**CONSTRUÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE UMA BASE NACIONAL
DE DADOS EDAFOCLIMÁTICOS E SUA RELAÇÃO COM DADOS
SÓCIO-ECONÔMICOS**

LÚCIA MARIA SILVEIRA MENDES

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Doutor em Agronomia, Área de
Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Fevereiro - 2004

CONSTRUÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE UMA BASE NACIONAL
DE DADOS EDAFOCLIMÁTICOS E SUA RELAÇÃO COM DADOS
SÓCIO-ECONÔMICOS

LÚCIA MARIA SILVEIRA MENDES

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **GERD SPAROVEK**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Doutor em Agronomia, Área de
Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo – Brasil
Fevereiro - 2005

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Mendes, Lúcia Maria Silveira

Construção e interpretação de uma base nacional de dados edafoclimáticos e sua relação com dados sócio-econômicos / Lúcia Maria Silveira Mendes. - - Piracicaba, 2005.

226 p. : il.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.
Bibliografia.

1. Análise multivariada 2. Base de dados sócio-econômicos 3. Clima 4. Geoprocessamento 5. Município (Característica) 6. Proteção ambiental 7. Sistema de Informação Geográfica 8. Solo 9. Uso da terra I. Título

CDD 631.44

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

“Se quisermos apreender a essência de um complexo de noções abstratas, devemos por um lado investigar as relações mútuas entre os conceitos e as afirmações feitas a seu respeito e, por outro, investigar como eles se relacionam com as experiências”.

Albert Einstein

Dedico,

*Ao meu marido Paulo e
aos meus filhos Marina e Paulo Neto pelo nosso amor.*

*Aos meus pais, Raimundo
(in memoriam) e Nilza, por tudo que fizeram em benefício dos filhos.*

Aos meus irmãos Antônio, Graça, Socorro, Valter e Fátima.

*Aos meus sobrinhos
Ravi, Indira, Gunnar, Leonardo, Camila, Cleiber, Caroline,
Ingrid, Luana, Pedro Lucas e Raoni.*

*A Antônia Gonçalves
Carvalho (Toinha), sua ajuda foi imprescindível.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço

À Deus pelo dom da vida.

A Universidade Estadual do Ceará, especialmente ao Prof. Francisco de Assis Araripe e a Profa. Socorro Osterne que permitiram a realização desse projeto de pesquisa e a conseqüente qualificação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gerd Sparovek, do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ / USP, pelas significativas contribuições.

Ao Curso de Pós-Graduação “Solos e Nutrição de Plantas”, em nome dos Coordenadores Prof. Dr. Álvaro Pires da Silva, Prof. Dr. Luis Reynaldo Ferraciú Alleoni e Prof. Dr. Pablo Vidal Torrado.

Ao Prof. Dr. Miguel Cooper que teve uma grande contribuição na realização desse trabalho, coordenando o Banco de Dados de Solos.

Ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias, pela amizade e consultoria em Estatística.

Esse trabalho também foi possível graças ao auxílio direto, do Engo. Agro. Beto, pelas muitas dúvidas esclarecidas e ao estudante de graduação Wellinton Luiz, responsável pela digitação do Banco de Dados de Solos.

Ao Luciano Roberto Tapia e ao Marcelo Corrêa Alves, ambos da seção Técnica de Informática do CIAGRI/ESALQ, pela programação no Microsoft-Visual Basic® das chaves de decisões que resultaram nos índices de solos e por auxiliar-me no uso do SAS, respectivamente.

Ao meu marido, Paulo, pelo apoio, estímulo, sugestões, e, acima de tudo, paciência e companheirismo.

Aos meus filhos Marina e Paulo Neto, pelo tempo, compulsoriamente compartilhado com minhas atividades e pela paciência.

À Francisca P. da Silveira Costa, pela amizade.

Aos “moradores” da casinha do Prof. Gerd, Amália, Diléia, Fabio, Guilherme, Jôse, Mariana, Marilene, Renata e Shumi pelo carinho sempre recebido de todos.

Aos momentos de pura arte com Cristina, Regina, Pâmela, D. Lúcia, Elaine e Ariane, que me renovavam para cada semana seguinte.

À minha amiga Wilda que se responsabilizou em me substituir nas questões pertinentes a UECE e que, mesmo à distancia, sempre esteve presente na desafiante caminhada de busca pelo desenvolvimento intelectual.

À minha amiga Nilva, pela atenção e carinho à minha família enquanto estive ausente.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xvi
RESUMO	xx
SUMMARY	xxii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Banco de dados	4
2.2 O uso de sistemas de informações geográficas em estudos integrados do meio- físico natural e sócio-econômico	7
2.3 A abordagem integrada de solos, clima e o sócio-econômico em relação a agricultura no Brasil	11
2.3 O solo, o clima e o desenvolvimento sócio-econômico	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Área de estudo	21
3.2 As fontes dos dados e o universo pesquisado	23
3.2.1 Documentos	23
3.2.2 Arquivos shapefile	25
3.2.3 Banco de dados	25
3.2.4 Software	25
3.3 Metodologia	25
3.3.1 Base de dados de solos	28
3.3.2 Base de dados de clima	36

3.3.3 Base de dados sócio-econômicos	43
3.3.4 Relação entre os dados edafoclimáticos e sócio-econômicos	48
3.3.4.1 Procedimentos estatísticos utilizados na análise de dados	49
3.3.4.1.1 Análise estatística descritiva	50
3.3.4.1.2 Análise estatística multivariada	51
3.3.4.1.2.1 Análise do componente principal	52
3.3.4.1.2.2 Análise de agrupamento	52
3.3.4.1.2.3 Análise fatorial	54
3.3.4.1.2.4 Análise de correlação canônica	56
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
4.1 Análise dos dados	58
4.1.1 Banco de dados de índices de solo	58
4.1.2 Banco de dados de índices de Clima	63
4.1.2 Banco de dados de sócio-econômicos	71
4.1.3 Análise dos dados resultantes da malha municipal de 1997 relacionados aos dados sócio-econômicos	77
5 CONCLUSÕES	203
ANEXOS	204
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	212

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Mapa do Brasil, municípios por região (malha municipal de 1997 do IBGE, com 5907 municípios)	21
2 Fluxograma seqüencial da estrutura de obtenção, processamento e produto final dos dados a serem analisados dentro do sistema de informações geográficas (TNTMips) e do aplicativo MicrosoftAccess	26
3 Etapas do processo de construção do Banco de Dados de Solos	32
4 Mapa da distribuição dos perfis de Solo utilizados no estudo	33
5 Localização das 837 estações climáticas no Brasil, que forneceram os dados para a determinação dos índices de clima	41
6 Etapas do processo de construção do Banco de Dados de Clima	42
7 Mapas da distribuição dos índices de solos no Brasil, (a) Condições de Enraizamento do Solo, (b) Drenagem do Solo, (c) Fertilidade do Solo, (d) Potencial para Mecanização do Solo, (e) Risco de Erosão do Solo	62
8 Estatística descritiva das variáveis índices de clima utilizados para a predição espacial	66
9 Gráfico de caixa das variáveis índice de temperatura e radiação para culturas anuais (ITRa), índice de temperatura e radiação para culturas perenes (ITRp), índice de temperatura e precipitação para culturas anuais (ITWa) e índice de temperatura e precipitação para culturas perenes (ITRp)	67

10 Resultados do semivariograma determinado pelo modelo esférico e da interpolação dos dados de índice de temperatura e radiação para culturas anuais (ITRa): a) gráficos do semivariograma teórico com estimador robusto e regular determinado pelo modelo esférico; c) tabela com os parâmetros ajustados ao semivariograma esférico e d) mapa de superfície gerada pelo método da krigagem ordinária	68
11 Resultados do semivariograma determinado pelo modelo esférico e da interpolação dos dados de índice de temperatura e radiação para culturas perene (ITRp): a) gráficos do semivariograma teórico com estimador robusto e regular determinado pelo modelo esférico; c) tabela com os parâmetros ajustados ao semivariograma esférico e d) mapa de superfície gerada pelo método da krigagem ordinária	69
12 Resultados do semivariograma determinado pelo modelo esférico e da interpolação dos dados de índice de temperatura e precipitação para culturas anuais (ITWa): a) gráficos do semivariograma teórico com estimador robusto e regular determinado pelo modelo esférico; c) tabela com os parâmetros ajustados ao semivariograma esférico e d) mapa de superfície gerada pelo método da krigagem ordinária	70
13 Resultados do semivariograma determinado pelo modelo esférico e da interpolação dos dados de índice de temperatura e precipitação para culturas perene (ITWp): a) gráficos do semivariograma teórico com estimador robusto e regular determinado pelo modelo esférico; c) tabela com os parâmetros ajustados ao semivariograma esférico e d) mapa de superfície gerada pelo método da krigagem ordinária	71
14 Mapas com a distribuição das variáveis sócio-econômicas índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM), densidade populacional (DESPOP) e número de estabelecimentos com agricultura familiar e patronal (VPPFAMHA e VPPATHA)	77

15 Coeficiente de correlação da variável índice potencial para mecanização do solo (PM) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	82
16 Coeficiente de correlação da variável índice de drenagem do solo (DS) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	82
17 Coeficiente de correlação da variável índice risco de erosão do solo (RE) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	82
18 Coeficiente de correlação da variável índice condições de enraizamento do solo (CE) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	82
19 Coeficiente de correlação da variável índice fertilidade do solo (FS) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	83
20 Coeficiente de correlação da variável índice de temperatura e radiação para cultura anual (ITRa) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	83
21 Coeficiente de correlação da variável índice de temperatura e radiação para cultura perene (ITRp) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	83
22 Coeficiente de correlação da variável índice de temperatura e precipitação para cultura anual (ITWa) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	83
23 Coeficiente de correlação da variável índice de temperatura e precipitação para cultura perene (ITWp) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	84
24 Coeficiente de correlação da variável índice de Gini (GINIREN) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	84
25 Coeficiente de correlação da variável índice de desenvolvimento humano município (IDHM) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	84

26	Coeficiente de correlação da variável índice de acesso (ACESSO) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	84
27	Coeficiente de correlação da variável percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola (PESSOCP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	85
28	Coeficiente de correlação da variável densidade populacional do município (DESPOPM) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	85
29	Coeficiente de correlação da variável percentagem da área com estabelecimento da agricultura familiar (AGRFAMP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	85
30	Coeficiente de correlação da variável valor da produção no estabelecimento da agricultura familiar em R\$ por hectare (VPFAMHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	85
31	Coeficiente de correlação da variável renda monetária no estabelecimento da agricultura familiar em R\$ por hectare (RMFAMHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	86
32	Coeficiente de correlação da variável renda líquida no estabelecimento da agricultura familiar em R\$ por hectare (RLFAMHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	86
33	Coeficiente de correlação da variável percentagem de área com estabelecimento da agricultura patronal (AGRPATP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	86
34	Coeficiente de correlação da variável valor da produção no estabelecimento da agricultura patronal em R\$ por hectare (VPPATHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	86
35	Coeficiente de correlação da variável renda monetária no estabelecimento da agricultura patronal em R\$ por hectare (RMPATHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	87

36	Coeficiente de correlação da variável renda líquida no estabelecimento da agricultura patronal em R\$ por hectare (RLPATHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	87
37	Coeficiente de correlação da variável produtividade no estabelecimento agrícola em R\$ por hectare (PRODHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	87
38	Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com lavoura permanente (LAVPERMP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	87
39	Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com lavoura temporária (LAVTEMP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	88
40	Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com matas e florestas naturais (MATFLRNP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	88
41	Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com mata que é plantada (MATPLANP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	88
42	Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com pastagem natural que é plantada (PASTPLNP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	88
43	Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com pastagem natural (PASTNATP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	89
44	Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com lavoura temporária em descanso (LAVTEMPD) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	89
45	Coeficiente de correlação da variável percentagem de área com terra inaproveitável (TERRINAPP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	89

