uma matriz de 16 detectores por 6 bandas espectrais e 4 detectores na banda termal, compreendendo uma matriz de 100 detectores no sistema sensor (FREDEN & GORDON,1983).

Este sub sistema é o responsável pela transformação da energia radiante em sinais elétricos, de modo que cada terminal recebe o fluxo de radiação proveniente de uma área de 30x30 m na superfície, área esta denominada elemento de resolução no terreno. O sinal elétrico tem a intensidade proporcional à radiação da porção da superfície incluída no pixel correspondente (STEFFEN,1980; NOVO,1988).

De acordo com CHEN (1985), o TM possui uma resolução radiométrica de 8 bits, que corresponde a 256 níveis de cinza (número digital), com resolução espacial de 30m para as bandas do visível e infravermelho próximo e de 120 m para o infravermelho termal.

O sinal detectado em cada canal é transferido por um multiplexador e convertido em sinal digital, através de um sistema analógico digital. A saída de dados é controlada sequencialmente por um multiplexador digital que transmite os dados, via telemetria, para as estações de rastreamento terrestre, onde são decodificados e produzidas as Fitas Digitais de Alta Densidade (NOVO, 1988).

Segundo SCHOWENGERDT (1983), o pixel é um parâmetro que representa uma área do terreno a qual é determinada pela altitude do sistema sensor e seus parâmetros de desenho,

particularmente o ângulo instantâneo de visada (IFOV), e como todo dado digital, requer um número finito de bits para representar a radiância da cena de um pixel. Na imagem digital, a contínua radiância de uma cena é quantificada em discretos níveis de cinza.

2.1.1.3 Produto final

Os produtos resultantes do processamento eletrônico e fotográfico, dos dados recebidos pelas estações terrestres, são basicamente de dois tipos, fitas compatíveis a computador e produtos fotográficos.

2.1.1.3.1 Imagem digital

O fluxo de dados proveniente do sistema TM é transformado em imagem, pela justaposição das linhas de varredura no sentido do deslocamento (STEFFEN, 1980).

Os fluxos de energia que foram captados pelo sistema sensor a bordo do satélite, geram os pulsos elétricos que são digitalizados, codificados e transmitidos via telemetria, para as estações de rastreamento na superfície terrestre (Cuiabá-Mt), onde são decodificadas e produzidas as Fitas Digitais de Alta Densidade (HDDTs). A partir destas, são obtidas as Fitas Compatíveis a Computador (CCTs) corrigindo-se radiometricamente os dados contidos nas HDDTs (MEDEIROS, 1987).

A imagem digital pode ser definida como uma matriz de pontos que representa uma determinada cena. As interseções das linhas e colunas dessa matriz caracterizam o elemento mínimo de

resolução, que no TM, representa um quadrado de 30x30 m no solo.

Para cada ponto dessa matriz está associado um valor de intensidade de brilho. Uma cena é formada por 7 (sete) matrizes, correspondentes aos sete canais do TM (SHIMABUKURU, HERNANDEZ, SANTOS; 1980).

SCHOWENGERDT (1983) explica que uma imagem digital consiste de elementos de quadros discretos, chamados pixels e que associado a estes, existe um número que é a radiância média (brilho) de uma área relativamente pequena, dentro de uma cena. Como as imagens em sensoriamento remoto são comumente multiespectrais, significa que uma mesma cena é rastreada simultaneamente em diversas bandas do espectro eletromagnético.

2.2 PROCESSAMENTO DIGITAL

O processamento de imagem digital é baseado na conversão de campos contínuos de imagem natural para uma forma digital equivalente (PRATT, 1978).

Segundo CRÓSTA (1992), a função primordial do processamento digital é a de fornecer ferramentas para **facilitar a identificação e a extração de informações** contidas nas imagens, para posterior interpretação. Neste sentido, sistemas auxiliados por computador são utilizados para atividades interativas de análise e manipulação de imagens brutas. Nesse contexto o processamento digital deve ser encarado como um estágio preparatório, embora quase sempre obrigatório, da atividade de interpretação de imagens de sensoriamento remoto.

2.2.1 Realce de imagem

O processo de realce de imagem consiste de um grupo de técnicas que procuram melhorar a aparência visual da imagem ou convertê-la numa forma mais adequada à análise analógica e/ou digital. Para o processamento digital, a definição de realce de imagem são pequenas paradas na extração de informação (PRATT, 1978).

Conceitualmente AHERN, (1989) diz que o processo de realce de imagem pode ser feito através de três transformações radiométricas lineares seqüenciais, que são aplicadas para calibrar os dados digitais, da seguinte forma:

- a) A transformação do número digital (DN) para valores de radiância (L);
- b) A transformação da radiância (L) para fator de reflectância;
- c) Transformação em oito bits (0 - 255) do número digital (DN'), incorporando um contraste apropriado entre os valores mínimo e máximo de reflectância (R_{\min} e R_{\max}).

Este mínimo pode ser expresso pela fórmula:

$$DN' = 255 \times ((R - R_{\min}) / (R_{\max} - R_{\min})) \quad \text{equação (1)}$$

DN' = DN transformado da imagem, com o contraste obtido;

R = ponto da imagem original que está sendo transformado

R_{\min} = valor mínimo de cinza (onde foi cortado o histograma de freqüência);

R_{\max} = valor máximo de cinza (onde foi cortado o histograma).

SIMONETT (1974), em seu artigo sobre obtenção e análise de dados quantitativos em sensoriamento, diz que o realce de imagem é uma técnica espacial usada em sistemas digitais como uma forma de pré-processamento, cujos objetivos são:

- a) Capacitar os critérios qualitativos a serem analisados ou fornecer critérios qualitativos aos dados abordados, dando qualidade às manipulações quantitativas a serem executadas;
- b) Enfatizar ou realçar os dados com a finalidade de restaurar algumas características ausentes nos dados originais.

2.2.1.1 Manipulação de contraste

SCHOWENGERDT (1983) define manipulação de contraste como sendo uma transformação radiométrica pixel a pixel, cuja finalidade é realçar características de baixo contraste de uma imagem, para discriminação visual.

Segundo SIMONETT (1974) o aumento de contraste é uma função de pré-processamento amplamente empregada, usada para fazer diferenciação na escala de níveis de cinza.

O contraste de uma imagem pode freqüentemente ser melhorado, através do reescalonamento de cada pixel. Esta técnica é especialmente preferível para aquelas imagens na qual há uma baixa freqüência de pixels nas suas extremidades, fixando uma percentagem dos valores de brilho, em cada extremidade da escala de luminescência (PRATT, 1974).

BERNSTEIN (1983) evidencia que um grande número de algoritmos têm sido desenvolvidos com a finalidade de causar um aumento de contraste e um realce da aparência digital. Estes algoritmos podem ser usados para obter um maior contraste sobre uma série de intensidades, enquanto preserva a original também a iguala as características visuais do equipamento de gravação.

2.2.1.2 Modificação do histograma

Segundo ESTES et al. (1983), sempre que uma imagem for submetida à classificação por computador, o realce de contrastes será determinado primeiramente pela obtenção do histograma de distribuição dos níveis de cinza.

O histograma de luminescência de uma típica imagem natural é linearmente quantificada e esta está altamente inclinada perto aos níveis de negro. A maior parte dos pixels possui uma luminescência menor do que a média. Na região mais escura, os detalhes não são normalmente perceptíveis, dando margem a outras interpretações. Uma das metodologias empregadas para realçar este tipo de imagem é através da modificação do histograma. A imagem original é reescalada em seus níveis de cinza, de modo que o histograma da imagem realçada segue da forma determinada (PRATT, 1978).

Segundo BERNSTEIN (1983), a equação para modificar o histograma na forma linear é como se segue:

$$V_i = (I - K) . 255 / (I_{\text{máx}} - K) , \text{ equação (2); onde:}$$

I = valor do brilho do pixel de entrada; (que esta sendo transformado);

K = valor mínimo de cinza (histograma cortado);
 $I_{\text{máx}}$ = valor máximo de cinza (histograma cortado);
 V_i = valor do brilho do pixel de saída;
As equações (1)≡(2)

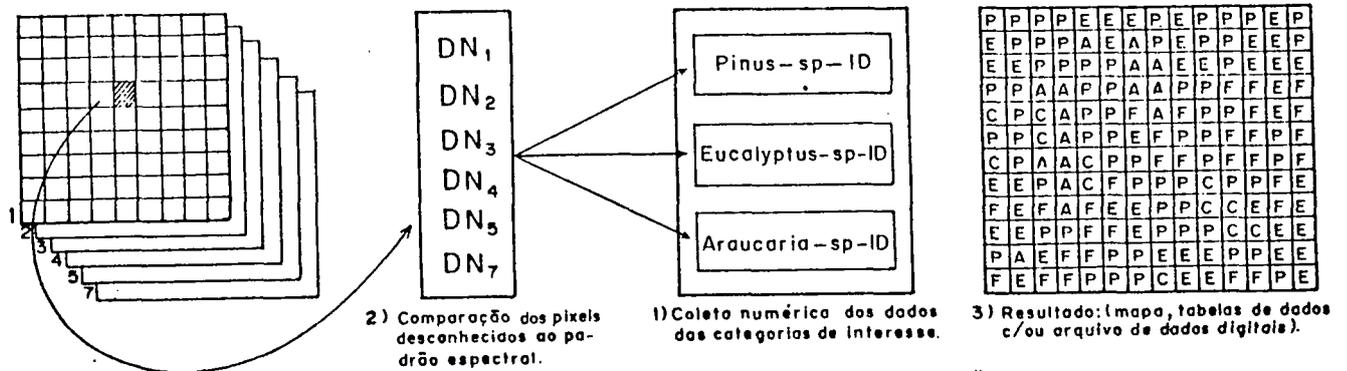
2.3 CLASSIFICAÇÃO DE IMAGEM

Segundo HELLER, ULLIMAN (1983), o método mais simples de classificar é aquele que distingue terras, com ou sem vegetação. A classificação de áreas florestais, na imagem, envolve a identificação visual de categorias homogêneas, marcando-se o limite entre as mesmas ou automaticamente categorizando uma matriz de elementos de pixels, usando técnicas auxiliadas por computador.

ESTES et al. (1983) consideram que o processo de classificação consiste de três estágios distintos (Figura 02):

- a) Extração de um conjunto de pontos de amostra, de cada atributo de interesse;
- b) No estágio de classificação, cada pixel do conjunto de dados é comparado numericamente, usando quaisquer um dos números das diferentes estratégias, para decidir a qual categoria um valor desconhecido de pixel pertence;
- c) Uma vez que os dados foram categorizados, os resultados são apresentados na forma de um mapa ou numa tabela de dados das várias coberturas.

FIGURA 2 - PROCESSAMENTO TÍPICO DE RECONHECIMENTO DE PADRÕES ESPECTRAIS EM CLASSIFICAÇÃO



Fonte: Adaptado de ESTES et al. (1983)

2.3.1 Reconhecimento de padrões

HARALICK (1983) diz que, da perspectiva do reconhecimento de padrões, as áreas rastreadas são compostas de unidades definidas pelo sensor. Para os sensores de varredura digital, como uma primeira aproximação, as unidades são medidas de pequenas áreas não sobrepostas no terreno, que correspondem a cada pixel na imagem.

SWAIN & DAVIS (1978) definem padrão de reconhecimento, como sendo a metodologia de análise de dados que emprega regras de decisão, para avaliar os dados em várias classes de cobertura. A essência desta metodologia é um processo de dois passos, nos quais:

a) As classes de interesse são categorizadas por meio da

análise dos dados, que as representa;

- b) Todos os dados remanescentes são classificados por meio de regras numéricas, que utilizam a caracterização da classe.

Para a finalidade do trabalho, o receptor é um satélite multiespectral. A saída do receptor é um conjunto de **n medidas**, cada qual correspondendo a um canal de varredura. As **n** medidas de um elemento de resolução do terreno são feitas simultaneamente. Então, qualquer ponto medido no espaço pode ser representado por **n componentes do vetor X de medida**,

$$\underline{X}_i = \begin{pmatrix} | x_1 | \\ | x_2 | \\ | \dots | \\ | x_n | \end{pmatrix} \quad \text{Para o sensor TM do Landsat,} \\ i \text{ varia de } 1, \dots, 7 \text{ onde;}$$

X_i corresponde a medida do **i-ésimo** comprimento de onda de cada canal de varredura num dado elemento de resolução do terreno.

ESTES et al. (1983) consideram que há três passos num procedimento de reconhecimento de padrões espectrais, haja vista que cada ponto analisado tem um conjunto de números digitais (como mostrado matricialmente acima).

2.3.2 Extração de caracteres

Segundo PRATT (1978), algumas características são naturais desde que tais características sejam definidas através de uma aparência visual, enquanto que em outros casos são chamadas de

características artificiais, pois são resultantes de manipulações ou medidas específicas. O histograma de amplitude e a frequência espectral no espaço são exemplos.

Existem dois tipos de extração de caracteres, dependendo se suas classes e suas estatísticas são conhecidas ou não, denominados paramétrico e não paramétrico. Os paramétricos assumem para uma classe em particular uma distribuição estatística, comumente a função de distribuição normal, então os parâmetros média e matriz de covariância são calculados para serem usados nos algoritmos de classificação (SWAIN & DAVIS, 1978; HARALICK & FU, 1983; SCHOWENGERDT, 1983).

A extração de caracteres executa duas funções, a primeira é a de separar informações úteis daquelas que representam ruídos e a segunda é agir como redutor na dimensionalidade dos dados para o classificador (SWAIN, DAVIS, 1978).

2.3.3 Análise de componentes principais

MORRISON (1976) cita que esta técnica foi introduzida por PEARSON (1901), como um meio de estimar planos ortogonais através de mínimos quadrados, mas que posteriormente foi proposta por HOTELLING (1933), com o objetivo principal de analisar estruturas de correlação. A principal aplicação desta técnica envolve a matriz de covariância dos dados originais, para aqueles casos em que as variáveis mensuradas não são tão diferentes em suas unidades de medida. Para os casos em que as escalas são muito diferentes, a técnica se utiliza da matriz de correlação dos dados, além de padronizá-los.

JOHNSON & WICHERN (1990) dizem que algebricamente, Componentes Principais de populações são combinações lineares das p variáveis aleatórias (X_1, X_2, \dots, X_p) . Geometricamente, estas combinações representam a seleção de um novo sistema de eixos de coordenadas. Os novos eixos representam as direções com a máxima variabilidade dos dados e fornecem uma simples e mais parcimoniosa descrição da estrutura de covariância.

SCHOWENGERDT (1983) comenta que Análise de Componentes Principais é uma técnica para remover ou reduzir as redundâncias espectrais. A análise forma um novo conjunto **K-dimensional** dos dados das combinações lineares das **K-bandas** espectrais (variáveis). As componentes não são correlacionadas e são ordenadas em grau decrescente de variância. Isto é, a primeira componente é a que contém a maior variabilidade dos dados. O resultado é a remoção da correlação que estava presente entre os eixos das K-variáveis, com uma simultânea compressão da variância da imagem para poucas dimensões.

2.3.4 Análise discriminante

JOHNSON & WICHERN (1990) definem Análise Discriminante, como sendo uma técnica multivariada que trabalha com a separação de observações distintas e com a alocação de novas observações em grupos previamente distribuídos. Como instrumento de separação, ela é empregada para investigar as diferenças observadas, quando relacionamentos não são bem entendidos. Como instrumento de classificação, não é uma técnica exploratória, uma vez que ela conduz a regras bem definidas, as quais são utilizadas na alocação de novos indivíduos.

Os objetivos imediatos da discriminação e classificação, são:

- a) Descrever gráfica ou algebricamente as diferenças características das observações das diversas populações conhecidas e encontrar funções discriminantes cujos valores numéricos sejam tal, que permitam a separação das populações tanto quanto possível.
- b) Agrupar as observações em duas ou mais classes determinadas, derivando uma regra que possa ser usada na alocação ótima de uma nova observação nas classes determinadas.

Segundo KLECKA (1975) o máximo de funções discriminantes que podem ser obtidas numa análise é igual ao número de grupos analisados menos um ($g-1$), para os casos onde o número de variáveis é maior que o número de grupos analisados, e deverá ter número de funções discriminantes iguais aos números de variáveis, quando a análise contiver número de grupos superior aos de variáveis.

2.4 CORREÇÃO GEOMÉTRICA

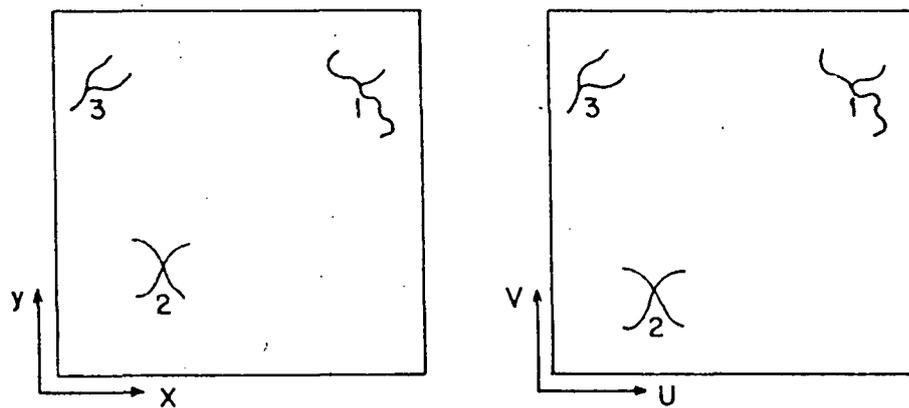
BILLINGSLEY (1983) expõe que este processo é empregado geralmente nos casos onde uma imagem contém distorções desconhecidas. Os modelos polinomiais são estimados através de pontos de controle, usando o critério de mínimos quadrados ou matriz de erros, para modular a correção diretamente no domínio da imagem, sem determinar explicitamente as fontes de distorção.

RICHARDS(1986) afirma que este procedimento é uma técnica, que independe da plataforma usada para aquisição de dados. Enfim

esta é uma técnica de correção, que parte do pressuposto que há um mapa disponível e que este é geometricamente correto. Através da definição de dois sistemas de coordenadas (Fig. 3). No primeiro descreve-se a localização do ponto no mapa (x,y) e no outro é definido a localização do pixel na imagem (u,v) . Como os dois podem ser relacionados por meio de um par de funções conhecidas, então pode-se localizar uma entidade na imagem e sua posição no mapa, sendo também o inverso verdadeiro.

CRÓSTA (1992) evidencia que a transformação baseada em pontos de controle no terreno, está condicionada à existência de um mapa planimétrico confiável, numa escala adequada à área em questão, visto que os pontos de controle terão que ser precisamente identificados em ambos, imagem e mapa.

FIGURA 3 - SISTEMAS DE COORDENADAS DEFINIDAS PARA IMAGEM E MAPA, ACOMPANHADO DE ESPECIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE TERRESTRE.



Fonte: Richards (1986).

ARAÚJO et D'ALCE (1986) apud MITISHITA et al. (1988), utilizando polinômios de 1º e 2º para correção geométrica de imagens, encontraram um erro médio quadrático de 232m e 266,42m.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 SELEÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

O critério de seleção da área baseou-se em duas premissas; a existência de um povoamento que contivesse uma boa variabilidade em idades por espécie e um bom cadastro de campo, que permitisse o cálculo da idade dos talhões na data da passagem do satélite.

A área de estudo, com um total de 6316,9 ha, está situada no Município de Telêmaco Borba, entre as latitudes 24° 20' e 24° 30' Sul e longitudes 50° 20' e 50° 30' Oeste (Anexo 02).

3.1.1 Descrição da área de estudo

A mesma está fisionomicamente distribuída da seguinte forma:

3.1.1.1 Matas ciliares

Áreas que não foram alteradas ou que sofreram pouca alteração, caracterizando-se como preservação de vegetação natural.

3.1.1.2 Reflorestamentos

Áreas com plantio de árvores dos gêneros Pinus, Eucalyptus e Araucaria.

Todas as áreas reflorestadas que compõem a área de estudo, são submetidas a um plano de manejo de acordo com o gênero e espécie. As informações seguintes sobre o plano de manejo, foram fornecidas pela Klabin Fabricadora de Papel e Celulose S/A :

3.1.1.2.1 Manejo de Pinus.

1º **Desbaste** - Ocorre aos sete anos, sendo sistemático na 6ª linha e seletivo nas 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª.

2º **Desbaste** - Ocorrendo aos 10 anos, sendo feito de modo sistemático na 3ª linha e seletivo nas demais.

3º **Desbaste** - Ocorre aos 13 anos e é somente seletivo.

4º **Desbaste** - Ocorre aos 16 anos e é somente seletivo.

E por último o Corte raso é efetuado aos 20 anos.

Os critérios de seleção são: a distribuição espacial, árvores dominadas, bifurcadas e mortas.

3.1.1.2.2 Manejo de Eucalyptus

O sistema é de talhadia simples, cortes raso com três rotações aos 6, 13 e 21 anos.

3.1.1.2.3 Espaçamento dos plantios

Até 1990, ano de aquisição da imagem, os espaçamentos para os gêneros Pinus e Eucalyptus são de 1,50 x 2,50m e 2,50 x 2,50m.

3.1.2 Determinação das idades dos talhões

Mediante o cadastro contendo os gêneros e espécies que compõem o povoamento, juntamente com as informações sobre o plano de manejo adotado, fornecidos pela empresa, optou-se por quantificar a idade dos talhões em anos.

O gênero Pinus, teve como base de cálculo da idade, o ano de plantio e o número de desbastes efetuados, pois o corte final é previsto para a quinta intervenção no talhão. Contudo, alguns talhões ultrapassaram o tempo previsto para o corte final,

aparecendo portanto talhões com idade superior ao último ano previsto pelo plano de manejo.

Para o gênero *Eucalyptus*, a idade foi calculada a partir do ano da última intervenção no talhão.

Os grupos foram separados em função da data de passagem do satélite e das informações cadastrais da Fazenda Faisqueira, ficando assim definidos os 18 grupos totais:

- _ Grupo 01 - *Eucalyptus saligna* 9 anos;
- _ Grupo 02 - *Eucalyptus saligna* 11 anos;
- _ Grupo 03 - *Eucalyptus grandis* 5 anos;
- _ Grupo 04 - *Eucalyptus grandis* 7 anos;
- _ Grupo 05 - *Eucalyptus grandis* 14 anos;
- _ Grupo 06 - *Pinus elliottii* 5 anos;
- _ Grupo 07 - *Pinus elliottii* 6 anos;
- _ Grupo 08 - *Pinus elliottii* 12 anos;
- _ Grupo 09 - *Pinus elliottii* 28 anos;
- _ Grupo 10 - *Pinus elliottii* 31 anos;
- _ Grupo 11 - *Pinus taeda* 5 anos;
- _ Grupo 12 - *Pinus taeda* 6 anos;
- _ Grupo 13 - *Pinus taeda* 8 anos;
- _ Grupo 14 - *Pinus taeda* 11 anos;
- _ Grupo 15 - *Pinus taeda* 12 anos;
- _ Grupo 16 - *Pinus taeda* 14 anos;
- _ Grupo 17 - *Pinus taeda* 15 anos;
- _ Grupo 18 - *Pinus taeda* 16 anos.

3.2 MATERIAIS UTILIZADOS

3.2.1 Produtos Landsat

O produto Landsat utilizado neste trabalho foi adquirido junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em São José dos Campos - SP., através do convênio Universidade Federal do Paraná - INPE.

Foram utilizadas fitas magnéticas do satélite Landsat-5, do sensor Mapeador temático, com as seguintes características:

- _ órbita-ponto : 221- 77
- _ quadrante : A
- _ canais : 1,2,3,4,5 e 7
- _ formato : BSQ
- _ data de passagem: 30 de Julho de 1990

3.2.2 Cartas e cadastro de referência

- _ Carta Planimétrica em escala 1:25.000 da Fazenda Faisqueira, contendo todos os talhões delimitados, numerados e sua classificação por espécie (Anexo 03);
- _ Carta Planialtimétrica do Mapeamento Sistemático, em escala 1:100.000, Folha SG - 22 - D - II - Curiúva, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- _ Cadastro da Fazenda Faisqueira, contendo gênero, espécie, ano de plantio, número de intervenções, mês e ano da última intervenção (Anexo 01).

3.2.3 Equipamentos e programas

Os equipamentos utilizados constituíram-se de uma unidade de processamento, VAX-730, com unidade de leitura de fita magnética, estação gráfica, terminais de computação alfa numéricos e um plotter.

O programa utilizado foi o Sistema para Processamento Digital de Imagem - IDEALS - versão 8.8 Novembro/1986.

3.3 METODOLOGIA ADOTADA

3.3.1 Criação e digitalização do arquivo gráfico

Primeiramente, o mapa dos talhões foi ajustado para as coordenadas de tela, através de uma grade de pontos exigidos pelo programa, para que não ocorressem distorções posteriores no desenho.

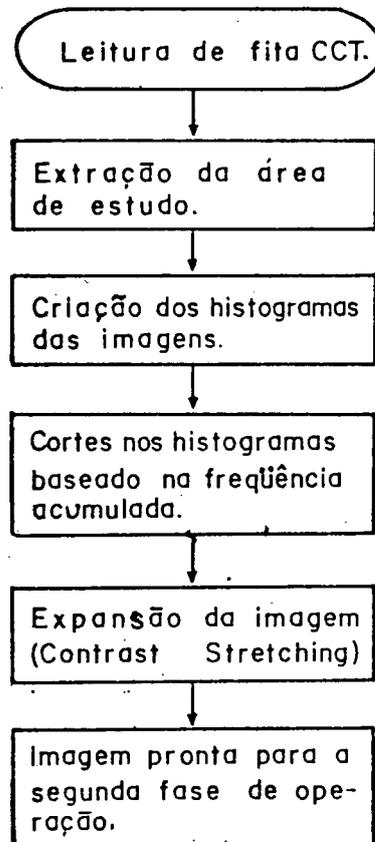
Uma vez ajustada as coordenadas de tela do mapa, as partes planimétricas foram transferidas através de uma mesa digitalizadora, utilizando-se o programa de interação gráfica do sistema de tratamento.

3.3.2 Extração da área de estudo da imagem

Através do processo espacial extração, do programa de análise, que tem por objetivo extrair um subconjunto da imagem de acordo com as coordenadas do pixel e linha de varredura especificada, obteve-se uma imagem de 602x791 pixels e com isto diminuiu-se o tempo de processamento, além de terem-se mantidas

todas as informações sobre a área de estudo. O procedimento empregado na preparação das imagens para extração dos dados pode ser visto na Figura 4.

FIGURA 4 - PROCEDIMENTO NA PREPARAÇÃO DAS IMAGENS LANDSAT PARA EXTRAÇÃO DE DADOS



3.3.3 Descrição quantitativa da imagem

O programa de processamento digital, ao executar a operação de geração dos histogramas, fornece também algumas informações estatísticas. Para efeito demonstrativo, a Tabela 2 contém informações sobre a imagem original e sobre a imagem com o contraste.

TABELA 2 - DADOS ESTATÍSTICOS DA IMAGEM

TAMANHO DA IMAGEM	CANAL	IMAGEM ORIGINAL				CORTE	IMAGEM COM CONTRASTE			
		AMPLIT.	MÉDIA	MEDIANA	DESVIO		AMPLIT	MÉDIA	MEDIANA	DESVIO
602x791	1	0 - 133	40	39	10	33 - 53	0 - 250	125	39	4
602x791	2	7 - 69	16	15	4	11 - 27	0 - 250	126	114	67
602x791	3	6 - 120	17	14	7	09 - 40	0 - 250	97	77	72
602x791	4	4 - 123	42	40	16	15 - 97	0 - 250	127	126	52
602x791	5	0 - 227	42	37	23	08 - 104	0 - 250	125	120	65
602x791	7	0 - 141	43	40	10	00 - 40	0 - 250	111	94	70

3.3.4 Processamento espectral das imagens

Como já é de se esperar, é quase impossível visualizar ou discriminar uma entidade de outra, em uma imagem original que não tenha sofrido qualquer tipo de tratamento. Isto porque a frequência dos níveis de cinza, ficam comprimidas em uma porção relativamente reduzida do intervalo [0 - 255]. Conseqüentemente, uma imagem bruta aparece visualmente com baixo teor de contraste.

Uma vez que o objetivo do processamento espectral é a obtenção de uma imagem, onde as entidades de interesse são realçadas, executou-se a geração dos histogramas das imagens, que como resultado apresenta uma distribuição das frequências dos pixels em números absolutos, como também em números relativos e relativos acumulados.

3.3.4.1 Modificação do histograma

Tomando como base trabalhos anteriores (SIMONETT, 1974 ;

DUTRA,1981), aplicou-se a técnica de processamento digital de aumento de contraste, visando melhorar a qualidade visual.

Esta modificação é executada através de dois processos espectrais. O primeiro processo consistiu no corte das extremidades dos histogramas, que representam na distribuição normal a baixa freqüência das observações, limitando este corte a 1% da freqüência acumulada, totalizando 2% dos números digitais totais (PRATT,1974), ajustando a intensidade de saída da amplitude específica para se obter uma amplitude que se tenha selecionado.

O segundo processo consistiu no reescalonamento dos valores digitais, que modifica a distribuição dos valores de brilho de entrada. Os valores de saída são baseados nos valores mínimo e máximo (definidos no corte do histograma) e pela média prevista entre 0 - 250, normalmente assumida em 125. Somente nos casos onde a freqüência de pixels não admite este valor, é que o programa calcula internamente a média máxima permitida para aquela distribuição.

O que ocorre na verdade, é que os pixels ditos cortados, ao sofrerem o reescalonamento, a freqüência de suas extremidades são agrupadas e assumem os valores mínimos e máximos de brilho determinados pelo contraste.

3.3.4.2 Composição colorida

O processo espectral de composição colorida foi realizado mais como efeito ilustrativo para visualização, do que propriamente de utilização no trabalho, uma vez que seria mais fácil mostrar em cores, o efeito dos diferentes estratos e a malha do arquivo gráfico sobre a imagem.

Para esta operação o programa exigiu que primeiramente se criasse um arquivo multicanal, exigido pelo processo de composição colorida. De posse deste arquivo, o programa executa qualquer combinação das cores azul, verde e vermelho, para os três canais, de acordo com a determinação do operador.

3.3.5 Coleta dos dados quantitativos

Primeiramente montou-se uma ficha de coleta de dados que atendesse às necessidades da obtenção dos dados somente como leitura do pixel, sem terem sido trabalhados .

Com o intuito de eliminar possíveis erros na tomada dos dados, adotou-se a eliminação de algumas áreas mediante duas condições:

- a) Que as mesmas fossem longiformes;
- b) Ou, que tivessem até 5 ha.

A leitura dos pixels, foram executadas através da opção exame do pixel. Os passos adotados para a obtenção dos valores digitais encontram-se na Figura 5.

A intensidade de coleta foi pré-estabelecida em 10% dos pixels totais contidos em cada talhão. Cada pixel foi considerado uma unidade de amostra. O cálculo do número de pixels por talhão, deu-se da seguinte forma:

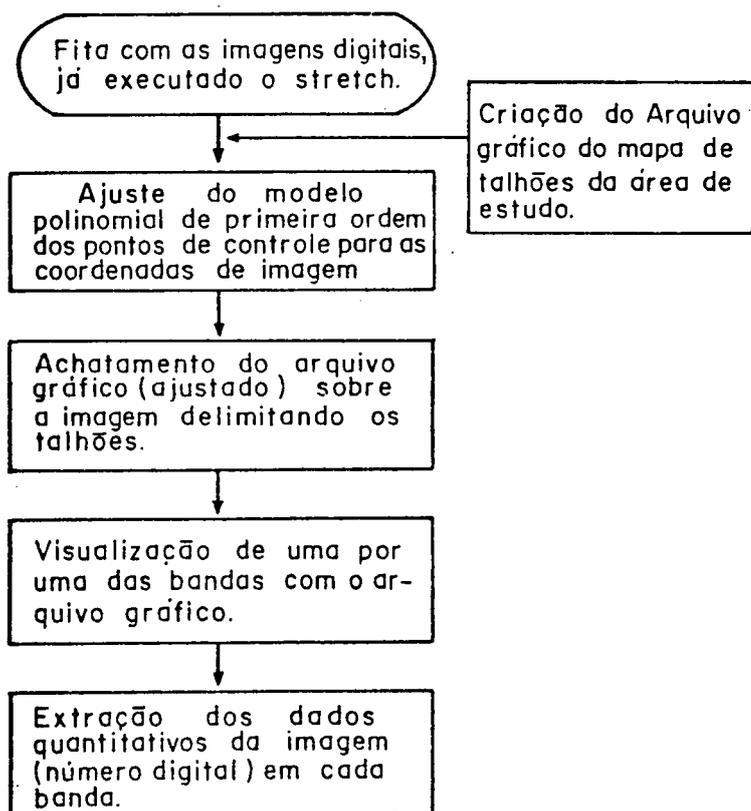
$$n = ((S_t * 10.000) / S_p) * 0.1$$

n = nº de pixels lidos por talhão.

S_t = área do talhão.

S_p = área do pixel

FIGURA 5 - PASSOS ADOTADOS NA OBTENÇÃO DOS DADOS DIGITAIS



3.3.5.1 Ajuste do mapa dos talhões

Através da digitalização do mapa dos talhões, foi criado um arquivo bidimensional de coordenadas de tela (x,y).

Do mesmo modo, procedeu-se a digitalização das principais entidades da imagem, na própria tela da estação gráfica, transformando-as, de formato raster em formato vetor.

Os detalhes identificados na imagem e na carta dos talhões, e que já haviam sido digitalizados anteriormente em suas respectivas escalas, serviram para a formação dos arquivos

sequenciais de coordenadas, que foram utilizados para o ajuste do polinômio de 1ª ordem ou transformação afim na correção geométrica.

$$\begin{array}{l} \left| \begin{array}{c} X \\ Y \end{array} \right| = \left| \begin{array}{ccc} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{array} \right| \left| \begin{array}{c} x \\ y \\ 1 \end{array} \right| \end{array}$$

X,Y = Coordenadas de pontos de controle da imagem

x,y = Coordenadas de pontos de controle do mapa

Determinou-se que os pontos da imagem seriam a verdade e que as coordenadas da carta dos talhões é quem seriam transformadas para as coordenadas de imagem.

3.3.5.2 Sobreposição do arquivo gráfico ajustado, na imagem digital

Através do processo gráfico interativo, com o uso do comando de sobreposição, dá-se o nome do arquivo de referência e este executa a operação de sobreposição do arquivo gráfico ajustado na imagem, formando uma rede de linhas, que comporão os limites dos talhões (Fotografia 7).

3.3.5.3 Leitura dos pixels

Uma vez que a imagem era apresentada na tela gráfica com todos os talhões sobrepostos à mesma, fêz-se uso de um mapa de apoio, que possibilitou a identificação imediata dos talhões na tela, facilitando a leitura do pixel.

Esta leitura fornece o valor de brilho e a posição do pixel, em termos de linha e coluna.

3.3.6 Agrupamentos dos dados para posterior análise

Com a finalidade de equalizar o número de observações para cada grupo, juntou-se dados de talhões com a mesma idade e mesma espécie. Ao final, tinham-se números de observações variáveis, por grupo. Para torná-los iguais em número, procedeu-se da seguinte forma:

- a) Definiu-se que a análise seria realizada com 10 observações para cada variável por grupo.
- b) Definido o número de observações, contou-se o número de observações totais por grupo.
- c) A soma total de observações foi dividida por 10 e obteve-se o número de observações das quais foram tiradas as médias e que por sua vez comporam as dez observações pretendidas. Por exemplo, *Pinus taeda* com 6 anos apresentou 239 observações, relativas aos valores de brilho. Os números considerados para a análise foram as médias das 10 subunidades, cada uma delas compostas de 24 observações, aproximadamente.

3.3.7 Aplicação de técnicas de análise multivariada aos dados

Uma vez que a matriz de observações é composta de médias dos dados reais de brilho, justifica-se um estudo da estrutura dos dados, para detectar grupos correlacionados e assim poder eliminá-los por serem redundantes. Posteriormente é feita a utilização de uma outra técnica para a execução de discriminação e classificação.

3.3.7.1 Análise de componentes principais

O uso da técnica objetivou primeiramente estudar a correlação existente entre as bandas, independentes dos grupos individuais. Uma vez aplicada a técnica, partiu-se para a seleção das bandas que melhor explicassem a variação dos dados contidos na área amostral.

Os vetores multiespectrais da maioria dos dados de sensoriamento remoto tornam-se tratáveis na transformação espectral que geram novos conjuntos de componentes de imagens ou bandas. Estes componentes representam uma descrição alternativa dos dados, nos quais os componentes de um vetor de pixel, são conexos aos seus antigos valores de brilho, no conjunto original das bandas espectrais, através de uma operação linear (RICHARDS, 1986).

Considere-se as variáveis x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 e x_6 normalmente distribuídas, com vetor de médias u e matriz de covariância Σ . Desta população, pode-se extrair n vetores de observações independentes (amostras), que compõem a matriz de dados $n \times p$. Estas observações podem ser escritas sob forma matricial (MORRISON, 1976):

$$\underline{X} = \begin{vmatrix} X_{11} & \dots & X_{1p} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \vdots \\ X_{n1} & \dots & X_{np} \end{vmatrix}$$

A posição média do pixel no espaço, é definida pelo valor esperado do pixel;

$$m = 1/n \cdot \sum_{j=1}^{ni} X_j \quad \text{onde:}$$

m é o vetor das médias e X_j são os vetores de pixels individuais do total n .

A estimativa imparcial da matriz de covariância Σ será a matriz (S_p), que é dada por:

$$S_p = 1/(n-1) \cdot \sum_{j=1}^n (X_j - m) \cdot (X_j - m)^t.$$

O desenvolvimento dos componentes principais não necessita da suposição da normalidades. Os mesmos são baseados nos autovetores derivados da matriz de covariância das variáveis (dados não padronizados) ou correlação (padronizados). Essas matrizes podem ser extraídas de um subconjunto ou total da área de estudo de uma imagem Landsat (LEE at all, 1990).

Os componentes principais Y_j são expressos como combinações lineares dos autovetores transpostos ou seja:

$$Y_1 = \underline{c}'_1 \cdot \underline{X} = C_{11} X_1 + C_{21} X_2 + \dots + C_{61} X_6$$

$$Y_2 = \underline{c}'_2 \cdot \underline{X} = C_{12} X_1 + C_{22} X_2 + \dots + C_{62} X_6$$

$$" \quad " \quad " \quad " \quad " \quad "$$

$$Y_6 = \underline{c}'_6 \cdot \underline{X} = C_{16} X_6 + C_{26} X_6 + \dots + C_{66} X_6. \quad \text{ou;}$$

$$\underline{Y} = \underline{c}'_j \cdot \underline{X} \quad \text{onde:}$$

\underline{Y} = vetor de componentes principais.

\underline{c}' = vetor transposto dos autovetores.

\underline{X} = vetor de variáveis aleatórias.

3.3.7.2 Análise discriminante

O objetivo da Análise discriminante é determinar a extensão e a maneira pela qual dois ou mais grupos de indivíduos, previamente definidos, podem ser diferenciados, com base no conjunto de dados das variáveis dependentes (DAVIS, 1973).

Este método parte da suposição de que as várias populações devam ser normais multivariadas. Entretanto, assume-se que as matrizes de covariâncias populacionais Σ 's são iguais (JOHNSON, 1990).

Como geralmente Σ_i e μ_i são desconhecidos, tomou-se amostras aleatórias de tamanho $n=10$ das populações π_i , $i=1,2,\dots,18$ e denotando o conjunto de dados da população π_i .

Assim, têm-se as estimativas:

Vetor de médias amostrais da população π_i .

$$\bar{\mathbf{x}}_i = 1/n_i \cdot \sum_{j=1}^{n_i} \mathbf{x}_{ij}$$

Vetor de médias global.

$$\bar{\mathbf{x}}_g = \left(\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} \mathbf{x}_{ij} \right) / \left(\sum_{i=1}^g n_i \right).$$

Matriz de covariância "entre os grupos amostrais".

$$\hat{\beta}_0 = \sum_{i=1}^g \left(\bar{\mathbf{x}}_i - \bar{\mathbf{x}} \right) \left(\bar{\mathbf{x}}_i - \bar{\mathbf{x}} \right)'$$

Matriz de covariância "dentro dos grupos amostrais", que estima a matriz de covariância Σ .

$$W = \sum_{i=1}^g (n_i - 1) \cdot S_i \quad \text{onde:}$$

S_i = matriz de covariância amostral para a população π_i .

$$S_p = \frac{((n_1 - 1) \cdot S_1 + (n_2 - 1) \cdot S_2 + \dots + (n_g - 1) \cdot S_g)}{(n_1 + n_2 + \dots + n_g - g)}$$

S_p = a matriz de covariância amostral ponderada de todos os grupos.

Assim, os Autovalores são determinados de $W^{-1} \cdot \hat{\beta}_0$. Pela fórmula:

$$| W^{-1} \cdot \hat{\beta}_0 - \lambda I | = 0$$

e os Autovetores a partir de :

$$W^{-1} \cdot \hat{\beta}_0 \cdot e_i = \lambda_i \cdot e_i$$

E as funções Discriminantes são dadas pela combinação linear de:

$$\hat{y}_i = \hat{e}_i \cdot x \quad \text{com } i = 1, 2, \dots, \text{mín. } (g-1, p).$$

$g - 1$ = número de grupos totais menos um.

p = número de variáveis.

O programa estatístico utilizado no presente trabalho, fornece as seguintes saídas de dados:

- _ O número de funções discriminantes, com os respectivos autovalores e a percentagem relativa de cada função.
- _ Os coeficientes padronizados das Funções Discriminantes.
- _ Os coeficientes não padronizados das Funções Discriminantes.
- _ Centróides dos grupos nas Funções Discriminantes.
- _ Matriz de covariância e correlação dentro dos grupos.
- _ O resultado da classificação executada pelas Funções Discriminantes construídas é representado na forma matricial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PARÂMETROS DA IMAGEM

Toda imagem digital, para que seja analisada por computador exige que sejam extraídos alguns parâmetros que a caracterizem.

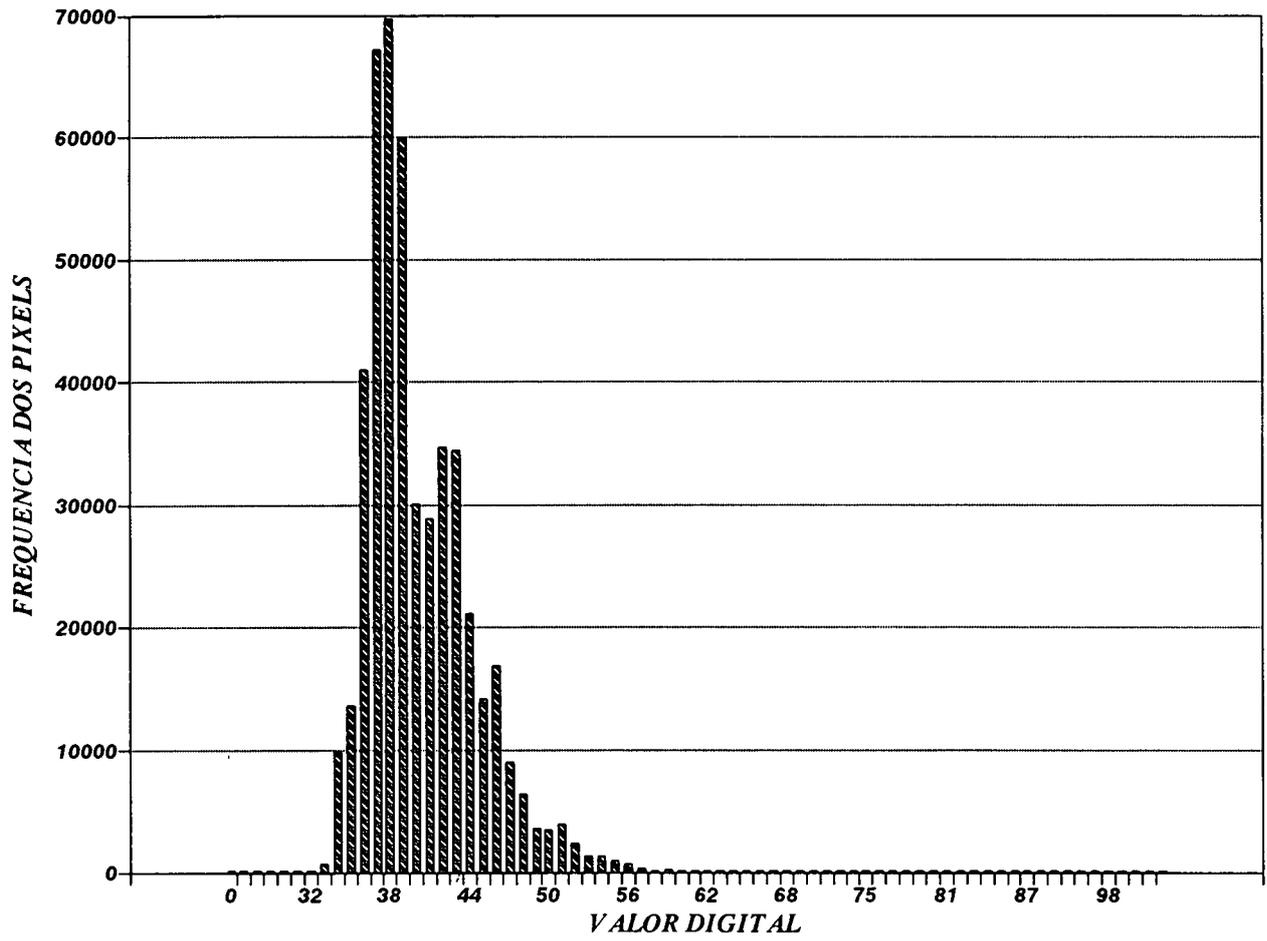
O histograma é uma representação gráfica da frequência dos pixels nos diversos níveis de cinza. Esta distribuição é diferente para os diversos intervalos do espectro eletromagnético (bandas 1 - 7), e pode ser observada nas Figuras de 6 a 11 dos histogramas correspondentes às bandas 1,2,3,4,5 e 7.

Outra forma de representação destes histogramas é a numérica, que indica a frequência total de pixels ocorrentes para cada valor de brilho. As Tabelas 15 a 20, do Anexo 04, ilustram a situação ocorrente na área de estudo.

Assim, o histograma de uma imagem descreve a distribuição estatística dos níveis de cinza, em valores absolutos e relativos para os pixels ocorrentes.

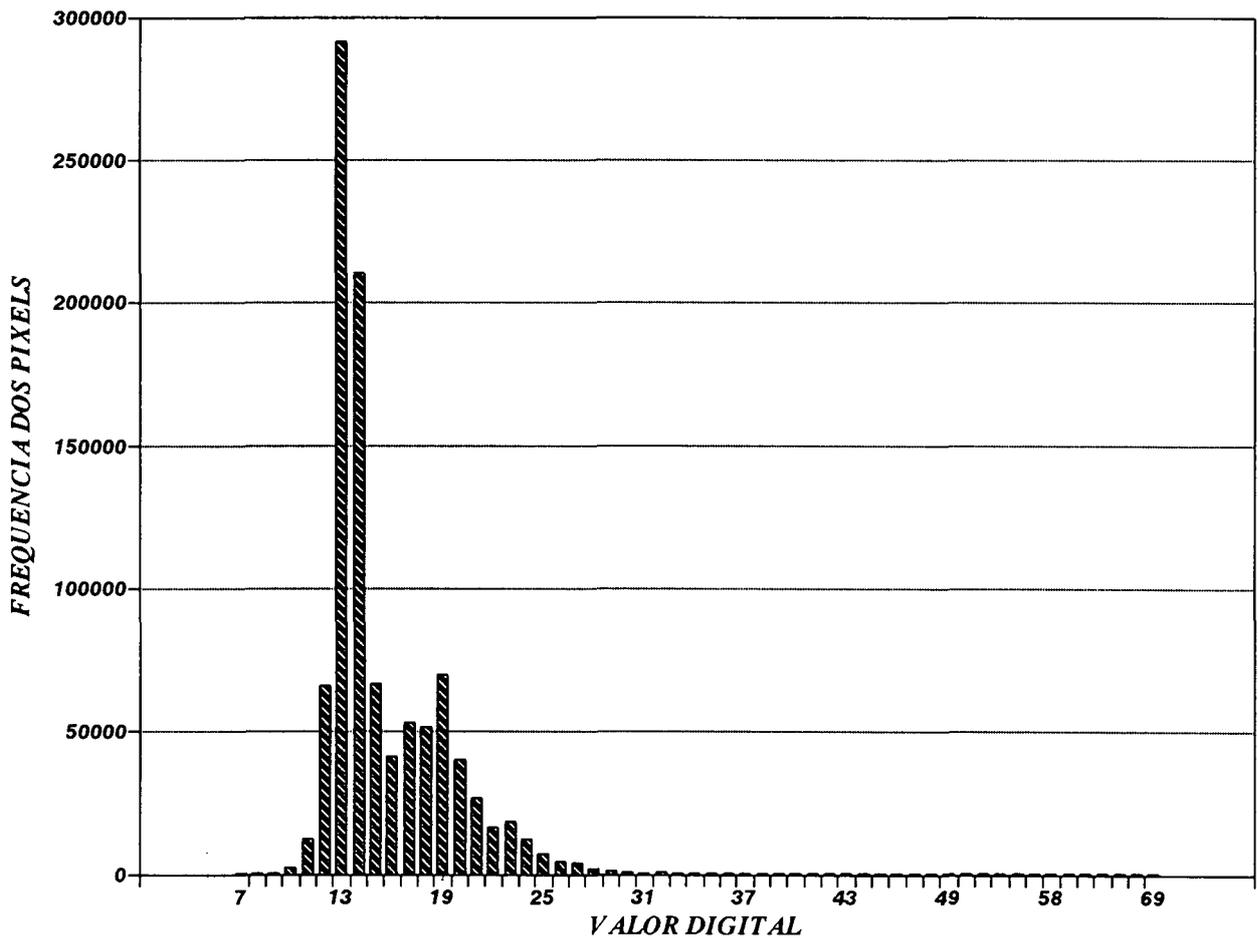
O histograma da banda 01 (Fig. 6), apresenta uma cena com baixa radiância e um contraste baixo. A amplitude da radiância está no intervalo [0 - 113].

FIGURA 6 - HISTOGRAMA DA BANDA 01



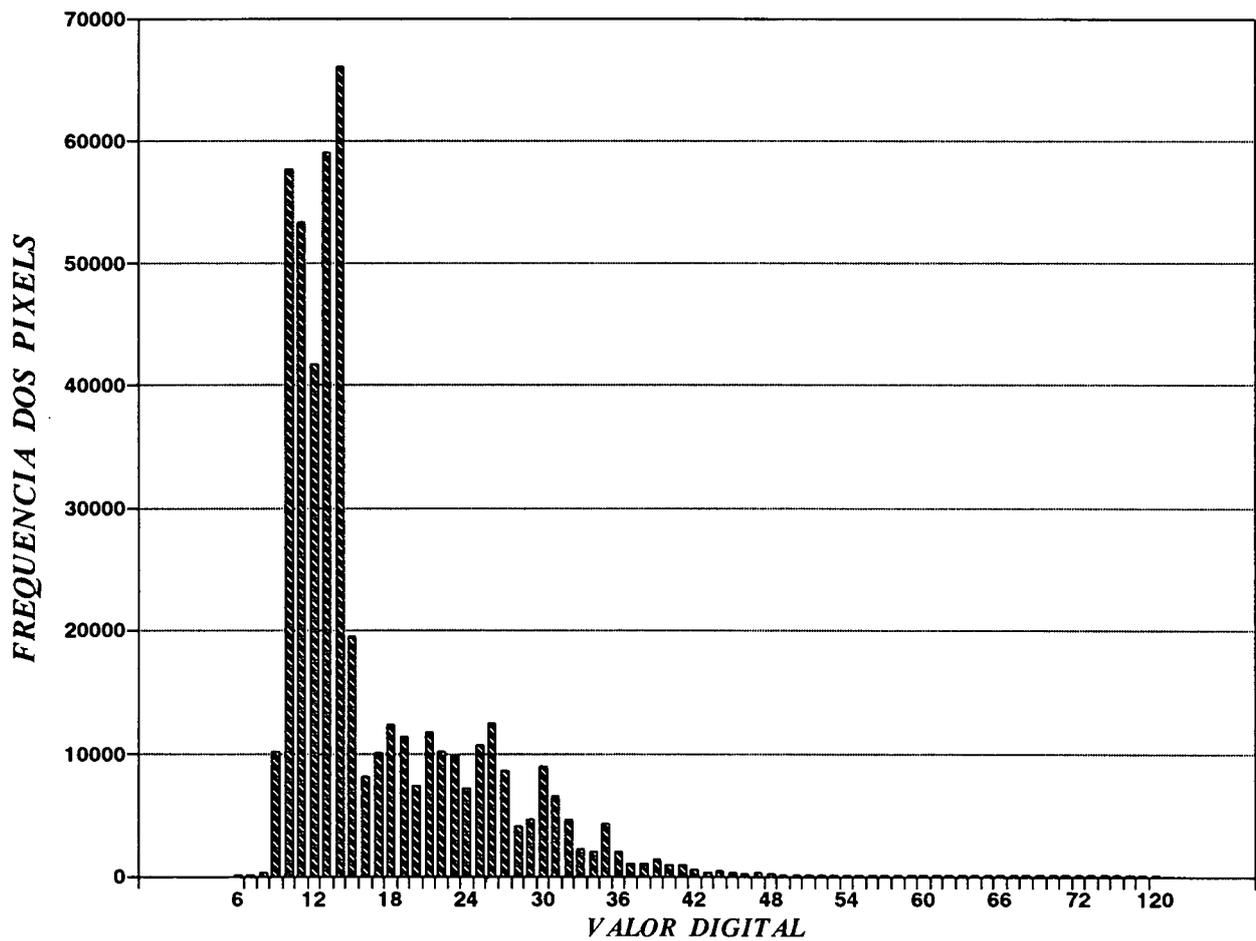
O histograma da banda 02, denota uma baixa radiância da cena e um baixíssimo contraste na mesma, saturando perto do negro. A amplitude da mesma ficou no intervalo [7 - 69].

FIGURA 7 - HISTOGRAMA DA BANDA 02



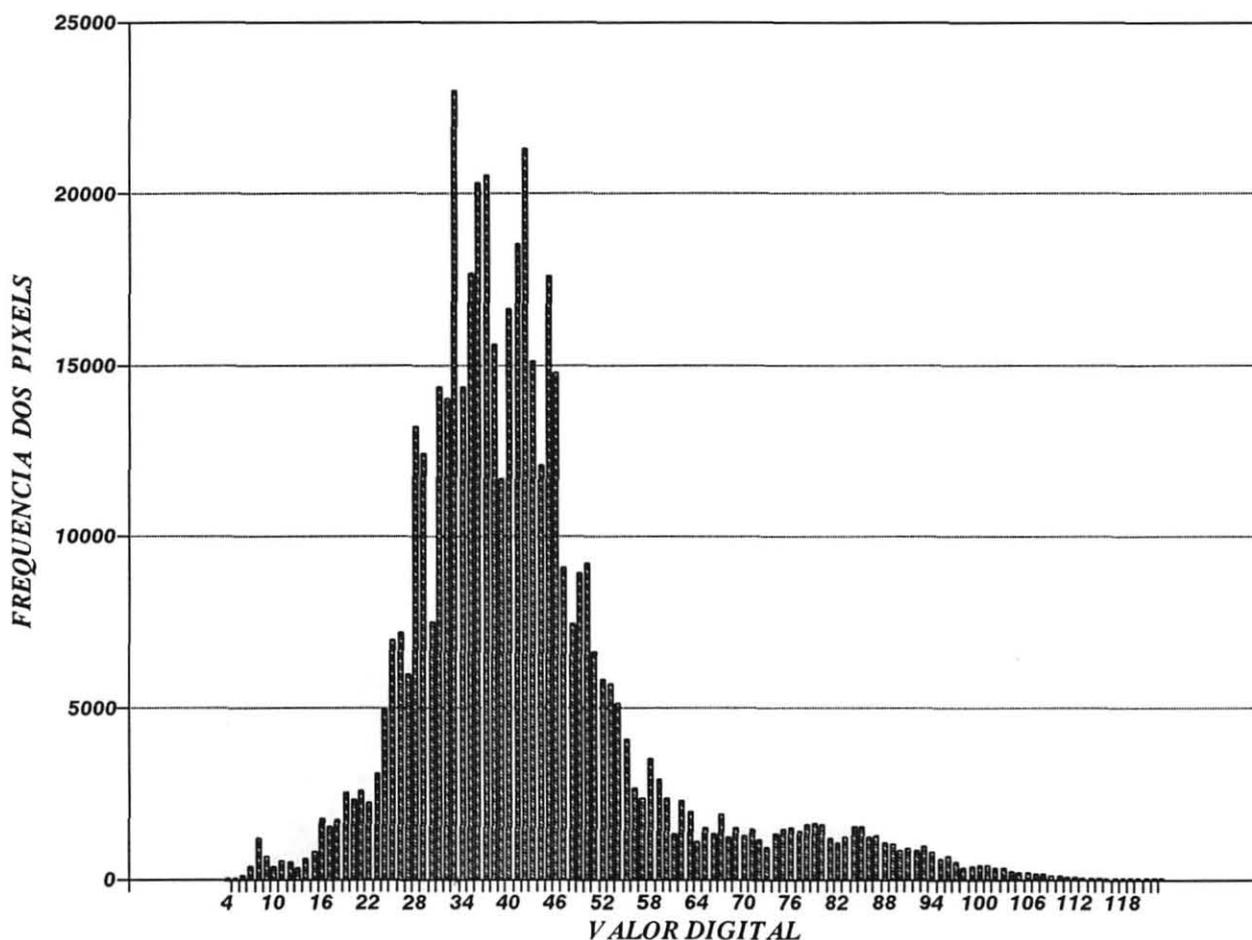
No histograma da banda 03, começa-se a notar a mudança de variação da radiância, embora sendo baixa, já começa a mostrar o aumento de contraste existente entre os tipos de cobertura existente na área de estudo.

FIGURA 8 - HISTOGRAMA DA BANDA 03



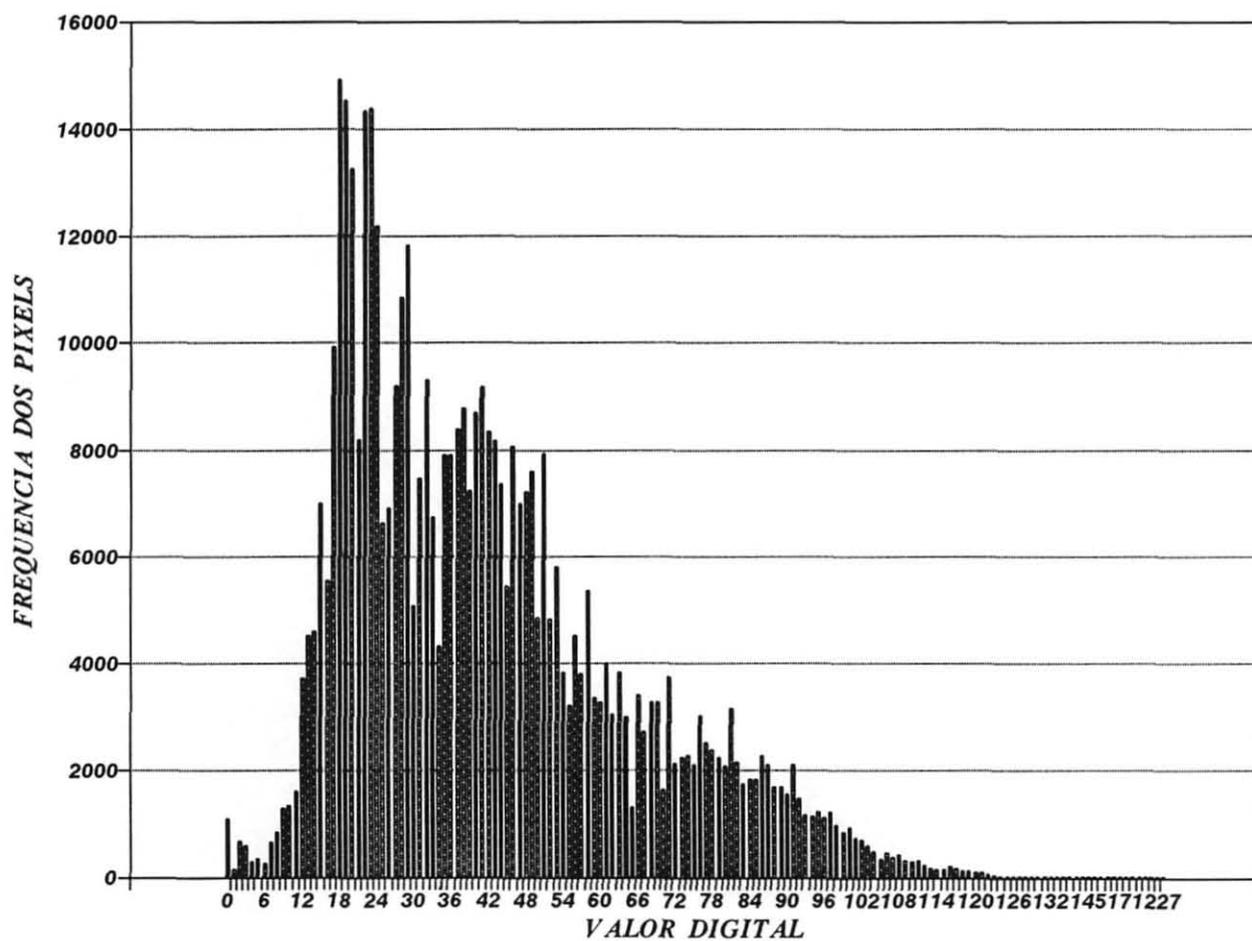
O histograma da banda 04, demonstra que esta é a faixa do espectro que possui melhor contraste, favorecendo a discriminação dos tipos florestais. A amplitude da radiância está no intervalo [4 - 123].

FIGURA 9 - GRÁFICO DO HISTOGRAMA DA BANDA 04



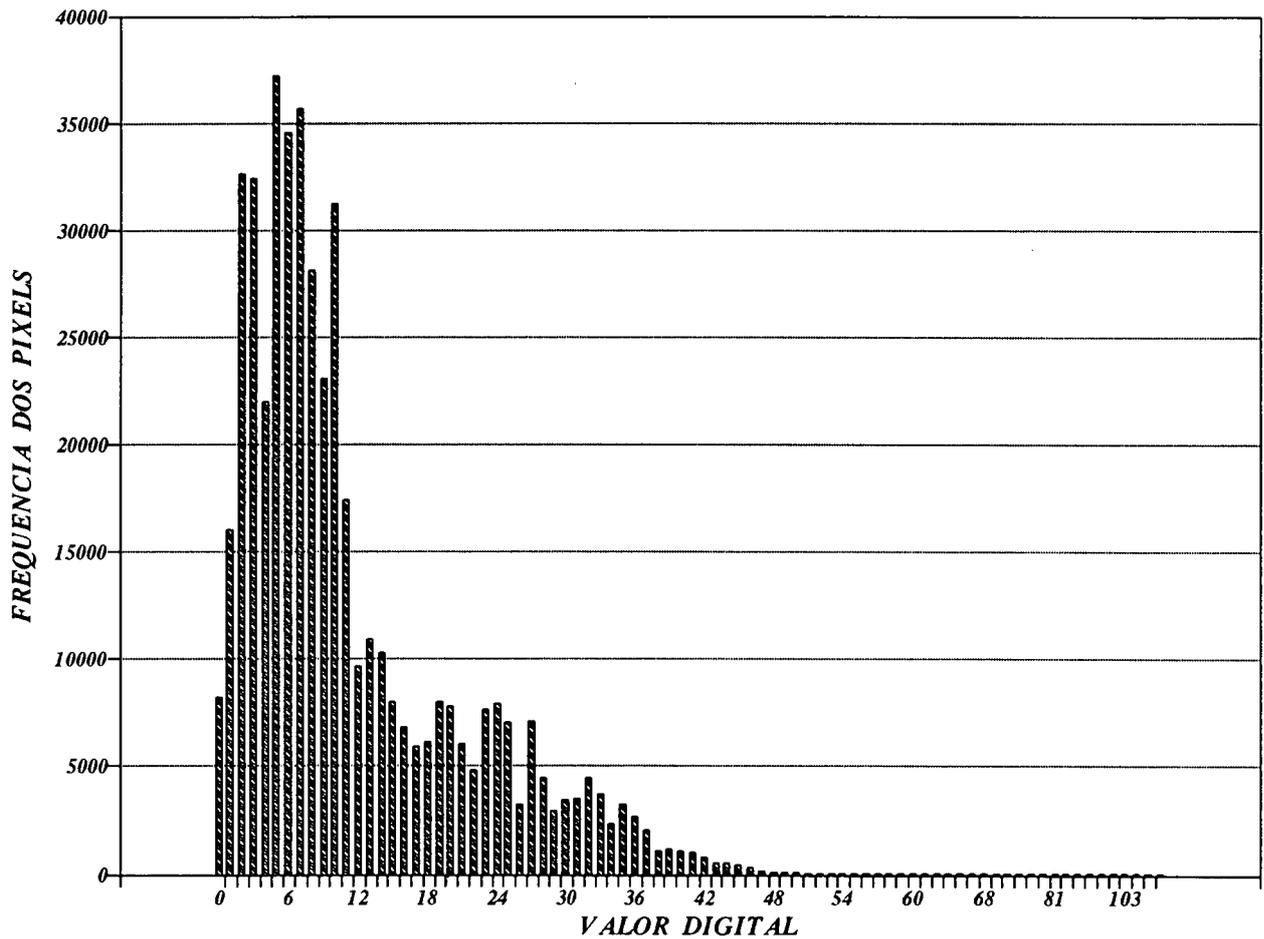
O histograma da banda 05, apresentou o maior contraste, com radiância relativamente média, uma vez que a frequência dos pixels estão tendendo mais para o nível de cinza escuro.

FIGURA 10 - HISTOGRAMA DA BANDA 05



O histograma da banda 07 apresentou uma baixa radiância e um contraste baixo. Sua amplitude está no intervalo [0 - 141].

FIGURA 11 - HISTOGRAMA DA BANDA 07.



4.2 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM

O processamento digital de dados originais tem o potencial de preservar a correta radiometria e a máxima resolução das imagens (KIRCHNER, 1988).

Portanto, o processamento de imagem é a modificação da mesma para aumentar o seu poder de discriminação.

4.2.1 Processamento radiométrico

4.2.1.1 Aumento de contraste

Para a produção de uma imagem com um contraste ótimo, é necessário utilizar toda a escala de cinza disponível, desde o extremo negro, nível zero, até o extremo mais claro, nível 255.

O realce de contraste mais simples é feito de forma linear. O procedimento consiste em avaliar os níveis mínimos e máximos de cinza, nas extremidades do histograma da imagem, que somassem 1%, e expandi-los de [0 - 250]. Esta modificação é notória nos histogramas expandidos, podendo ser avaliadas nas Tabelas 15A - 20A do Anexo 04.