46	Coeficiente de correlação da variável percentagem de área com terra produtiva não utilizada (TERRPRNUP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	89
47	Coeficiente de correlação da variável percentagem de área irrigada no estabelecimento agrícola (IRRIGP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	90
48	Coeficiente de correlação da variável número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare (TRATORHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	90
49	Coeficiente de correlação da variável número de animal de pasto no estabelecimento agrícola por hectare (AMPTHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	90
50	Coeficiente de correlação da variável número de aves no estabelecimento agrícola por hectare (AVESHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	90
51	Coeficiente de correlação da variável número de suínos por hectares (SUINOHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$	91
52	Dendrograma – similaridade entre municípios e a separação dos grupos, a partir de uma classificação hierárquica dos municípios da Região Sul, usando o método de Ward's e a métrica da distância euclidiana	95
53	Três grupos homogêneos de municípios da Região Sul malha municipal de 1997 (IBGE)	98
54	Seleção do número de fatores pelo método do scree plot, para cada grupo de municípios da Região Sul	106
55	Dendrograma – similaridade entre municípios e a separação dos grupos, a partir de uma classificação hierárquica dos municípios da Região Norte, usando o método de Ward's e a métrica da distância euclidiana	117
56	Três grupos homogêneos de municípios da Região Norte na malha municipal de 1997 (IBGE)	120

57 Seleção do número de fatores pelo método do scree plot, para cada grupo de municípios da Região Norte	127
58 Dendrograma – similaridade entre municípios e a separação dos grupos, a partir de uma classificação hierárquica dos municípios da Região Nordeste, usando o método de Ward's e a métrica da distância euclidiana	138
59 Três grupos homogêneos de municípios da Região Nordeste na malha municipal de 1997 (IBGE)	141
60 Seleção de fatores pelo método do scree plot, para cada grupo de municípios da Região Nordeste	149
61 Dendrograma – similaridade entre municípios e a separação dos grupos, a partir de uma classificação hierárquica dos municípios da Região Sudeste, usando o método de Ward's e a métrica da distância euclidiana	161
62 Quatro grupos homogêneos de municípios da Região Sudeste do Brasil na malha municipal de 1997 (IBGE)	164
63 Seleção do número de fatores pelo método do scree plot, para cada grupo de municípios da Região Sudeste	172
64 Dendrograma – similaridade entre municípios e a separação dos grupos, a partir de uma classificação hierárquica dos municípios da Região Centro-Oeste, usando o método de Ward's e a métrica da distância euclidiana	182
65 Três grupos homogêneos de municípios da região Centro-Oeste na malha municipal de 1997 (IBGE)	185
66 Seleção do número de fatores pelo método do scree plot, para cada grupo de municípios da Região Centro-Oeste	193

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Lista das variáveis, com sua descrição e método de determinação, usadas no banco de dados de perfis de solo	34
2 Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Brasil de 1970 a 1986	35
3 Características do solo usadas para gerar o índice do risco de erosão do solo	35
4 Características do solo usadas para gerar o índice condições de enraizamento	36
5 Características do solo usadas para gerar o índice potencial para mecanização do Solo	36
6 Características do solo usadas para gerar o índice de drenagem do solo	36
7 Características do solo usadas para gerar o índice de fertilidade do solo	36
8 Lista das variáveis sócio-econômicas usadas na pesquisa e suas características	45
9 Dados de Solos - Estatística básica média ($\bar{x}$), mediana (md), mínimo (min), máximo (max), desvio padrão (σ), coeficiente de variação (cv), assimetria (ass), curtose (curt) e teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (K-S)	59
10 Dados Sócio-econômicos - estatística descritiva média ($\bar{x}$), mediana (md.), valores mínimos (min.), máximos (max.), assimetria (ass.), curtose e o teste de normalidade de Kolmogorov-Sminov (K-S, $P < 0.01$)	76

11	Estatística descritiva ($\bar{x}$), mediana (md.), variância (σ^2), desvio padrão (σ), valores mínimos (min.) e máximos (max.), para as variáveis índices de solo e índices de clima resultantes da malha municipal de 1997, relacionadas as variáveis sócio-econômicas	81
12	Estatística descritiva – média ($\bar{x}$) e desvio padrão (σ) - para os agrupamentos de municípios da Região Sul	96
13	Teste do nível de significância entre os grupos para cada variável, dentre os grupos de municípios da Região Sul	97
14	Número de fatores retidos, na análise de fatores pelo método do componente principal e a variabilidade (autovalor) explicada para cada componente, dentro de cada grupo de municípios da Região Sul	107
15	Rotação <i>Varimax</i> – communalidades, cargas fatoriais e percentagem de explicação dos fatores para a solução com 6, e 4 fatores, para os três grupos de municípios da Região Sul	108
16	Correlações canônicas e coeficientes canônicos entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para três grupos de municípios da Região Sul	113
17	Coeficientes da matriz estrutural entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas para os três grupos de municípios da Região Sul	114
18	Estatística descritiva - média ($\bar{x}$) e desvio padrão (σ) - para os agrupamentos de municípios da Região Norte	118
19	Teste do nível de significância entre os grupos para cada variável, dentre os grupos de municípios da Região Norte	119
20	Número de fatores retidos pelo método do componente principal e a variabilidade (autovalor) explicada para cada componente, dentro de cada grupo de municípios da Região Norte	128

21	Rotação <i>Varimax</i> - communalidades, cargas fatoriais e porcentagem de explicação dos fatores para a solução com 4 fatores, para os três grupos de municípios da Região Norte	129
22	Correlações canônicas e coeficientes canônicos entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para três grupos de municípios da Região Norte	134
23	Coeficientes da matriz estrutural entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para três grupos de municípios da Região Norte	135
24	Estatística descritiva - média ($\bar{x}$) e desvio padrão (σ) - para os agrupamentos de municípios da Região Nordeste	139
25	Teste do nível de significância entre os grupos para cada variável, dentre os grupos de municípios da Região Nordeste	140
26	Número de fatores retidos pelo método do componente principal e a variabilidade (autovalor) explicada para cada componente extraído, para os três grupos de municípios da Região Nordeste	150
27	Rotação <i>Varimax</i> - communalidades, cargas fatoriais e porcentagem de explicação dos fatores para a solução com 6 e 4 fatores, para os três grupos de municípios da Região Nordeste	151
28	Correlações canônicas e coeficientes canônicos entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para três grupos de municípios da Região Nordeste	156
29	Coeficientes da matriz estrutural entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para três grupos de municípios da Região Nordeste	157
30	Estatística descritiva - média ($\bar{x}$) e desvio padrão (σ) - para os agrupamentos de municípios da Região Sudeste	162
31	Teste do nível de significância entre os grupos para cada variável, dentre os grupos de municípios da Região Sudeste	163

32	Número de fatores retidos pelo método do componente principal e a variabilidade (autovalor) explicada para cada componente, dentro de cada grupo de municípios da Região Sudeste	173
33	Rotação varimax - comunalidades, cargas fatoriais e percentagem de explicação dos fatores para a solução com 6, e 4 fatores, para os quatro grupos de municípios da Região Sudeste	174
34	Correlações canônicas e pares canônicos entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para quatro grupos de municípios da Região Sudeste	178
35	Coeficientes da matriz estrutural entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para quatro grupos de municípios da Região Sudeste	179
36	Estatística descritiva - média ($\bar{x}$) e desvio padrão (σ) - para os agrupamentos de municípios da Região Centro-Oeste	183
37	Teste do nível de significância entre os grupos para cada variável, dentre os grupos de municípios da Região Centro-Oeste	184
38	Número de fatores retidos pelo método do componente principal e a variabilidade (autovalor) explicada para cada componente extraído dos três grupos de municípios da Região Centro-Oeste	194
39	Rotação <i>Varimax</i> - comunalidades, cargas fatoriais e percentagem de explicação dos fatores para a solução com 5, 4 e 6 fatores para os três grupos de municípios da Região Centro-Oeste	195
40	Correlações canônicas e coeficientes canônicos entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para os três grupos de municípios da Região Centro-Oeste	199
41	Coeficientes da matriz estrutural entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para os três grupos de municípios da Região Centro-Oeste	200

CONSTRUÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE UMA BASE NACIONAL DE DADOS EDAFOTERMICIS E SUA RELAÇÃO COM DADOS SÓCIO-ECONÔMICOS

Autor: LUCIA MARIA SILVEIRA MENDES

Orientador: PROF. DR. GERD SPAROVEK

RESUMO

O Brasil é um país de grande extensão territorial, dividido pelo IBGE em cinco regiões. Sua ocupação espacial desordenada vem, desde o início da colonização até os dias atuais, apresentando graves problemas ambientais que se agravaram devido ao rápido aumento da extensão de terras ocupadas sem um planejamento correto. A crescente pressão para a preservação dos recursos naturais tem demandado por estudos e planejamentos integrados. O presente trabalho busca caracterizar os municípios brasileiros a partir de índices de solos, índices de clima e dados sócio-econômicos. Para isso, foi construído um banco de dados de solos a partir da digitalização de um conjunto de atributos de solos do Projeto RADAM Brasil e Levantamentos Nacionais de Solos. Esses atributos foram profundidade do solo, drenagem, argila, matéria orgânica, CTC, m% e V% transformados em índices que variaram de 1 a 10, conforme o grau de importância em relação às características usadas. Um banco de dados de índices de clima, obtida a partir dos dados de 837 estações climáticas do Brasil, com os dados de temperatura, precipitação e radiação mensais para geração do Índice de Temperatura e Radiação (ITR) e do Índice de Temperatura e Precipitação (ITW). Esses índices, que variaram de 0 a 10, foram determinados para culturas anuais e perenes. Foi também utilizada uma base de dados sócio-econômicos obtidos do Censo Agropecuário de

1995/1996 do IBGE, além de outros levantamentos censitários. As bases de dados de solos e clima foram transportadas para a malha municipal brasileira de 1997 (IBGE) por operações de geoprocessamento, resultando em uma base georreferenciada edafoclimática que, relacionada aos dados sócio-econômicos, permitiu estudar a complexidade dos municípios brasileiros. A utilização dos métodos estatísticos multivariados, permitiu identificar relações entre o desenvolvimento sócio-econômico do município e seus recursos edafoclimáticos (interações entre solos e climas), nas cinco regiões brasileiras. Os resultados obtidos neste trabalho evidenciaram que o banco de dados dos índices de solo e clima, acoplado a um Sistema de Informações Geográficas, constitui-se numa ferramenta adequada para uso na elaboração de diagnóstico em um planejamento de aptidão ao uso da terra. Os resultados obtidos através do estudo utilizando geoprocessamento resultaram em uma base de dados geográficos de solos e clima que, relacionados aos dados sócio-econômicos, possibilitaram uma visão global das características dos municípios por região do Brasil, podendo, assim, auxiliar a implementação de políticas de desenvolvimento mais coerentes para o setor primário. Dentre as técnicas de análise multivariada, a análise de agrupamento permitiu reduzir-se o número de municípios por similaridade e por região, enquanto a análise fatorial influenciou, em maior ou menor grau, na caracterização dos municípios. A análise de correlação canônica permitiu observar que os conjuntos de variáveis considerados são dependentes. Entretanto, as técnicas de análise fatorial e correlação canônica aplicadas aos dados não permitiram muitas generalizações. Provavelmente estes métodos não correspondem à maneira pela qual as condições naturais se relacionam com o desenvolvimento. As razões de cada grupo, o significado de cada fator e correlação, no entanto, só podem ser determinados em outra escala de trabalho, considerando as especificidades e a história local.