O produto final deste processamento pode ser visto nas fotografias tiradas da tela do terminal gráfico (Fotografias 1 a 7).

FOTOGRAFIA 1 - BANDA 01 COM CONTRASTE



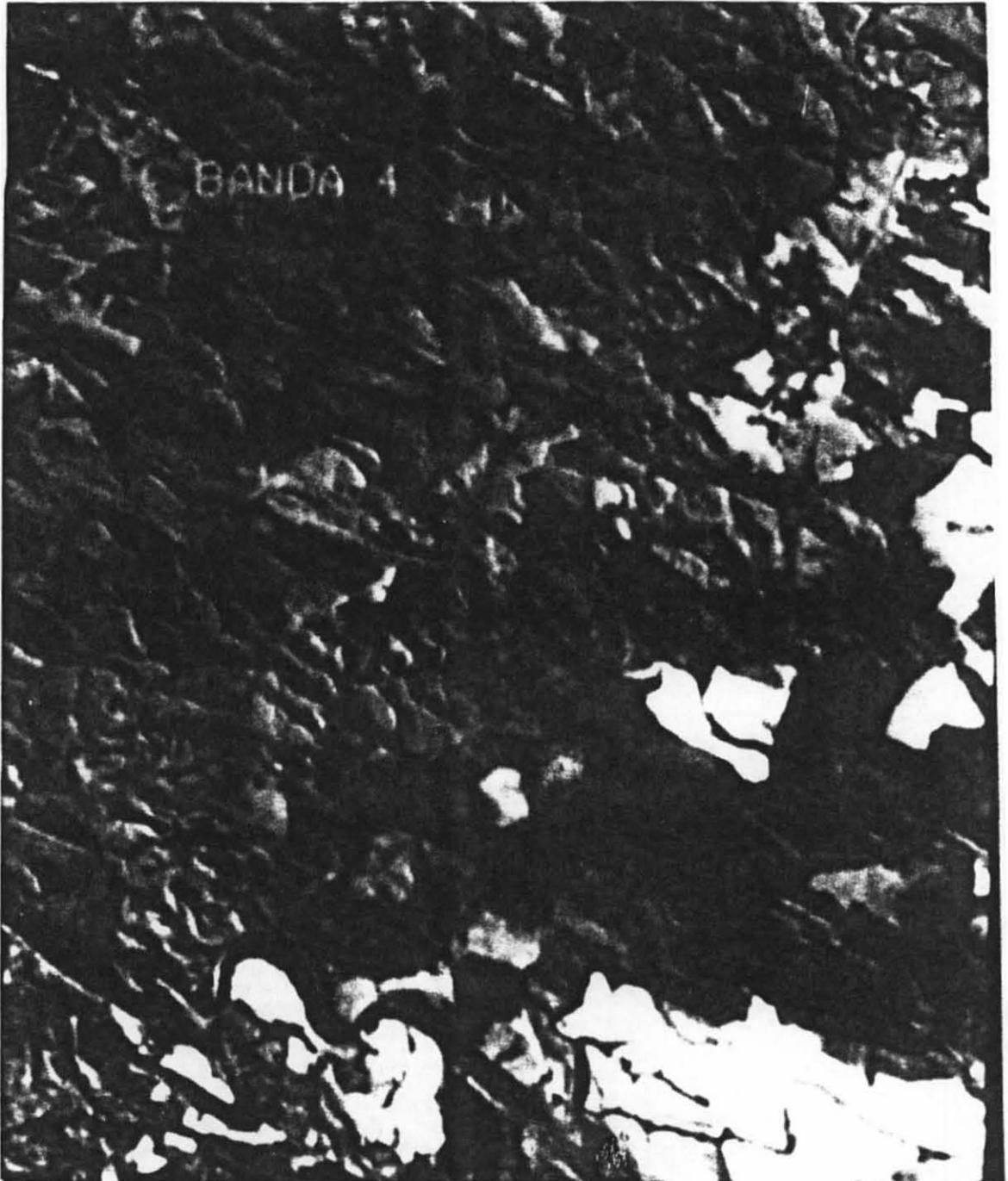
FOTOGRAFIA 2 - BANDA 02 COM CONTRASTE



FOTOGRAFIA 3 - BANDA 03 COM CONTRASTE



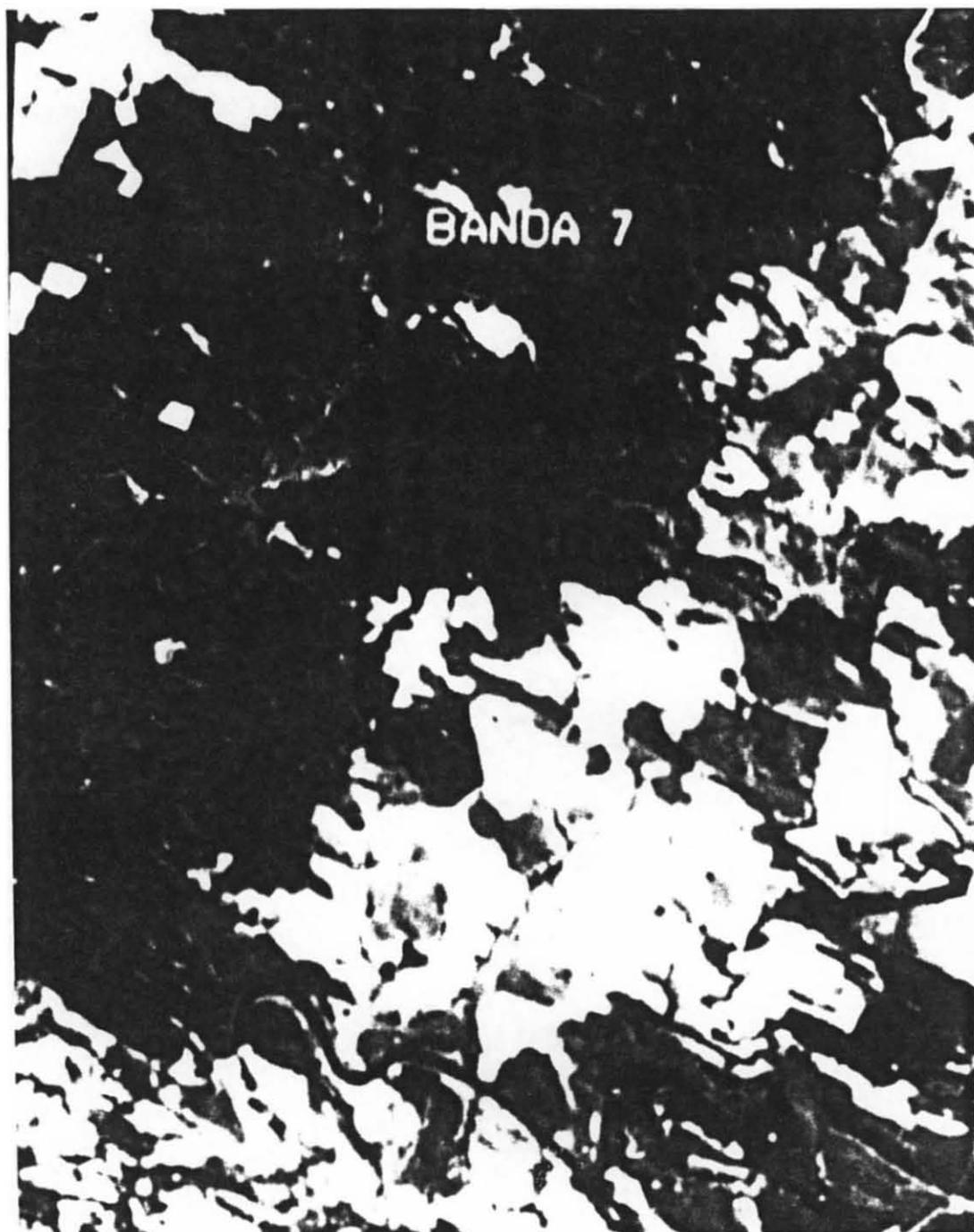
FOTOGRAFIA 4 - BANDA 04 COM CONTRASTE



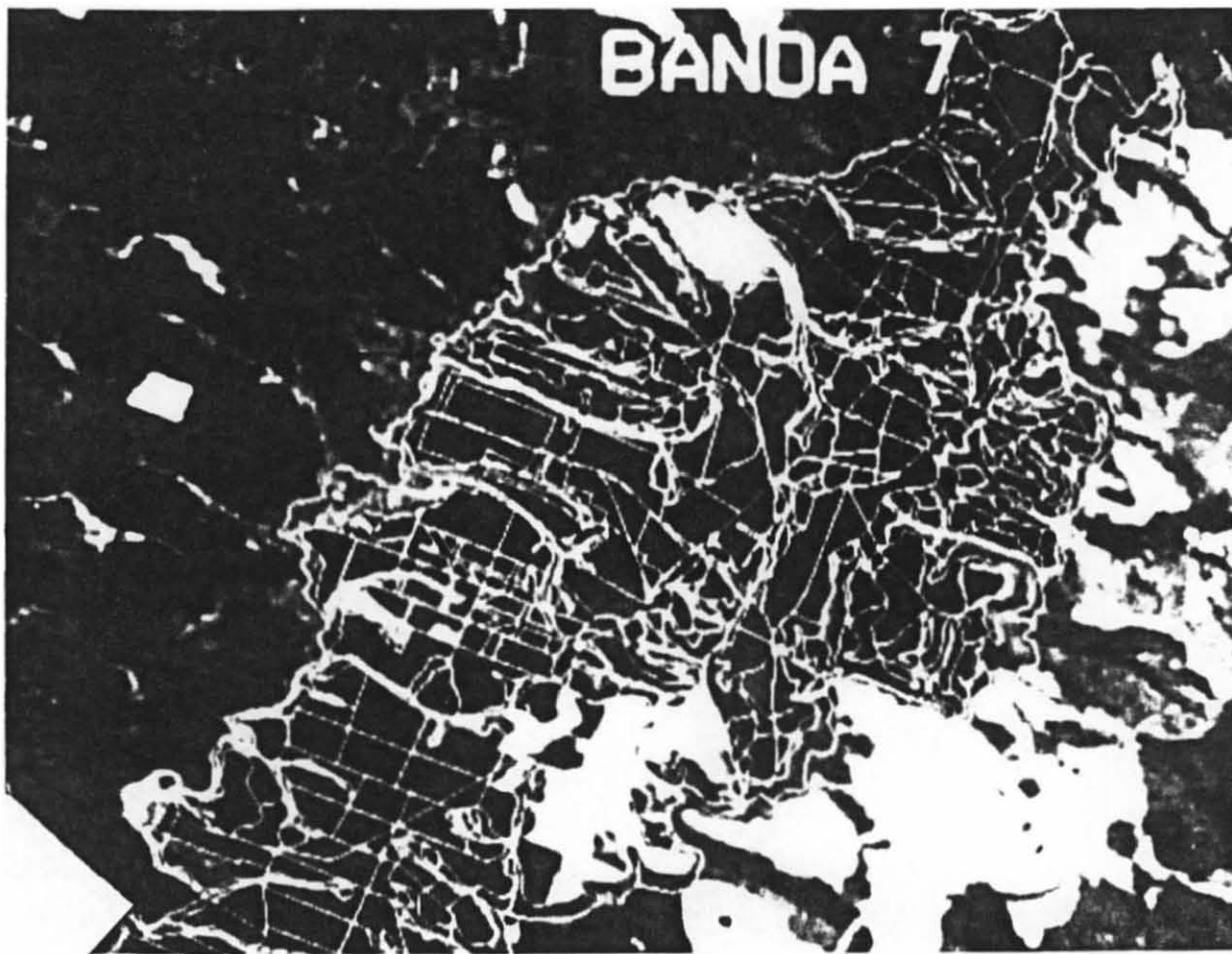
FOTOGRAFIA 5 - BANDA 05 COM CONTRASTE



FOTOGRAFIA 6 - BANDA 07 COM CONTRASTE



FOTOGRAFIA 7 - BANDA 07 COM O ARQUIVO GRÁFICO SOBREPOSTO À IMAGEM



4.2.2 Processamento espacial

O processo espacial é uma técnica que visa minimizar a perda de qualidade visual, oferecendo meios de ressaltar certos aspectos de interesse na imagem (KIRCHNER, 1988).

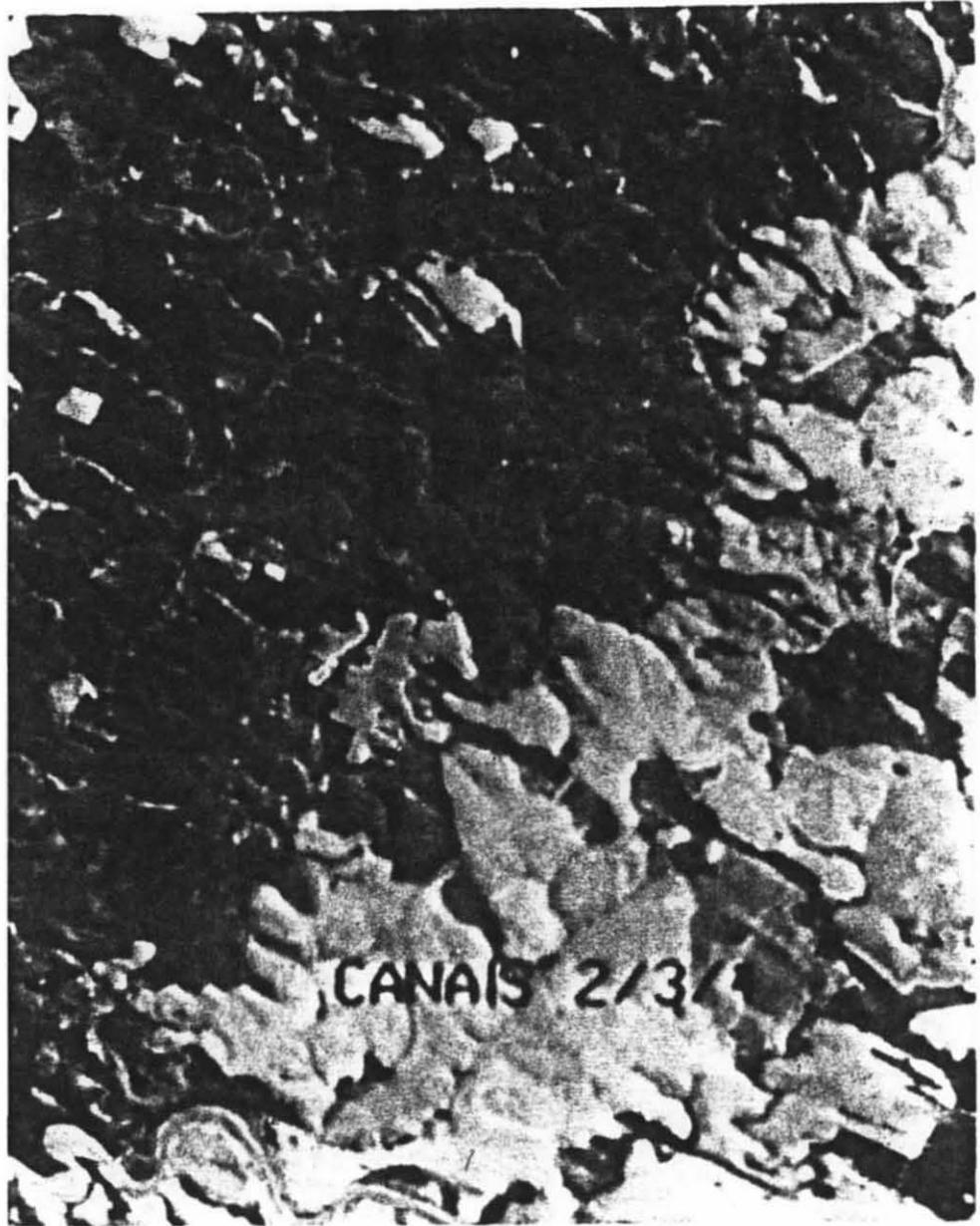
4.2.2.1 Composição colorida

Este processamento foi usado somente com o objetivo de demonstrar uma melhor visualização nos diferentes estratos dos talhões, do que aquela observada em uma única banda.

A primeira composição é em falsa-cor (Fotografia 8) e está assim definida:

Azul -	Canal 2
Verde -	Canal 3
Vermelho -	Canal 4

FOTOGRAFIA 8 - COMPOSIÇÃO COLORIDA FALSA-COR (2B, 3G, 4R).



A segunda composição está na formação normal das cores observadas pelo olho humano (Fotografia 9) e ficou assim definida:

Azul - Canal 3

Verde - Canal 4

Vermelho - Canal 5

FOTOGRAFIA 9 - COMPOSIÇÃO COLORIDA FALSA-COR (3B, 4G, 5R)



A terceira composição colorida também é em falsa-cor (Figura 10) e ficou assim definida:

Azul - Canal 3

Verde - Canal 7

Vermelho - Canal 4

FOTOGRAFIA 10 - COMPOSIÇÃO COLORIDA FALSA-COR (3B, 7G, 4R)



Uma melhor delimitação dos talhões é observada na Fotografia 11, onde a composição colorida dá maiores detalhes dos estratos dos reflorestamentos e estes são separados pelo arquivo gráfico.

FOTOGRAFIA 11 - COMPOSIÇÃO COLORIDA FALSA-COR COM O ARQUIVO GRÁFICO SOBREPOSTO À IMAGEM



4.3 ANÁLISE DOS GRUPOS DE REFLORESTAMENTO

Os grupos submetidos à análise são aqueles descritos anteriormente no sub-item 3.1.2.

4.3.1 Caracterização espectral dos grupos

Esta caracterização é um valor médio de 10 observações por grupo, juntamente com as medidas de dispersão dos dados nas diferentes faixas espectrais (Tabela 03).

TABELA 3 - CARACTERIZAÇÃO ESTATÍSTICA DOS GRUPOS NAS FAIXAS ESPECTRAIS

GRUPOS	BANDA 01			BANDA 02			BANDA 03		
	MEDIA	D.PAD.	VARIANC.	MEDIA	D.PAD.	VARIANC.	MEDIA	D. PAD.	VARIANC.
E. saligna 09 anos	74.8	14.62	213.74	57.3	7.45	55.50	38.5	14.18	201.07
E. saligna 11 anos	92.7	15.23	231.95	69.0	19.71	388.48	54.3	15.82	250.27
E. grandis 05 anos	91.8	10.62	112.78	63.7	9.86	97.22	51.4	13.74	188.79
E. grandis 07 anos	84.9	11.42	130.42	57.5	11.88	141.13	33.0	7.72	59.60
E. grandis 14 anos	79.4	21.00	441.00	67.9	18.98	360.24	37.1	12.61	159.01
P. elliottii 05 ano	93.0	24.08	579.85	46.1	18.54	343.73	16.2	7.00	49.00
P. elliottii 06 ano	81.7	7.99	63.84	63.8	7.41	54.91	22.7	4.47	19.98
P.elliottii 12 anos	88.1	6.38	40.70	68.6	13.14	172.66	40.0	9.27	85.93
P. elliottii 28 anos	77.7	18.20	331.24	59.5	17.98	323.28	31.7	6.45	41.60
P. elliottii 31 anos	91.8	23.91	571.69	79.6	13.98	195.44	52.6	12.41	154.01
P. taeda 05 anos	79.0	18.94	358.72	61.1	8.62	74.30	23.0	3.56	12.67
P.taeda 06 anos	81.6	8.33	69.39	56.6	10.41	108.37	21.0	6.11	37.33
P. taeda 08 anos	82.9	13.94	194.32	68.3	14.82	219.63	35.0	11.43	130.64
P. taeda 11 anos	80.5	8.51	72.42	66.1	7.46	55.65	37.1	6.97	48.58
P. taeda 12 anos	83.0	5.70	32.49	63.4	7.23	52.27	308.0	6.73	45.29
P. taeda 14 anos	85.3	6.38	40.70	67.3	4.52	20.43	36.2	5.49	30.14
P. taeda 15 anos	79.6	12.18	148.35	62.8	8.24	67.90	32.6	8.33	69.39
P. taeda 16 anos	86.0	8.80	77.44	61.5	7.31	53.44	29.2	7.21	51.98

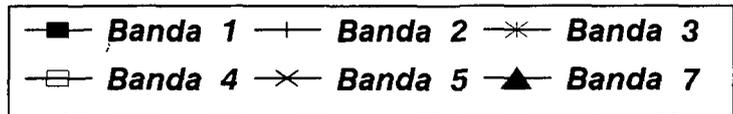
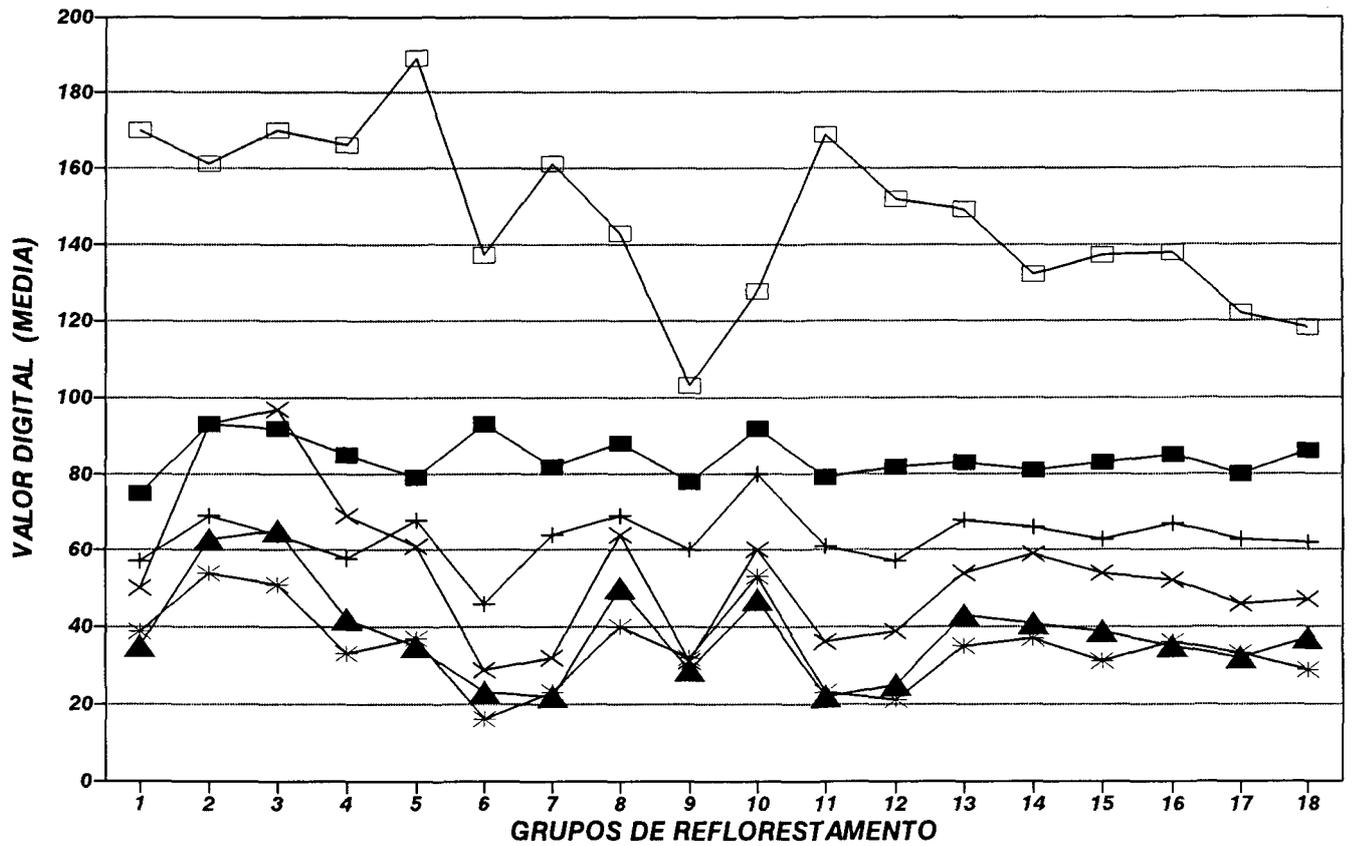
D.PAD. = Desvio padrão VARIANC.= Variância

CONTINUAÇÃO DA TABELA 3.

GRUPOS	BANDA 04			BANDA 05			BANDA 07		
	MEDIA	D. PAD.	VARIANC.	MEDIA	D. PAD.	VARIANC.	MEDIA	D. PAD.	VARIANC.
E. saligna 09 anos	170.2	22.17	491.51	50.0	12.00	144.00	34.5	10.18	103.63
E. saligna 11 anos	161.0	16.81	282.58	93.2	20.65	126.42	63.1	18.95	359.10
E. grandis 05 anos	169.8	12.85	165.12	96.8	10.20	104.04	64.9	13.56	183.87
E. grandis 07 anos	166.4	12.19	148.60	69.3	5.31	28.20	41.7	5.25	27.56
E. grandis 14 anos	188.5	5.17	26.73	61.4	12.92	166.93	34.9	8.63	74.48
P.elliottii 05 anos	137.1	14.72	216.68	29.1	9.21	84.82	23.3	8.06	64.96
P.elliottii 06 anos	161.2	9.21	84.82	31.6	7.06	49.84	21.6	2.84	8.07
P.elliottii 12 anos	142.5	9.40	88.36	63.7	13.96	194.88	50.0	9.21	84.82
P.elliottii 28 anos	102.7	14.17	200.79	30.5	5.91	34.93	28.6	7.27	52.85
P.elliottii 31 anos	127.6	21.09	444.79	60.4	17.74	314.71	46.6	12.50	156.25
P. taeda 05 anos	169.0	21.48	461.39	36.3	9.82	96.43	21.6	4.93	24.30
P. taeda 06 anos	152.0	21.73	472.19	39.1	12.19	148.60	24.7	5.42	29.38
P. taeda 08 anos	149.4	28.30	800.89	53.9	15.59	243.05	42.6	13.31	177.16
P. taeda 11 anos	131.5	15.01	225.30	58.5	10.28	105.68	41.3	5.44	29.59
P. taeda 12 anos	135.6	11.79	139.00	53.5	8.67	75.17	38.8	6.79	46.10
P. taeda 14 anos	137.9	9.24	85.38	51.7	5.74	32.95	34.9	6.57	43.16
P. taeda 15 anos	122.2	14.32	205.06	45.7	8.93	79.74	31.7	6.82	46.51
P. taeda 16 anos	118.3	10.98	120.56	47.1	8.25	68.06	36.6	7.62	58.06

Esta caracterização pode ser observada no comportamento espectral dos grupos nas diversas bandas, através da Figura 12.

FIGURA 12 - COMPORTAMENTO ESPECTRAL DOS GRUPOS NAS SEIS BANDAS



4.3.2 Análise discriminante para todos os grupos

Esta análise teve por objetivo a construção de uma regra de classificação mediante os dados fornecidos, e por conseguinte, classificar estes mesmos dados através desta regra. Nesta etapa do trabalho, não foi tomada qualquer medida de eliminação das bandas, trabalhando-se portanto com as 06 (seis) bandas, onde cada observação dentro de sua faixa espectral foi associada a um grupo específico de reflorestamento.

A Tabela 4 com os resultados da análise, fornece a quantidade de funções lineares discriminantes dos dados e os testes de significância de cada função, além de outros resultados importantes. Notadamente, pode-se observar que as três primeiras funções são altamente significativas e que poderiam prestar-se como as funções de classificação da análise. As três funções juntas classificariam em torno de 95,84% dos dados.

A matriz de centróides (Tabela 4A) permite que se tenha o centróide de cada grupo em cada uma das Funções Discriminantes não padronizadas, e através desta, obter alguns resultados.

TABELA 4 - ANÁLISE DISCRIMINANTE PARA TODOS OS GRUPOS

Funções Discriminantes	Autovalores	Percentagem Relativa	Correlação Canônica	
1	3.7016687	52.48	.88730	
2	2.5750727	36.51	.84870	
3	.4834003	6.85	.57085	
4	.1257065	1.78	.33417	
5	.1065837	1.51	.31035	
6	.0614927	.87	.24069	

Funções Derivadas	Wilks Lambda	Chi-Square	GL	Nív. Sign.
0	.0303304	583.76595	102	.00000
1	.1426035	325.26373	80	.00000
2	.5098180	112.50815	60	.00005
3	.7562642	46.65388	42	.28695
4	.8513315	26.87926	26	.41569
5	.9420696	9.96592	12	.61895

TABELA 4A - CENTRÓIDE DOS GRUPOS NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES NÃO PADRONIZADAS.

GRUPO	1	2	3	4	5	6
1-E. saligna 09 anos	0.908	-1.793	0.760	0.798	-0.039	0.482
2-E. saligna 11 anos	-3.766	-0.835	0.005	0.144	-0.167	-0.120
3-E. grandis 05 anos	-3.851	-1.708	-0.530	0.210	-0.092	0.042
4-E. grandis 07 anos	-0.764	-1.627	-0.679	0.157	0.318	-0.232
5-E. grandis 14 anos	0.591	-2.720	0.853	-0.112	0.177	-0.180
6-P.elliottii 05 anos	2.258	0.407	-1.341	0.426	-0.721	-0.164
7-P.elliottii 06 anos	2.770	-0.861	0.315	-0.402	-0.222	-0.032
8-P.elliottii 12 anos	-1.347	0.353	-0.233	-0.473	-0.258	0.332
9-P.elliottii 28 anos	1.025	2.945	0.239	0.510	0.158	0.287
10-P.elliottii 31 anos	-1.526	2.109	1.422	-0.074	-0.545	-0.282
11-P. taeda 05 anos	2.622	-1.534	0.276	-0.175	0.033	-0.082
12-P. taeda 06 anos	1.900	-0.558	-0.472	-0.059	0.151	-0.129
13-P. taeda 08 anos	-0.090	-0.167	-0.010	-0.593	-0.129	0.459
14-P. taeda 11 anos	-0.819	0.990	-0.004	-0.092	0.463	0.042
15-P. taeda 12 anos	-0.191	0.631	-0.482	-0.318	0.260	0.086
16-P. taeda 14 anos	0.050	0.845	0.403	0.001	0.049	-0.327
17-P. taeda 15 anos	0.297	1.661	0.138	0.217	0.461	-0.157
18-P. taeda 16 anos	-0.067	1.861	-0.660	-0.165	0.104	-0.021

Os resultados mostram que:

- a) Na **Função Discriminante 1**, os grupos 2, 3, 6, 7 e 11 (E. saligna 11 anos, E. grandis 5 anos, P. elliottii 5 anos, P. elliottii 6 anos e o P. taeda 5 anos) discriminam muito bem dos grupos 13, 16 e 18 (P. taeda 8 anos, P.taeda 14 anos e P.taeda 16 anos).
- b) Na **Função Discriminante 2**, os grupos 5, 9 e 10 (Eucalyptus grandis 14 anos, P. elliottii 28 e P. elliottii 31 anos) discriminam bem dos grupos 6, 8, 12 e 13 (P. elliottii 5 anos, P. elliottii 12 anos, P. taeda 06 anos e P. taeda 08 anos).

Os resultados apresentados nas Funções Discriminantes 1 e 2 podem ser vistos na Figura 13, onde se observam os grupamentos executados pelas duas principais funções.

Na Tabela 4B, encontram-se os resultados da classificação

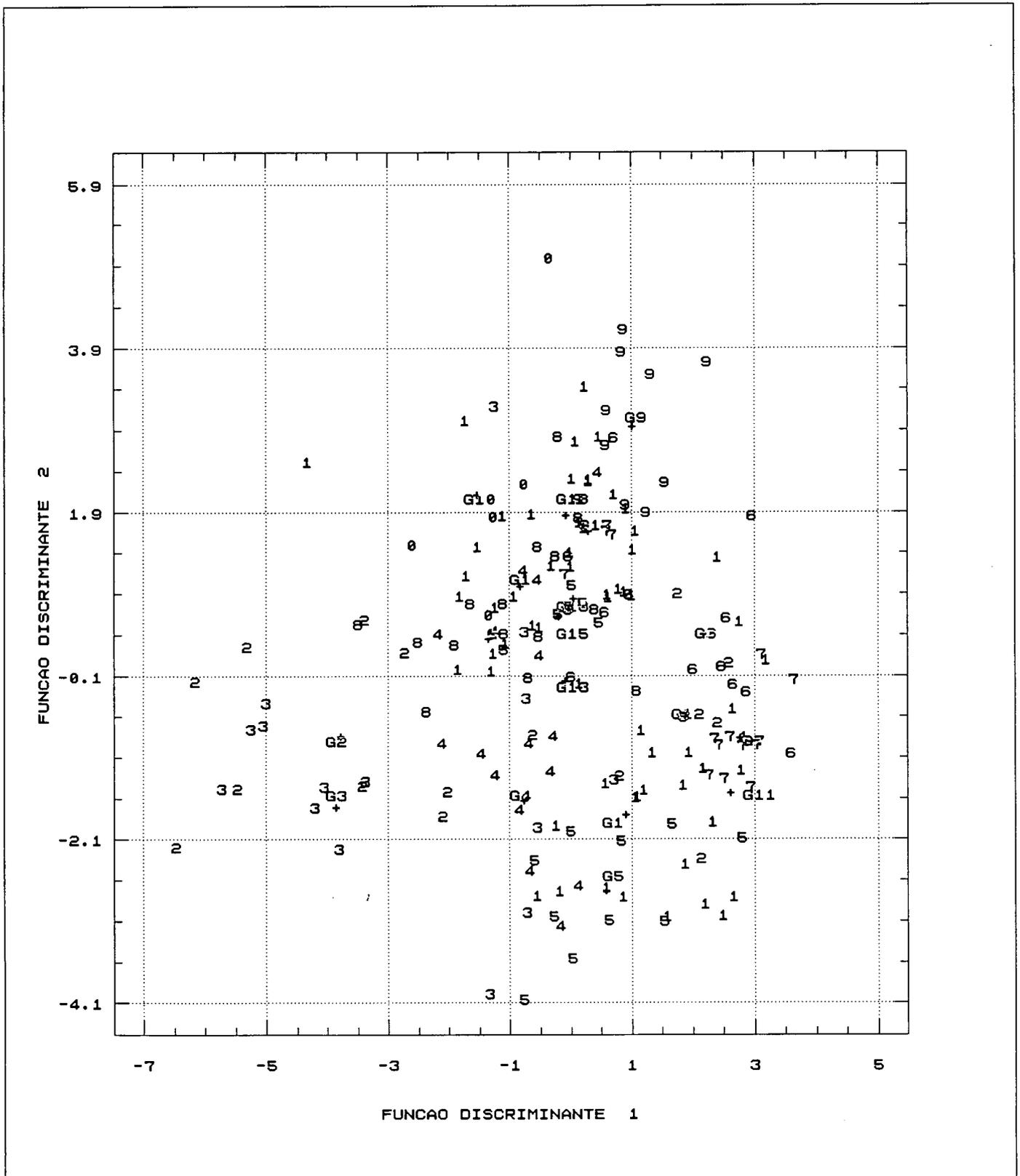
efetuada pela regra construída pela Análise de Discriminante Linear, podendo constatar-se que a melhor classificação ocorreu para *Pinus elliottii* com 28 anos (povoamento antigo) e a pior classificação foi para o grupo *Pinus taeda* 08 anos (povoamento que esteve recentemente sob a ação dos desbastes sistemáticos e seletivos).