CONSTRUCTION AND INTERPRETATION OF A NATIONAL BASE OF EDAFOCLIMATICS AND ITS RELATIONSHIP WITH SOCIOECONOMIC DATA

Author: LUCIA MARIA SILVEIRA MENDES
Adviser: PROF. DR. GERD SPAROVEK

SUMMARY

Brazil is a large territorial country, divided by into five regions (from IBGE data) that show a disordered spatial occupation, an increasing problem existing since the early days of its colonization. The pressure for preservation of the natural resources demands profound studies and integrated planning related to specific data, environmental factors and social-economical aspects. Correct decisions need the support of studies and planning based on trustful information. The aim of this study was to characterize the Brazilian territory from soil, climate and social-economical data and indexes. A digital database was built from a digitalization of soil attributes, collected from samples analyzed in laboratory and field observations, available from years 1970 to 1986. These attributes were converted to scores varying from 1 to 10, depending on the characteristic importance. The climate indexes (ITR and ITW) were obtained from a digital climate database according to converted scores varying from 0 to 10, determined to both annual and perennial crops. A social-economical database was also used and integrated by geoprocessing tools and procedures. The soil and climate databases were transported to the municipal polygons using geoprocessing. This procedure allowed the study of the counties complexities based on a set of soil, climate and social-economical variables. The multivariate statistics methods applied permitted the identification of municipalities social-economical aspects and environmental resources relationships. The

results showed that soil and climate database stands for a suitable tool in the diagnostic and planning of soil use. The results also showed a national sight of regional characteristics, an important help for establishment of most development policy actions. Among multivariate statistics methods, cluster analysis decreased counties number by similarity and by region. Factor analysis influenced in municipalities characterization and canonical correlation analysis showed that variable sets were dependent. Nevertheless, canonical correlation and factor analysis did not permit generalizations, mainly when they are not related to development. It is necessary to use another work scale that considers local history and specificities.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de grande extensão territorial, sendo considerado um verdadeiro país-continente. Sua área territorial o coloca entre os maiores países em extensão territorial, com uma área total de 8.547.403 km².

É também um país de contrastes. Dividido pelo IBGE em cinco regiões e com uma ocupação espacial desordenada desde o início da colonização e que se estende aos dias atuais, apresenta graves problemas ambientais, problemas esses que se agravaram devido ao rápido aumento da extensão de terras ocupadas sem um planejamento correto. Por conseguinte, a crescente pressão para a preservação dos recursos naturais tem demandado por estudos e planejamentos integrados, envolvendo dados vinculados aos recursos naturais (solos, clima, relevo), a fatores ambientais (cobertura vegetal, biodiversidade, resiliência) e aos aspectos sócio-econômicos (qualidade de vida, desenvolvimento, renda).

O desenvolvimento de projetos de qualquer natureza necessita de dados e informações que possam sustentar suas propostas e auxiliar na tomada de decisões. Bancos de dados georreferenciados constituem fontes de informações capazes de relacionar os objetos e associá-los aos elementos da superfície terrestre e, quando conectados a uma explicação teórica, permitem a formulação de conhecimentos que levam a interpretação dos fenômenos para uma melhor aproximação da realidade.

Sistemas informatizados com dados de solos geralmente necessitam do apoio de banco de dados complexos, abrangentes e completos contendo variáveis quantitativas e qualitativas que permitam avaliar as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. A pouca disponibilidade de dados edáficos organizados e consistidos é apontado como o principal problema de utilização de conceitos modernos de avaliação de terras

em regiões em desenvolvimento. No caso do Brasil esta afirmação também pode ser considerada válida, pois não há disponível um banco de dados digital e georreferenciado de abrangência nacional sobre os solos do Brasil.

Acredita-se que caracterizar os municípios brasileiros a partir de dados alfanuméricos de solos, clima e sócio-econômicos e relacioná-los a alguns dos aspectos agrícolas torna-se uma opção complexa, mas importante para indicar conhecimentos que possam ser úteis ao planejamento de aptidão agrícola. A aplicação de análise multivariada, nesses casos, permite sintetizar essa complexidade, tornando-os mais facilmente compreensíveis.

As hipóteses levantadas para este trabalho foram: os dados numéricos disponíveis de solos, clima e sócio-econômicos, de épocas diferentes, tratados por estatística multivariada, garantem confiabilidade nas informações necessárias para caracterização agropecuária dos municípios brasileiros; as condições edafoclimáticas são parte integrante dos fatores que condicionam o desenvolvimento sócio-econômico da região. Caso estas hipóteses sejam comprovadas, a análise espacial pode contribuir para melhorar a capacidade nacional de modelar e simular cenários de política pública.

Para a comprovação dessas hipóteses, o presente trabalho teve como objetivo geral o estudo da complexidade dos municípios brasileiros, a partir de um conjunto de variáveis (de solos, de clima e sócio-econômicos), procurando, através do uso de métodos estatísticos multivariados, identificar relações entre o desenvolvimento sócio-econômico municipal e seus recursos edafoclimáticos (interações entre solos e climas), nas cinco regiões brasileiras. Como objetivos específicos teve-se o estabelecimento de uma base de dados georreferenciados de perfis de solos do Brasil, a partir de dados disponíveis de levantamento de solo de reclassificação como RADAM Brasil (1973-1986), complementado por levantamentos regionais como os dos estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo; o tratamento das informações disponíveis sobre os dados analíticos dos perfis de solo matematicamente, gerando índices indicadores; o uso dos dados FAOCLIM (FAO, 1995) de 837 estações climáticas do Brasil através de suas variáveis climáticas (temperatura, precipitação e radiação), que foram transformados em índices que variam de 0 a 10; a consolidação de um banco de dados municipal com

indicadores do desenvolvimento agropecuário e social (Censo Agropecuário 1995/1996), produção agropecuária municipal (PAM), dados de população dos municípios (Censo Demográfico do IBGE de 2002) e o índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) (IBGE/IPEA, 2000) e o Índice de ACESSO (Steeg, 2003); a geração de informação que sirva como subsídio para o delineamento de políticas em atividades ambientais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Banco de dados

A organização de dados sobre as propriedades da terra é um processo iniciado nas antigas civilizações e permanece hoje com a modernidade dos dados espaciais que são digitalizados, organizados e armazenados na forma de banco de dados.

Um banco de dados, muitas vezes chamado de base de dados, é um conjunto de arquivos estruturados de forma a facilitar o acesso a conjuntos de informações que descrevem determinadas entidades do mundo. O processo de extração de conhecimento em bases de dados é realizado por etapas, iniciando-se com a seleção dos dados, o processamento dos dados, a transformação dos dados, a exploração dos dados e finalmente a avaliação. A construção de uma base de dados sobre recursos naturais e sociais tem uma complexidade, que requer o controle e a atualização constante de informações. Essas informações, em geral, são obtidas mediante o manuseio e análise de um grande volume de dados, que, no caso do Brasil, freqüentemente se encontram dispersos em várias fontes e formatos. A eficiência dessa base de dados será potencializada quando os dados forem integrados, atualizados, disponibilizados e de fácil interpretação.

Estudos que usam informações sobre clima, relevo, recursos hídricos, solos, vegetação, e outros, enfrentam várias dificuldades relacionadas à qualidade e a disponibilidade dessas informações as quais estão em escalas distintas, foram geradas em épocas diferentes e por meio de métodos variados. Muito destes dados não estão sob a forma cartográfica e sim numérica e sua espacialização implica numa série de dificuldades técnicas e operacionais (Egenhofer & Frank, 1990).

O uso da tecnologia para identificar características sobre os recursos naturais de cada região é um desafio, uma vez que a estruturação de dados está relacionada à

origem das informações ambientais, que pode encontrar-se em diversas escalas e formatos (numérico, cartográficos, textos e etc.). Para solucionar este problema deve-se procurar colocá-los no mesmo padrão cartográfico de mesma escala, por exemplo, os dados numéricos, tais como resultados de uma análise de solos ou dados climáticos. Estes dados devem ser georreferenciados em latitude e longitude, em coordenadas planas X e Y, ou em outra projeção cartográfica compatível com a escala adotada (Sano et al., 1998).

Para Vieira & Tagliani (2001), dependendo da disponibilidade das informações, é possível o planejamento de qualquer tipo de uso dos recursos naturais e de administração de áreas urbanas e rurais, considerando as exigências e restrições inerentes a cada caso e apresentando o resultado em qualquer escala.

As experiências sobre uso da agricultura ao longo dos anos estão normalmente conectadas com um grande volume de dados publicados em muitos documentos diferentes. O armazenamento centralizado das informações em uma forma de bancos de dados é um caminho apropriado para fazer com que os dados estejam mais acessíveis para um grande número de usuários (Franko et al., 2002).

Base de dados é uma coleção de tabelas, cada uma organizada como um conjunto de registros ligados por um conjunto definido de relações entre essas tabelas. Uma base de dados permite, pois, a criação de conjuntos complexos de relações para um melhor acompanhamento e controle dos dados. Assim, base de dados é uma coleção de dados fundamental a um sistema, empresa ou empreendimento (Lima, 1999).

O baixo custo na armazenagem de dados pode viabilizar a construção de enormes bases de dados, permitindo a disponibilidade de informações que funcionarão como um instrumento estratégico de apoio às tomadas de decisão, podendo ajudar a melhorar procedimentos, detectar tendências e até prevenir ou reagir a um evento que ainda está por vir. A organização de um Banco de Dados para aplicação em SIG é uma das tarefas mais árduas, porém, depois de realizada, possibilita o planejamento de diferentes formas de uso e ocupação do território de forma rápida e precisa, tornando-se um instrumento poderoso de auxílio no processo de tomada de decisão pelos gestores públicos (Hasenack, 1995).

O processo de descoberta de informação em bases de dados segue as seguintes etapas: desenvolvimento do *data warehouse*; seleção/amostragem de dados; pré-processamento e limpeza de dados; transformação/redução de dados; *data mining*; criação de modelos e definição de padrões; avaliação da usabilidade dos padrões definidos; visualização de dados, e extração de “conhecimento” (Fayyad, 1998).

As descobertas de informações usando dados armazenados em bases de dados podem ter problemas importantes no processo uma vez que o tamanho da base pode ser muito grande e, com isso, técnicas e algoritmos de busca de dados que se mostram adequados para conjuntos de dados pequenos podem não o ser quando o volume de dados cresce em orden de grandeza, tanto para o número de atributos envolvidos, quanto para o número de itens tratados (Hinneburg & Keim, 1999).

O Banco de Dados Geográficos é o depósito dos dados do sistema de informações geográficas, sendo o responsável pelo armazenamento e recuperação de dados geográficos (Câmara, 1993).

Em muitos domínios de aplicação, os dados são coletados e referenciados por sua localização geo-espacial. O estudo dos dados espaciais, ou a descoberta de padrões interessantes em tais bases de dados, é importante no desenvolvimento de sistemas de bases de dados (Keim et al., 2004).

Em algumas situações onde os dados apresentam naturalmente uma distribuição espacial, existem ainda técnicas de visualização espacial desses dados (Keim et al., 2000). O processo de visualização de dados auxilia também na certificação e identificação de agrupamentos (*clusters*) de objetos no conjunto de dados em análise (Ribarsky, et al., 1999).

Segundo Medeiros & Pires (1998) os bancos de dados geográficos distinguem-se dos bancos de dados convencionais por armazenarem dados relacionados com a localização das entidades, além dos dados alfanuméricos.

A inclusão de variáveis econômicas nos modelos de previsão do comportamento dos solos (Diepen et al., 1991), usando modelos quantitativos que apresentam diversas opções, ao invés de soluções binárias (sim/não) como ferramenta de suporte à tomada de decisão (Boltma, 1997) e indicadores de sustentabilidade em

ambientes informatizados (Hurni, 2000) integrados através de dados alfanuméricos em banco de dados (Basso et al., 2000), vem sendo apontado como a tendência futura da avaliação de terras.

2.2 O uso de sistemas de informações geográficas em estudos integrados do meio-físico natural e sócio-econômico

Temas atuais de pesquisa como segurança alimentar (Dyson, 1999), o impacto da produção agrícola nos recursos naturais (Matson et al., 1997), os efeitos da pressão do crescimento populacional no ambiente (Daily et al., 1998) e a perda de biodiversidade decorrente de ações antrópicas (o que inclui a expansão das fronteiras agrícolas em áreas florestais (Sala et al., 2000)) constituem-se tópicos multidisciplinares. Essa multidisciplinariedade obriga a integração e análise conjunta de dados vinculados aos recursos naturais (solos, clima, relevo) e planos ambientais (cobertura vegetal, biodiversidade e resiliência) com variáveis relacionadas a aspectos sócio-econômicos (qualidade de vida, renda, desenvolvimento), utilizando-se como base os indicadores quantitativos. Entretanto, para estudos em diferentes campos do conhecimento, se faz necessário considerar a posição dos objetos, observações ou eventos para uma adequada representação e compreensão de muitos fenômenos (Brett, 2003).

A partir da década de 80 muitas ferramentas e métodos de geoprocessamento foram desenvolvidas quando iniciados os estudos de impacto ambiental para subsidiar a gestão ambiental no Brasil, através dos esforços do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e da Imagem, para o desenvolvimento do SPRING e do SGI/VGA e do Instituto de Geografia/UFRJ e para o desenvolvimento do SAGA (Carvalho Junior et al., 2003)

Atualmente, com as transformações sociais e de produção, a informação é um item fundamental (Simão, 1999). Logo, para se implantar novos empreendimentos, além da manutenção de projetos em desenvolvimento, torna-se de grande valia a obtenção de dados e informações a respeito dos recursos naturais e das condições sócio-econômicas, permitindo, assim, uma seleção de áreas com maior potencialidade de uso para uma determinada região (Martorano et al., 1999).

Segundo Rosa et. al. (2002), o banco de dados espaciais inclui registros da localização e extensão de um objeto representado por um ponto, linha ou área, e é manipulado através de um Sistema de Informação Geográfico (SIG). Os SIGs são sistemas adequados ao tratamento de grandes volumes de dados espaciais provenientes das mais diversas origens, podendo ser facilmente atualizados e acessados para as mais diversas finalidades (Basso et al., 2000).

Os múltiplos critérios relacionados à consolidação do uso da terra não são prontamente resolvidos com técnicas de otimização convencional (Yaldir & Rehman, 2002). Eles exigem procedimentos que levem a soluções lógicas possíveis de representar compromissos aceitáveis no meio das demandas contraditórias dos vários sistemas. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) comercialmente disponíveis oferecem uma tecnologia apropriada para inventário de dados, manipulação rotineira e visualização, mas lhes faltam as capacidades analíticas avançadas necessárias (Yaldir & Rehman, 2002).

Nos últimos 20 anos, o software para computadores tornou-se uma forma integral e trivial para operacionalizar e gerenciar tarefas agrícolas e de recursos naturais (Thomson & Schmoldt, 2001). As provas disso são os avanços na tecnologia SIG como uma ferramenta bastante adequada para o tratamento de questões integradas, possibilitando a análise, a gerência e o controle de grandes volumes de dados com rapidez e confiabilidade. O mundo real, que inclui as entidades da realidade a serem modeladas no SIG, pode ser representado por diversos tipos de dados tais como dados temáticos, dados cadastrais, dados de redes, dados de modelos numéricos e dados do tipo imagens (Gomes & Velho, 1995; Simão, 1999; Dejan & Djordjevi-Kajan, 2003). Os SIGs proporcionam uma solução natural para resolver grande parte dos problemas, na medida em que permite uma interação com a informação de maneira intuitiva e real, sendo capaz de extrair os dados a partir de banco de dados, agregando informações específicas, quando for conveniente, e mantendo uma visão global da realidade analisada, por conta das suas características de integração e manipulação de grandes quantidades de dados espaciais e alfanuméricos (Mainguenaud, 1994; Christofolletti, 1999; Malczewski, 2004).

Os recursos oferecidos pelos SIGs, pela Cartografia Digital, pela Estatística Multivariada e pelos Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) têm proporcionado elevado nível de precisão, eficiência e rapidez na manipulação de grande volume de dados para fins de análise espacial e de representação gráfica de Informações espaciais (Castro, 2000).

Um SIG pode ser compreendido como um sistema de informação designado para trabalhar com dados georreferenciados, com coordenadas espaciais ou geográficas (Wang & Zhang, 2002). Sua grande importância para estudos ambientais refere-se à possibilidade de acessar, transformar e manipular os dados de forma interativa, antecipando os possíveis resultados de decisões de planejamento antes mesmo de serem cometidos erros irreversíveis na paisagem (Burrough, 1986; Dale et al., 1988).

Os Sistemas de Informação Geográfica constituem uma ferramenta ideal para isolar, descrever relações espaciais e elaborar modelos estatisticamente testáveis (Walker, 1990; Haslett, 1990)

A utilização do SIG possibilita a geração de dados georreferenciados, promovendo ajustes e cruzamentos simultâneos de grande número de informações. Vem sendo usado na agricultura, exploração de petróleo, controle de recursos naturais e sócio-econômicos e no levantamento do uso da terra, além de ser uma ferramenta de apoio na decisão de espaço, na taxa de impacto ambiental local e regional, no planejamento e implementação de políticas públicas (Christofolletti, 1999; Münier, et. al., 2004).

Um significativo conjunto de fenômenos espaciais encontrados em aplicações de solos, climas e socioeconomia, requer que os Sistemas de Informação Geográfica tenham capacidade de representar adequadamente processos espaço-temporais, uma vez que estes fenômenos encontram-se em constante transformação (Câmara & Medeiros, 1998). Apesar da eficiência dos SIGs, surgem algumas dificuldades de ordem técnico-operacionais, relativas à estrutura de software, quando se pretende integrar dados do quadro sócio-econômico. Segundo Gerardi & Silva (1981), estas dificuldades são decorrentes da natureza diversa desses dados e sua relação com as formas de representação, raster ou vetorial, que dominam a absoluta maioria dos SIGs. Gerardi et

al. (1991) procuraram ressaltar, também, as diferenças entre os dados do quadro físico-natural e sócio-econômico. Propõem, ainda, soluções referentes às dificuldades e deficiências do manuseio de dados sócio-econômicos, através de cartogramas e SIG, na tentativa de superar as dificuldades apontadas.

Os dados do quadro sócio-econômico (população, renda per capita, entre outros) são armazenados em Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), como resultantes de levantamentos sistemáticos, desenvolvidos em intervalos regulares de tempo, dispostos na forma de tabelas e especializados na forma de cartogramas coropléticos e isopléticos. A integração desses dados possibilita avaliações e diagnósticos da evolução dos fenômenos no espaço e no tempo (Castro, 2000).

A utilização dos SIGs nas pesquisas geográficas tem mostrado a eficiência destes sistemas como poderosos instrumentos de análise e síntese de informações espaciais que envolvem manipulação e integração de grande volume de dados que se modificam e que devem ser atualizados em velocidade cada vez maior (Gerardi et al., 1991).

A grande maioria dos projetos que utilizam o geoprocessamento envolvendo questões ambientais utiliza técnicas de integração de dados básicos de várias fontes e formatos, tais como o uso de imagens de satélite, mapas pedológicos, geológicos, de geomorfologia, de vegetação e de clima, com a geração de produtos intermediários como cartas de vulnerabilidade à erosão e a integração dos dados do meio físico biótico a dados sócio-econômicos (Mapedza et al., 2003).

Os operadores zonais em geoprocessamento são importantes no relacionamento entre dados do meio físico e dados sócio-econômicos porque as distâncias entre os locais e os eventos sempre são fatores relevantes para a determinação das suas interações, de maneira que as ocorrências não são independentes (Christofolletti, 1999). Enquanto os dados do meio físico são usualmente expressos sob a forma de mapas temáticos e modelos numéricos de terreno, os dados sócio-econômicos estão normalmente agrupados em setores censitários e organizados segundo um mapa cadastral, com atributos num banco de dados relacional. Deste modo, a espacialização destes setores censitários corresponde a polígonos no mapa os quais delimitam regiões em que se pode

computar operações zonais sobre mapas básicos ou derivados do meio físico (Barbosa, 1996).

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos naturais e sócio-econômicos, até recentemente, era feita apenas em documentos e mapas em papel. Tal fato impedia uma análise que combinasse diversos mapas e dados (Morehouse, 1992). Com o avanço das ciências ambientais e da tecnologia do sensoriamento remoto, mais e mais relações entre os componentes do meio ambiente vêm sendo descobertas. Por conseguinte, muitas variáveis são observadas, gerando uma infinidade de dados que precisam ser armazenados, tratados e analisados visando um melhor entendimento dos fenômenos e busca de novas relações entre eles (Moreira, 1994). Com o desenvolvimento na segunda metade deste século da tecnologia de Informática, tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o aparecimento do geoprocessamento (Morehouse, 1992). Tal técnica engloba todos os sistemas computacionais capazes de processar dados georreferenciados tais como os sistemas de cartografia automatizada (CAC), sistemas de processamento de imagens, sistemas de gerenciamento de redes de infra-estrutura, sistemas de apoio a projeto (CAD) e, principalmente, os SIGs (Ramirez, 1994).

Até a pouco tempo, a principal fonte de informações sobre solos na América Latina estava disponibilizada no Soil Map of the World (FAO, 1976). Numa escala 1:5 milhões, este mapa foi compilado usando-se dados de pesquisa coletados antes de 1970. Desde este tempo, muitos países da região realizaram novas pesquisas. Este novo material tem sido usado na compilação de base de dados de solos na escala 1:5 milhões para a América Latina e Caribe, utilizando-se da metodologia SOTER (Oldeman & Engelen, 1993; Engelen & Wen, 1995).

2.3 A abordagem integrada de solos, clima e o sócio-econômico em relação a agricultura no Brasil

Este tópico tem como meta abordar as características do ambiente natural e sócio-econômico da agricultura no Brasil.

O Brasil, um país de extensão continental, apresenta condições ecológicas muito variadas, desde o ambiente equatorial, tropical, ao temperado do planalto meridional, com nevasca em alguns pontos elevados no sul (Monteiro Filho & Sor, 1996).

A ocupação das terras do Brasil foi baseada no modelo do recorte da costa em 12 capitanias, doadas às famílias de nobres com plenos poderes sobre o território e como não dispunham de recursos para explorar suas terras, mas tinham grandes extensões, eram então, doadas aos colonos que se estabeleciam para explorar comercialmente a cultura do açúcar, cujo mercado encontrava-se em grande expansão na Europa (Prado Júnior, 1995).

As formas de exploração do solo para uso agrícola são a agricultura, a pecuária e a silvicultura (Souza, 1997). As terras no Brasil apresentam grande diversidade com relação à agricultura, pastagens, reflorestamentos, vegetação natural, urbanização, mineração etc. Cada uma delas apresenta características e dinâmicas específicas. Para fins de planificação, de monitoramento, de ordenamento e de zoneamento territorial, é necessário identificar, qualificar, quantificar, analisar, avaliar e caracterizar as diversas variáveis relacionadas ao uso das terras (Azevedo et al., 2001).

No intenso processo de urbanização e ocupação das terras no Brasil, acredita-se que muitas terras agricultáveis foram usadas indevidamente por falta de dados que possibilitassem uma política de desenvolvimento regional. O Brasil tem uma extensão territorial que inclui uma grande quantidade de solos em extensão, variedade e qualidade que permite um amplo aproveitamento nos diversos tipos de culturas. Pode-se afirmar que os solos brasileiros têm um grande potencial que precisa ser aproveitado de uma maneira sustentável, visando o aproveitamento dos recursos naturais (EMBRAPA, 1997). Segundo Souza (1997), a potencialidade agrícola dos solos exprime o nível de resposta que deles poderão advir quando foram submetidos a diferentes tipos de utilização.