As Tabelas restantes da análise encontram-se no Anexo 05, assim como as Tabelas resultantes das análises, envolvendo todos os grupos de reflorestamento.

TABELA 4B - MATRIZ DE RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO EFETUADA PELAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES.

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Tot.	%Clas. Correta
1- E. saligna 09 anos	5	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	50
2- E. saligna 11 anos	0	4	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	40
3- E. grandis 05 anos	0	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	40
4- E. grandis 07 anos	0	1	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	70
5- E. grandis 14 anos	2	0	0	1	5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	50
6- P. elliottii 05 anos	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	10	60
7- P. elliottii 06 anos	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	10	60
8- P. elliottii 12 anos	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	10	50
9- P. elliottii 28 anos	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	90
10- P. elliottii 31 anos	0	0	0	0	0	0	0	2	1	6	0	0	0	1	0	0	0	0	10	60
11- P. taeda 05 anos	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	10	60
12- P. taeda 06 anos	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	1	0	10	40
13- P. taeda 08 anos	2	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	0	0	0	1	10	10
14- P. taeda 11 anos	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	1	1	1	1	10	40
15- P. taeda 12 anos	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	4	1	1	1	10	40
16- P. taeda 14 anos	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5	3	0	10	50	
17- P. taeda 15 anos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3	4	1	10	40	
18- P. taeda 16 anos	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	4	10	40

FIGURA 13 - RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO EXECUTADA PELAS DUAS
PRINCIPAIS FUNÇÕES DISCRIMINANTES



4.3.3 Análise de componentes principais para todos os grupos de reflorestamento

Esta técnica é normalmente utilizada para reduzir o número de variáveis em um conjunto de dados, através de combinações lineares das mesmas, de modo tal que estas expliquem a maior variabilidade dos dados em um novo conjunto de variáveis não correlacionadas entre si, chamadas de componentes.

Assim sendo, a técnica foi aplicada com o objetivo de eliminar algumas das bandas que se correlacionassem e com isto ficar com um número menor de variáveis, mas que continuariam, explicando um bom percentual da variação dos dados.

A matriz empregada na análise foi a de correlação.

Na Tabela 5, os resultados obtidos mostram o percentual de variação de cada componente em ordem decrescente de importância.

Tabela 5 - VARIAÇÃO EXPLICADA POR COMPONENTE E VARIAÇÃO CUMULATIVA.

Número Componente	Percentagem de Variação	Percentagem Cumulativa
1	47.49775	47.49775
2	17.37009	64.86785
3	14.86437	79.73222
4	12.79809	92.53031
5	4.60978	97.14009
6	2.85991	100.00000

A análise foi executada para todas as bandas, que representam as variáveis juntamente com todos os valores observados para todos os grupos de espécies e idades envolvidas.

Na Tabela 5A, encontram-se os coeficientes dos componentes

(autovetores). Cada coluna representa a combinação linear de cada componente principal.

Dominando com a mesma importância o primeiro componente estão a banda B3 do visível e as bandas B5 e B7, que se encontram na faixa do espectro eletromagnético correspondente ao infravermelho, que tem na banda 5 a absorção pelo conteúdo de água na massa foliar (INPE,1989). As variáveis que menos contribuem para este componente são as bandas B1 do visível e a B4 do infravermelho .

TABELA 5A - COEFICIENTES DOS COMPONENTES PRINCIPAIS.

	COMP1	COMP2	COMP3	COMP4	COMP5	COMP6
Banda 01	0.188	0.607	-0.739	0.164	-0.145	-0.022
Banda 02	0.342	-0.122	-0.249	-0.870	0.219	-0.017
Banda 03	0.504	-0.307	0.043	0.038	-0.773	-0.221
Banda 04	0.224	0.683	0.594	-0.224	-0.168	0.225
Banda 05	0.520	0.083	0.183	0.279	0.501	-0.599
Banda 07	0.521	-0.218	-0.049	0.292	0.228	0.734

O componente dois é relativamente dominado pela B4 e B1. Todas estas observações podem ser vistas na Figura 14, onde observa-se a dominância das bandas 5 e 7 no componente 1 e a dominância das bandas 1 e 4 na componente 2, tanto que há o agrupamento das mesmas em relação a cada componente.

Os coeficientes de cada componente são valores padronizados, tanto que o somatório quadrático das mesmas resulta igual a 1.

Já na Figura 15 pode-se observar a aleatoriedade dos dados nos dois primeiros componentes, o que é esperado, uma vez que os mesmos devem ser ortogonais, portanto não tendo qualquer correlação um com o outro. A interseção das variáveis no gráfico

determina a origem das mesmas. O comprimento de cada vetor de variável é proporcional a sua contribuição para os componentes de onde deduz-se que a banda 2 é a que menos contribui para os dois primeiros componentes. O ângulo entre as variáveis determina a correlação existente entre as mesmas, sendo esta correlação inversamente proporcional à sua grandeza, assim sendo pode-se dizer através do gráfico da figura citada, que neste caso possuem uma alta correlação as bandas B1 e B4 assim como as bandas B2 e B7.

4.3.4 Análise discriminante para todos os grupos com a eliminação da banda 7 por componentes principais

Através da análise dos autovalores das componentes (variação explicada), fêz-se a eliminação de bandas (variáveis), tendo em vista que o vetor de autovetores com menor autovalor é o menos importante; conseqüentemente uma variável, cujo coeficiente é grande em valor absoluto nesta combinação, será então menos importante no conjunto, assim sendo a banda 7 foi descartada. Desta forma, nova Análise de Discriminante foi efetuada, eliminando-se a banda 7, que era a variável mais importante para a componente de menor autovalor.

As duas principais funções discriminantes classificam em torno de 91% dos dados (Tabela 6).

FIGURA14 - GRÁFICO DO PESO DOS DOIS PRINCIPAIS COMPONENTES

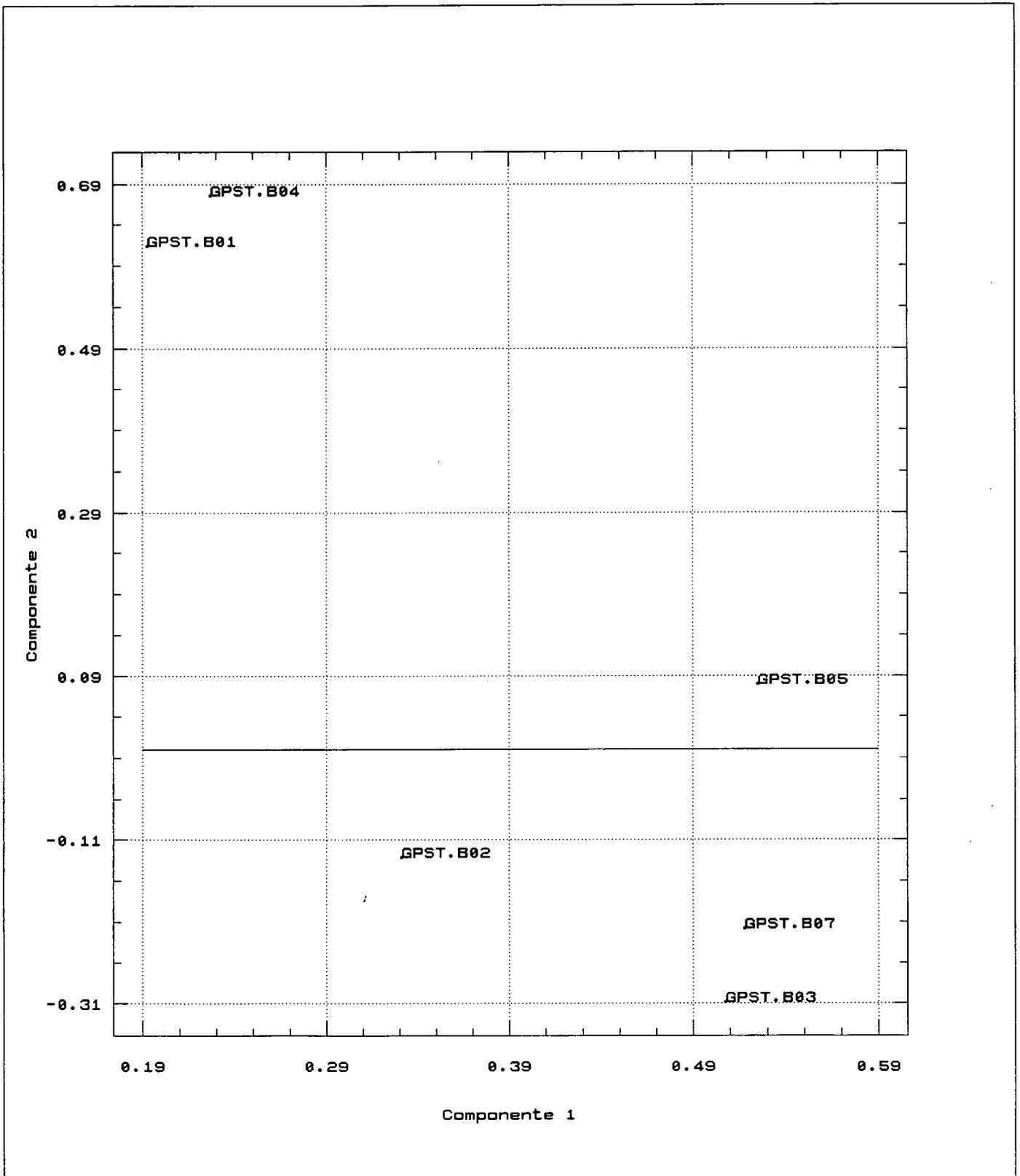


FIGURA 15 - DIAGRAMA DE DISPERSÃO DOS DADOS E IMPORTÂNCIA DAS VARIÁVEIS NOS DOIS PRIMEIROS COMPONENTES

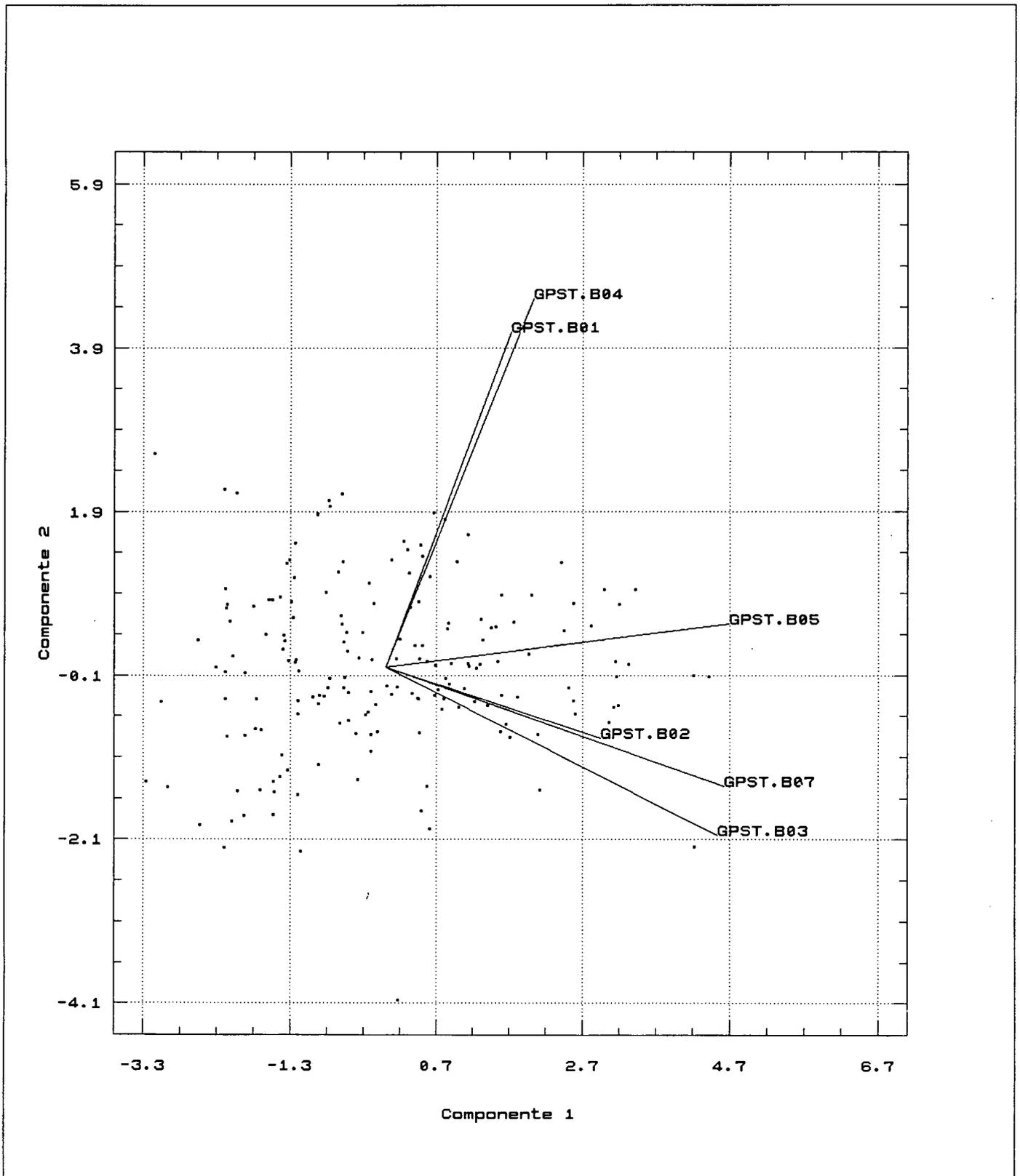


TABELA 6 - ANÁLISE DE DISCRIMINANTE PARA TODOS OS GRUPOS COM ELIMINAÇÃO DA BANDA 07 POR COMPONENTES PRINCIPAIS

Função Discriminante	Autovalor	Porcentagem Relativa	Correlação Canônica
1	3.4236752	52.48	.87974
2	2.5083503	38.45	.84556
3	.3757057	5.76	.52259
4	.1214310	1.86	.32906
5	.0947705	1.45	.29422

Funções Derivadas	Lambda Wilks	Chi-Square	GL	Niv.Sig.
0	.0381498	547.09417	85	.00000
1	.1687625	298.02656	64	.00000
2	.5920779	87.78962	45	.00014
3	.8145249	34.36268	28	.18919
4	.9134335	15.16624	13	.29709

No vetor de centróides da função discriminante 1 (Tabela 6A), têm-se que os grupos; P. taeda 12 anos e P. taeda 14 anos, **diferenciam-se** bastante dos grupos E. grandis 5 e E. grandis 14 anos. P. elliottii com 5, 6 e 12 anos. A explicação para tal situação encontra-se nos desbastes, haja vista que o 1º grupo citado passou por 2 e até 3 desbastes (sistemático e seletivo), enquanto que o 2º grupo está livre dos desbastes com exceção do P. elliottii 12 anos, que passou por dois desbastes.

A matriz de resultados da classificação obtida das Funções Discriminantes com a eliminação da banda 7 (Tabela 6B) quando comparada com a Tabela 4B, mostra que somente os grupos Pinus taeda com 5 e 16 anos foram que melhor se classificaram, uma vez eliminada a mesma.

Na Figura 16, encontram-se os resultados da classificação obtidas pelas funções discriminantes lineares. O programa estatístico não coloca os números dos grupos (em dezenas) após o 10º, somente um dos algarismos.

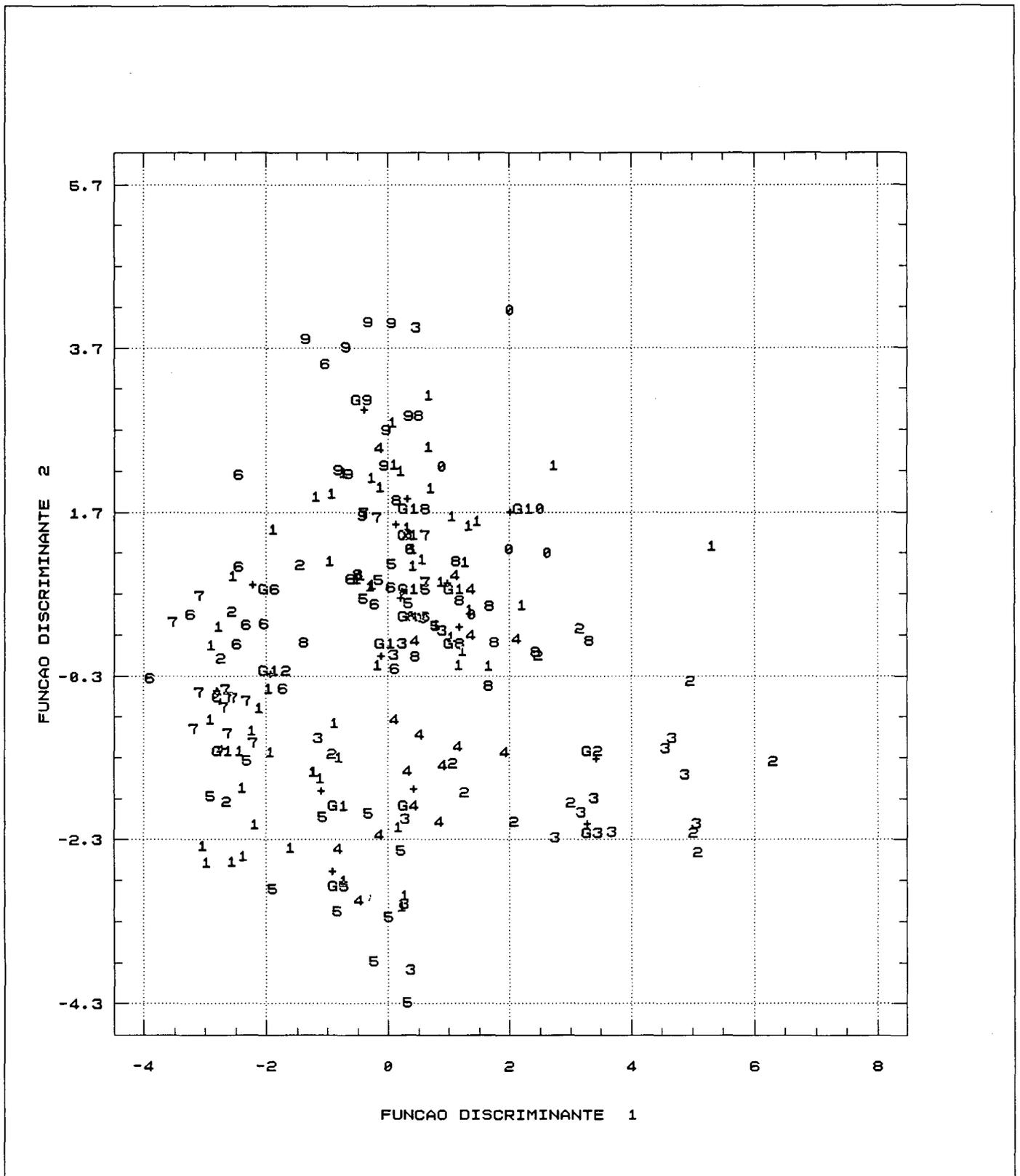
TABELA 6A - MATRIZ DE CENTRÓIDE DOS GRUPOS NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES NÃO PADRONIZADAS, ELIMINADA A BANDA 07.

GRUPO	1	2	3	5	4
1- E.saligna 09 anos	-1.097	-1.695	0.652	0.429	0.860
2- E.saligna 11 anos	3.441	-1.306	-0.101	-0.173	0.152
3- E.grandis 05 anos	3.279	-2.094	-0.565	-0.028	0.204
4- E.grandis 07 anos	0.430	-1.672	-0.807	0.156	-0.097
5- E.grandis 14 anos	-0.905	-2.681	0.675	0.046	-0.202
6- P.elliottii 05 anos	-2.222	0.810	-1.195	-0.608	0.591
7- P.elliottii 06 anos	-2.795	-0.473	0.433	-0.283	-0.240
8- P.elliottii 12 anos	1.175	0.301	0.046	-0.163	-0.203
9- P.elliottii 28 anos	-0.395	2.951	0.209	0.415	0.464
10- P.elliottii 31 anos	2.007	1.704	1.292	-0.571	0.136
11- P.taeda 05 anos	-2.726	-1.183	0.273	-0.046	-0.176
12- P.taeda 06 anos	-1.930	-0.275	-0.458	0.032	-0.166
13- P.taeda 08 anos	-0.105	-0.048	0.306	-0.012	-0.315
14- P.taeda 11 anos	0.976	0.839	-0.047	0.380	-0.268
15- P.taeda 12 anos	0.206	0.659	-0.367	0.168	-0.373
16- P.taeda 14 anos	0.222	0.733	0.251	-0.114	-0.101
17- P.taeda 15 anos	0.127	1.562	-0.038	0.356	-0.053
18- P.taeda 16 anos	0.311	1.868	-0.556	0.018	-0.210

TABELA 6B - MATRIZ DE RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO EFETUADA PELAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, ELIMINADA A BANDA 7.

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T	%Clas. Certa
1- E. saligna 09 anos	5	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	10	50
2- E. saligna 11 anos	1	3	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	30
3- E. grandis 05 anos	0	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20
4- E. grandis 07 anos	0	0	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	70
5- E. grandis 14 anos	2	0	0	1	5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	50
6- P. elliottii 05 anos	0	0	0	0	0	6	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	10	60
7- P. elliottii 06 anos	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	10	60
8- P. elliottii 12 anos	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	10	50
9- P. elliottii 28 anos	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	10	80
10- P. elliottii 31 anos	0	1	0	0	0	0	0	1	1	6	0	0	0	1	0	0	0	0	10	60
11- P. taeda 05 anos	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	10	60
12- P. taeda 06 anos	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	10	40
13- P. taeda 08 anos	2	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	2	1	1	0	0	0	0	10	10
14- P. taeda 11 anos	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	1	0	2	1	10	20
15- P. taeda 12 anos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	5	1	1	1	10	50
16- P. taeda 14 anos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	5	2	0	10	50
17- P. taeda 15 anos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	3	3	10	30
18- P. taeda 16 anos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	1	5	10	50

FIGURA 16 - RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO PARA TODOS OS GRUPOS NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, ELIMINADA A BANDA 07.



4.3.5 Análise discriminante para os grupos de Pinus

taeda com todas as bandas

Uma vez que já foram analisados todos os grupos como um só conjunto, o mesmo critério metológico foi aplicado para cada grupo de espécies. Desta feita, a análise é executada para os grupos dentro da espécie Pinus taeda.

Como resultado da análise discriminante (Tabela 7), observa-se que as duas primeiras funções classificariam em torno de 93% dos dados.

TABELA 7 - ANÁLISE DISCRIMINANTE PARA TODOS OS GRUPOS DE Pinus taeda COM TODAS AS BANDAS.

Funções Discriminantes	Autovalores	Percentagem Relativa	Correlação Canônica
1	4.4241960	83.72	.90313
2	.4746093	8.98	.56732
3	.2959028	5.60	.47785
4	.0625601	1.18	.24265
5	.0252647	.48	.15698
6	.0022137	.04	.04700

Funções Derivadas	Lambda Wilks	Chi quadrado	GL	Niv. Sig
0	.0883620	174.69458	42	.00000
1	.4792926	52.95196	30	.00600
2	.7067694	24.98766	20	.20190
3	.9159044	6.32472	12	.89884
4	.9732034	1.95567	6	.92373
5	.9977912	.15921	2	.92348

Na matriz de centróides da **Função Discriminante 1** (Tabela 7A), verifica-se a autêntica discriminação dos grupos P.taeda 5 e 6 anos do grupo P. taeda 8 e 14 anos, sendo que o 1º grupo não sofreu qualquer ação dos desbastes, enquanto que o 2º grupo passou por este tipo de intervenção no ano anterior a suas respectivas idades (desbaste no 7º e 13º ano).

Na **Função Discriminante 2**, confirma-se apenas a discriminação entre P. taeda com 05 anos e P. taeda com 08 anos.

TABELA 7A - MATRIZ DE CENTRÓIDES DOS GRUPOS DE Pinus taeda COM TODAS AS BANDAS.

GRUPOS	1	2	3	4	5	6
1- taeda 05 anos	-4.141	0.005	-0.340	-0.011	-0.070	0.055
2- taeda 06 anos	-2.324	-0.311	0.689	0.178	0.090	-0.072
3- taeda 08 anos	0.083	1.237	-0.093	-0.332	-0.096	-0.041
4- taeda 11 anos	1.996	0.515	-0.197	0.405	-0.029	-0.009
5- taeda 12 anos	1.023	0.391	0.543	0.147	0.032	0.070
6- taeda 14 anos	0.685	-0.233	-0.702	-0.114	0.323	-0.001
7- taeda 15 anos	1.015	-0.920	-0.539	0.053	-0.228	-0.020
8- taeda 16 anos	1.661	-0.684	0.641	-0.325	-0.022	0.019

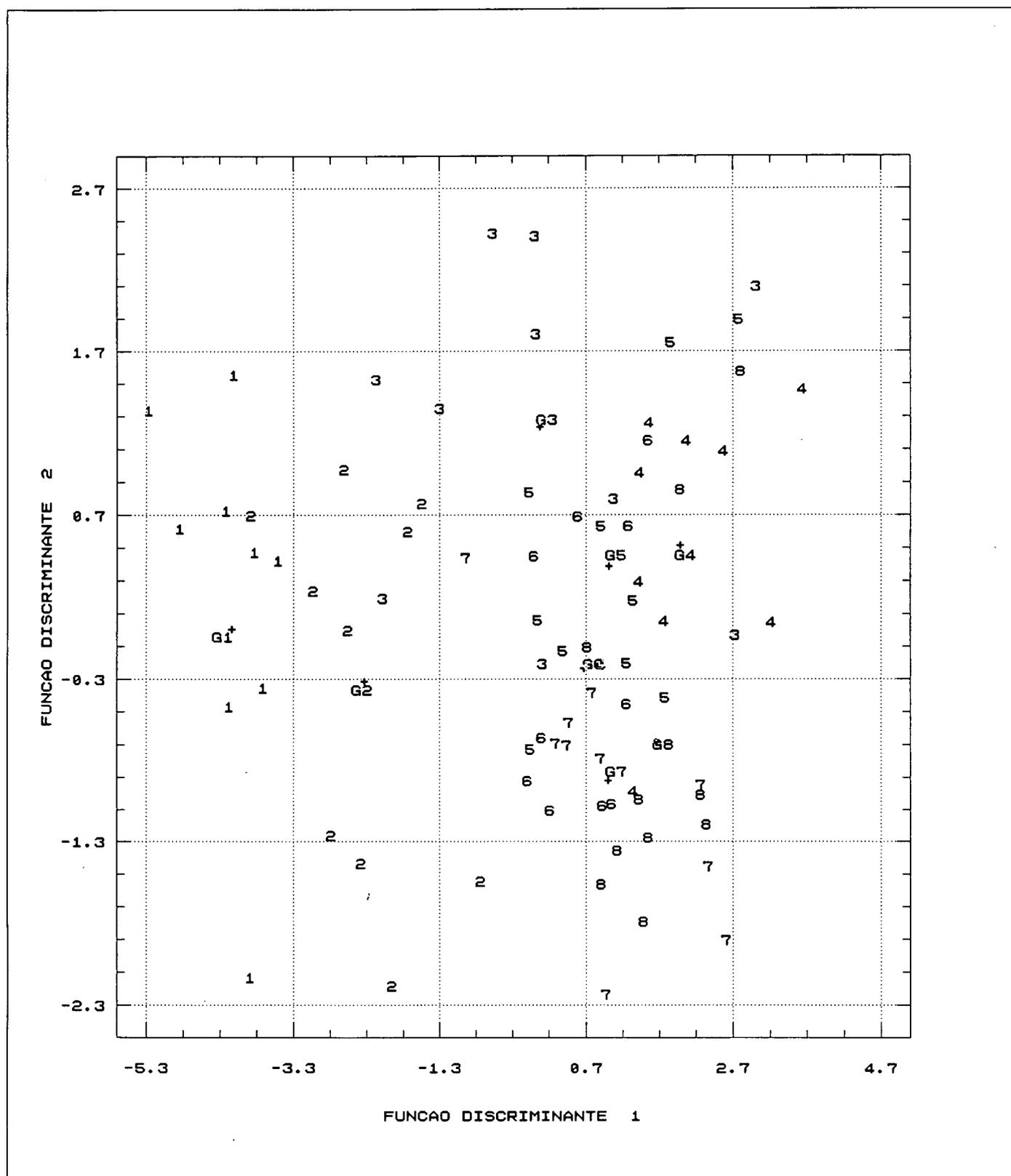
Através da matriz de resultados da classificação pela **Função Discriminate 1** (Tabela 7B), observa-se que os grupos que ainda não sofreram a ação dos desbastes, obtiveram uma excelente classificação, enquanto que os grupos restantes tiveram sua classificação autenticamente afetada pelos desbastes, com exceção apenas do grupo 04 (Pinus taeda 11 anos).

TABELA 7B - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO PARA Pinus taeda COM TODAS AS BANDAS.

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	%Clas. Correta
1- taeda 05 anos	10	0	0	0	0	0	0	0	100
2- taeda 06 anos	1	9	0	0	0	0	0	0	90
3- taeda 08 anos	0	3	3	2	0	0	1	1	30
4- taeda 11 anos	0	0	0	7	0	1	2	0	70
5- taeda 12 anos	0	0	1	1	5	2	0	1	50
6- taeda 14 anos	0	0	1	1	0	5	3	0	50
7- taeda 15 anos	0	0	1	0	0	3	3	3	30
8- taeda 16 anos	0	0	0	2	1	0	2	5	50

O resultado desta classificação efetuada pelas duas primeiras funções discriminantes pode ser observado na figura 17..pm0.0"

FIGURA 17 - RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE *Pinus taeda* COM TODAS AS BANDAS PELAS DUAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES



4.3.6 Análise de componentes principais para os grupos de *Pinus taeda*

Como objetivo desta análise, pretendeu-se verificar a possibilidade de eliminação de uma das bandas. Como resultado tem-se a Tabela 8, com a quantidade de componentes e o percentual de quanto cada um deles contém de variação dos dados.

TABELA 8 - NÚMERO DE COMPONENTES PRINCIPAIS E VARIAÇÃO EXPLICADA DE CADA COMPONENTE.

Componente Número	Percentual de Variação	Porcentagem Cumulativa
1	49.76530	49.76530
2	22.44520	72.21050
3	11.02035	83.23085
4	5.92170	89.15255
5	5.89509	95.04764
6	4.95236	100.00000

Através da análise dos coeficientes de cada componente principal (Tabela 8A), pode-se saber qual a variável que menos contribui no conjunto todo e assim eliminá-la. O sexto componente é a que menos contém a variação dos dados, haja vista que ele explica somente 5% da variação total dos dados, conseqüentemente a banda sete, que é a variável dominante neste componente, é uma variável que pode ser dispensada (MARDIA 1979), mantendo-se ainda 95% da variação total dos dados.

TABELA 8A - COEFICIENTES DOS COMPONENTES PRINCIPAIS PARA OS GRUPOS DE *Pinus taeda*.

	PCA1	PCA2	PCA3	PCA4	PCA5	PCA6
TA.B01	0.320	0.415	-0.814	0.235	0.072	-0.006
TA.B02	0.486	0.154	0.046	-0.592	-0.602	-0.154
TA.B03	0.461	-0.270	0.210	0.704	-0.401	0.111
TA.B04	0.127	0.743	0.460	0.076	0.142	0.438
TA.B05	0.495	0.007	0.257	0.017	0.561	-0.610
TA.B07	0.431	-0.421	-0.104	-0.303	0.368	<u>0.631</u>

Verificando-se o gráfico dos componentes (Figura 18), pode-se ver o agrupamento das bandas B2 e B5 dominando a componente 1.

Na análise do gráfico dos dois componentes com o vetor de cada variável (Figura 19), nota-se que a maior correlação encontra-se justamente entre as variáveis B2 e B5.

A única explicação possível neste caso, para que uma banda do visível se correlacione com outra do infravermelho é o fato de ter-se trabalhado com os dados expandidos pois, assumem a mesma amplitude uma vez efetuado o contraste.