As áreas para atividades agrícolas, florestas comerciais, recreação, preservação e outras atividades devem ser selecionadas em função de suas vocações e adequação aos respectivos usos. Para apresentar vocação, a área deve apresentar um conjunto de

facilidades naturais para produzir alimentos e outros produtos agrícolas relacionados principalmente ao clima, solo, água, pessoas, distância ao mercado consumidor e extensão territorial (FNP, 1996).

Apesar das proporções continentais do território brasileiro, sua diversidade geográfica e suas disparidades sócio-econômicas, a análise do processo de desenvolvimento do país não é feita de forma integrada e sistêmica. Pouco se conseguiu realizar em termos de avaliações integradas que combinem fatores econômicos, ecológicos, demográficos e climáticos. O conhecimento adequado dos sistemas ambientais possibilita compreender suas reações perante os impactos causados pelos projetos sócio-econômicos e também avaliar os benefícios e os malefícios a curto, médio e a longo prazo (Christofolletti, 1999).

A agricultura possui importância determinante, uma vez que é meio de vida para milhões de famílias das zonas rurais no País, além de possuir papel central como setor estratégico no sistema sócio-econômico. A agricultura constitui o principal setor da economia em países nos estágios iniciais de desenvolvimento, concentrando a maior parte da população e do produto gerado. No processo de desenvolvimento econômico, a tendência natural é a agricultura perder importância relativa na economia. Nos países desenvolvidos, a maior parcela da população retira seu sustento de atividades essencialmente não agrícolas (Fiore, 2001).

A agricultura é a principal força geradora do desenvolvimento da grande maioria dos municípios brasileiros, proporcionando, também, o desenvolvimento dos setores comercial, industrial e de serviços, ou seja, mais empregos, mais impostos arrecadados e desenvolvimento social e econômico. A atividade rural emprega 15,3 milhões de pessoas ou 21% do total de pessoas ocupadas no País, segundo dados de 2001. Hoje, é o segmento que mais emprega no Brasil. O desempenho da agricultura, isoladamente, pode ser avaliado pelas safras de grãos, especialmente de soja, milho, arroz, feijão e trigo, com volumes da ordem de 80 milhões de toneladas/ano (CNA, 2004).

A agricultura historicamente tem sido uma atividade familiar, tendo a agricultura patronal surgido com a necessidade de redução dos custos e de ganhos. Isto

induziu a um processo de modernização que resultou na sua forte presença em muitas atividades. Entretanto, a agricultura familiar continua a ter um papel fundamental, com grande capacidade de gerar empregos e distribuir renda, enquanto a agricultura patronal emprega uma pessoa a cada 60 hectares e a familiar necessita de apenas 9 hectares (EMBRAPA, 2005).

Segundo Ribeiro (1997), quem vive de agricultura no Brasil depende da generosidade da natureza tropical, que prevê, com fartura, frutas, cocos e tubérculos durante uma parte do ano e, na outra, condena a população à penúria.

As informações sobre as potencialidades das terras são necessárias para que se possa avaliar adequadamente as suas possibilidades de uso. Avaliação da terra é definida pela Food and Agriculture Organization (FAO, 1976) como o processo de estimativa de seu comportamento quando usada com objetivos específicos. Nas duas últimas décadas a FAO tem desenvolvido sistemas para computador com procedimentos lógicos, para inventário, avaliação e planejamento de uso da terra, dentro do projeto Zona Agroecológica, para o uso especialmente nos países em desenvolvimento (Rosa et al., 2002).

A avaliação de terras é uma prática bem antiga. A agricultura primitiva já classificava suas terras em boas ou más, apropriadas ou não para um determinado fim, através do comportamento do solo-planta-clima, quando, posteriormente, a viabilidade de sua ocupação agrícola se restringia à interpretação de mapas de solos. Exemplo recente deste tipo de ação no Brasil é o Projeto RADAM-Brasil¹, de 1970. Os mapas produzidos desta forma apresentam indicações gerais sobre a qualidade do meio físico e podem ser considerados como válidos durante longo tempo. Para Diepen et al. (1991), mapas de solo são a base principal para avaliação de terra, uma vez que fatores ambientais como clima e outros, variam em larga escala.

Como exemplo de metodologia de avaliação de terra tem-se o Sistema de Classificação da Capacidade de Uso (Klingebiel & Montgomery, 1961), que,

¹ O Projeto RADAM (Radar na Amazônia) foi criado em 1970 com intuito de promover a ocupação da região e sua integração à economia nacional. O governo brasileiro decidiu proceder ao reconhecimento da Amazônia e parte ocidental do nordeste brasileiro, compreendendo uma área de 1.500.000 Km², localizada a faixa de influência da rodovia Transamazônica, utilizando um método até aquela época considerado não convencional, o imageamento por radar de visada lateral (Side-Looking Radar – SLAR). Com o sucesso obtido nesta etapa, a área foi aumentada para toda a Amazônia Legal, até atingir em 1975, quase a totalidade do território nacional, quando passou a se denominar projeto RADAMBRASIL.

posteriormente, foi implantado no Brasil (Marques et al., 1949). Foi um sistema pioneiro desenvolvido há cinquenta anos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (USDA) e seu objetivo era agrupar os solos segundo sua capacidade de uso, visando sempre seu melhor aproveitamento.

Segundo Assad et al. (1998), para se fazer uma avaliação de terra é necessário, inicialmente, elaborar uma caracterização física da área ou da região em estudo, envolvendo aspectos de solos, de clima, de vegetação e de recursos hídricos. Em seguida, faz-se a avaliação sócio-econômica da área ou região considerada através dos seguintes aspectos: custo de produtos, insumos, pessoas, infra-estrutura disponível, oscilação de preços de mercado etc.

O Boletim da FAO (FAO, 1976) “A Framework for Land Evaluation” descreve procedimentos gerais e terminologia para a definição da “Aptidão Agrícola das Terras”. O Boletim sugere a multidisciplinaridade nas avaliações, a consideração de sistemas de produção específicos e o processo de “matching”, técnica pela qual as informações de origens distintas podem ser comparadas entre si. Além destes princípios e terminologias, é sugerida a combinação da análise de viabilidade técnica (agronômica), a qual está baseada principalmente no meio físico, em conjunto com uma análise de viabilidade econômica. Em extenso trabalho de revisão histórica, Diepen et al. (1991) descrevem a evolução da avaliação de terras e o importante papel da proposta da FAO. O mais conhecido desenvolvimento deste método no Brasil é o trabalho de Ramalho Filho et al. (1978), que desenvolveram procedimentos para aplicar os princípios deste sistema em escalas compatíveis com os levantamentos do projeto RADAM-Brasil.

O Brasil, com suas terras estendendo-se do Hemisfério Norte ($\approx 5^{\circ} N$) ao Hemisfério Sul ($\approx 35^{\circ} S$), possui desde os climas equatoriais úmidos aos semi-áridos; os temperados, com quatro estações bem definidas; dos climas continentais aos marítimos, e dos montanhosos suaves às depressões contrastantes (Vianello & Alves, 2000).

Nos estudos de viabilidade natural para implantação e desenvolvimento da atividade agropecuária, o clima é o fator primordial, uma vez que se constitui num dos fatores determinantes da produtividade agrícola (Doorembos & Kassan, 1979). As limitações e possibilidades decorrentes dos solos e de outros fatores naturais, embora

igualmente importantes, dependem das possibilidades e limitações climáticas. Por isso, torna-se necessário o conhecimento das condições climáticas predominantes. O conhecimento da precipitação pluvial e a evapotranspiração potencial são considerados aspectos importantes, pois pelo confronto destes dois parâmetros é possível se determinar a disponibilidade hídrica climática ou a precipitação efetiva (Silva, 1995).

A determinação das melhores datas para o plantio das culturas anuais depende da oferta pluviométrica e da frequência e intensidade dos períodos secos durante a estação chuvosa. A otimização das datas de plantio pode ser realizada a partir da simulação dos termos de um balanço hídrico, cujos resultados, uma vez georreferenciados, são espacializados por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) (Assad & Sano, 1998).

A extensão em que a cultura pode expressar o seu potencial genético é determinada por sua interação com o regime de radiação solar, temperatura do ar, pressão de vapor d'água na atmosfera, velocidade do vento e características físico-hídricas do solo (Rosenberg et al., 1983).

Radiação solar, temperatura e precipitação pluvial afetam o crescimento das plantas, de maneira que a quantificação desses fenômenos pode ser utilizada no ajuste de modelos de simulação de desenvolvimento e crescimento de culturas (Pandolfo, 1995).

As condições climatológicas, especialmente a evapotranspiração e a intensidade das chuvas são determinantes para a sustentabilidade do uso da terra (Vieira, 1988; Lepsch, 2002; Luo et al., 2003). O clima tradicionalmente tem sido incluído nos procedimentos de avaliação da terra para o uso agrícola, bem como o solo, relevo e hidrologia (Lepsch, 1991). Como indicador de qualidade da terra, o “clima” é definido como sendo o déficit de água, parte do balanço hídrico. A comparação dos resultados com fontes externas de informações sobre o meio físico, clima e condições regionais, além de dados censitários, posiciona o universo levantado num contexto maior da agricultura nacional.

Nos estudos de viabilidade natural para implementação e desenvolvimento da atividade agropecuária, o clima é o fator primordial, uma vez que se constitui num dos fatores determinantes da produtividade agrícola e sua variabilidade pode ser prejudicial a

produtividade agrícola, afetando portanto, a segurança alimentar (Seguin, 2003; Doorembos & Kassan, 1979). As limitações e possibilidades decorrentes dos solos e de outros fatores naturais, embora igualmente importantes, dependem das possibilidades e limitações climáticas e do tipo de manejo (Lobell, et. al., 2002). Por isso, torna-se necessário o conhecimento das condições climáticas predominantes. O conhecimento da precipitação pluvial e a evapotranspiração potencial são considerados aspectos importantes, pois, pelo confronto destes dois parâmetros, é possível se determinar a disponibilidade hídrica climática ou a precipitação efetiva (Silva, 1995).

O papel do clima na determinação da distribuição geográfica das espécies no globo tem sido reconhecido desde pelo menos o início do século XVII. Estudos recentes indicam que as mudanças no clima global poderão resultar em mudanças significativas na distribuição dos ecossistemas (Pedro Júnior, 1994; FBDS, 2002; Luo et al., 2003). As diferenças nesta distribuição resultam, primariamente, das diferenças na temperatura e precipitação médias causadas pela circulação global da atmosfera. Portanto, uma ameaça séria à integridade dos ecossistemas é o aquecimento global, o que, certamente, levará a profundas alterações da atual composição da biodiversidade, com efeito sobre os produtos e serviços que a natureza oferece gratuitamente à humanidade (FBDS, 2002).

As alterações climáticas naturais sobrepõem-se àquelas forças de transformações provocadas pela história do desenvolvimento socio-econômico da humanidade e que alteraram profundamente a distribuição e composição dos ecossistemas. Hoje, estas alterações estão refletidas na crescente fragmentação da paisagem (Fischer et al., 2003). Ampliamos a pressão sobre os ecossistemas naturais devido a mudanças no uso da terra, a demanda por produtos naturais e aumento populacional, com um significativo reflexo sobre a perda da biodiversidade. As mudanças climáticas globais constituem uma nova forma de pressão sobre os ecossistemas que podem ampliar a extinção de espécies e a perda de produtos e serviços ambientais.

O balanço hídrico climatológico, desenvolvido por Thornthwaite & Mather (1955), é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Através da contabilização do suprimento natural de água ao solo pela chuva (P)

e da demanda atmosférica pela evapotranspiração potencial (ETP), com um nível máximo de armazenamento ou capacidade de água disponível (CAD) apropriado ao estudo em questão, o balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM), podendo ser elaborado desde uma escala diária até uma mensal (Camargo, 1971; Pereira et al., 1975).

O balanço hídrico climatológico é uma ferramenta agrometeorológica útil e prática para caracterizar o fator umidade, dentro do clima, sendo sua utilização indispensável na caracterização climática (Vianello & Alves, 1991; Pedro Júnior et al., 1994), como também na definição da aptidão agrícola da região estudada (Ortolani et al., 1970; Camargo et al., 1974).