4.3.7 Análise discriminante para os grupos de *Pinus taeda*, eliminada a banda 7

Através da análise de Componentes Principais, eliminou-se a banda sete e procedeu-se com o mesmo processo de obtenção das Funções Discriminantes. Na Tabela 9, têm-se que as duas primeiras funções classificariam em torno de 96% dos dados.

FIGURA 18 - GRÁFICO DOS COMPONENTES PONDERADOS PARA OS GRUPOS DE Pinus taeda

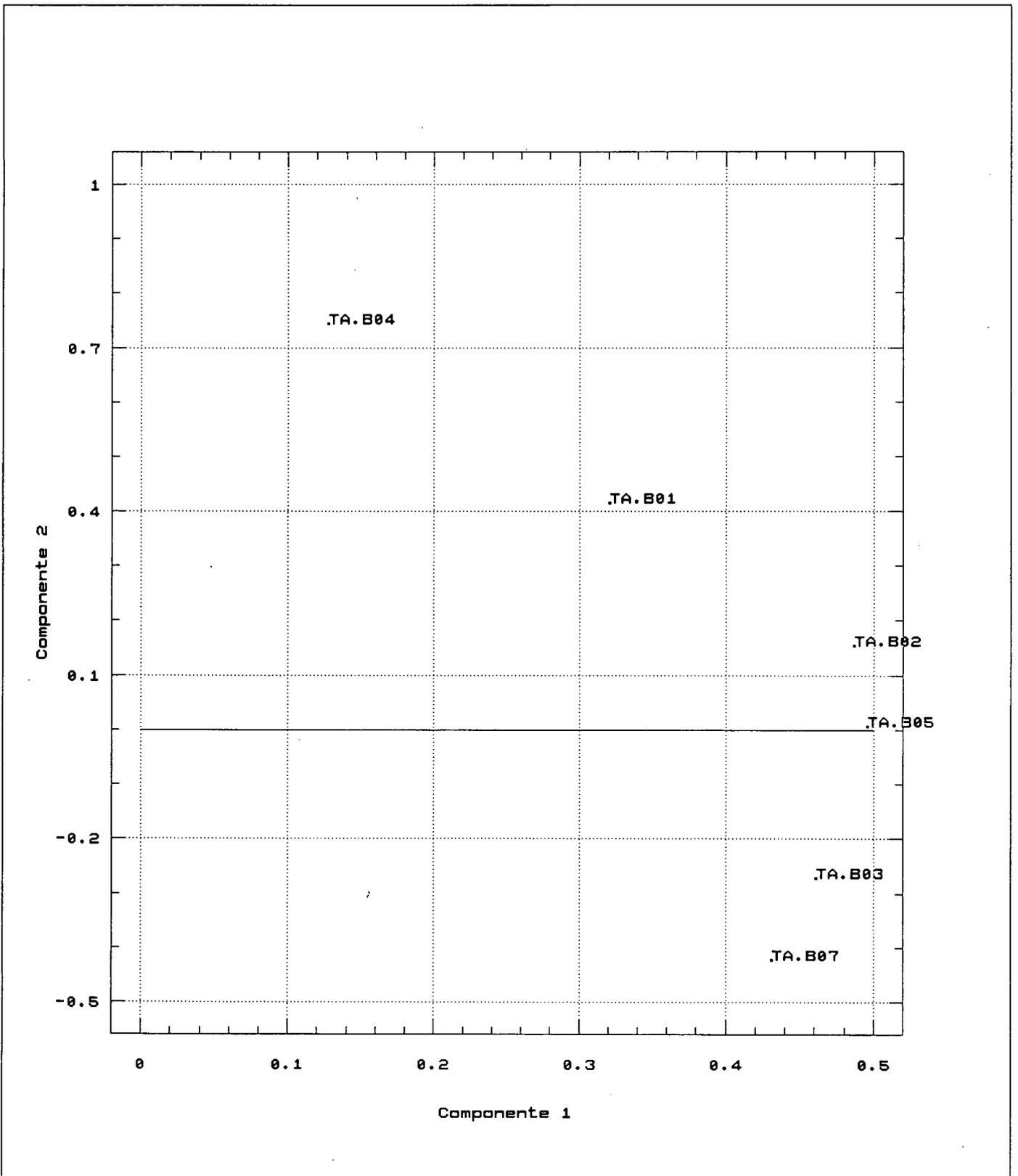


FIGURA 19 - GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS DADOS E IMPORTÂNCIA DAS VARIÁVEIS NOS DOIS PRIMEIROS COMPONENTES

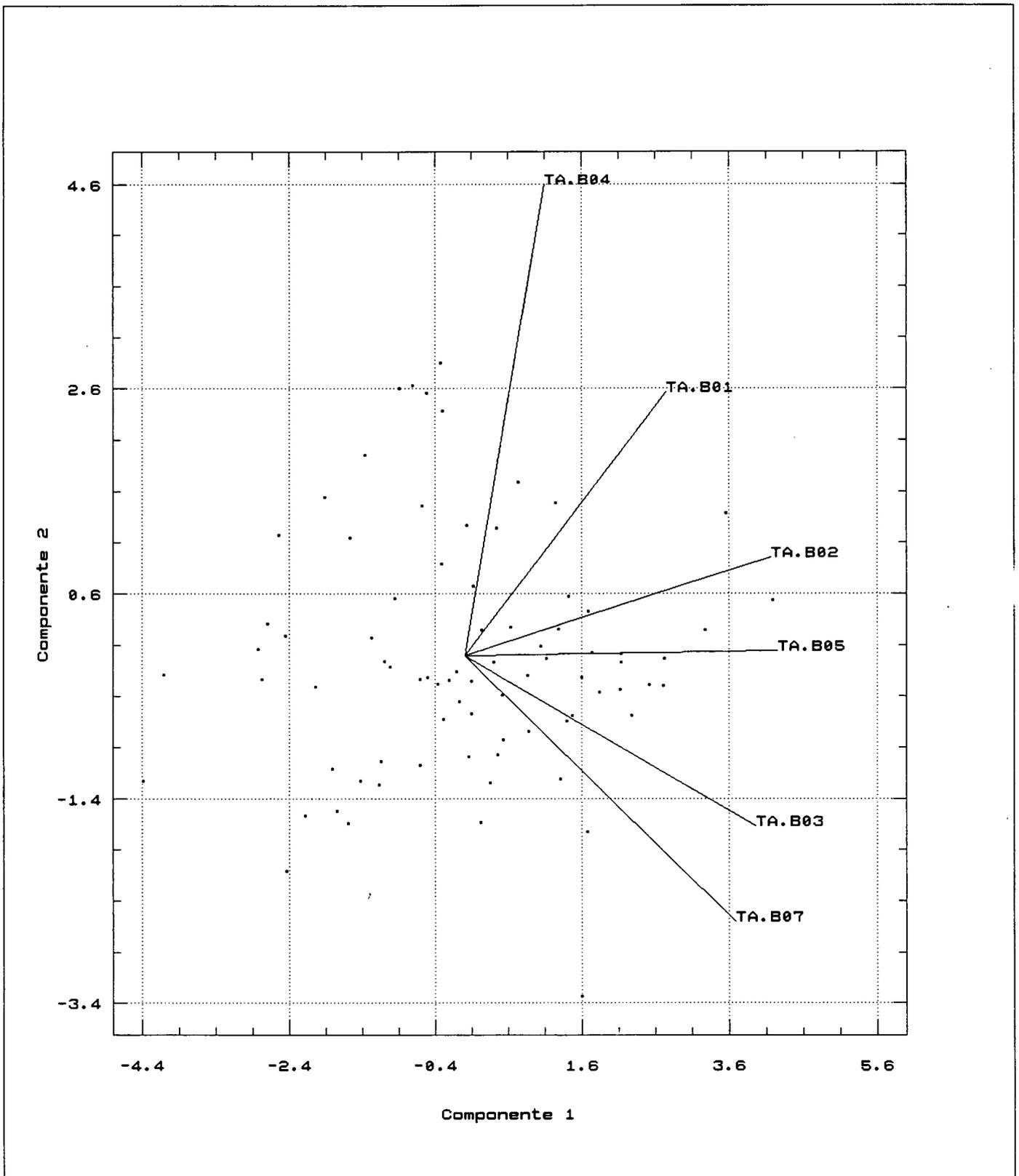


TABELA 9 - ANÁLISE DISCRIMINANTE PARA *Pinus taeda*, ELIMINADA A BANDA 7.

Função Discriminante	Autovalor	Percentagem Relativa	Correlação Canônica	
1	4.3495700	88.92	.90170	
2	.3578666	7.32	.51337	
3	.1420063	2.90	.35263	
4	.0355476	.73	.18528	
5	.0067879	.14	.08211	

Funções Derivadas	Wilks Lambda	Chi-Square	GL	Niv.Sign.
0	.1156239	156.41244	35	.00000
1	.6185379	34.82877	24	.07098
2	.8398920	12.64994	15	.62932
3	.9591620	3.02291	8	.93291
4	.9932579	.49046	3	.92098

Já o vetor de centróides da Função Discriminante 1 (Tabela 9A), permite dizer que uma vez eliminada a banda sete, a discriminação nesta função é grande entre os grupos de *Pinus taeda* que não sofreram desbastes e aqueles que recém passaram por este tratamento.

TABELA 9A - MATRIZ DE CENTRÓIDES DOS GRUPOS DE *Pinus taeda* ELIMINADA A BANDA 7.

GRUPO	1	2	3	4	5
1-P. taeda 05 anos	4.083	0.245	-0.188	-0.066	-0.060
2-P. taeda 06 anos	2.304	-0.699	0.343	-0.003	0.111
3-P. taeda 08 anos	0.056	0.785	0.059	0.133	-0.080
4-P. taeda 11 anos	-1.958	0.531	0.373	-0.206	0.051
5-P. taeda 12 anos	-0.951	-0.140	0.502	0.022	-0.065
6-P. taeda 14 anos	-0.751	0.403	-0.357	0.276	0.115
7-P. taeda 15 anos	-1.126	-0.169	-0.563	-0.303	0.005
8-P. taeda 16 anos	-1.657	-0.956	-0.169	0.147	-0.076

Com a eliminação da banda sete, a Tabela 9B mostra que a classificação caiu para os grupos não desbastados, mas em contrapartida a classificação aumentou para aqueles povoamentos mais definidos, que já não sentem tanto a ação dos desbastes seletivos.

TABELA 9B - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO PARA *Pinus taeda*, RESULTANTE DA ANÁLISE DISCRIMINANTE LINEAR, ELIMINADA A BANDA 7

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	Tot.	%Clas. Correta
1-P. taeda 05 anos	9	1	0	0	0	0	0	0	10	90
2-P. taeda 06 anos	2	8	0	0	0	0	0	0	10	80
3-P. taeda 08 anos	0	3	4	1	0	0	2	0	10	40
4-P. taeda 11 anos	0	0	0	5	1	2	2	0	10	50
5-P. taeda 12 anos	0	0	2	2	1	3	0	2	10	10
6-P. taeda 14 anos	0	0	1	0	1	7	1	0	10	70
7-P. taeda 15 anos	0	0	0	1	0	4	2	3	10	20
8-P. taeda 16 anos	0	0	0	2	1	0	1	6	10	60

Na Figura 20, encontra-se a classificação dos grupos de *Pinus taeda*, efetuada a eliminação da Banda 7 por Componente.

4.3.8 Análise discriminante para *Pinus elliottii*, envolvendo todas as bandas.

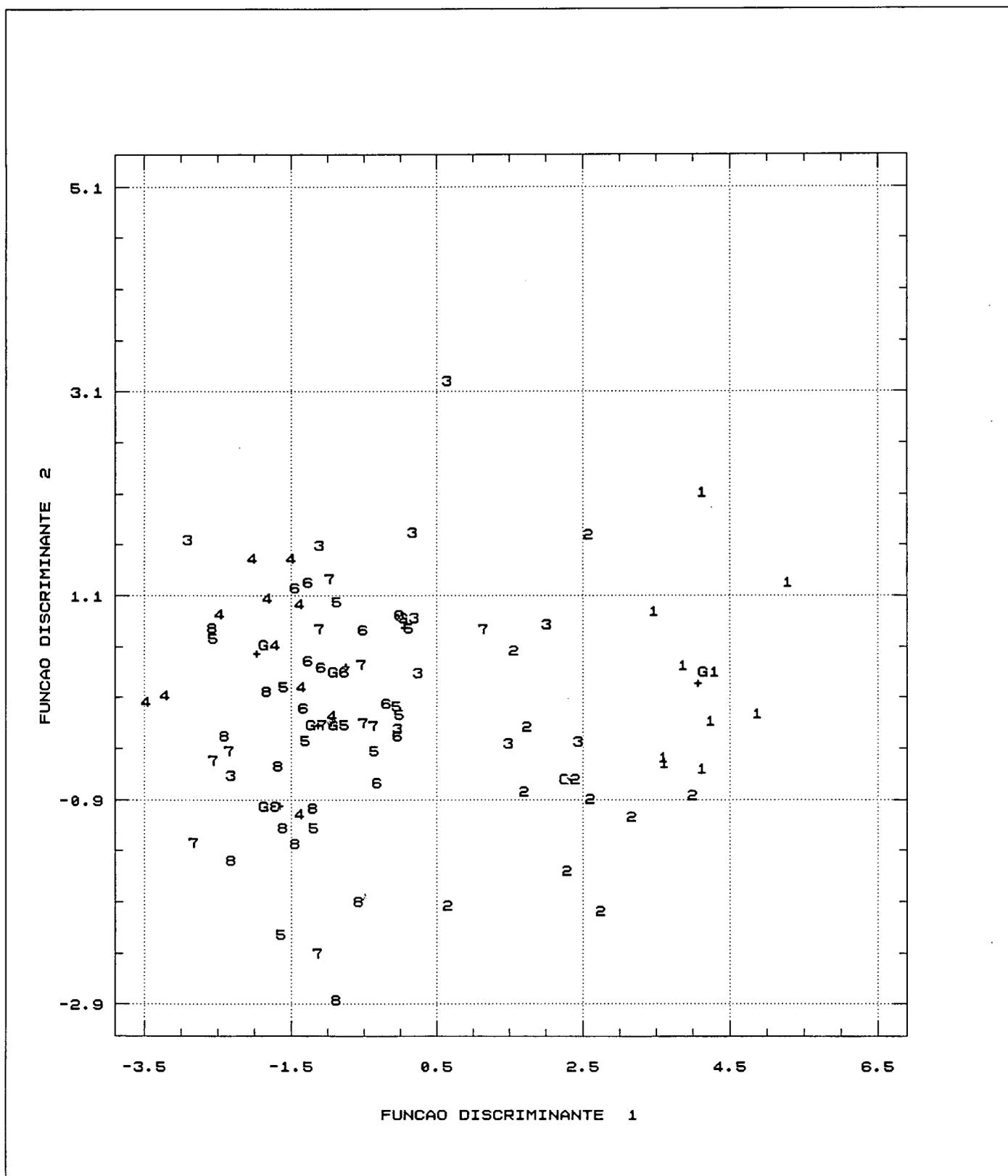
Os grupos totais de *Pinus elliottii*, são somente cinco, conseqüentemente o número de funções geradas foram quatro (G-1). Desta análise, observa-se que as duas primeiras funções são as mais importantes e classificam em torno de 92% dos dados (Tabela 10).

TABELA 10 - NÚMERO DE FUNÇÕES DISCRIMINANTES E RESPECTIVOS AUTOVALORES.

Funções Discriminantes	Autovalores	Percentagem Relativa	Correlação Canônica
1	5.2137309	69.42	.91601
2	1.7101730	22.77	.79437
3	.4875037	6.49	.57248
4	.0988190	1.32	.29989

Funções Derivadas	Lambda Wilks	Chi quadrado	GL	Niv. Sign.
0	.0363301	144.20725	24	.00000
1	.2257453	64.74313	15	.00000
2	.6118089	21.37308	8	.00622
3	.9100680	4.09926	3	.25094

FIGURA 20 - GRÁFICO DO RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO PARA P. taeda, NAS DUAS PRIMEIRAS FUNÇÕES, ELIMINADA A BANDA 7



Na Tabela 10A da matriz de centróides, no vetor de centróides da F. Discriminante 1, a discriminação dos grupos sem desbastes (P.elliottii 5 e 6) e daquele totalmente estabelecido (P. elliottii 31 anos) é palpável perante aqueles que sofreram ação dos desbastes.

No vetor de centróides da Função Discriminante 2, o grupo P. elliottii com 28 anos, discrimina-se bastante daquele de 31 anos.

TABELA 10A - CENTRÓIDE DOS GRUPOS DA ESPÉCIE Pinus elliottii NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES COM TODAS AS BANDAS.

GRUPOS	1	2	3	4
1- elliottii 05 anos	-2.14115	-0.63602	0.66454	0.39492
2- elliottii 06 anos	-2.87081	1.09824	-0.68985	-0.18270
3- elliottii 12 anos	1.62695	1.23538	0.88242	-0.24404
4- elliottii 28 anos	0.62959	-2.09741	-0.17333	-0.29657
5- elliottii 31 anos	2.75542	0.39981	-0.68377	0.32838

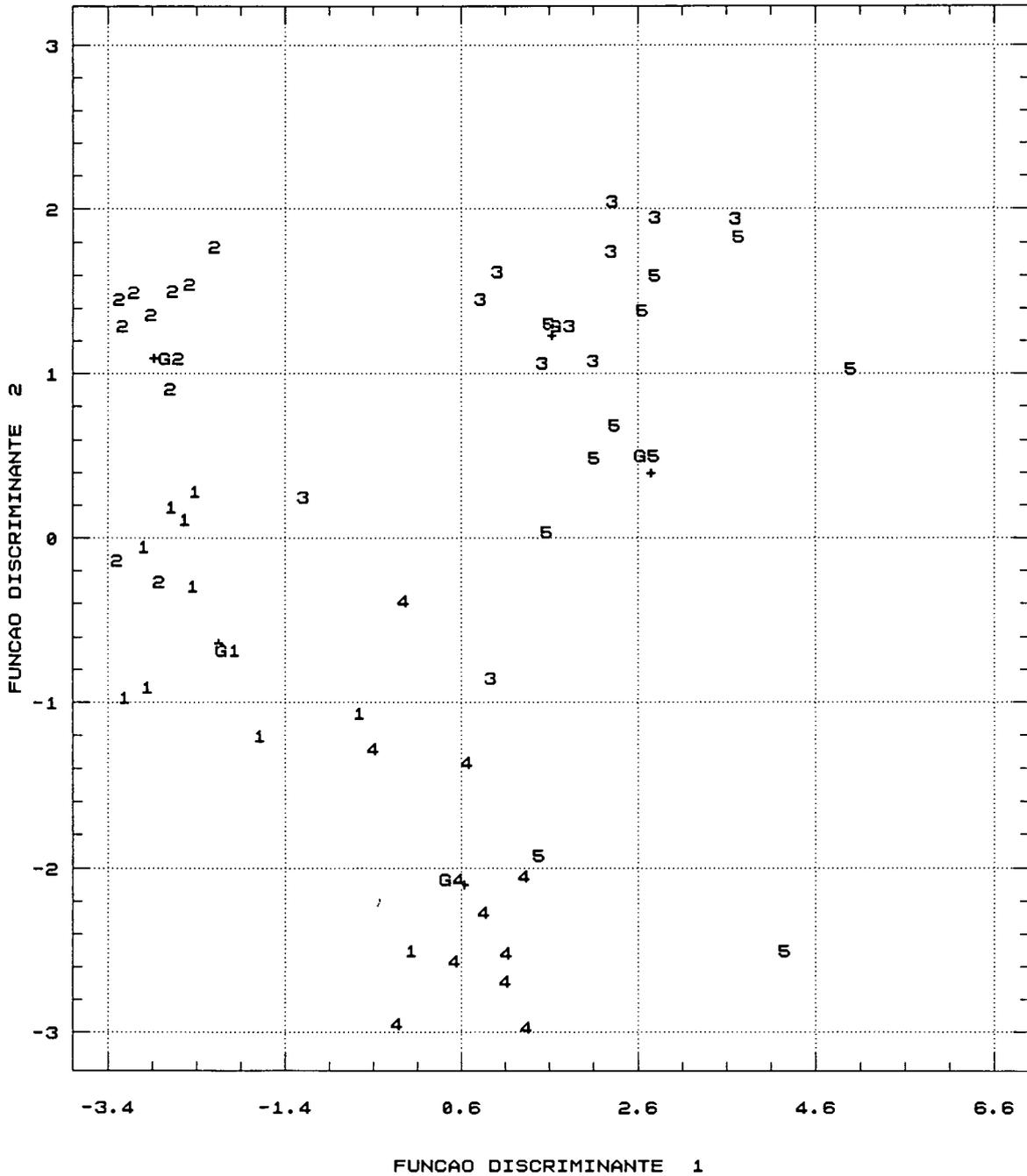
Como resultado da classificação por idade para Pinus elliottii (Tabela 10B), verifica-se que foi bastante satisfatório. Tendo sua melhor classificação para Pinus elliottii com 28 anos, em razão de que o mesmo além de ter sofrido somente 3 (três) desbastes, estes ocorreram em épocas bem anteriores à passagem do satélite, dando tempo para que o povoamento se recuperasse e impedisse a adição da reflectância do solo, interferindo na resposta espectral do alvo.

TABELA 10B - RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO PARA PINUS elliottii NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, COM TODAS AS BANDAS.

GRUPO	1	2	3	4	5	% classif. correta
1- elliottii 05 anos	8	1	0	1	0	80
2- elliottii 06 anos	1	9	0	0	0	90
3- elliottii 12 anos	1	0	8	1	0	80
4- elliottii 28 anos	0	0	0	10	0	100
5- elliottii 31 anos	0	0	2	1	7	70

O resultado gráfico desta classificação pode ser visto na Figura 21.

FIGURA 21 - GRÁFICO DAS CLASSIFICAÇÕES EFETUADAS PELAS DUAS PRIMEIRAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, PARA *Pinus elliottii*



4.3.9 Análise de componentes principais para os grupos de *Pinus elliottii*

A Análise de Componentes Principais para os grupos da espécie de *Pinus elliottii* mostrou desde o início que todos os componentes eram importantes, com exceção do último. Na Tabela 11, a percentagem de variação cumulativa já demonstra o quanto todas as bandas são importantes para o conjunto. O último componente é quem menos explica (2,56%) a variação dos dados, os restantes afetam bastante a variação do conjunto de dados, conseqüentemente o máximo de bandas possíveis para se eliminar seria uma.

TABELA 11 - NÚMERO DE COMPONENTES PRINCIPAIS E PERCENTAGEM DE VARIAÇÃO EXPLICADA, para *Pinus elliottii*

Componente Número	Percentagem de Variação	Percentagem Cumulativa
1	48.44682	48.44682
2	22.10569	70.55251
3	15.04672	85.59923
4	8.05625	93.65548
5	3.78043	97.43591
6	2.56409	100.00000

Analisando os componentes (Tabela 11A), no componente 6, onde se encontra a variável que menos contribui para a variação dos dados; tem-se como resultado a eliminação da banda 5, haja vista que em valores absolutos esta é a variável mais importante para este componente.

TABELA 11A - COEFICIENTES DOS COMPONENTES PRINCIPAIS PARA OS GRUPOS DE *Pinus elliottii*

	PCA1	PCA2	PCA3	PCA4	PCA5	PCA6
EL.B01	-0.123	0.649	-0.545	-0.513	-0.005	-0.046
EL.B02	0.418	-0.191	0.485	-0.644	0.323	-0.178
EL.B03	-0.511	-0.255	-0.094	-0.125	-0.718	0.363
EL.B04	-0.037	0.667	0.644	0.143	-0.171	0.296
EL.B05	0.522	0.173	-0.007	0.418	-0.121	<u>0.711</u>
EL.B07	-0.523	0.029	-0.204	0.331	0.578	0.488

Analisando a Figura 22, plotagem dos componentes, as bandas do infravermelho (B5 e B7) se agrupam, e as bandas da região do visível (B2 e B3). Esta dominância também é demonstrada na Tabela 11A.

Como análise de correlação entre as bandas, podemos afirmar através da Figura 23, que as bandas B2 e B3, são altamente correlacionadas, assim como B1 e B4. No gráfico constata-se que as que menos se correlacionam são as bandas B3 do visível e a banda B4 do infravermelho próximo.

FIGURA 22 - GRÁFICO DOS COMPONENTES PARA OS GRUPOS DE P.elliottii

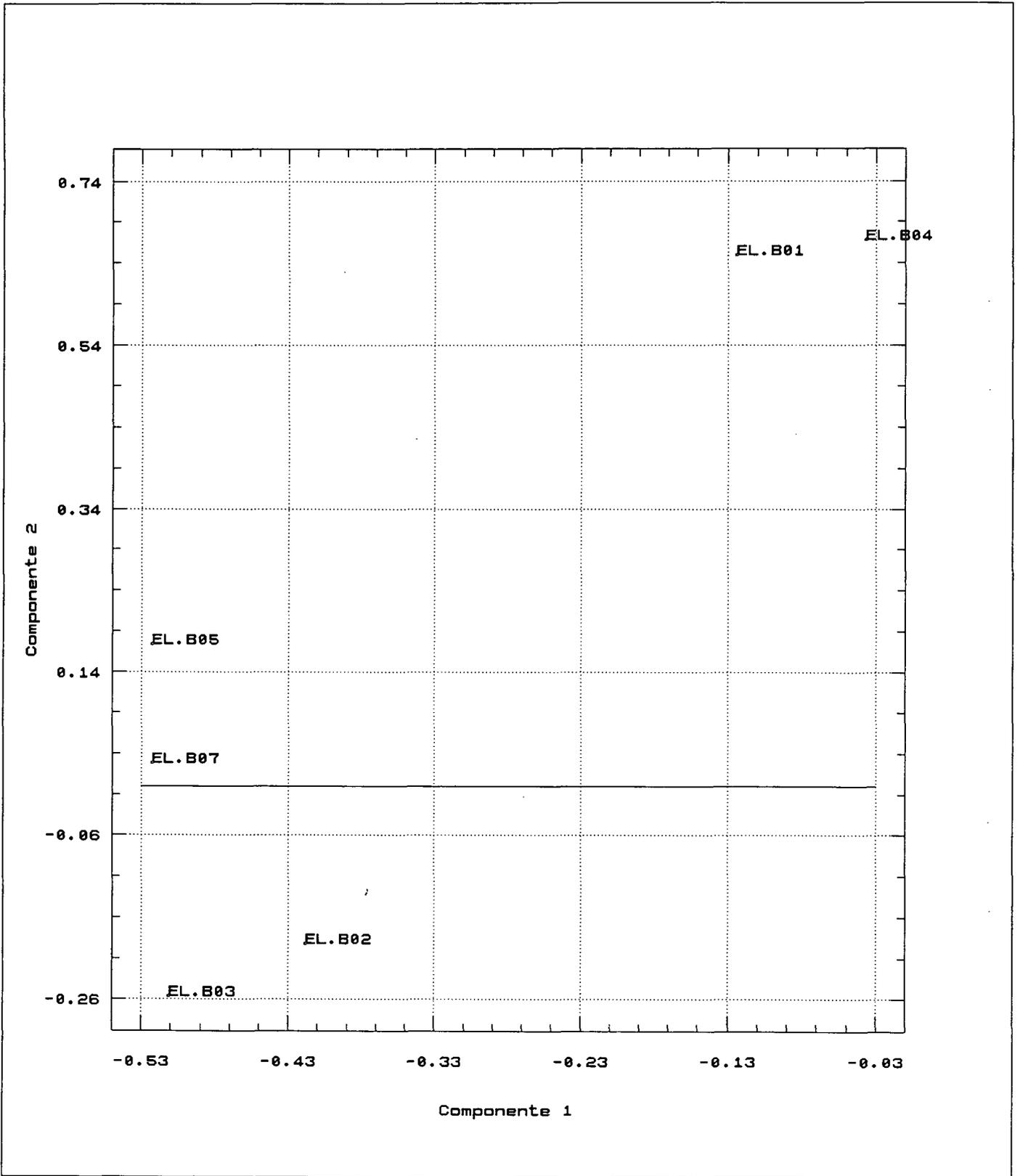
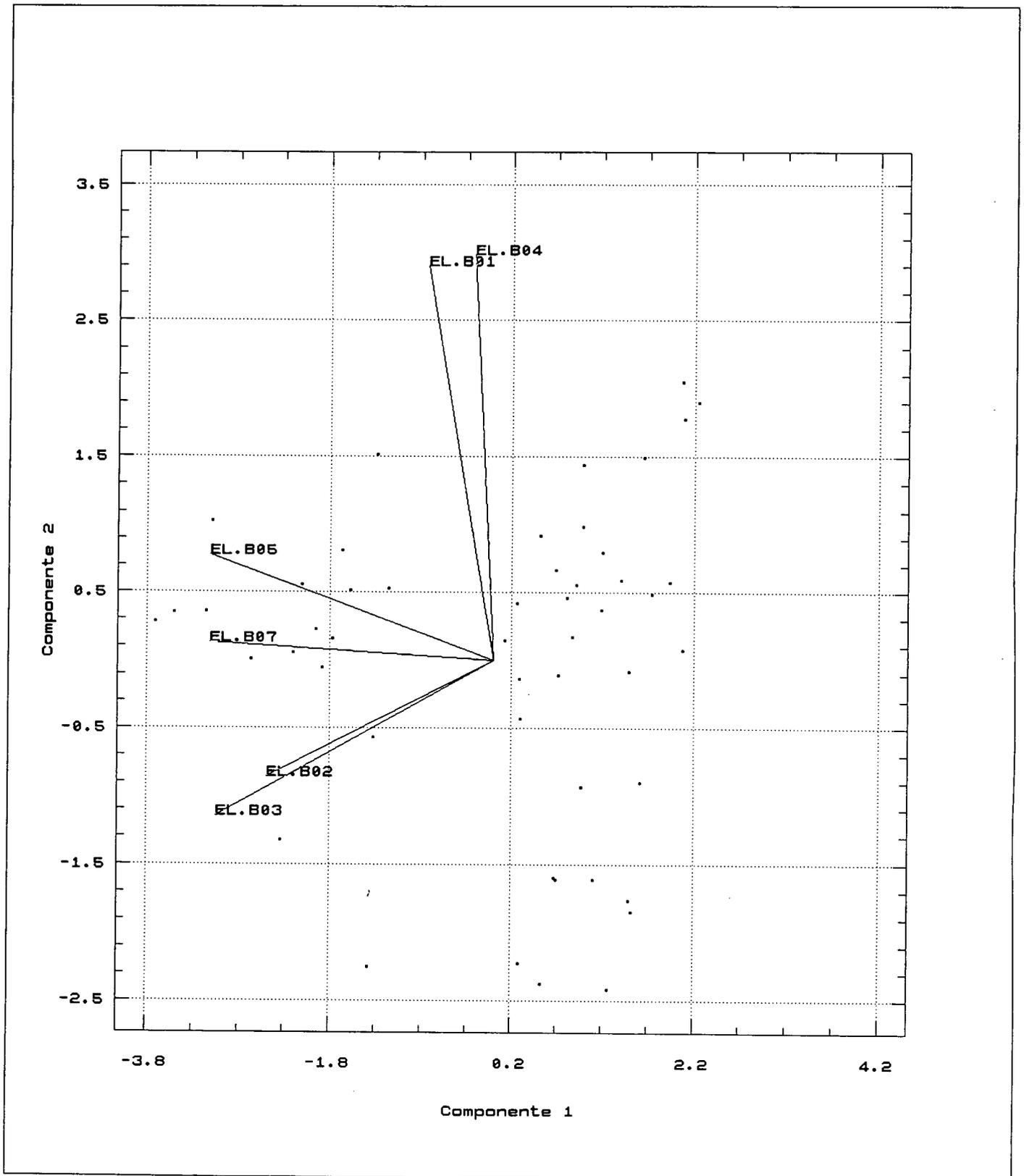


FIGURA 23 - GRÁFICO DA DISPERSÃO DOS DADOS E IMPORTÂNCIA DAS VARIÁVEIS NOS DOIS PRINCIPAIS COMPONENTES



4.3.10 Análise discriminante para *Pinus elliottii*, eliminada a banda 5.

Conforme procedimentos anteriores, efetuou-se o cálculo das Funções Discriminantes Lineares com o objetivo de discriminar somente entre os dados deste grupo específico e mediante estas mesmas funções, classificar os dados que serviram como base para o cálculo destas funções (Anexo 05).

O primeiro resultado obtido é a Tabela 12, onde consta o número de discriminantes e o percentual em torno de quanto cada uma destas funções classifica, além do nível de significância para cada função.

TABELA 12 - NÚMERO DE FUNÇÕES DISCRIMINANTES, AUTOVALORES E PERCENTAGEM RELATIVA PARA *Pinus elliottii*, ELIMINADA A BANDA 5.

Função Discriminante	Autovalor	Percentagem Relativa	Correlação Canônica	
1	4.2647887	65.74	.90003	
2	1.6939130	26.11	.79296	
3	.4300106	6.63	.54837	
4	.0983716	1.52	.29927	

Funções Derivadas	Wilks Lambda	Chi-Square	GL	Nív. Sign.
0	.0448897	136.55604	20	.00000
1	.2363349	63.47024	12	.00000
2	.6366657	19.86646	6	.00293
3	.9104387	4.12846	2	.12692

Através da análise da matriz de centróides dos grupos (Tabela 12A), pode-se deduzir através do vetor de centróides da Função Discriminate 1, que os dois grupos (*Pinus elliottii* 5 e 6 anos), são autenticamente diferenciáveis do grupo *Pinus elliottii* com 31 anos. Contudo, no vetor de centróides da Função Discriminante 2, já fica mais indistinta esta separação, podendo-

se no máximo afirmar que o *Pinus elliottii* com 28 anos é bem mais diferenciável do *Pinus elliottii* com 12 anos.