No Brasil, as fontes de dados sócio-econômicos (a nível agrícola) disponíveis estão sempre desatualizadas e incompletas, constituindo-se o censo agropecuário do IBGE de 1995/1996 numa alternativa por se constituir numa base de dados que abrange todos os municípios brasileiros.

As fontes de dados sócio-econômicas são sempre questionáveis em qualquer país do mundo e estão usualmente carentes de informações adequadas, principalmente na área rural. Os próprios governantes não conseguem manter dados precisos de suas competências. Esta premissa também é verdadeira para os países em desenvolvimento que normalmente, nos levantamentos de informações e indicadores sócio-econômicos, apresentam mais erros e omissões do que as mudanças que intencionam medir (Carson, 1993). Segundo Bueno (2001), a falta de um cadastro rural e uso da terra no Brasil leva a uma perda de informações sobre a ocupação e o uso do território brasileiro através dos tempos, sugerindo o uso do geoprocessamento como uma ferramenta eficiente para a solução desse problema e facilitando, sobremaneira, o planejamento por base municipal para um país que possui um território vasto e com realidades tão diversas.

No planejamento, as informações disponíveis e confiáveis sobre tipos de culturas instaladas, áreas plantadas e distribuição espacial são fundamentais na tomada de decisões no âmbito de uma determinada região (Sano et al., 1998).

Indicadores sócio-econômicos tais como valor de produção, renda monetária e índices sociais (por exemplo o IDH) podem fornecer um diagnóstico analítico e descritivo das regiões, das características dos municípios e das populações, revelando-se uma etapa fundamental para aportar conhecimentos que possam ser úteis ao planejamento e avaliação de ações que visem minimizar ou erradicar situações de pobreza (Schneider & Waquil, 2000).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é composto pela conjugação de três fatores assumidos como fundamentais para o estabelecimento de condições de vida adequadas: educação, saúde e renda. A soma dos índices referentes a estes fatores compõe o IDH geral, que serve como parâmetro comparativo, nacional e internacional de distintas localidades.

Hoje, aproximadamente 4,7 bilhões de pessoas vivem em países que apresentam índice de Desenvolvimento Humano (IDH) variando de baixo a médio e apenas um bilhão de pessoas vivem em países que apresentam IDH alto². Muitos países dependem diretamente do setor agrícola e 54% da população mundial³ vive em áreas rurais. Nos países de baixa renda, 31% do produto é gerado na agricultura, que é responsável por 72% do emprego (Fiore, 2001).

2.3 O solo, o clima e o desenvolvimento sócio-econômico

A muitos milhões de anos esforços são desenvolvidos para dominar a natureza, buscando-se melhorar as condições de conforto e qualidade de vida (Yeganiantz & Macêdo, 2002).

Masters & McMillan (2001), com base em dados de climas de 1960, defenderam a teoria de que o clima influenciava no crescimento econômico de países de clima tropical.

O Brasil apresenta regiões que têm uma distribuição de propriedades agrícolas com extrema desigualdade, fato que perdura desde as épocas coloniais. Ao longo do tempo, a distribuição ficou ainda pior devido a políticas regionais que, principalmente,

² SCHULTZ, T. W. The economics on being poor. Nobel Lecture Stockholm, Sweden: Nobel Foundation, Dez. 1979.

³ Fonte: Food and Agricultura Organization of the United Nations (FAO). Dados referentes ao ano de 1995

sustentaram grandes proprietários de terras, os latifundiários, com acesso fácil, direitos de propriedade, instalação pública, investimentos e subsídios (Deininger, 1998; Guanzirolli, 1999).

Drummond (2002), questionando a ideia de que “Natureza rica, povo pobre?” cita Prebisch e Hirschman, que ressaltam que regiões e atividades intensivas em recursos naturais tem sérias desvantagens desenvolvimentistas quando comparadas a regiões e atividades transformadoras de recursos naturais ou intensivas em tecnologia e informação.

Segundo ainda Drummond (2002), existe fundamento de sobra para argumentar que a abundância de recursos naturais numa região ou num país se associa fortemente ao desenvolvimento ou, pelo menos, a um nível de prosperidade e dinamismo relativamente menor do que ocorre em regiões industriais e de serviço. Também sustenta que a agricultura e a pecuária, mesmo dependente direta dos recursos naturais, pouco contribuem para o desenvolvimento sócio-econômico. Para Diamond (2003), o conceito de que meio ambiente geográfico e a biogeografia influenciaram o desenvolvimento social é antiga e não aceita pelos historiadores, que o consideram errado ou simplista, como também que toda essa questão de se tentar compreender as diferenças do mundo é evitada por ser muito difícil. Segundo Schneider & Waquil, (2001), pode-se encontrar áreas em que a maior aptidão dos solos para a prática das atividades agropecuárias não patrocinou as melhorias esperadas nas condições sócio-econômicas apresentadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O Brasil ao nível de municípios por regiões, definidas segundo classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esta divisão recorta o Brasil em cinco regiões, conforme o mapa abaixo (Figura 1).

Figura 1 - Mapa do Brasil, municípios por região (malha municipal de 1997 do IBGE, com 5907 municípios)

A Região SUDESTE apresenta uma área total de 927.286 km², tem uma população em 2000 de 72.297.351 habitantes e, portanto, uma densidade demográfica em 2000, 77,96 hab/km². As cidades da região com mais de 400.000 habitantes em 2000 são São Paulo-SP (10.405.867), Rio de Janeiro-RJ (5.851.914), Belo Horizonte-MG (2.232.747), Guarulhos-SP (1.071.268), Campinas-SP (968.172), Nova Iguaçu-RJ (915.366), São Gonçalo-RJ (889.828), Duque de Caxias-RJ (770.865), São Bernardo do Campo-SP (701.289), Osasco-SP (650.993) Santo André-SP (648.443), São José dos Campos-SP (538.909), Contagem-MG (537.806), Ribeirão Preto-SP (505.053), Uberlândia-MG (500.488), Sorocaba-SP (494.649), Niterói-RJ (458.465) e Juiz de Fora-MG (456.432).

A região NORDESTE, com uma área total de 1.561.177 km², conta com uma população de 47.693.253 habitantes, resultando numa densidade demográfica 30,54 hab/km² em 2000. As cidades da região com mais de 200.000 de habitantes em 2000 são Salvador-BA (2.440.828), Fortaleza-CE (2.138.234), Recife-PE (1.421.993), São Luís-MA (868.047), Maceió-AL (796.842), Teresina-PI (714.583), Natal-RN (709.536), João Pessoa-PB (595.429), Jaboatão dos Guararapes-PE (580.795), Feira de Santana-BA (481.137) Aracaju-SE (461.083), Olinda-PE (368.666) e Campina Grande-PB (354.546).

A região NORTE, com uma área total de 3.869.637 km², conta com uma população em 2000 de 12.833.383 habitantes e uma conseqüente densidade demográfica, em 2000, de 3,31hab/km². Suas cidades com mais de 200000 de habitantes são Manaus-AM (1.403.796), Belém-PA (1.279.861), Ananindeua-PA (392.947), Porto Velho-RO (314.525), Macapá-AP (282.745), Santarém-PA (262.721), Rio Branco-AC (252.885), Boa Vista-RR (200.383) e Palmas-TO (137.045).

A região SUL, com uma área total de 577.214 km², conta com uma população em 2000 de 25.789.083 habitantes e uma densidade demográfica em 2000 de 43,46 hab/km². As cidades com mais de 200000 são Curitiba-PR (1.586.848), Porto Alegre-RS (1.360.033), Londrina-PR (446.822) Joinville-SC (429.004), Caxias do Sul-RS (360.223), Florianópolis (341.781), Pelotas-RS (323.034), Canoas-RS (305.711), Maringá-PR (288.465), Ponta Grossa-PR (273.469), Blumenau-SC (261.505), Foz do Iguaçu-PR (258.389), Cascavel-PR (245.066) e Santa Maria-RS (243.396).

A região CENTRO-OESTE, com uma área total de 1.612.077,2 km², conta com uma população em 2000 de 11.616.742 habitantes e uma densidade demográfica em 2000 de 7,20 hab/km². As cidades com mais de 200000 habitantes são Brasília-DF (2.043.169), Goiânia-GO (1.090.737), Campo Grande-MS (662.534), Cuiabá-MT (483.044), Aparecida de Goiânia-GO (335.849) e Anápolis-GO (287.666).

3.2 As fontes dos dados e o universo pesquisado

As bases de dados sobre as quais se apóia a metodologia do presente trabalho são: para solos - Projeto RADAM Brasil e Levantamentos Nacionais de Solos; para clima - dados de estações climatológicas (FAOCLIM) na escala 1 : 1.000.000; para produzir informações sócio-econômicas foram usados o Censo Agropecuário de 1995/96 do IBGE, a Produção da Agricultura Municipal - PAM de 2002, a População de 2002, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de 2000 e o Índice de ACESSO (Steeg, 2003)

3.2.1 Documentos

- Projeto RADAM Brasil, 33 livros;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado de Minas Gerais;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná, volume I e II;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Maranhão e Piauí, volume I e II;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Pólo Trombetas, no Estado do Pará;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Pólo Carajás, no Estado do Pará;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Município Urucurano Estado do Amazonas;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Maranhão;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Piauí;

- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Município Barreirinha, Estado do Amazonas;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Pólo Roraima, no Estado de Roraima;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Município Tefé, no Estado do Amazonas AM;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Espírito Santo;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado da Bahia;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Município Carneiro no Estado do Amazonas;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Pólo Pré-Amazonia-Maranhense, do Estado do Maranhão;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Município de Ariquemes, do Estado de Rondônia;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Espírito Santo;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos a esquerda do Rio São Francisco, Estado da Bahia;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos a direita do Rio São Francisco, Estado da Bahia;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos de São Paulo;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos dos Estados do Espírito Santo e Minas Gerais;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado de Pernambuco;
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Mato Grosso, e
- Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba.

3.2.2 Arquivos shapefile

- Dados vetoriais referentes ao “mapa de solos do Brasil” na escala 1 : 5.000.000 (EMBRAPA, 1981);
- Dados vetoriais referentes à malha municipal brasileira de 1997. A Malha Municipal Digital do Brasil é um produto cartográfico do IBGE, elaborado pelo Departamento de Cartografia, que retrata a situação vigente da Divisão Político-Administrativa do País, através da representação vetorial das linhas definidoras das divisas estaduais e municipais (IBGE, 1997).

3.2.3 Banco de dados

- IDHM de 2000 (IBGE/IPEA);
- Censo Agropecuário 1995/1996;
- Produção Agropecuária Municipal PAM do IBGE;
- Censo Populacional de 2000 do IBGE;
- Estações Climáticas da FAOCLIM, e
- Índice de ACESSO (Steeg. 2003).

3.2.4 Software

Vários softwares foram utilizados para fins de entrada de dados alfanuméricos, vetoriais e transformação raster entre eles Microsoft-Excel, Microsoft-Access e SIG / TNTMIPS (MicroImages, 2001). Para fins de análise estatística foram utilizados os sistemas computacionais SAS, STATISTIC, SPSS e, para confecção de gráficos, o SIGMAPLOT. Para fins de associações com banco de dados foram utilizados SIG / TNTMIPS, Microsoft-Excel, Microsoft-Access e MapInfo. Ressaltamos que as bases de dados da pesquisa apresentavam arquivos compatíveis para a comunicação entre os referidos softwares.

3.3 Metodologia

A metodologia foi baseada no emprego do Sistema de Informação Geográfica (TNTMips) e banco de dados relacionais, visando à caracterização dos municípios do

Brasil, com ênfase na utilização de bases de dados de solos, clima e sócio-econômicos, conforme fluxograma apresentado na Figura 2.