TABELA 12A - MATRIZ DE CENTRÓIDES DOS GRUPOS, NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES PARA *Pinus elliottii*, ELIMINADA A BANDA 5

GRUPO	1	2	3	5
1-P.elliottii 05 anos	-2.00719	-0.71627	-0.56940	-0.39644
2-P.elliottii 06 anos	-2.54723	1.06025	0.67345	0.18807
3-P.elliottii 12 anos	1.25085	1.22446	-0.87531	0.23630
4-P.elliottii 28 anos	0.74268	-2.06017	0.16920	0.29741
5-P.elliottii 31 anos	2.56089	0.49174	0.60207	-0.32534

Analisando a tabela de classificação (Tabela 12B), ainda é possível dizer que a eliminação da banda 5 não afetou tanto a mesma. Porém, a acuracidade da classificação caiu se comparada com a classificação obtida com todas as bandas. Contudo, levando-se em conta que numa classificação o volume de dados por banda é altíssimo e mediante estes resultados podemos dizer que a técnica de componentes principais foi bem sucedida, haja vista que somente um grupo foi afetado e esta percentagem de redução na classificação foi da ordem de 10%, já que anteriormente era 100% correta e com a aplicação da técnica passou a ser 90%, tendo o restante dos grupos se mantido constante à classificação anterior.

TABELA 12B - MATRIZ DE RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO PELAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES PARA *Pinus elliottii*, ELIMINADA A BANDA 5

GRUPO	1	2	3	4	5	Total	%Classif. Correta
1-P.elliottii 05 anos	8	1	0	1	0	10	80
2-P.elliottii 06 anos	1	9	0	0	0	10	90
3-P.elliottii 12 anos	1	0	8	1	0	10	80
4-P.elliottii 28 anos	0	0	0	9	1	10	90
5-P.elliottii 31 anos	0	0	2	1	7	10	70

O gráfico da classificação obtida pelas duas principais Funções Discriminantes, mostram os resultados acima citados (Figura 24).

4.3.11 Análise discriminante para *Eucalyptus saligna*, com todas as bandas.

Com o mesmo tratamento aplicado às espécies de coníferas, as folhosas também foram submetidas ao processo de discriminação e classificação por análise de discriminante linear.

O número de grupos de *Eucalyptus saligna* são dois, portanto o número de funções discriminantes é somente uma e esta se presta a discriminar e classificar os dados (Tabela 13).

TABELA 13 - ANÁLISE DE DISCRIMINATE PARA *Eucalyptus saligna*

Funções Discriminantes	Autovalores	Percentagem Relativa	Correlação Canônica	
1	4.6997883	100.00	.90805	
Funções Derivadas	Wilks Lambda	Chi quadrado	GL	Niv.Sign.
0	.1754451	26.106436	6	.00021

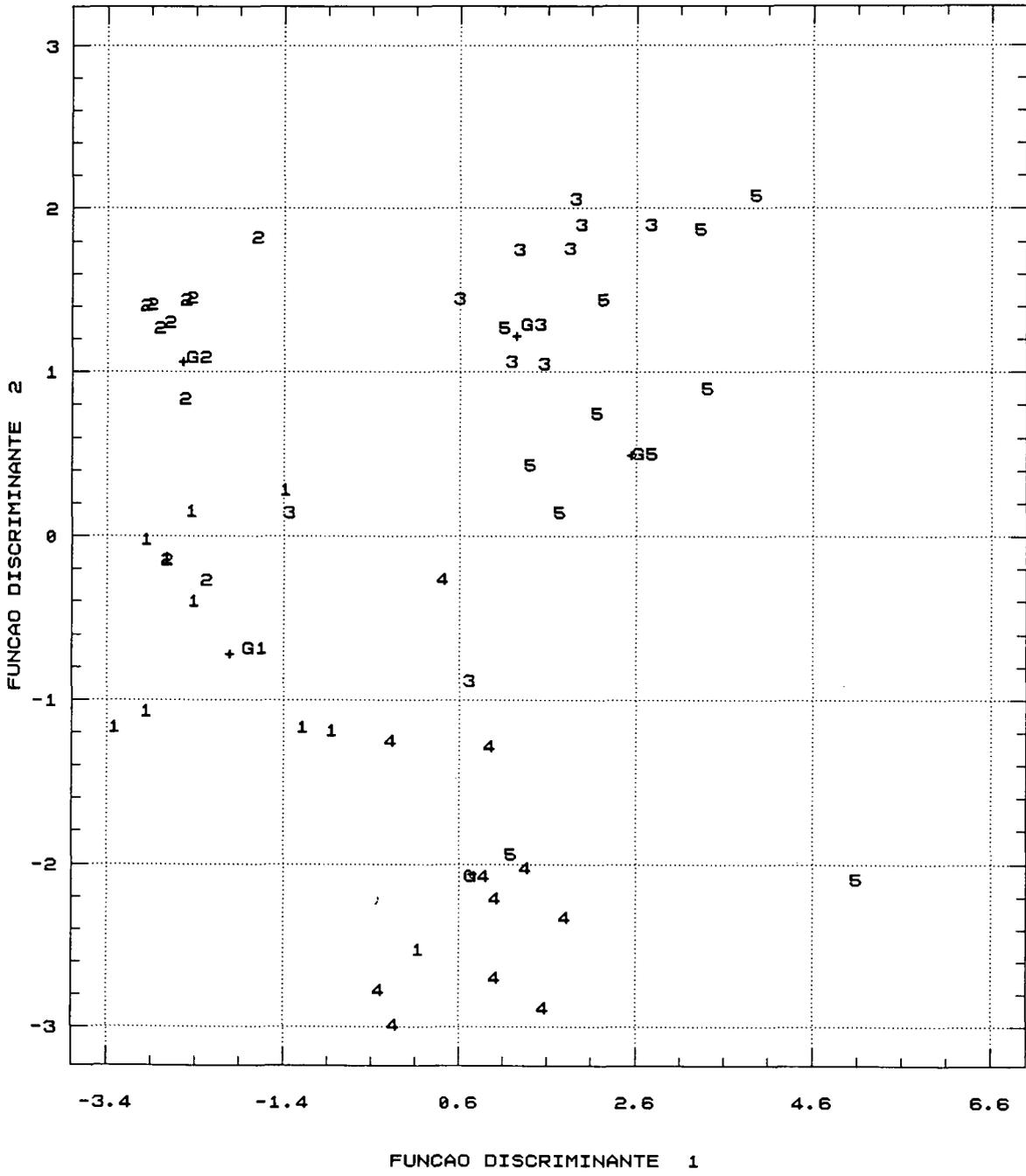
O nível de significância para a função encontrada é baixíssimo, da ordem de 0.021%, ressaltando a alta correlação entre a função e os dados.

TABELA 13A - MATRIZ DE CENTRÓIDES NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES.

GRUPO	1
1- saligna 09 anos	2.05665
2- saligna 11 anos	-2.05665

O vetor de médias dos grupos na matriz de centróides (Tabela 13A) permite dizer que há diferença entre os dois grupos.

FIGURA 24 - RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO PARA *Pinus elliottii*, NAS DUAS PRINCIPAIS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, ELIMINADA A BANDA 5



O resultado apresentado na matriz de classificação (Tabela 13B) demonstra exatamente o já determinado pelo nível de significância (alta correlação entre função e dados), por conseguinte a classificação obtida por esta função foi altíssima.

TABELA 13B - MATRIZ DE RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO PARA *Eucalyptus saligna*.

GRUPO	1	2	%Classif. Correta
1- saligna 09 anos	10	0	100
2- saligna 11 anos	0	10	100

Como só foram analisados dois grupos nesta espécie e como o resultado obtido foi 100% confirmado com o cadastro, optou-se por não proceder com a técnica de Componentes Principais, como adotado nas coníferas.

4.3.12 Análise discriminante para *Eucalyptu grandis*, com todas as bandas

Nesta análise, envolvendo somente o e *E. grandis*, obtivê-se duas funções, haja vista que são três grupos envolvidos. Os parâmetros estatísticos para as funções estão relacionados na Tabela 14.

TABELA 14 - ANÁLISE DISCRIMINANTE PARA *Eucalyptus grandis*

Funções Discriminantes	Autovalores	Porcentagem Relativa	Correlação Canônica
1	4.7357154	79.61	.90865
2	1.2130825	20.39	.74037

Funções Derivadas	Lambda Wilks	Chi-Quadrado	GL	Niv.Sig.
0	.0787798	62.256921	12	.00000
1	.4518584	19.462465	5	.00158

Notadamente a primeira função é a responsável por quase 100% da classificação e discriminação dos dados desta espécie.

TABELA 14A - MATRIZ DE CENTRÓIDES DOS GRUPOS NAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES

GRUPOS	1	2
1- grandis 05 anos	2.82087	0.38110
2- grandis 07 anos	-0.75832	-1.42697
3- grandis 14 anos	-2.06254	1.04587

Através dos vetores de médias da matriz de centróides das funções discriminantes 1 e 2, (Tabela 14A) podemos dizer que os grupos realmente diferenciáveis é o *Eucalyptus grandis* com 05 anos e o *Eucalyptus grandis* 14 anos, isto na Função Discriminante 1. Na Função Discriminante 2, esta discriminação entre os grupos é reafirmada.

TABELA 14B - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO PARA *Eucalyptus grandis*

GRUPO	1	2	3	% Classif. Correta
1- grandis 05 anos	10	0	0	100
2- grandis 07 anos	0	8	2	80
3- grandis 14 anos	0	0	10	100

Na Tabela 14B, temos o resultado da classificação efetuada pelas Funções Discriminantes calculadas e é ratificado o demonstrado na matriz de centróides. É notória a confusão entre os grupos de *Eucalyptus grandis* com 7 e 14 anos e a diferenciação entre os grupos com 5 e 14 anos. Mesmo não conseguindo diferenciar-se do 3º grupo, a classificação para o *Eucalyptus grandis* com 7 anos ainda é alta (80%).

5 CONCLUSÕES.

- 1- Na **Função Discriminante 1 para todos grupos por espécie** - os grupos 2, 3, 6, 7, 11 e 12 (E.saligna 11, E. grandis 05, P. ellioti 05, P.elliotti 06, P. taeda 05 e P. taeda 06), discriminam bem dos grupos 13, 16 e 18 (P.taeda 08, P. taeda 14 e taeda 16 anos), em razão de que os do primeiro grupo são povoamentos novos, mas que se encontram com copas relativamente fechadas e por não terem sofrido qualquer tipo de desbastes a radiância refletida não está sofrendo a ação do solo exposto, como é o caso do segundo grupo listado, que acabaram de passar por este processo.

- 2- A **Função Discriminante 2 para todos os grupos**, permite que se conclua que a discriminação ocorrente entre os grupos E. grandis 14, P. ellioti 28, P. ellioti 31 e os grupos P. ellioti 05, P. ellioti 12, P. taeda 06 e P. taeda 08 ocorre em razão de que os componentes do primeiro grupos são povoamentos mais antigos e que estão estagnados quanto aos tratos silviculturais de desbastes, enquanto que os do segundo grupo, são povoamentos novos ou que estão sob o efeito de um ou dois desbastes.

- 3- As **Funções Discriminantes lineares** construídas pelo programa não é uma regra robusta, uma vez que doze dos dezoitos grupos classificados não obtiveram classificação superior a 50%, somente o grupo Pinus ellioti com 28 anos foi que obteve 90% das suas observações classificadas corretamente.

- 4- Podemos ainda concluir que, quando todos os grupos estão envolvidos nesta regra de classificação, os grupos de **Eucalyptus**, poderão facilmente ser agrupados como um único grupo; de onde deduz-se que não houve diferenciação na resposta espectral entre os grupos, que permitisse discriminá-los entre si, conseqüentemente a classificação não foi boa . Assim como no grupo de **Pinus** para povoamentos jovens, espécies de *P. ellioti* e *P. taeda* com idades de 5 e 6 anos se mesclam, não havendo distinção entre eles. Note-se que o grupo que pior se classificou foi o *Pinus taeda* com 08 anos, isto porque ele recentemente passou pela ação de desbaste, ocorrendo uma ação aditiva na reflexão da REM, pelos espaços abertos pelo trato cultural.
- 5- O que mais se verificou é que não ocorre diferenciação entre as espécies de *Pinus* com idades iguais. Esta diferenciação só acontece quando os estratos são muito diferenciados entre suas idades e mesmo assim sob a condição de que estes grupos não estivessem sob o efeito imediato de um desbaste recente.
- 6- Outra conclusão pertinente, concerne à diferenciação dentro da própria espécie, pois povoamentos com idades tão próximas confundem-se entre si, formando por dedução um único grupo.
- 7- Observando o Componente 1 da Análise de Componentes Principais para todos os grupos, concluiu-se que as bandas que melhor formariam uma composição colorida são os canais B3, B5 e B7 haja vista que este componente é explicado por estas três bandas.

- 8- A Análise de Componentes Principais, com o objetivo de eliminação de variáveis (seleção), mantendo ainda o máximo da variabilidade dos dados com as variáveis restantes, não se aplica aos dados, haja vista que a classificação obtida com a eliminação da banda 7 (Tabela 6B) caiu bastante quando comparada com aquela obtida com todas as bandas (Tabela 4B).
- 9- A Análise de Componentes Principais demonstrou que os valores digitais quando usado para classificação, não devem sofrer um realce de contraste linear pois, os resultados ficam mascarados pois todas as bandas assumem a mesma amplitude. O que deve ser uma das causas da alta correlação entre as bandas 1,4 e 2,7 estando as mesmas em regiões distintas do espectro eletromagnético.
- 10- Uma das possíveis razões, além dos desbastes, para que a classificação não tenha sido satisfatória, foi o uso das médias como observações, embora matematicamente as mesmas sejam representativas dos dados.
- 11- O próprio uso de Análise de Discriminante para muitos grupos como é neste caso, não favorece a classificação, uma vez que a função de discriminação é executada para muitos grupos, cujos valores digitais não são assim tão diferenciados uns dos outros.
- 12- Analisando somente por grupo de espécie, no caso específico para **Pinus taeda**, concluiu-se que utilizando todas as bandas, a classificação obtida tem melhores resultados. E

ainda, que enquanto não ocorre o trato cultural, a discriminação entre os grupos é perfeita e que o 1º desbaste é quem mais afeta o povoamento, mascarando as respostas espectrais. Este efeito do desbaste é bem evidenciado na classificação do grupo taeda com 08 anos.

- 13- Concluiu-se ainda neste caso que, as idades muito próximas (intervalo de 1 ano) não são suficientes para serem distingüidos. Os grupos de **Pinus taeda** com 14,15 e 16 anos confundem-se entre si, de onde deduz-se que eles devam ser agrupados como iguais, não havendo diferenças quando de suas respostas espectrais.
- 14- No resultado obtido para **Pinus taeda** eliminando-se a banda 7, nota-se que houve uma substancial diminuição na classificação correta dos dados quando comparada com aquela obtida com todas as bandas.
- 15- Ainda somente com **Pinus taeda**, concluiu-se que a eliminação da banda 7 favoreceu a classificação pelo menos quanto as duas primeiras funções discriminantes, que classificariam em torno de 96% dos dados em revelia das duas primeiras funções, quando executada para todas as bandas que é em torno de 93%.
- 16- Em termos percentuais, a classificação é muito boa para os grupos de **Pinus elliottii**, demonstrando haver uma boa discriminação entre estes, isto porque em sua maioria, os grupos estão caracteristicamente diferentes entre si por

causa da diferença de idade. Nos grupos em que as idades estão próximas, há uma pequena confusão, voltando a reafirmar que idades muito próximas não são diferenciáveis espectralmente.

- 17- A melhor classificação ocorreu para **Pinus elliottii** com 28 anos, em razão de que o mesmo só sofreu três desbastes e o último deles ocorreu em 1979, 11 anos antes da passagem do satélite, permitindo que o povoamento se recuperasse totalmente dos mesmos e fazendo o fechamento do diâmetro de copa.
- 18- Comparando a classificação para **Pinus elliottii**, obtida com todas as bandas e aquela obtida eliminando-se a banda 5, pode-se afirmar que houve uma queda na acuracidade. Contudo esta diminuição é de 10% e ocorreu somente para o grupo **Pinus elliottii** com 28 anos. Se fôr levado em conta o fator econômico (custo da imagem e tempo de computação), então conclui-se que por este parâmetro, a Análise de Componentes Principais eliminando a banda 5 foi favorável.
- 19- Para os grupos de **Eucalyptus saligna**, a Análise Discriminante Linear foi 100% precisa, diferenciando entre si os dois grupos.
- 20- Para os grupos de **Eucalyptus grandis**, a Análise Discriminante Linear foi 93% precisa, discriminando com bastante precisão os grupos com 5 e 14 anos.

RECOMENDAÇÕES

- _ Que o mesmo estudo seja aplicado em povoamentos com menos variação em espécies e maior intervalo entre as idades.

- _ Que outros fatores tais como diâmetro da copa, e densidade do povoamento, sejam levados em consideração por causa da área de cobertura refletida.

- _ Que seja aplicada outra técnica de Análise Multivariada, no caso, Análise de Grupamentos para verificar se os grupos se comportam de acordo com o cadastro.

- _ Sempre que necessário se faça uso do cadastro da empresa uma vez que sem este não teria sido possível fazer o trabalho, pois a determinação dos grupos de reflorestamento com sua respectiva idade só é possível mediante estes dados.

ANEXO 1 - CADASTRO DE INFORMAÇÕES DA FAZENDA FAISQUEIRA

Cadastro de dados de campo da Fazenda Faisqueira - Klabin

OBS	TALHAO	A_PLA	M_PLA	AREA	ESPECIE	N_INT	M_INT	A_INT
1	000A	"	"	0.0	A.A	"	"	"
2	000B	"	"	0.0	P.SPP	"	"	"
3	000C	"	"	0.0	E.SPP	"	"	"
4	000D	"	"	0.0	DIVER	"	"	"
5	001	1963	7	62.4	A.A	"	"	"
6	002A	1974	6	25.0	P.TA	3	4	1989
7	002B	1974	6	24.2	P.TA	2	3	1978
8	003A	1985	1	27.0	P.TA	"	"	"
9	003B	1985	1	26.2	P.TA	"	"	"
10	004A	1959	4	7.3	E.SA	3	7	1981
11	004B	1984	3	8.9	P.TA	"	"	"
12	005A	1974	6	27.2	P.TA	2	3	1988
13	005B	1974	12	9.6	P.TA	2	3	1988
14	006A	1959	1	9.8	E.SA	3	9	1981
15	006B	1959	1	4.4	E.SA	3	9	1981
16	006C	1984	3	16.7	P.TA	"	"	"
17	007A	1974	12	4.5	P.TA	2	2	1989
18	007B	1974	12	8.2	P.TA	2	2	1989
19	008A	1985	1	35.7	P.TA	"	"	"
20	008B	1959	12	1.0	E.SA	2	9	1977
21	008C	1960	4	2.0	E.SA	2	9	1977
22	008D	1985	1	15.9	P.TA	"	"	"
23	009A	1960	1	12.3	E.SA	3	7	1981
24	009B	1960	1	8.6	E.SA	3	7	1981
25	010A	1988	11	9.1	P.EL	"	"	"
26	010B	1988	12	14.6	P.EL	"	"	"
27	010C	1989	1	0.3	P.PA	"	"	"
28	010D	1988	1	0.4	P.TE	"	"	"
29	010E	1988	12	8.8	P.EL	"	"	"
30	011	1984	3	27.5	P.TA	"	"	"
31	012A	1988	11	15.9	P.TA	"	"	"
32	012B	1959	6	1.0	A.A	3	6	1989
33	012C	1989	1	0.5	P.LE	"	"	"
34	012D	1989	1	0.6	P.PR	"	"	"
35	013A	1988	11	4.8	P.EL	"	"	"
36	013B	1962	10	1.6	P.EL	4	7	1986
37	013C	1959	12	2.6	P.EL	4	8	1986
38	013D	1962	10	5.2	P.EL	3	11	1979
39	013E	1988	11	0.2	P.EL	"	"	"
40	014A	1959	6	1.0	A.A	2	9	1985
41	014B	1975	2	4.0	P.TA	2	2	1989
42	015	1963	6	4.0	A.A	"	"	"
43	016	1963	6	7.3	A.A	1	9	1985
44	017A	1963	7	3.4	A.A	"	"	"
45	017B	1974	12	9.3	P.TA	2	2	1989
46	018	1963	7	8.9	A.A	"	"	"
47	019A	1961	12	28.3	E.SA	2	2	1979
48	020A	1959	6	0.1	A.A	3	6	1979
49	020B	1961	12	18.4	E.SA	2	2	1979
50	020C	1959	6	1.3	A.A	3	6	1989
51	020D	1963	2	3.1	E.SP	2	7	1981
52	020E	1959	6	4.5	A.A	3	6	1989

Cadastro de dados de campo da Fazenda Faisqueira - Klabin

OBS	TALHAO	A_PLA	M_PLA	AREA	ESPECIE	N_INT	M_INT	A_INT
53	020F	1959	6	0.2	A.A	3	6	1989
54	021A	1962	4	7.5	E.SP	2	2	1979
55	021B	1959	6	2.9	A.A	2	6	1989
56	022A	1962	12	0.8	P.EL	2	2	1973
57	023A	1962	12	44.6	P.EL	3	11	1979
58	024	1959	10	6.7	P.EL	4	10	1987
59	025	1962	12	4.8	P.EL	3	11	1979
60	027A	1975	2	1.1	P.TA	2	12	1988
61	028A	1960	4	4.8	P.TA	5	3	1989
62	029	1963	7	3.1	A.A	"	"	"
63	030	1976	3	24.1	E.GR	"	"	"
64	031	1959	8	10.3	P.EL	3	4	1980
65	032	1959	8	19.2	P.EL	4	10	1987
66	033A	1959	10	9.5	E.SP	2	5	1981
67	033B	1959	10	20.2	E.SP	2	5	1981
68	034	1978	2	14.5	P.EL	2	7	1988
69	035	1959	11	22.7	E.SP	3	8	1981
70	036A	1959	11	12.3	E.SP	3	8	1981
71	036B	1975	2	3.4	P.TA	2	3	1989
72	037A	1975	2	5.8	P.TA	2	12	1988
73	037B	1976	3	48.6	E.GR	1	12	1983
74	038	1976	3	34.0	E.GR	1	11	1983
75	039	1975	2	7.1	P.TA	2	2	1989
76	040A	1978	2	3.5	P.EL	1	8	1985
77	040B	1978	2	2.7	P.EL	2	12	1988
78	040C	1978	2	0.8	P.EL	2	12	1988
79	041A	1959	12	2.3	E.SA	2	9	1973
80	041B	1959	12	18.2	E.SP	2	11	1973
81	042	1984	3	38.4	P.TA	"	"	"
82	043	1959	10	20.1	E.SP	2	7	1974
83	044A	1989	1	5.9	E.HI	"	"	"
84	044B	1978	2	12.2	P.EL	2	6	1988
85	045A	1959	5	7.5	E.SP	2	5	1974
86	045B	1978	1	9.8	E.GR	1	5	1985
87	045C	1978	1	2.5	E.GR	1	5	1985
88	045D	1978	1	7.0	E.GR	1	5	1985
89	045E	1978	1	2.1	E.GR	1	5	1985
90	045F	1978	1	1.7	E.GR	1	5	1985
91	046A	1959	1	4.0	P.EL	4	6	1985
92	046B	1959	1	4.2	P.EL	3	7	1985
93	046C	1959	4	3.8	E.SP	2	4	1974
94	046D	1959	1	4.4	P.EL	4	6	1985
95	046E	1960	3	2.9	P.EL	3	7	1985
96	047	1984	3	23.0	P.TA	"	"	"
97	048	"	"	0.0	"	"	"	"
98	048A	1989	2	16.9	E.SA	"	"	"
99	048B	1989	2	2.7	P.EL	"	"	"
100	049A	1959	5	0.6	E.SP	2	5	1974
101	049B	1959	5	1.4	E.SP	2	7	1981
102	049C	1959	5	1.0	E.SP	2	7	1981
103	049D	1959	5	0.7	E.SP	2	5	1974
104	049E	1959	5	0.5	E.SP	2	7	1981

Cadastro de dados de campo da Fazenda Faisqueira - Klabin

OBS	TALHAO	A_PLA	M_PLA	AREA	ESPECIE	N_INT	M_INT	A_INT
105	049F	1978	1	2.0	E.GR	1	5	1985
106	049G	1978	1	3.2	E.GR	1	5	1985
107	049H	1978	1	2.7	E.GR	1	5	1985
108	049I	1978	1	2.0	E.GR	1	5	1985
109	049J	1978	1	8.1	E.GR	1	5	1985
110	049L	1978	1	3.5	E.GR	1	4	1985
111	050A	1959	4	1.2	E.SP	2	5	1974
112	050B	1960	4	11.5	E.SP	2	5	1974
113	050C	1960	3	0.1	P.EL	2	6	1985
114	050D	1978	1	0.4	E.GR	1	4	1985
115	050E	1978	1	6.5	E.GR	1	5	1985
116	050F	1978	1	2.9	E.GR	1	4	1985
117	050G	1978	1	4.4	E.GR	1	5	1985
118	050H	1978	1	2.9	E.GR	1	4	1985
119	050I	1978	1	1.4	E.GR	1	4	1985
120	050J	1978	1	3.1	E.GR	1	4	1985
121	051	1959	4	27.7	E.SP	2	3	1979
122	052A	1959	11	1.4	E.SP	2	8	1981
123	052B	1959	10	12.1	E.SP	3	8	1981
124	052C	1959	11	7.0	E.SP	2	8	1981
125	052D	1975	2	10.7	P.TA	2	12	1988
126	053A	1959	12	10.7	E.SP	3	8	1981
127	053B	1959	12	6.5	E.SP	2	8	1981
128	053C	1975	2	3.2	P.TA	2	12	1988
129	054A	1989	1	2.5	P.TA	"	"	"
130	054B	1989	1	10.0	E.HI	"	"	"
131	054C	1989	1	13.7	E.HI	"	"	"
132	054D	1989	1	0.4	P.PR	"	"	"
133	054E	1989	1	1.2	P.TA	"	"	"
134	055A	1989	1	7.8	E.HI	"	"	"
135	055B	1989	1	3.4	E.SA	"	"	"
136	055C	1989	1	16.5	E.HI	"	"	"
137	056A	1988	12	8.1	P.TA	"	"	"
138	056B	1984	3	46.0	P.TA	"	"	"
139	057	1984	3	32.1	P.TA	"	"	"
140	058A	1958	12	5.4	E.SP	4	2	1989
141	058B	1988	10	13.6	E.HI	"	"	"
142	059A	1958	12	17.4	E.SP	4	4	1989
143	059B	1959	1	8.3	E.SP	4	3	1989
144	059C	1989	2	7.0	P.EL	"	"	"
145	059D	1989	2	4.0	P.EL	"	"	"
146	060A	1958	12	10.4	E.SP	4	2	1989
147	060B	1959	1	12.1	E.SP	4	2	1989
148	061A	1959	2	11.6	E.SP	4	2	1989
149	061B	1988	11	16.6	E.HI	"	"	"
150	061C	1989	1	0.6	P.PA	"	"	"
151	061D	1989	1	0.8	P.PA	"	"	"
152	061E	1989	1	0.5	P.TE	"	"	"
153	060	1959	1	19.1	E.SP	4	2	1989
154	063A	1976	12	35.8	P.TA	3	7	1989
155	063B	1976	12	11.3	P.TA	3	7	1989
156	063C	1976	12	14.3	P.TA	3	7	1989
157	064	1976	3	34.5	E.GR	1	7	1985
158	065A	1988	11	2.0	E.HI	"	"	"

Cadastro de dados de campo da Fazenda Faisqueira - Klabin

OBS	TALHAO	A_PLA	M_PLA	AREA	ESPECIE	N_INT	M_INT	A_INT
159	065B	1988	11	4.4	E.HI	"	"	"
160	065C	1960	1	3.4	E.SP	3	2	1989
161	066A	1959	1	1.6	E.SP	4	2	1989
162	066B	1958	12	7.3	E.SP	4	2	1989
163	067A	1958	12	6.5	E.SP	4	3	1989
164	067B	1959	2	28.0	E.SP	4	6	1989
165	068	1974	6	14.0	P.TA	3	5	1989
166	069A	1989	1	2.1	P.TA	"	"	"
167	069B	1976	2	22.0	E.GR	1	5	1985
168	069C	1984	3	8.1	P.TA	"	"	"
169	070	1959	1	14.9	E.SP	3	6	1981
170	071	1958	12	9.4	E.SP	4	4	1989
171	072A	1958	12	20.8	E.SP	4	6	1989
172	072B	1959	11	2.7	E.SP	4	6	1989
173	073A	1976	12	19.0	P.TA	3	5	1989
174	073B	1976	12	15.2	P.TA	3	5	1989
175	073C	1976	12	11.0	P.TA	3	5	1989
176	074A	1959	9	5.2	E.SP	3	8	1978
177	074B	1959	9	16.5	E.SP	3	8	1978
178	075	1958	11	28.2	E.SP	4	6	1989
179	076A	1958	12	5.7	E.SP	3	4	1989
180	076B	1959	1	7.3	E.SP	3	4	1989
181	077A	1958	6	0.4	A.A	3	7	1985
182	077B	1976	12	14.0	P.TA	3	5	1989
183	077C	1976	12	2.7	P.TA	2	4	1986
184	077D	1976	12	17.2	P.TA	3	5	1989
185	077E	1958	6	0.2	A.A	3	7	1985
186	078A	1959	10	1.5	E.SP	3	8	1978
187	078B	1959	10	27.1	E.SP	3	3	1981
188	079A	1976	6	11.2	P.TA	2	4	1986
189	079B	1976	6	3.2	P.TA	2	4	1986
190	079C	1976	6	13.5	P.TA	2	4	1986
191	080A	1985	1	6.4	P.EL	"	"	"
192	080B	1975	2	15.5	P.TA	2	4	1986
193	080C	1976	6	9.8	P.TA	2	5	1986
194	080D	1976	6	4.2	P.TA	2	4	1986
195	081A	1988	11	0.7	P.TA	"	"	"
196	081B	1976	6	25.0	P.TA	2	4	1986
197	082	1988	11	11.7	P.TA	"	"	"
198	083	1975	2	28.6	P.TA	2	4	1986
199	084A	1984	9	18.2	P.EL	"	"	"
200	084B	1958	9	6.9	P.EL	5	5	1989
201	085	1975	2	32.9	P.TA	2	5	1986
202	086	1984	9	13.0	P.EL	"	"	"
203	087	1974	3	22.7	P.TA	2	6	1986
204	088	1984	9	27.7	P.EL	"	"	"
205	089A	1976	12	3.8	P.TA	2	12	1987
206	089B	1976	12	15.4	P.TA	2	5	1986
207	090	1976	12	19.0	P.TA	2	12	1987
208	091A	1960	1	7.5	E.SP	2	7	1981
209	091B	1974	6	17.7	P.TA	2	4	1986
210	092A	1974	3	15.3	P.TA	2	6	1986

Cadastro de dados de campo da Fazenda Faisqueira - Klabin

OBS	TALHAO	A_PLA	M_PLA	AREA	ESPECIE	N_INT	M_INT	A_INT
212	093A	1984	10	12.9	P.TA	"	"	"
213	093B	1974	9	19.4	P.TA	2	6	1986
214	094A	1984	10	12.8	P.EL	"	"	"
215	094B	1974	6	16.9	P.TA	2	6	1986
216	095A	1985	1	6.6	P.EL	"	"	"
217	095B	1984	9	19.1	P.EL	"	"	"
218	096A	1984	10	10.9	P.EL	"	"	"
219	096B	1984	10	8.2	P.EL	"	"	"
220	097	1974	6	22.9	P.TA	2	6	1986
221	098	1984	9	30.7	P.EL	"	"	"
222	099A	1984	10	13.2	P.EL	"	"	"
223	099B	1974	6	8.0	P.TA	2	6	1986
224	100A	1989	1	5.9	P.TA	"	"	"
225	100B	1974	6	3.2	P.TA	2	5	1986
226	101A	1989	1	4.3	P.TA	"	"	"
227	101B	1989	1	9.4	P.TA	"	"	"
228	101C	1974	6	3.4	P.TA	2	6	1986
229	113	1978	5	32.6	P.TA	2	9	1988
230	114	1978	5	5.3	P.TA	2	9	1988
231	115	1978	5	16.1	P.TA	2	9	1988
232	116	1978	5	12.3	P.TA	2	9	1988
233	117	1978	5	20.1	P.TA	2	9	1988
234	118	1978	5	8.0	P.TA	2	9	1988
235	119	1978	5	5.8	P.TA	2	9	1988
236	120	1978	5	2.8	P.TA	2	9	1988
237	121A	1978	5	13.6	P.TA	2	8	1988
238	121B	1978	3	8.7	P.EL	2	8	1988
239	122	1978	3	1.6	P.EL	2	8	1988
240	123	1978	5	5.8	P.TA	2	8	1988
241	124	1978	5	3.3	P.TA	2	9	1988
242	125	1978	5	9.7	P.TA	2	9	1988
243	126	1978	5	4.7	P.TA	2	9	1988
244	127	1978	5	12.8	P.TA	2	9	1988
245	128	1978	5	6.4	P.TA	2	9	1988
246	129	1978	5	3.8	P.TA	2	9	1988
247	130	1978	5	1.0	P.TA	2	9	1988
248	131	1978	5	16.2	P.TA	2	9	1988
249	132	1978	5	0.7	P.TA	2	9	1988
250	133	1978	5	2.2	P.TA	2	9	1988
251	134	1978	5	5.0	P.TA	2	9	1988
252	135	1978	5	8.3	P.TA	2	9	1988
253	136	1978	5	7.3	P.TA	2	9	1988
254	137	1978	5	5.8	P.TA	2	9	1988
255	138	1978	5	15.7	P.TA	2	9	1988
256	139	1978	5	1.9	P.TA	2	9	1988
257	140	1978	5	4.8	P.TA	2	9	1988
258	141	1978	5	3.9	P.TA	2	9	1988
259	142	1978	5	4.5	P.TA	2	7	1988
260	143	1978	6	14.9	P.EL	2	7	1988
261	144	1978	6	0.5	P.EL	2	7	1988
262	145	1978	6	0.7	P.EL	2	7	1988
263	146	1978	6	2.9	P.EL	2	9	1988
264	147	1978	7	14.2	P.TA	2	12	1988