Ao estudar a qualidade edafoclimática integrada ao sócio-econômico, uma questão metodológica que se apresenta é a escolha da unidade e das variáveis de análise. Para análise da potencialidade agrícola, assumiu-se que as unidades de análise seriam os índices de solo e de clima. As variáveis estudadas foram: risco de erosão (RE), condições de enraizamento (CE), potencial para mecanização (PM), drenagem do solo (DS), fertilidade do solo (FS), o índice temperatura e radiação e o índice de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes.

Figura 2 - Fluxograma sequencial da estrutura de obtenção, processamento e produto final dos dados a serem analisados dentro do sistema de informações geográficas (TNTMips) e do aplicativo Microsoft-Access

Para o desenvolvimento sócio-econômico, assumiu-se que as unidades de análise seriam os dados sociais e dados econômicos relacionados à agricultura. As variáveis estudadas foram: índice de distribuição de renda Gini (GINIREN), índice de desenvolvimento humano do município (IDHM), densidade populacional do município (DESPOPM), percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola (PESSOCP), índice de acesso (ACESSO), percentagem de área com estabelecimento da agricultura familiar (AGRFAMP), valor da produção no estabelecimento de agricultura familiar em R\$ por hectare (VPFAMHA), renda monetária no estabelecimento de agricultura familiar em R\$ por hectare (RMFAMHA), renda líquida no estabelecimento de agricultura familiar em R\$ por hectare (RLFAMHA), percentagem de área com estabelecimento da agricultura patronal (AGRPATP), valor da produção no estabelecimento de agricultura patronal em R\$ por hectare (VPPATHA), renda monetária no estabelecimento de agricultura patronal em R\$ por hectare (RMPATHA), renda líquida no estabelecimento de agricultura patronal em R\$ por hectare (RLPATHA), número de animais de pasto no estabelecimento agrícola por hectare (AMPTHA), número de aves no estabelecimento agrícola por hectare (AVESHA), número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare (SUINOHA), percentagem de área irrigada no estabelecimento agrícola por hectare (IRRGP), número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare (TRATORHA), produtividade no estabelecimento agrícola em R\$ por hectare (PRODHA), percentagem de área utilizada com matas e florestas naturais (MATFLRNP), percentagem de área utilizada com lavouras permanentes (LAVPERMP), percentagem de área utilizada com lavouras temporárias (LAVTEMPPP), percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada (PASTPLANP), percentagem de área utilizada com matas que é plantada (MATPLANP), percentagem de área utilizada com pastagem natural (PASTNATP), percentagem de área com lavouras temporárias em descanso (LAVTEMPDP), percentagem de área produtiva não utilizada (TERRPRNUP) e percentagem de área inaproveitável (TERRINAPP).

Os dados vetoriais referentes ao mapa de solos do Brasil (EMBRAPA) e os dados vetoriais referentes à malha municipal brasileira de 1997, foram importados para o sistema de informação geográfica TNTMips.

3.3.1 Base de dados de solos

A metodologia utilizada compreendeu a digitalização de um conjunto dados de atributos de solos, levantados a partir de amostras analisadas em laboratórios e observações de campo feitas em levantamentos oficiais, publicados nos anos de 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984 a 1986, criando-se uma base de dados digital. Nessa base de dados incluíram-se dados disponíveis do Projeto RADAM Brasil (volumes 1 a 33) e dos Levantamentos Nacionais de solos (27 livros), da EMBRAPA, num total de 60 livros, para assegurar a cobertura total do território brasileiro. A Figura 3 mostra as etapas realizadas para a construção do banco de dados de solos. Organizar um banco de dados é, na realidade, modelar, de forma interativa, o ambiente em que se trabalha (Santos et al., 1997).

A base de dados dos perfis de solos do Brasil possui características quantitativas descritas de forma numérica. Cada perfil tem uma indicação espacial relacionada com sua localização sobre a superfície terrestre, ou seja, tem suas coordenadas geográficas (latitude / longitude – sistema de coordenadas DATUM: WGS 84). Os dados alfa-numéricos dos perfis de solos (características físicas e químicas), além de serem espaciais, são dados geográficos, também conhecidos por dados geo-espaciais ou dados georreferenciados.

Os dados foram digitalizados em duas profundidades utilizando-se uma planilha do Microsoft-Excel[®], seguindo a mesma designação e codificação original daqueles constantes no Projeto RADAM e nos Levantamentos Nacionais de Solos da EMBRAPA, conforme apresentado na Tabela 1, a qual mostra também a metodologia usada para determinação de cada um dos atributos dos perfis de solos.

Um total de 10.233 horizontes foi digitado na forma de tabelas em planilhas eletrônicas, os quais correspondem a um mínimo de 5.787 perfis de solos, distribuídos no Brasil (Tabela 3). Tais horizontes são identificados por códigos correspondentes aos

livros de onde foram extraídos e a sua numeração original do perfil. Implementado e povoado o Banco de Dados com aproximadamente 10 mil linhas de dados e 33 colunas, passou-se à etapa de filtragem dos dados, através de rotinas elaboradas para cada variável escolhida. Nessa ocasião foram removidos os dados inconsistentes, os campos em branco, os dados repetidos, entre outros aspectos de inconsistência.

Após a filtragem dos dados, foi constituído o banco de dados de solos do Brasil, com 9741 horizontes, ou 4983 perfis de solos, e 22 colunas (constando na coluna as variáveis: fonte, número do perfil, latitude, longitude, classificação do solo, valor da declividade, drenagem, profundidade do solo, valor do horizonte 1 ou 2, argila, C, matéria orgânica, N, Ca, Mg, K, Na, CTC, S, V%, m% e Sódio trocável).

Com todos os dados digitados e corrigidos, os atributos do solo profundidade, drenagem, argila, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions (CTC), saturação de alumínio (m%) e saturação de bases (V%) foram combinadas entre si, através de combinações aritméticas simples e por meio de uma chave de decisão (ver Tabelas no Anexo1). Um aplicativo desenvolvido em Microsoft-Visual Basic[®] foi utilizado para dar origem a um único valor, ou seja, um índice, que variou de 1 a 10, conforme o grau de importância em relação às características usadas, seguindo os critérios de decisão apresentados nas tabelas citadas acima.

O objetivo da conversão dos atributos do solo em índices foi o de permitir uma comparação regional mais direta e simples, bem como também facilitar a interpretação, já que houve uma redução do número de variáveis.

A partir desta conversão dos dados analíticos, foram gerados os índices de solo Risco de Erosão (RE), Condições de Enraizamento (CE), Potencial para Mecanização (PM), Drenagem do Solo (DS) e Fertilidade do Solo (FS).

O índice de Risco de Erosão (RE) refere-se ao potencial de perda de solo por erosão hídrica que leva a prejuízos ao meio ambiente, uma vez que podem assorear os rios e prejudicar a produção de alimentos. Sua determinação permite uma decisão mais fundamentada para a adoção de um manejo mais adequado. Na Tabela 3 constam as variáveis, unidades e subdivisões usadas para gerar este índice. De acordo com as subdivisões para as variáveis declividade, argila e profundidade, foram geradas

combinações para atribuição de notas que variaram de 1 a 10 (ver Tabelas 1, 2 e 3 do Anexo1). Observe-se que quanto menor a nota maior será o risco de erosão.

O índice de Condições de Enraizamento (CE) refere-se à capacidade de desenvolvimento do sistema radicular das plantas, garantindo a sua sustentação e absorção de água. As condições distróficas ou ácricas normalmente limitam o desenvolvimento das raízes. A Tabela 4 apresenta as variáveis, as unidades e as subdivisões usadas para gerar este índice. De acordo com os intervalos para as variáveis saturação de alumínio (m%), saturação de bases (V%), capacidade de troca de cátions (CTC) e profundidade do solo, foram geradas 96 combinações para atribuição das notas que variaram de 1 a 10 (ver Tabelas 4, 5 e 6 do Anexo1). Valores baixos do índice implicam em dificuldade de fixação e desenvolvimento das plantas, maior suscetibilidade à deficiência hídrica e restrições para a absorção de nutrientes apresentando, estes solos, restrições para o cultivo da maioria das culturas perenes.

O índice de Potencial para Mecanização (PM) avalia as possibilidades de uso de mecanização da área com máquinas agrícolas tracionadas por tratores e foi gerado a partir das características dos solos apresentadas na Tabela 5. De acordo com os intervalos, para as características profundidade e declividade do solo, foram gerados no aplicativo Microsoft-Visual Basic® 6 combinações para atribuição de notas que variaram de 1 a 10 (Tabelas 7, do Anexo1). Observe-se que quanto menor a nota, pior as condições do solo para o uso de máquinas.

O índice de Drenagem do Solo (DS) refere-se à disponibilidade de oxigênio para o sistema radicular das plantas e ao risco de salinização, sendo gerado a partir das características dos solos apresentadas na Tabela 6. De acordo com os intervalos, foi gerada uma chave de decisão para as variáveis drenagem do solo, declividade, argila na camada 0-20 e na camada 60-80 cm composta de 90 combinações, onde se atribuíram notas que variaram de 1 a 10 (ver Tabelas 8, 9 e 10 do Anexo1). Observe-se que quanto maior a nota, melhor as condições do solo quanto à drenagem.

O índice de Fertilidade do Solo (FS) refere-se à capacidade natural do solo de fornecer nutrientes às plantas e manter este fornecimento ao longo do tempo e foi gerado baseado nos atributos V%, matéria orgânica e CTC, em superfície e sub-superfície

(Tabela 7). De acordo com os intervalos, foram geradas 96 combinações com os atributos matéria orgânica, V% e CTC, que atribuíram notas que variaram de 1 a 10 (ver Tabelas 11 do Anexo1). Observe-se que quanto maior o valor do índice, mais fértil será o solo.

A partir desses valores, realizou-se uma análise estatística descritiva básica (média, mediana, variância, desvio padrão, valores máximo e mínimo, assimetria, curtose e o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov) para verificação da dependência entre as variáveis.

Uma vez determinados os índices de solos, estes foram importados na forma de vetor para o sistema de informações geográficas TNTmips 6.8 para ambiente Windows, um produto da MicroImages Inc. A Figura 4 mostra a distribuição dos índices no Brasil, em que cada ponto no mapa indica um perfil de solos.

A partir do banco de dados de índices de solos e do mapa digital de solos da EMBRAPA, foram obtidos os mapas individuais dos índices de solos. Estes mapas permitiram observar as áreas críticas em escalas espaciais variadas.

Para obtenção dos mapas dos índices de solos, foi realizada a importação dos índices na forma de vetor (pontos), os quais foram transferidos para o mapa de solos da EMBRAPA (polígonos). As tabelas dos índices de solos foram relacionadas à tabela dos solos da EMBRAPA, permitindo que pelo menos um perfil de solo ocupasse um polígono. Foi gerada, então, uma tabela com 2815 registros correspondendo a cada polígono do mapa de solos. No aplicativo Microsoft-Visual Access[®], uniu-se as tabelas do mapa de solos com o banco de dados de solos, resultando em um arquivo com 4983 registros. Este arquivo foi importado para o SIG na forma de vetor e em seguida transformado em raster. A conversão em raster permitiu transferir os dados de solos para a malha municipal brasileira, que é um mapa digital o qual delimita os polígonos municipais (IBGE – Malha Municipal Digital do Brasil: situação em 1997), pela média, resultando em um banco de dados onde cada município brasileiro tem suas características de solos determinadas por índices de solos.