Cadastro de dados de campo da Fazenda Faisqueira - Klabin

OBS	TALHAO	A_PLA	M_PLA	AREA	ESPECIE	N_INT	M_INT	A_INT
265	148	1978	6	1.8	P.EL	2	12	1988
266	149	1978	6	1.4	P.EL	2	12	1988
267	150	1978	6	0.6	P.EL	1	12	1988
268	151	1978	6	3.8	P.EL	2	12	1988
269	152	1978	6	4.3	P.EL	2	12	1988
270	153	1978	7	19.6	P.TA	2	12	1988
271	154	1978	7	9.4	P.TA	2	12	1988
272	155	1978	6	2.6	P.EL	2	12	1988
273	156A	1978	7	2.9	P.TA	2	12	1988
274	156B	1978	7	1.3	P.TA	2	12	1988
275	157	1978	6	9.7	P.EL	2	4	1989
276	158	1978	6	4.2	P.EL	2	4	1989
277	159	1978	8	9.7	P.TA	2	9	1988
278	160	1978	8	3.9	P.TA	2	9	1988
279	161	1978	8	3.6	P.TA	2	9	1988
280	162	1978	8	2.4	P.TA	2	9	1988
281	163	1978	9	2.7	P.TA	2	9	1988
282	164	1978	9	5.1	P.TA	2	9	1988
283	165	1978	8	9.1	P.TA	2	7	1988
284	166	1978	8	13.3	P.TA	2	9	1988
285	167	1978	9	6.8	P.TA	2	7	1988
286	168	1978	9	2.4	P.TA	2	12	1988
287	169	1978	9	4.1	P.TA	2	12	1988
288	170	1978	7	2.5	P.TA	2	12	1988
289	171	1978	6	2.6	P.EL	2	12	1988
290	172	1978	6	0.4	P.EL	2	12	1988
291	173	1978	6	7.5	P.EL	2	12	1988
292	174A	1978	6	7.4	P.EL	2	12	1988
293	174B	1978	7	1.9	P.TA	2	12	1988
294	175	1978	8	8.2	P.TA	2	12	1988
295	176A	1978	8	15.0	P.TA	2	12	1988
296	176B	1978	10	25.9	P.TA	2	12	1988
297	176C	1987	2	1.7	P.EL	"	"	"
298	177	1978	8	12.2	P.TA	2	12	1988
299	178	1978	8	3.6	P.TA	2	12	1988
300	179	1978	8	11.3	P.EL	2	1	1988
301	180	1978	8	0.9	P.TA	2	12	1988
302	181	1978	8	2.0	P.TA	2	12	1989
303	182	1978	8	8.5	P.TA	2	2	1989
304	183	1978	8	5.4	P.TA	2	1	1989
305	184	1978	8	2.9	P.TA	2	2	1989
306	185	1978	8	7.6	P.TA	2	2	1989
307	186	1978	5	21.7	P.TA	2	8	1988
308	187	1978	5	22.7	P.TA	2	8	1988
309	188	1978	12	9.6	P.TA	2	2	1989
310	189A	1978	10	17.7	P.TA	2	1	1989
311	189B	1978	12	19.7	P.TA	2	2	1989
312	190	1978	10	1.8	P.TA	2	2	1989
313	191	1978	8	7.9	P.TA	2	1	1989
314	192	1978	8	4.3	P.TA	2	1	1989
315	193	1978	11	4.7	P.EL	2	2	1989

Cadastro de dados de campo da Fazenda Faisqueira - Klabin

OBS	TALHAO	A_PLA	M_PLA	AREA	ESPECIE	N_INT	M_INT	A_INT
316	194	1978	10	4.4	P.TA	2	2	1989
317	195	1978	11	5.8	P.TA	2	1	1989
318	196	1978	11	5.9	P.TA	2	2	1989
319	197	1978	11	9.4	P.EL	2	2	1989
320	198	1978	11	6.4	P.TA	2	2	1989
321	199	1978	11	8.2	P.EL	2	2	1989
322	200	1978	6	5.0	P.TA	2	2	1989
323	201	1978	11	7.5	P.EL	2	2	1989
324	202	1978	12	5.8	P.TA	2	2	1989
325	203	1978	12	0.5	P.TA	2	2	1989
326	204	1978	12	0.8	P.TA	2	2	1989
327	205A	1963	7	0.5	A.A	1	9	1985
328	205B	1978	11	4.4	P.EL	2	2	1989
329	206	1978	12	9.4	P.TA	2	2	1989
330	207	1978	11	7.3	P.EL	2	2	1989
331	208	1978	11	5.2	P.EL	2	2	1989
332	209	1978	11	7.5	P.EL	2	2	1989
333	210	1978	11	5.3	P.EL	2	3	1989
334	211	1978	12	1.4	P.TA	2	3	1989
335	212	1978	12	1.8	P.TA	2	3	1989
336	213	1978	12	1.7	P.TA	2	3	1989
337	214	1978	11	11.5	P.EL	2	1	1989
338	215	1978	11	10.9	P.EL	2	1	1989
339	216	1978	11	8.9	P.EL	2	2	1989
340	217	1978	11	3.1	P.EL	2	2	1989
341	218	1978	11	15.0	P.EL	2	3	1989
342	219	1978	11	7.4	P.EL	2	3	1989
343	220	1978	11	11.9	P.EL	2	3	1989
344	221A	1978	12	44.6	P.TA	2	9	1988
345	221B	1959	10	11.5	P.EL	3	3	1980
346	222A	1978	12	35.2	P.TA	2	8	1988
347	222B	1959	11	0.3	P.EL	4	6	1985
348	223A	1978	12	43.8	P.TA	2	6	1988
349	223B	1962	12	11.9	P.EL	3	11	1979
350	224A	1978	12	26.3	P.TA	2	4	1989
351	224B	1978	12	28.6	P.TA	2	4	1989
352	224C	1959	8	2.3	P.EL	3	10	1987
353	225A	1978	12	34.1	P.TA	2	9	1988
354	225B	1959	8	10.0	P.EL	4	10	1987
355	225C	1959	8	8.0	P.EL	4	10	1987
356	226	1979	7	10.7	P.TA	2	3	1989
357	227	1979	7	12.1	P.TA	2	3	1989
358	228	1979	7	6.2	P.TA	2	4	1989
359	229	1979	7	10.2	P.TA	2	4	1989
360	230	1979	7	2.6	P.TA	2	4	1989
361	231	1979	7	1.5	P.TA	2	4	1989
362	232	1979	7	39.2	P.TA	2	4	1989
363	233	1979	7	20.3	P.TA	2	4	1989
364	234	1979	7	20.4	P.TA	2	4	1989
365	235	1979	7	19.6	P.TA	2	3	1989
366	236	1979	5	18.6	P.TA	2	3	1989
367	237	1979	5	15.3	P.TA	2	4	1989
368	238	1979	6	15.5	P.TA	2	3	1989

Cadastro de dados de campo da Fazenda Faisqueira - Klabin

OBS	TALHAO	A_PLA	M_PLA	AREA	ESPECIE	N_INT	M_INT	A_INT
369	239	1979	5	20.5	P.TA	2	3	1989
370	240	1979	5	13.5	P.TA	2	4	1989
371	241	1979	5	20.4	P.TA	2	4	1989
372	242	1979	5	7.5	P.TA	2	3	1989
373	243	1979	5	36.8	P.TA	2	4	1989
374	244	1979	5	16.4	P.TA	2	5	1989
375	245	1979	5	37.7	P.TA	2	5	1989
376	246	1979	5	28.5	P.TA	2	4	1989
377	247	1979	10	6.8	P.TA	2	4	1989
378	248	1979	10	10.9	P.TA	2	4	1989
379	249	1979	6	11.6	P.TA	2	6	1989
380	250	1979	11	4.3	P.EL	2	2	1989
381	251	1979	7	1.8	P.TA	2	5	1989
382	252	1979	7	2.0	P.TA	2	5	1989
383	253A	1979	6	8.6	P.TA	2	5	1989
384	253B	1979	6	0.8	A.A	2	6	1989
385	254	1979	6	6.0	P.TA	2	5	1989
386	255	1979	6	1.9	P.TA	2	5	1989
387	256	1979	5	16.4	P.TA	2	5	1989
388	257	1979	7	5.3	P.TA	2	5	1989
389	258	1979	7	1.0	P.TA	2	5	1989
390	259	1979	7	13.5	P.TA	2	5	1989
391	260	1979	7	7.5	P.TA	2	5	1989
392	261	1979	10	6.8	P.TA	2	3	1989
393	262	1979	7	11.9	P.TA	2	6	1989
394	263	1979	7	1.1	P.TA	2	6	1989
395	264	1979	9	4.5	P.TA	2	5	1989
396	265	1981	10	15.1	P.TA	1	6	1988
397	266	1981	10	26.9	P.TA	1	6	1988
398	267	1981	10	27.8	P.TA	1	6	1988
399	268	1981	10	4.1	P.TA	1	6	1988
400	269	1981	10	31.9	P.TA	1	12	1988
401	270	1981	10	15.9	P.TA	1	12	1988
402	271	1981	10	7.8	P.TA	1	12	1988
403	272	1981	10	2.3	P.TA	1	12	1988
404	273	1981	10	3.8	P.TA	1	12	1988
405	274	1981	10	23.2	P.TA	1	12	1988
406	275	1981	10	8.9	P.TA	1	12	1988
407	276A	1982	6	24.4	P.TA	1	3	1989
408	276B	1987	10	2.8	P.EL	"	"	"
409	277	1982	8	4.0	P.TA	1	3	1989
410	278	1981	11	6.0	P.TA	1	3	1989
411	279	1981	11	15.4	P.TA	1	2	1989
412	280	1981	11	4.8	P.TA	1	2	1989
413	281	1981	11	6.0	P.TA	1	2	1989
414	282	1981	11	1.4	P.TA	1	2	1989
415	283	1982	6	8.5	P.TA	1	2	1989
416	284	1982	6	4.6	P.TA	1	2	1989
417	285	1981	12	15.5	P.TA	1	2	1989
418	286	1981	12	4.1	P.TA	1	12	1988
419	287	1982	6	8.8	P.TA	1	3	1989
420	288	1981	12	23.9	P.TA	1	12	1988
421	289	1982	6	8.0	P.TA	1	3	1989

Cadastro de dados de campo da Fazenda Faisqueira - Klabin

OBS	TALHAO	A_PLA	M_PLA	AREA	ESPECIE	N_INT	M_INT	A_INT
422	290	1981	10	0.5	P.TA	1	6	1988
423	291	1986	10	0.8	P.EL	"	"	"
424	292	1986	10	0.3	P.EL	"	"	"
425	293	1986	10	0.3	P.EL	"	"	"
426	294	1987	10	0.3	P.EL	"	"	"
427	295	1989	1	0.5	P.TA	"	"	"
428	296	1989	1	1.0	P.TA	"	"	"
429	500	"	"	0.0	"	"	"	"

TAL = TALHAO

A_PLA = ANO DE PLANTIO

M_PLA = MES DE PLANTIO

ESPECIE = ESPECIE FLORESTAL PLANTADA

A.A - ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA

P.SP - PINUS SP

P.TA - PINUS TEADA

P.EL - PINUS ELLIOTII

E.SA - EUCALYPTUS SALIGNA

E.GR - EUCALYPTUS GRANDIS

E.HI - EUCALYPTUS "HIBRIDO"

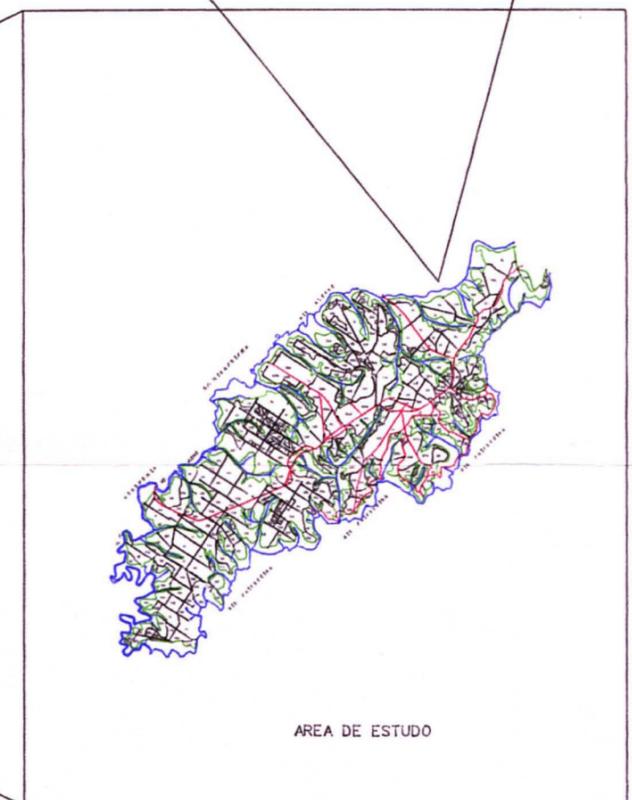
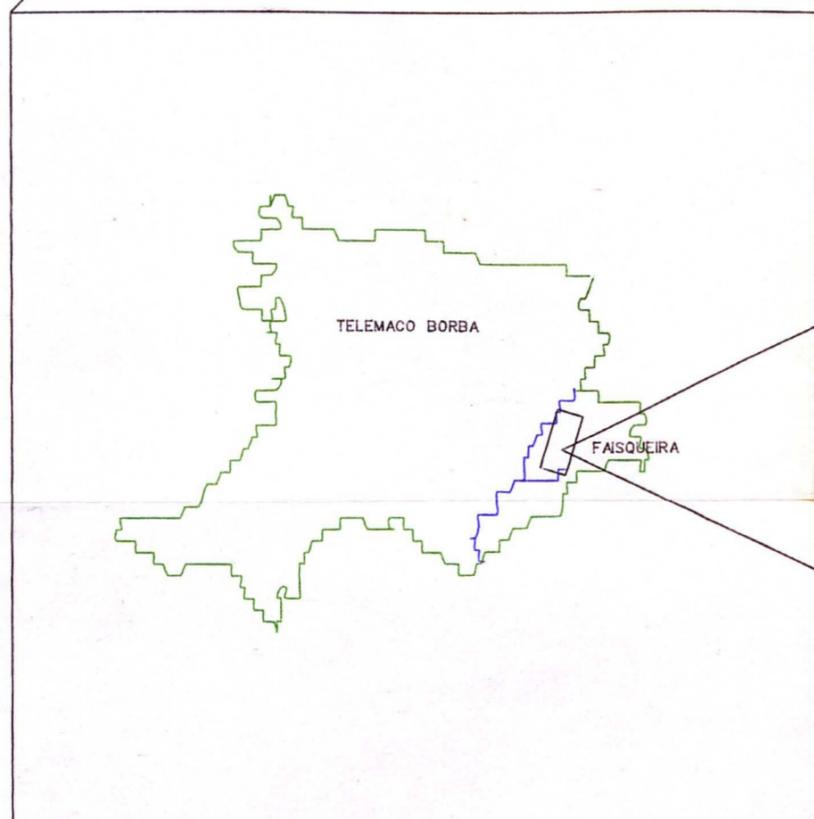
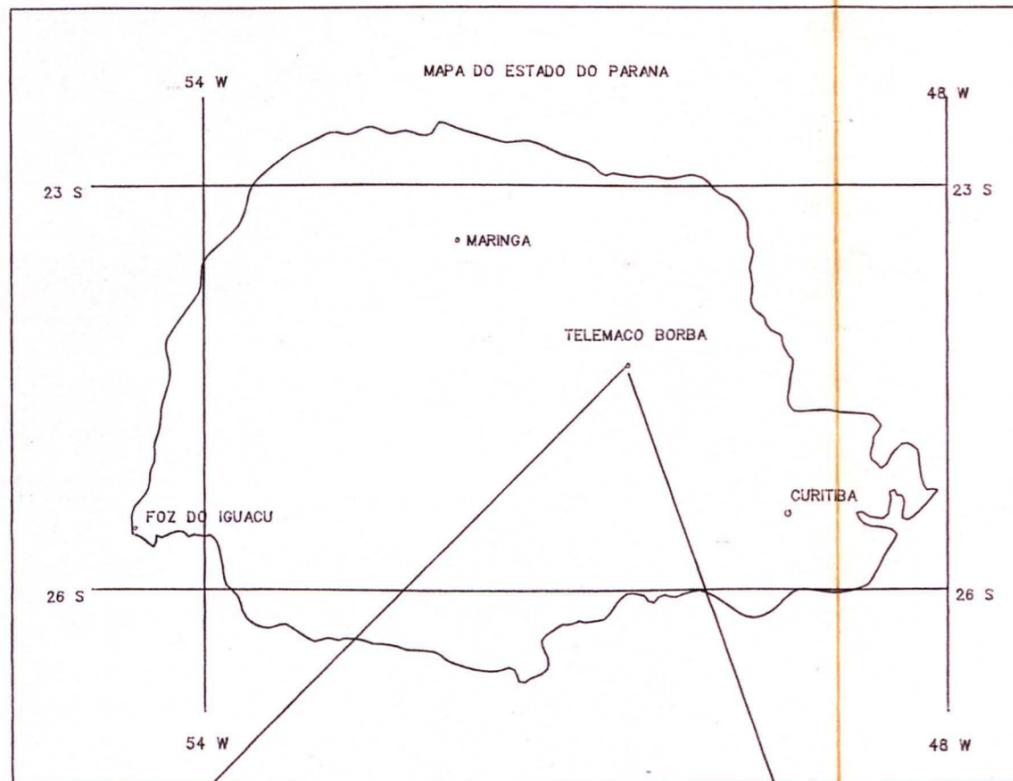
E.SP - EUCALYPTUS SPP

N_INT = NUMERO DE INTERVENCOES (DESBASTES)

M_INT = MES DA ULTIMA INTERVENCAO (CASO TENHA OCORRIDO)

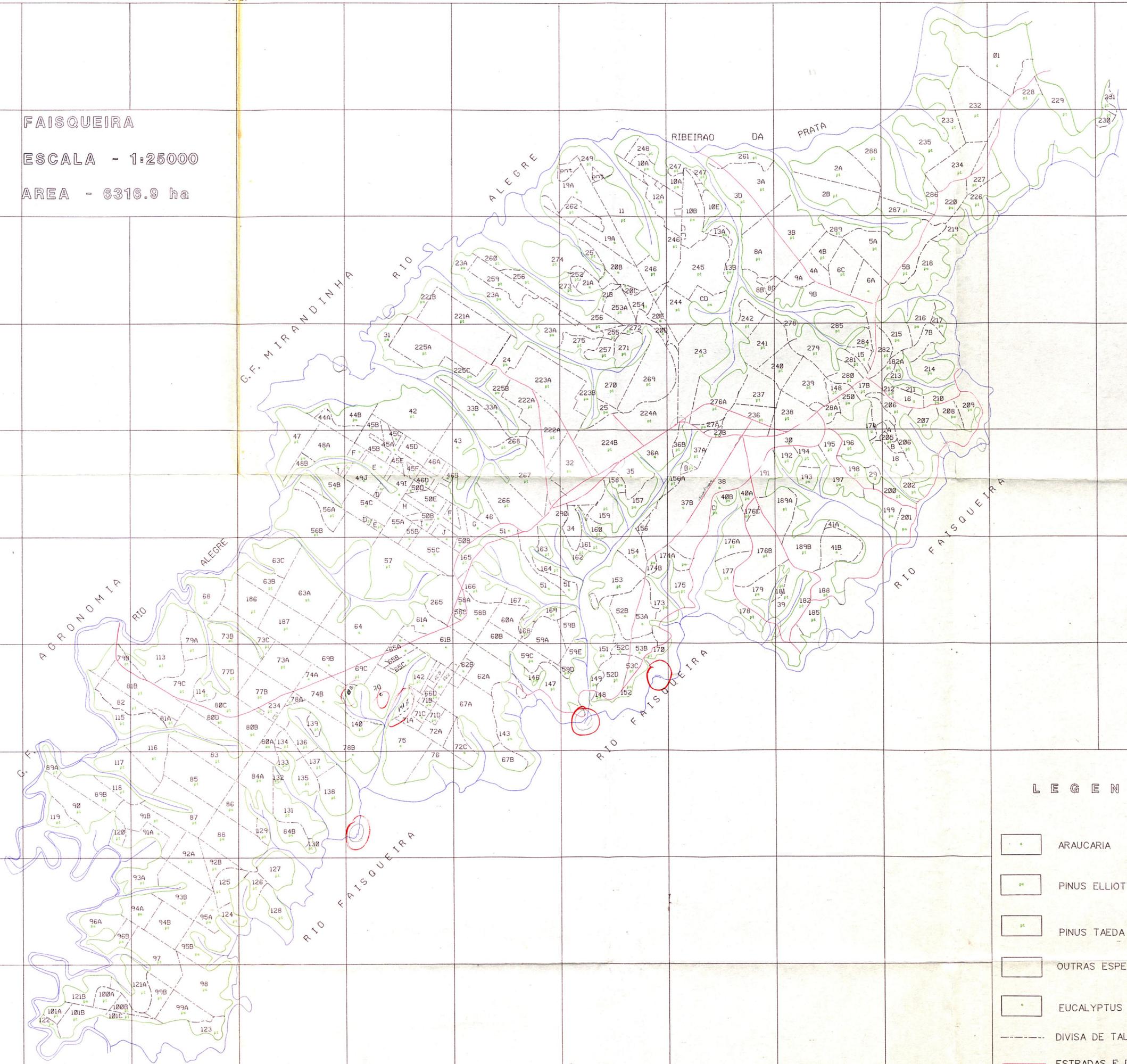
A_INT = ANO DA ULTIMA INTERVENCAO (CASO TENHA OCORRIDO)

ANEXO 2 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO



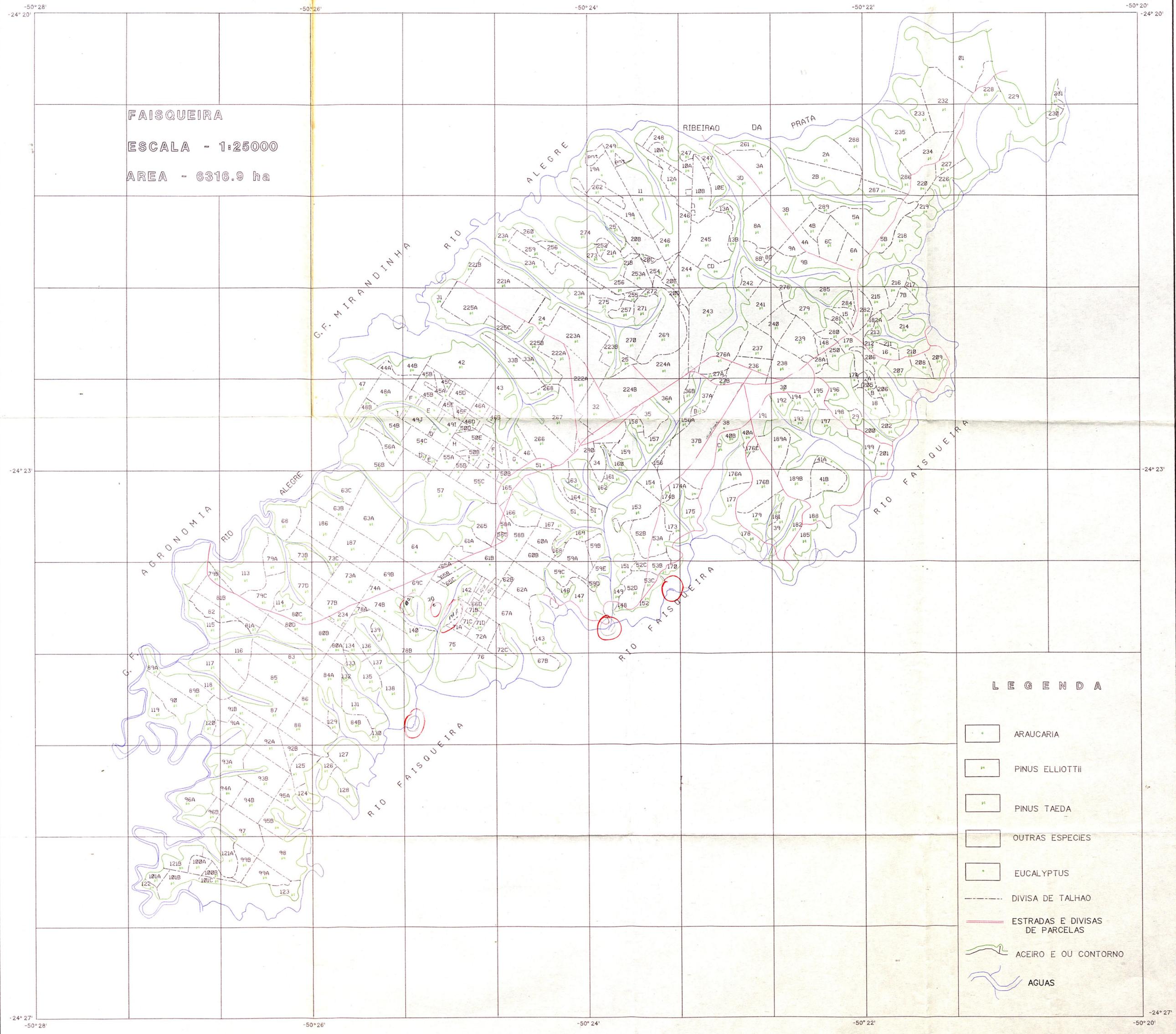
ANEXO 3 - MAPA DA ÁREA DE ESTUDO

FAISQUEIRA
 ESCALA - 1:25000
 AREA - 6316.9 ha



LEGENDA

-  ARAUCARIA
-  PINUS ELLIOTTII
-  PINUS TAEDA
-  OUTRAS ESPECIES
-  EUCALYPTUS
-  DIVISA DE TALHAO
-  ESTRADAS E DIVISAS DE PARCELAS
-  ACEIRO E OU CONTORNO
-  AGUAS



**ANEXO 4 - HISTOGRAMAS NUMÉRICOS ORIGINAIS E
EXPANDIDOS DAS IMAGENS**

TABELA 15 - HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA DE PIXELS DA BANDA 01

N.DIG	FREQ	%FREQ	%TOTAL
0	1	0.000	0.000
22	1	0.000	0.000
27	1	0.000	0.001
29	1	0.000	0.001
30	1	0.000	0.001
31	1	0.000	0.001
32	66	0.014	0.015
33	691	0.145	0.160
34	9890	2.077	2.237
35	13604	2.857	5.094
36	40987	8.607	13.701
37	67171	14.106	27.807
38	69661	14.629	42.437
39	59901	12.579	55.016
40	30103	6.322	61.338
41	28868	6.062	67.400
42	34745	7.297	74.697
43	34486	7.242	81.939
44	21147	4.441	86.380
45	14231	2.989	89.368
46	16886	3.546	92.914
47	8967	1.883	94.798
48	6384	1.341	96.138
49	3623	0.761	96.899
50	3464	0.727	97.627
51	3910	0.821	98.448
52	2377	0.499	98.947
53	1326	0.278	99.225
54	1302	0.273	99.499
55	911	0.191	99.690
56	630	0.132	99.822
57	323	0.068	99.890
58	119	0.025	99.915
59	177	0.037	99.952
60	86	0.018	99.970
61	20	0.004	99.975
62	6	0.001	99.976
63	9	0.002	99.978
64	10	0.002	99.980
65	3	0.001	99.980
66	3	0.001	99.981
67	8	0.002	99.983
68	7	0.001	99.984
69	7	0.001	99.986
70	4	0.001	99.987
71	7	0.001	99.988
72	4	0.001	99.989
73	4	0.001	99.990
75	1	0.001	99.990
76	3	0.001	99.991
77	4	0.001	99.991
78	3	0.001	99.992
79	3	0.001	99.992

N.DIG	FREQ	%FREQ	%TOTAL
80	1	0.000	99.993
81	8	0.002	99.995
82	2	0.000	99.995
83	2	0.000	99.995
84	2	0.000	99.996
85	3	0.001	99.996
86	4	0.001	99.997
87	1	0.000	99.997
88	1	0.000	99.998
89	1	0.000	99.998
90	1	0.000	99.998
95	1	0.000	99.998
96	1	0.000	99.999
98	1	0.000	99.999
101	1	0.000	99.999
108	1	0.000	99.999
112	1	0.000	99.999
113	1	0.000	100.000

.*.* Corte no histograma para efetuação do stretch,
deu-se nos pixels 33 e 53.
N.DIG = número digital

TABELA 15A - HISTOGRAMA EXPANDIDO DA BANDA 01

N.DIG.	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
0	762	0.160	0.160
22	9890	2.077	2.237
43	13604	2.857	5.094
63	40987	8.607	13.701
82	67171	14.106	27.807
100	69661	14.629	42.437
117	59901	12.579	55.016
133	30103	6.322	61.338
148	28868	6.062	67.400
162	34745	7.297	74.697
175	34486	7.242	81.939
187	21147	4.441	86.380
198	14231	2.989	89.368
208	16886	3.546	92.914
217	8967	1.883	94.798
225	6384	1.341	96.138
232	3623	0.761	96.899
238	3464	0.727	97.627
243	3910	0.821	98.448
247	2377	0.499	98.947
250	5015	1.053	100.000

TABELA 16 - HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA DE PIXELS DA BANDA 02

N.DIG.	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
7	1	0.000	0.000
8	6	0.001	0.001
9	130	0.013	0.014
10	2137	0.214	0.227
11	11949	1.195	1.422
12	66381	6.638	8.060
13	291593	29.159	37.220
14	210227	21.023	58.242
15	66910	6.691	64.933
16	41473	4.147	69.081
17	53439	5.344	74.425
18	51756	5.176	79.600
19	69618	6.962	86.562
20	40140	4.014	90.576
21	26507	2.651	93.227
22	16523	1.652	94.879
23	18493	1.849	96.728
24	12052	1.205	97.934
25	7004	0.700	98.634
26	4349	0.435	99.069
27	3684	0.368	99.437
28	1776	0.178	99.615
29	1159	0.116	99.731
30	957	0.096	99.826
31	400	0.040	99.866
32	633	0.063	99.930
33	231	0.023	99.953
34	77	0.008	99.960
35	59	0.006	99.966
36	50	0.005	99.971
37	65	0.007	99.978
38	54	0.005	99.983
39	23	0.002	99.986
40	25	0.002	99.988
41	16	0.002	99.990
42	21	0.002	99.992
43	18	0.002	99.994
44	5	0.000	99.994
45	4	0.000	99.995
46	9	0.001	99.995
47	4	0.000	99.996
48	9	0.001	99.997
49	3	0.000	99.997
50	6	0.001	99.998
51	3	0.000	99.998
52	6	0.001	99.998
53	3	0.000	99.999
54	1	0.000	99.999
58	2	0.000	99.999
59	1	0.000	99.999
60	1	0.000	99.999
61	1	0.000	99.999
62	1	0.000	99.999
63	1	0.000	100.000

TABELA 16A - HISTOGRAMA EXPANDIDO DA BANDA 02

N.DIG.	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
0	5744	1.206	1.206
32	25641	5.385	6.591
61	120285	25.200	31.851
89	85457	17.946	49.797
114	26573	5.580	55.377
137	18376	3.859	59.236
158	27897	5.858	65.094
177	32294	6.782	71.876
194	48478	10.181	82.057
208	27456	5.766	87.823
221	17389	3.652	91.475
231	10086	2.118	93.593
239	11184	2.349	95.942
245	7280	1.529	97.471
249	4331	0.910	98.381
250	7711	1.619	100.000

TABELA 17 - HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA DE PIXELS DA BANDA 3

N.DIG	FREQ	%FREQ	%TOTAL
6	3	0.001	0.001
7	43	0.009	0.010
8	297	0.062	0.072
9	10250	2.153	2.225
10	57678	12.113	14.337
11	53312	11.196	25.533
12	41710	8.759	34.292
13	59085	12.408	46.700
14	66055	13.872	60.572
15	19534	4.102	64.674
16	8135	1.708	66.383
17	10058	2.112	68.495
18	12446	2.614	71.109
19	11398	2.394	73.502
20	7461	1.567	75.069
21	11764	2.470	77.539
22	10176	2.137	79.676
23	9854	2.069	81.746
24	7186	1.509	83.255
25	10660	2.239	85.494
26	12522	2.630	88.123
27	8625	1.811	89.935
28	4108	0.863	90.797
29	4655	0.978	91.775
30	9004	1.891	93.666
31	6609	1.388	95.054
32	4606	0.967	96.021
33	2219	0.466	96.487
34	1995	0.419	96.906

N.DIG	FREQ	%FREQ	%TOTAL
35	4298	0.903	97.808
36	1993	0.419	98.227
37	990	0.208	98.435
38	1027	0.216	98.651
39	1416	0.297	98.948
40	921	0.193	99.141
41	885	0.186	99.327
42	504	0.106	99.433
43	278	0.058	99.491
44	372	0.078	99.569
45	312	0.066	99.635
46	210	0.044	99.679
47	269	0.056	99.736
48	143	0.030	99.766
49	86	0.018	99.784
50	83	0.017	99.801
51	44	0.009	99.810
52	22	0.005	99.815
53	11	0.002	99.817
54	8	0.002	99.819
55	6	0.001	99.820
56	5	0.001	99.821
57	5	0.001	99.822
58	2	0.001	99.823
59	6	0.001	99.824
60	2	0.001	99.824
61	2	0.001	99.825
62	3	0.001	99.825
63	3	0.001	99.826
64	6	0.001	99.827
65	4	0.001	99.828
66	4	0.001	99.829
67	3	0.001	99.830
68	3	0.001	99.830
69	2	0.000	99.831
70	3	0.000	99.831
71	1	0.000	99.832
72	3	0.000	99.832
74	2	0.000	99.833
83	1	0.000	99.833
86	1	0.000	99.833
96	1	0.000	99.833
99	1	0.000	99.834
120	1	0.000	99.834

** O corte no histograma foi efetuado nos píxels 9 e 40
N.DIG = número digital

TABELA 17A - HISTOGRAMA EXPANDIDO DA BANDA 03

N.DIG.	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
0	11384	2.391	2.391
17	57678	12.113	14.504
33	53312	11.196	25.700
48	41710	8.759	34.459
63	59085	12.408	46.867
77	66055	13.872	60.739
91	19534	4.102	64.841
104	8135	1.708	66.549
117	10058	2.112	68.661
129	12446	2.614	71.275
141	11398	2.394	73.669
151	7461	1.567	75.236
162	11764	2.470	77.706
172	10176	2.137	79.843
181	9854	2.069	81.912
189	7186	1.509	83.421
197	10660	2.239	85.660
205	12522	2.630	88.290
212	8625	1.811	90.101
218	4108	0.863	90.964
224	4655	0.978	91.942
229	9004	1.891	93.833
234	6609	1.388	95.221
238	4606	0.967	96.188
241	2219	0.466	96.654
244	1995	0.419	97.073
247	4298	0.903	97.976
249	1993	0.419	98.395
250	7652	1.607	100.000

TABELA 18 - HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA DE PIXELS DA BANDA 04

N.DIG.	FREQ.	%FREQ	%TOTAL
4	3	0.001	0.001
5	31	0.007	0.007
6	94	0.020	0.027
7	381	0.080	0.107
8	1207	0.253	0.360
9	654	0.137	0.498
10	372	0.078	0.576
11	528	0.111	0.687
12	517	0.109	0.795
13	330	0.069	0.865
14	582	0.122	0.987
15	816	0.171	1.158
16	1770	0.372	1.530
17	1515	0.318	1.848
18	1688	0.354	2.203
19	2529	0.531	2.734

N.DIG.	FREQ.	%FREQ	%TOTAL
20	2326	0.488	3.222
21	2589	0.544	3.766
22	2227	0.468	1.233
23	3112	0.654	4.887
24	4945	1.038	5.925
25	6978	1.465	7.391
26	7203	1.513	8.904
27	5990	1.250	10.161
28	13216	2.775	12.937
29	12444	2.613	15.550
30	7490	1.573	17.123
31	14401	3.024	20.147
32	14057	2.952	23.099
33	23000	4.830	27.929
34	14387	3.021	30.951
35	17652	3.707	34.658
36	20325	4.268	38.926
37	20514	4.308	43.234
38	15604	3.277	46.511
39	11688	2.455	48.966
40	16646	3.496	52.461
41	18545	3.895	56.356
42	21290	4.471	60.827
43	15135	3.178	64.005
44	12097	2.540	66.546
45	17592	3.694	70.240
46	14783	3.104	73.344
47	9111	1.913	75.258
48	7458	1.566	76.824
49	8921	1.873	78.697
50	9221	1.936	80.634
51	6622	1.391	82.025
52	5833	1.225	83.249
53	5674	1.192	84.441
54	5131	1.078	85.519
55	4075	0.856	86.374
56	2678	0.562	86.937
57	2351	0.494	87.430
58	3533	0.742	88.172
59	2928	0.615	88.787
60	2376	0.499	89.286
61	1304	0.740	89.560
62	2280	0.479	90.039
63	1959	0.411	90.450
64	1114	0.234	90.684
65	1507	0.316	91.001
66	1299	0.273	91.274
67	1902	0.399	91.673
68	1217	0.256	91.929
69	1512	0.318	92.246
70	1292	0.271	92.517
71	1457	0.306	92.823
72	1149	0.241	93.065
73	943	0.198	93.263
74	1301	0.273	93.536
75	1428	0.300	93.836

N.DIG.	FREQ.	%FREQ	%TOTAL
76	1508	0.317	94.152
77	1411	0.296	94.449
78	1582	0.332	94.781
79	1603	0.337	95.118
80	1598	0.336	95.453
81	1210	0.254	95.707
82	1078	0.226	95.934
83	1227	0.258	96.191
84	1546	0.325	96.516
85	1521	0.319	96.835
86	1230	0.258	97.094
87	1279	0.269	97.362
88	1076	0.226	97.588
89	1019	0.214	97.802
90	844	0.177	97.980
91	895	0.188	98.168
92	852	0.179	98.346
93	954	0.200	98.547
94	785	0.165	98.712
95	601	0.126	98.838
96	663	0.139	98.977
97	513	0.108	99.085
98	328	0.069	99.154
99	363	0.076	99.230
100	411	0.086	99.316
101	418	0.088	99.404
102	310	0.065	99.469
103	317	0.067	99.536
104	251	0.053	99.588
105	178	0.037	99.626
106	178	0.037	99.663
107	141	0.030	99.693
108	143	0.030	99.723
109	125	0.026	99.749
110	93	0.020	99.769
111	74	0.016	99.784
112	60	0.013	99.797
113	42	0.009	99.806
114	29	0.006	99.812
115	26	0.005	99.817
116	19	0.004	99.821
117	23	0.005	99.826
118	19	0.004	99.830
119	11	0.002	99.832
120	2	0.000	99.833
121	3	0.001	99.833
122	1	0.000	99.833
123	2	0.000	99.834

** Corte no histograma foi dado nos pixels 15 e 97

TABELA 18A - HISTOGRAMA EXPANDIDO DA BANDA 04

N.DIG.	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
0	6306	1.324	1.324
6	1770	0.372	1.696
12	1515	0.318	2.014
17	1688	0.354	2.368
23	2529	0.531	2.899
29	2326	0.488	3.387
34	2589	0.544	3.931
40	2227	0.468	4.399
45	3112	0.654	5.053
50	4945	1.038	6.091
55	6978	1.465	7.556
61	7203	1.513	9.069
66	5990	1.258	10.327
71	13216	2.775	13.102
76	12444	2.613	15.715
81	7490	1.573	17.288
85	14401	3.024	20.312
90	14057	2.952	23.264
95	23000	4.830	28.094
99	14387	3.021	31.115
104	17652	3.707	34.822
109	20325	4.268	39.090
113	20514	4.308	43.398
117	15604	3.277	46.675
122	11688	2.455	49.130
126	16646	3.496	52.626
130	18545	3.895	56.521
134	21290	4.471	60.992
138	15135	3.178	64.170
142	12097	2.540	66.710
146	17592	3.694	70.404
149	14783	3.104	73.508
153	9111	1.913	75.421
157	7458	1.566	76.987
160	8921	1.873	78.860
164	9221	1.936	80.796
167	6622	1.391	82.187
171	5833	1.225	83.412
174	5674	1.192	84.604
177	5131	1.078	85.682
180	4075	0.856	86.538
183	2678	0.562	87.100
186	2351	0.494	87.594
189	3533	0.742	88.336
192	2928	0.615	88.951
195	2376	0.499	89.450
198	1304	0.274	89.724
200	2280	0.479	90.203
203	1959	0.411	90.614
206	1114	0.234	90.848
208	1507	0.316	91.164
210	1299	0.273	91.437
213	1902	0.399	91.836

N.DIG.	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
215	1217	0.256	92.092
217	1512	0.318	92.410
219	1292	0.271	92.681
221	1457	0.306	92.987
223	1147	0.241	93.228
225	943	0.198	93.426
227	1301	0.273	93.699
229	1428	0.300	93.999
230	1508	0.317	94.316
232	1411	0.296	94.612
234	1582	0.332	94.944
235	1603	0.337	95.281
237	1598	0.336	95.617
238	1210	0.254	95.871
239	1078	0.226	96.097
240	1227	0.258	96.355
242	1546	0.325	96.680
243	1521	0.319	96.999
244	1230	0.258	97.257
245	2355	0.495	97.752
246	1019	0.214	97.966
247	844	0.177	98.143
248	1747	0.367	98.510
249	2340	0.491	99.001
250	4743	0.996	100.000

TABELA 19 - HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA DE PIXELS DA BANDA 05

N.DIG	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
0	1101	0.231	0.231
1	148	0.031	0.262
2	667	0.140	0.402
3	607	0.127	0.530
4	300	0.063	0.593
5	352	0.074	0.667
6	254	0.053	0.720
7	642	0.135	0.855
8	858	0.180	1.035
9	1282	0.269	1.304
10	1352	0.284	1.588
11	1628	0.342	1.930
12	3731	0.784	2.714
13	4520	0.949	3.663
14	4617	0.970	4.632
15	6990	1.468	6.100
16	5549	1.165	7.266
17	9923	2.084	9.350
18	14919	3.133	12.483
19	14528	3.051	15.534
20	13254	2.783	18.317
21	8221	1.726	20.043
22	14336	3.011	23.054

N.DIG	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
23	14374	3.019	26.073
24	12181	2.558	28.631
25	6631	1.393	30.023
26	6911	1.451	31.475
27	9216	1.935	33.410
28	10858	2.280	35.690
29	11844	2.487	38.177
30	5066	1.064	39.241
31	7474	1.570	40.811
32	9318	1.957	42.768
33	6754	1.418	44.186
34	4330	0.909	45.095
35	7910	1.661	46.756
36	7912	1.557	48.313
37	8395	1.763	50.076
38	8802	1.848	51.924
39	7250	1.523	53.447
40	8715	1.830	55.277
41	9184	1.929	57.206
42	8358	1.755	58.961
43	8189	1.720	60.681
44	7337	1.541	62.222
45	5447	1.144	63.365
46	8062	1.693	65.059
47	6977	1.465	66.524
48	7223	1.517	68.041
49	7603	1.597	69.637
50	4867	1.022	70.659
51	7944	1.668	72.328
52	4819	1.012	73.340
53	5806	1.219	74.559
54	3840	0.806	75.365
55	3226	0.677	76.043
56	4520	0.949	76.992
57	3815	0.801	77.793
58	5367	1.127	78.920
59	3374	0.709	79.629
60	3293	0.692	80.320
61	3992	0.838	81.159
62	3068	0.644	81.803
63	3845	0.807	82.610
64	2991	0.628	83.239
65	1324	0.278	83.517
66	3431	0.721	84.237
67	2721	0.571	84.809
68	3273	0.687	85.496
69	3280	0.689	86.185
70	1660	0.349	86.533
71	3754	0.788	87.322
72	2141	0.450	87.771
73	2262	0.475	88.264
74	2281	0.479	88.725
75	2130	0.447	89.173
76	3019	0.634	89.807
77	2540	0.533	90.340
78	2405	0.505	90.845

N.DIG	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
79	2246	0.472	91.317
80	2086	0.438	91.755
81	3177	0.667	92.422
82	2171	0.456	92.878
83	1756	0.369	93.247
84	1837	0.386	93.632
85	1838	0.386	94.018
86	2278	0.478	94.497
87	2123	0.446	94.943
88	1716	0.360	95.303
89	1708	0.359	95.662
90	1566	0.329	95.991
91	2126	0.446	96.750
92	1490	0.313	96.998
93	1181	0.248	97.240
94	1150	0.242	97.500
95	1240	0.260	97.736
96	1123	0.236	97.992
97	1218	0.256	98.199
98	988	0.207	98.379
99	857	0.180	98.571
100	915	0.192	98.722
101	720	0.151	98.869
102	697	0.160	98.993
103	590	0.124	99.092
104	472	0.099	99.167
105	357	0.075	99.260
106	443	0.093	99.340
107	380	0.080	99.429
108	425	0.089	99.494
109	309	0.065	99.553
110	282	0.059	99.617
111	306	0.064	99.665
112	228	0.048	99.702
113	174	0.037	99.702
114	157	0.330	99.735
115	163	0.340	99.769
116	201	0.042	99.811
117	175	0.037	99.848
118	135	0.028	99.876
119	135	0.028	99.904
120	107	0.022	99.927
121	98	0.021	99.947
122	63	0.013	99.961
123	43	0.009	99.970
124	21	0.004	99.974
125	19	0.004	99.978
126	25	0.005	99.983
127	15	0.003	99.987
128	4	0.001	99.987
129	6	0.001	99.989
130	18	0.004	99.992
131	9	0.002	99.994
132	5	0.001	99.995
133	2	0.000	99.996
134	3	0.001	99.996

N.DIG	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
135	2	0.000	99.997
136	1	0.000	99.997
140	1	0.000	99.997
145	1	0.000	99.998
147	1	0.000	99.998
150	1	0.000	99.998
151	1	0.000	99.998
152	1	0.000	99.999
156	1	0.000	99.999
171	1	0.000	99.999
173	1	0.000	99.999
179	1	0.000	99.999
189	1	0.000	99.999
198	1	0.000	100.000
223	1	0.000	100.000
227	1	0.000	100.000

*** O histograma na banda 05, foi dado o corte para a expansão nos pixels 8 e 104.

TABELA 19A - HISTOGRAMA EXPANDIDO DA BANDA 05

N.DIG.	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
0	4929	1.035	1.035
5	1282	0.269	1.304
10	1352	0.284	1.588
14	1628	0.342	1.930
19	3731	0.784	2.714
24	4520	0.949	3.663
28	4617	0.970	4.633
33	6990	1.468	6.101
37	5549	1.165	7.266
42	9923	2.084	9.350
46	14919	3.133	12.483
50	14528	3.051	15.534
55	13254	2.783	18.317
59	8221	1.726	20.043
63	14336	3.011	23.054
67	14374	3.019	26.073
71	12181	2.558	28.631
75	6631	1.393	30.024
79	6911	1.451	31.475
83	9216	1.935	33.410
87	10858	2.280	35.690
91	11844	2.487	38.177
95	5066	1.064	39.241
99	7474	1.570	40.811
102	9318	1.957	42.768
106	6754	1.418	44.186
110	4330	0.909	45.095
113	7910	1.661	46.756
117	7412	0.557	47.313

N.DIG.	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
120	8395	1.763	49.076
124	8802	1.848	50.924
127	7250	1.523	52.447
131	8715	1.830	54.277
134	9184	1.929	56.206
137	8358	1.755	57.961
140	8189	1.720	59.681
144	7337	1.541	61.222
147	5447	1.144	62.366
150	8062	1.693	64.059
153	6977	1.465	65.524
156	7223	1.517	67.041
159	7603	1.597	68.638
162	4867	1.022	69.660
165	7944	1.668	71.328
167	4819	1.012	72.340
170	5806	1.219	73.559
173	3840	0.806	74.365
176	3226	0.677	75.042
178	4520	0.949	75.991
181	3815	0.801	76.792
183	5367	1.127	77.919
186	3374	0.709	78.628
188	3293	0.692	79.320
191	3992	0.838	80.158
193	3068	0.644	80.802
195	3845	0.807	81.609
198	2991	0.628	82.237
200	1324	0.278	82.515
202	3431	0.721	83.236
204	2721	0.571	83.807
206	3273	0.687	84.494
208	3280	0.689	85.183
210	1660	0.349	85.532
212	3754	0.788	86.320
214	2141	0.450	86.770
216	2262	0.475	87.245
218	2281	0.479	87.724
219	2130	0.447	88.171
221	3019	0.634	88.805
223	2540	0.533	89.338
224	2405	0.505	89.843
226	2246	0.472	90.315
227	2086	0.438	90.753
229	3177	0.667	91.420
230	2171	0.456	91.876
232	1756	0.369	92.245
233	1837	0.386	92.631
234	1838	0.386	93.017
236	2278	0.478	93.495
237	2123	0.446	93.941
238	1716	0.360	94.301
239	1708	0.359	94.660
240	1566	0.329	94.989
241	2126	0.446	95.435
242	1490	0.313	95.748

N.DIG.	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
243	1181	0.248	95.996
244	1150	0.242	96.238
245	2363	0.496	96.734
246	1218	0.256	96.990
247	1845	0.387	97.377
248	915	0.192	97.569
249	1417	0.298	97.867
250	5387	1.131	100.000

TABELA 20 - HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA DE PIXELS DA BANDA 07

N.DIG	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
0	8181	1.718	1.718
1	16025	3.365	5.030
2	32624	6.851	11.935
3	32392	6.802	18.737
4	21958	4.611	23.348
5	37224	7.817	31.165
6	34533	7.252	38.417
7	35683	7.494	45.911
8	28108	5.903	51.814
9	23066	4.844	56.658
10	31273	6.567	63.225
11	17430	3.660	66.886
12	9651	2.027	68.912
13	10871	2.283	71.195
14	10300	2.163	73.358
15	8024	1.685	75.043
16	6825	1.433	76.477
17	5906	1.240	77.717
18	6112	1.284	79.000
19	8022	1.685	80.685
20	7767	1.631	82.316
21	6046	1.270	83.586
22	4821	1.012	84.598
23	7679	1.613	86.211
24	7914	1.662	87.873
25	7025	1.475	89.348
26	3213	0.675	90.023
27	7122	1.496	91.519
28	4495	0.944	92.463
29	2943	0.618	93.081
30	3458	0.726	93.807
31	3516	0.734	94.545
32	4448	0.934	95.479
33	3725	0.782	96.262
34	2327	0.489	96.750
35	3186	0.669	97.419
36	2640	0.554	97.974
37	2060	0.433	98.406
38	1070	0.225	98.631
39	1153	0.242	98.873

N.DIG	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
40	1070	0.225	99.098
41	1037	0.218	99.316
42	817	0.172	99.487
43	509	0.107	99.594
44	530	0.111	99.705
45	456	0.096	99.801
46	277	0.058	99.859
47	165	0.035	99.894
48	121	0.025	99.919
49	116	0.024	99.944
50	95	0.020	99.964
51	38	0.008	99.972
52	33	0.007	99.979
53	27	0.006	99.984
54	15	0.003	99.987
55	8	0.002	99.989
56	6	0.001	99.990
57	6	0.001	99.992
58	8	0.002	99.993
59	5	0.001	99.994
60	1	0.001	99.995
61	1	0.000	99.995
62	2	0.000	99.995
63	1	0.000	99.995
65	1	0.001	99.996
67	1	0.000	99.996
68	2	0.000	99.996
69	1	0.000	99.996
70	2	0.001	99.997
74	1	0.000	99.997
77	1	0.000	99.997
79	1	0.000	99.997
81	1	0.001	99.998
87	1	0.000	99.998
88	1	0.000	99.998
89	1	0.000	99.998
92	2	0.001	99.999
96	2	0.000	99.999
103	1	0.001	99.999
107	1	0.000	100.000
121	1	0.000	100.000
141	1	0.000	100.000

*** O histograma na banda 07, foi feito o corte nos pixels 0 e 40.

TABELA 20A - HISTOGRAMA EXPANDIDO DA BANDA 07

N.DIG.	FREQ.	%FREQ.	%TOTAL
0	8181	1.718	1.718
13	16025	3.365	5.083
25	32624	6.851	11.934
38	32392	6.802	18.736
49	21958	4.611	23.347
61	37224	7.817	31.164
72	34533	7.252	38.416
83	35683	7.494	45.910
94	28108	5.903	51.813
104	23066	4.844	56.657
114	31273	6.567	63.224
123	17430	3.660	66.884
132	9651	2.027	68.911
141	10871	2.283	71.194
149	10300	2.163	73.357
158	8024	1.685	75.042
165	6825	1.433	76.475
173	5906	1.240	77.715
180	6112	1.284	78.999
187	8022	1.685	80.684
193	7767	1.631	82.315
199	6046	1.270	83.585
205	4821	1.012	84.597
210	7679	1.613	86.210
215	7914	1.662	87.872
220	7025	1.475	89.347
224	3213	0.675	90.022
228	7122	1.496	91.518
232	4495	0.944	92.462
236	2943	0.618	93.080
239	3458	0.726	93.806
241	3516	0.738	94.544
244	4448	0.934	95.478
246	3725	0.782	96.260
247	2327	0.489	96.749
249	5826	1.223	97.972
250	9649	2.026	100.000

ANEXO 5 - TABELAS RESTANTES DAS ANÁLISES MULTIVARIADAS

TABELA 4C - COEFICIENTES PADRONIZADOS DAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, PARA TODOS OS GRUPOS DE ESPÉCIES E TODAS AS BANDAS.

	1	2	3	4	5	6
GPST.B01	0.084	-0.311	0.225	0.380	0.659	-0.621
GPST.B02	-0.151	-0.333	-0.510	0.838	0.381	0.011
GPST.B03	0.164	-0.264	-0.885	-0.785	-0.151	-0.160
GPST.B04	-0.285	1.112	-0.127	-0.110	0.205	0.129
GPST.B05	0.791	-0.050	0.123	0.422	-0.523	-0.556
GPST.B07	0.402	0.246	0.595	-0.016	0.521	0.864

TABELA 4D - COEFICIENTES NAO PADRONIZADOS DAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, PARA TODOS OS GRUPOS DE ESPÉCIES E TODAS AS BANDAS.

	1	2	3	4	5	6
GPST.B01	0.005	-0.021	0.015	-0.026	0.046	-0.043
GPST.B02	-0.012	-0.026	-0.041	0.067	0.030	0.000
GPST.B03	0.017	-0.027	-0.092	-0.082	-0.015	-0.016
GPST.B04	-0.017	0.069	-0.007	-0.006	0.012	0.008
GPST.B05	0.068	-0.004	0.010	0.036	-0.045	-0.048
GPST.B07	0.043	0.026	0.063	-0.001	0.055	0.092
CONSTANT	-3.036	-6.470	2.658	-0.080	-6.825	2.078

TABELA 6C - COEFICIENTES PADRONIZADOS DAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, PARA TODOS OS GRUPOS DE ESPÉCIES, ELIMINADA A BANDA 7 POR COMPONENTES PRINCIPAIS.

	1	2	3	4	5
GPST.B01	0.15398	0.32118	-0.24338	0.21252	-0.94554
GPST.B02	-0.02121	0.33188	0.54802	-0.87445	-0.17324
GPST.B03	0.39389	0.03403	0.66033	0.78014	-0.05054
GPST.B04	-0.59099	-0.98245	0.21318	0.08541	-0.12166
GPST.B05	0.90228	-0.25169	-0.51786	-0.37292	0.20107

TABELA 6D - COEFICIENTES NÃO PADRONIZADOS DAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES, PARA TODOS OS GRUPOS DE ESPÉCIES ELIMINADA A BANDA 7 POR COMPONENTES PRINCIPAIS.

	1	2	3	4	5
GPST.B01	0.01072	0.02237	-0.01695	0.01480	-0.06585
GPST.B02	-0.00171	0.02668	0.04406	-0.07030	-0.01393
GPST.B03	0.04133	0.00357	0.06928	0.08185	-0.00530
GPST.B04	-0.03674	-0.06107	0.01325	0.00531	-0.00756
GPST.B05	0.07816	-0.02180	-0.04486	-0.03231	0.01742
CONSTANT	-1.04875	6.44929	-3.28443	1.34247	6.77410

TABELA 7C - COEFICIENTES PADRONIZADOS DAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES PARA *Pinus taeda*, COM TODAS AS BANDAS.

	1	2	3	4	5	6
TA.B01	0.311	-0.480	0.432	-0.524	0.830	-0.158
TA.B02	-0.252	-0.172	-0.649	-0.496	-0.402	1.061
TA.B03	0.240	-0.128	-0.945	-0.031	0.247	-0.705
TA.B04	-1.362	0.733	-0.032	0.004	0.138	-0.233
TA.B05	1.142	0.114	0.342	0.970	0.370	0.391
TA.B07	0.162	0.850	0.554	-0.481	-0.316	-0.236

TABELA 7D - COEFICIENTES NÃO PADRONIZADOS DAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES PARA *Pinus taeda* COM TODAS AS BANDAS.

	1	2	3	4	5	6
TA.B01	0.028	-0.043	0.038	-0.047	0.074	-0.014
TA.B02	-0.028	-0.019	-0.071	-0.055	-0.044	0.117
TA.B03	0.032	-0.017	-0.129	-0.004	0.033	-0.096
TA.B04	-0.076	0.041	-0.001	0.000	0.007	-0.013
TA.B05	0.110	0.011	0.033	0.094	0.035	0.038
TA.B07	0.021	0.112	0.073	-0.063	-0.042	-0.031
CONSTANT	3.127	-4.852	1.474	5.098	-5.753	-2.251

TABELA 9C - COEFICIENTES PADRONIZADOS DAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES PARA *Pinus taeda*, ELIMINADA A BANDA 7.

	1	2	3	4	5
TA.B01	-0.32639	-0.64299	-0.10431	0.92917	0.32478
TA.B02	0.20533	0.34634	-0.62556	0.06182	-1.16821
TA.B03	-0.29942	0.61886	-0.54364	0.02588	0.76923
TA.B04	1.42197	0.47523	0.21002	0.10506	0.24046
TA.B05	-1.17144	0.00060	1.11890	-0.05891	-0.11602

TABELA 9D - COEFICIENTES NÃO PADRONIZADOS DAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES PARA *Pinus taeda*, ELIMINADA A BANDA 7.

	1	2	3	4	5
TA.B01	-0.02939	-0.05789	-0.00939	0.08366	0.02924
TA.B02	0.02276	0.03839	-0.06934	0.00680	-0.12948
TA.B03	-0.04103	0.08479	-0.07449	0.00355	0.10540
TA.B04	0.08037	0.02686	0.01187	0.00594	0.01359
TA.B05	-0.11368	0.00006	0.10858	-0.00572	-0.01126
CONSTANT	-3.50537	-4.02076	0.55461	-7.97274	1.22676

TABELA 10C - COEFICIENTES PADRONIZADOS DAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES PARA *Pinus elliottii*, COM TODAS AS BANDAS.

	1	2	3	4
EL.B01	0.04724	-0.24940	-0.07448	0.98606
EL.B02	0.08883	-0.02886	-0.45528	-0.14941
EL.B03	0.41498	0.17913	-0.69913	0.23443
EL.B04	-0.70080	0.89140	-0.16772	-0.02062
EL.B05	0.54271	0.10749	0.38489	0.07035
EL.B07	0.35865	0.21949	0.57687	-0.32315

TABELA 10D - COEFICIENTES NÃO PADRONIZADOS DAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES PARA *Pinus elliottii*, COM TODAS AS BANDAS.

	1	2	3	4
EL.B01	0.00265	-0.01400	-0.00418	0.05534
EL.B02	0.00602	-0.00195	-0.03084	-0.01012
EL.B03	0.04955	0.02139	-0.08348	0.02799
EL.B04	-0.04868	0.06192	-0.01165	-0.00143
EL.B05	0.04657	0.00922	0.03302	0.00604
EL.B07	0.04203	0.02572	0.06761	-0.03787
CONSTANT	0.87206	-8.94791	2.88846	-3.83587

TABELA 12C - COEFICIENTES PADRONIZADOS DAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES PARA *Pinus elliottii*, ELIMINADA A BANDA 5.

	1	2	3	4
EL.B01	0.08264	-0.24073	0.06632	-0.98990
EL.B02	0.09084	-0.02007	0.47693	0.16346
EL.B03	0.57506	0.24536	0.56296	-0.24816
EL.B04	-0.55737	0.90374	0.06425	0.00324
EL.B07	0.55082	0.27869	-0.84635	0.26156

TABELA 12D - COEFICIENTES NÃO PADRONIZADOS DAS FUNÇÕES DISCRIMINANTES PARA *Pinus elliottii*, ELIMINADA A BANDA 5.

	1	2	3	4
EL.B01	0.00464	-0.01351	0.00372	-0.05556
EL.B02	0.00615	-0.00136	0.03231	0.01107
EL.B03	0.06867	0.02930	0.06722	-0.02963
EL.B04	-0.03872	0.06278	0.00446	0.00023
EL.B07	0.06455	0.03266	-0.09919	0.03065
CONSTANT	-0.03039	-9.23984	-1.79460	3.99513

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- 1 AHERN, F.J. & SIROIS, J.; Reflectance enhancements for the thematic mapper: An efficient way to Produce Images of Consistently high quality. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Vol.55, N^o.1, January 1989, pp. 61-67.
- 2 BERNSTEIN, R. Image Geometry and Rectification - **Manual of Remote Sensing**, second edition, vol II, chapter 21, 1983.
- 3 BILLINGSLEY, F.C.; Data Processing and Reprocessing. **Manual of Remote Sensing**, 2th edition, vol I, pag. 756-762, 1986.
- 4 CHEN, H.S.; **Space Remote Sensing System An Introduction**. Academic Press, Inc. 1985.
- 5 CLEVERS, J.G.P.W. ; Application of Remote Sensing to Agricultural Field Trials. **Agricultural University Wageningen Papers**.86-4(1986).
- 6 CRÓSTA, A.P.; **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas, SP :IG/UNICAMP, 1992. 170p.
- 7 DAVIS, J.C. **Statistics and Data Analysis in Geology**. John Willey. New York, 1973. 550p.
- 8 ESTES, J.E.; HAJIC, E.J. & TINNEY, L.R. Fundamentals of Image Analysis: Analysis of Visible and Thermal Infrared Data - **Manual of Remote Sensing**, cap. 24, 2th edition, 1983.
- 9 FREDEN, S. C & GORDON JR, F. Landsat Satellites. **Manual of Remote Sensing**. Chapter 12, 2th edition, 1983.
- 10 HARALICK, R. M. & FU, KING-SU Pattern Recognition and Classification, **Manual of Remote Sensing**, 2th edition, vol I pag. 793, 1983.
- 11 HELLER, R. C. & ULLIMAN, J. J.; Forest Resource Assessments, **Manual of Remote Sensing**, 2th edition, vol II, pag. 2229. 1983.
- 12 IDEALS, Image Data Elements Analysis Library System, 8.8v. **Intergraph Corporation**. 1986.
- 13 JOHNSON, R.A. & WICHERN, D.W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 2^a edição, 1990, Prantice Hall Internacional, Inc. 607pp.
- 14 KIRCHNER, F.F., MITISHITA, E.A. & PREOSCK, R.E. Processamento Digital de Imagens Orbitais como Ferramenta no Monitoramento de Áreas Degradadas. **II Encontro Paranaense de Reabilitação de Áreas Mineradas**. 11 e 12 de Agosto de 1988 - São Mateus do Sul - PR.
- 15 KLECKA, W.R.; Discriminant Analysis, **Statistical Package for de Social Sciencies**, 2^a Edição - SPSS, Mcgraw-Hill, 1975.

- 16 LEE, D.C.L., SHIMABUKURO, Y.E. & HERNANDEZ FILHO, P. Análise de Componentes Principais para o Monitoramento de Áreas Reflorestadas. **VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Brasil. 24-26 de Julho de 1990. Vol I.
- 17 MACHADO, S.A. & FIGUEIREDO FILHO, A. **Avaliação das Florestas Plantadas no Estado do Paraná**. Paraná Florestal - Set/Out/84.
- 18 MARDIA, K. V., **Multivariate analysis**. London. Academic Press, 1979. 521p.
- 19 MEDEIROS, J.S. Desenvolvimento Metodológico para a Detecção de Alterações da Cobertura Vegetal Através da Análise Digital de Dados MSS Landsat. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, Tese de Mestrado, São José dos Campos, 1986.
- 20 MITISHITA, E.A., KIRCHNER, F.F., ANDRADE, J.B., DESTRO, J.N. & PREOSK, R.E. Transformação de Entidades Naturais e Artificiais para o Sistema Gráfico, obtidas a partir de Imagens Digitais de Satélite. **Anais do IV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Natal - RN. 1988.
- 21 MORRISON, D.F., **Multivariate Statistical Methods**. 2th edition. McGraw Book Company, 1976. 415pp.
- 22 NOVO, E.M.L. de Moraes. Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/MCT**. São José dos Campos, 1988.
- 23 PAYNE, P.D. **Aerial Photography and Image Interpretation for Resource Management**. John Wiley & Sons, Inc 1981.
- 24 PRATT, W.K. **Digital Image Processing**. John Wiley & Sons, New York, 1978, 750pp.
- 25 RICHARDS, A.J. **Remote Sensing Digital Image Analysis - An Introduction**, Springer-Verlag, 1986, 281pp.
- 26 SCHOWENGERDT, R.A. **Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing**. Academic Press, Inc. 1983.
- 27 SHIMABUKURO, Y.E.; HERNANDEZ FILHO, P.; SANTOS, J.R. Curso de Treinamento: Aplicações de Sensoriamento Remoto com ênfase em Imagens Landsat, no Levantamento de Recursos Naturais. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. 1980.
- 28 SIMONETT, D.S. Quantitative Data Extraction and Analysis of Remote Sensing Image. **Remote Sensing: Techniques for Environmental Analysis**, 1974.
- 29 STEFFEN, C.A. & SOUZA, R.C.M., Sistema Landsat - Curso de Treinamento em Sensoriamento Remoto. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. 1980.
- 30 SWAIN, P.H. & DAVIS, S.H. **Remote Sensing: The Quantitative Approach**. McGraw - Hill International Book Company, 1978.