Figura 4 - Mapa da distribuição dos perfis de solo utilizados no estudo

Tabela 1. Lista das variáveis, com sua descrição e método de determinação, usadas no banco de dados de perfis de solo

Código	Variáveis (atributos do solo)	Descrição	Método de determinação
ClassfSolo	Classificação do solo	Nome do solo conforme Sistema de Classificação do Solo de 1970 e 80's	Campo e observações analíticas
DecVal	Declividade	Inclinação da superfície em relação ao plano	Observação de campo
Drenagem	Drenagem	Relacionada a velocidade de infiltração da água	Observação de campo
ProfSolo	Profundidade do Solo	Máxima profundidade citado nos livros	Observação de campo
HzSimb	Tipo de horizonte	De acordo com a Convenção Pedológica	Observação de campo
HzProf	Profundidade do horizonte	Intervalo de profundidades que registram o início e o fim do horizonte	Observação de campo
Cor Munsell	Cor de solo	Descrita de acordo com Carta de Munsell	Observação de campo
Calhau	Calhau	Material > 20mm em diâmetro	Peneiramento
Cascalho	Cascalho	Material entre 20-2mm em diâmetro	Peneiramento
AG	Areia Grossa	Material 2-0,2 mm em diâmetro	Peneiramento
AF	Areia Fina	Material 0,2-0,02 mm em diâmetro	Peneiramento
Areia	Areia	Material entre 2 e 0,05mm em diâmetro	Peneiramento
Silte	Silte	Material entre 0,05 e 0,002 mm em diâmetro	Areia - Argila
Argila	Argila Total	Material < 0,002 em diâmetro	Dispersão com NaOH e Sódio-Hexametafosfato, Bouyoucos ou determinação pelo método da pipeta
ArgilaNat	Argila Natural	Partículas < 0,002mm em diâmetro	Dispersão com H ₂ O, Bouyoucos ou determinação pelo método da pipeta
GrauFloc	Grau de Floculação	Proporção da argila que é floculável	100 (Argila Total - Argila Natural)/Argila Total
SiO ₂	SiO ₂	Teor de óxido de silício no solo	Ataque Sulfúrico
Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Teor de óxido de alumínio no solo	Ataque Sulfúrico
Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Teor de óxido de ferro no solo	Ataque Sulfúrico
pH H ₂ O	pH H ₂ O	pH é uma relação especificada entre solo e água	Suspensão em água. Potenciômetro
pH HCl	pH HCl	pH é uma relação especificada entre solo e KCl	Suspensão em KCl. Potenciômetro
C	C	Teor de carbono orgânico no solo	Oxidação com K ₂ Cr ₂ O ₇ 0,4N
N	N	Teor total de nitrogênio no solo	Digestão - Kjeldahl
Ca	Ca ⁺⁺	Cálcio trocável	Extração com KCl N
Mg	Mg ⁺⁺	Magnésio trocável	Extração com KCl N
K	K ⁺	Potássio trocável	Extração com HCl 0,05N
Na	Na ⁺	Sódio trocável	Extração com HCl 0,05N
Al	Al ⁺⁺⁺	Alumínio trocável	Extração com KCl N
H	H ⁺	Hidrogênio trocável	(Acidez Total - Al ⁺⁺⁺)
AczTotal	Acidez Total	Acidez total inclusive resíduo e acidez trocável	Extração com KCl N
CTC	CTC	Capacidade de troca catiônica	Extração co bases NH ₄ OAc a pH7

Fonte: RADAM Brasil

Tabela 2. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Brasil de 1970 a 1986

RADAM Volumes	Local	Numero de Perfil	Boletins	Local	Numero de Perfil
1	Rio São Francisco e Aracaju	11	34 SNLCS - BT N°60	Minas Gerais	79
2	Teresina e Jaguaribe	30	35 SNLCS - BP N°27 VOL I	Paraná	102
3	São Luís e Fortaleza	22	36 SNLCS - BP N°27 VOL II	Paraná	123
4	Araguaia e Tocantins	25	37 SNLCS - BP N°26	Maranhão e Piauí	19
5	Belém	31	38 SNLCS - BP N°28	Polo Trombetas - Pará	148
6	Macapá	27	39 SNLCS - BP N°29	Polo Carajás - Pará	16
7	Tapajós	50	40 SNLCS - BP N°30	Município Uruçara - AM	15
8	Boa Vista / Tumucumaque	68	41 SNLCS - BP N°35 VOL II	Maranhão	43
9	Tumucumaque /Tocantins	44	42 SNLCS - BP N°36 VOL II	Piauí	30
10	Santarém	61	43 SNLCS - BP N° 32	Município Barrerinha - AM	10
11	Pico da Neblina	54	44 SNLCS - BP N°18	Polo Roraima	76
12	Rio Branco	90	45 SNLCS - BP N°19	Município Tefe - AM	12
13	Javari/Contamana	80	46 SNLCS - BP N°20	Espírito Santo	79
14	Iça - Am	80	47 SNLCS - BP N°23	Ceará	72
15	Juruá - Am	101	48 SNLCS - BP N°24	Bahia	89
16	Porto Velho	218	49 SNLCS - BP N°31	Município Carneiro - AM	12
17	Purus - Am	132	50 SNLCS - BP N°35 VOL I	Maranhão e Piauí	119
18	Manaus - Am	134	51 SNLCS - BP N°15	Polo Pré-Amazônia-Maranhense	68
19	Guaporé	103	52 SNLCS - BP N°16	Município de Araquemes - RO	36
20	Juruema	272	53 SNLCS - BT N°45	Espírito Santo	89
21	Fortaleza	126	54 SNLCS - BT N°38	esq. do Rio São Francisco - Bahia	71
22	Tocantins	280	55 SNLCS - BT N°52 - VOL	dir. do Rio São Francisco - Bahia	62
23	Jaguaribe/Natal	127	56 SNPA - BT N° 12	São Paulo	66
24	Salvador	129	57 EPFS - BT N°13	Espírito Santo e Minas Gerais	66
25	Goiás	176	58 DPP - BT N°26 VOL II	Pernambuco	57
26	Cuiabá	264	59 DPP - BT N°18	Mato Grosso	68
27	Corumbá	224	60 EPFS - BT N°15	Paraíba	12
28	Campo Grande	155			
29	Brasília	229			
30	Aracaju	104			
31	Goiânia	281			
32	Rio de Janeiro / Vitória Goiânia	174			
33	Porto Alegre / Uruguaiana / Lagoa Mirim	246			
TOTAL		4148			1639

Fonte: RADAM Brasil e Levantamento Nacional de Solos da EMBRAPA

Tabela 3. Características do solo usadas para gerar o índice do risco de erosão do solo

Características	Unidade	Intervalos
Declividade	%	inferior a 6, 6-15, superior a 15
Argila camada 0-20 cm	%	inferior a 15, 15-35, superior a 35
Argila camada 50-70 cm	%	inferior a 15, 15-35, superior a 35
Profundidade do solo	cm	0-50, superior a 50

Tabela 4. Características do solo usadas para gerar o índice condições de enraizamento

Características	Unidade	Intervalos
m camada 0-20 cm	%	0-50, superior a 50
m camada 50-70 cm	%	0-50, superior a 50
CTC camada 0-20 cm	cmolc dm ⁻³	0-5, superior a 5
CTC camada 50-70 cm	cmolc dm ⁻³	0-5, superior a 5
V camada 0-20 cm	%	0-50, superior a 50
V camada 50-70 cm	%	0-50, superior a 50
Profundidade do solo	cm	inferior a 30, 30-50, 51-100, superior a 100

Tabela 5. Características do solo usadas para gerar o índice do potencial para mecanização do solo

Características	Unidade	Intervalos
Profundidade do solo	cm	maior que 30cm, menor que 30cm
Declividade	%	inferior a 6, 6-15, superior a 15

Tabela 6. Características do solo usadas para gerar o índice de drenagem do solo

Características	Unidade	Intervalos
Drenagem do solo	adimensional	Boa, moderada, ruim
Argila camada 0-20 cm	%	inferior a 15, 15-35, superior a 35
Argila camada 50-70 cm	%	inferior a 15, 15-35, superior a 35
Declividade	%	3 ou superior, inferior a 3

Tabela 7. Características do solo usadas para gerar o índice de fertilidade do solo

Características	Unidade	Intervalos
V camada 0-20 cm	%	inferior a 30, 30-50, 51-75, superior a 75
V camada 60-80 cm	%	0-50, superior a 50
CTC camada 0-20 cm	cmolc dm ⁻³	0-5, superior a 5
CTC camada 60-80 cm	cmolc dm ⁻³	0-5, superior a 5
MO camada 0-20 cm	%	inferior a 1, 1-3, superior a 3

3.3.2 Base de dados de clima

Na realização de estudos sobre o desempenho do meio físico e social é de fundamental importância que se analise o comportamento do clima face aos impactos das alterações climáticas no setor agrícola. As características agroclimáticas de várias

localidades podem influenciar diferentemente a produtividade final da cultura (Figueredo Júnior, 2004).

A base de dados de clima, obtida a partir de um trabalho ainda não publicado (comunicação pessoal do Prof. Durval Neto, 2002), fundamentou-se nos dados das variáveis climáticas (temperatura, precipitação e radiação) de 837 estações climáticas do Brasil FAOCLIM (FAO, 1995). Na Figura 5 é apresentada a distribuição destas estações. Com os dados de temperatura, precipitação e radiação, mensais e anuais, foram procedidos cálculos complexos, na forma de ponderação, para gerar o índice de temperatura e radiação (ITR) e o índice de temperatura e precipitação (ITW), índices esses que variam de 0 a 10 e determinados para culturas anuais e perenes.

Os índices calculados para ITRa e ITRp, variando de $0 \leq \text{ITRa} \leq 10$ foram:

$$\text{ITRa} = \frac{\sum_{n=i}^{n=5} TR}{\sum_{n=i}^{12} TR_{\text{máx.}}}, \text{ refere-se ao somatório da temperatura e radiação nos}$$

cinco primeiros meses e dividido pelo somatório de temperatura e a radiação máxima de cada mês no ano;

$$\text{ITRp} = \frac{\sum_{n=i}^{12} TR}{\sum_{n=i}^{12} TR_{\text{máx.}}}, \text{ refere-se ao somatório da temperatura e radiação no}$$

ano pelo somatório da temperatura e radiação máxima em cada mês do ano;

Os calculados ITWa e ITWp, variando de $0 \leq \text{ITRa} \leq 10$ foram, assim:

$$\text{ITWa} = \frac{\sum_{i=n1}^{n2} ETr_i}{\sum_{i=n1}^{n2} ET_{\text{máx.}}}, \text{ onde } n_1 \text{ e } n_2 \text{ refere-se, respectivamente, ao número}$$

de ordem do mês do início e do fim do período de 5 meses considerados, sendo que o mês mediano é definido como o mais chuvoso do período, $ETr.i$ à evapotranspiração real (mm.dia^{-1}) e $ET_{\text{máx.}i}$ a evapotranspiração máxima (mm.dia^{-1}) referente ao i -ésimo mês, e

$$\bullet \quad ITWp = \frac{\sum_{i=1}^{12} ETr}{\sum_{i=1}^{12} ETmáx.}, \text{ refere-se ao somatório da evapotranspiração anual}$$

pela somatório da evapotranspiração máxima, em cada mês no ano.

Esta conversão de dados em índices foi realizada visando permitir uma comparação mais direta e simples do clima dos municípios brasileiros por região.

O índice de temperatura e radiação (ITR) avalia o potencial produtivo de uma cultura anual (ITRa) ou perene (ITRp) em relação ao potencial fotossintético, ou seja, a radiação disponível para a conversão de energia radiante em carboidratos. Caso a temperatura seja muito baixa ou muito alta a planta não realizará fotossíntese, mesmo na existência de energia radiante. Esse índice reflete o potencial produtivo da situação avaliada, comparada com uma situação em que as condições são sempre ideais (temperatura ótima e radiação não limitante) que resulte na produção máxima possível. A temperatura apresenta-se como o elemento climático mais importante para predizer os eventos fenológicos da cultura (Gadioli, 1999).

O índice de temperatura e precipitação (ITW) avalia a influência da deficiência hídrica no rendimento das culturas anuais (ITWa) e perenes (ITWp). Nesse caso, a evapotranspiração real (sob efeito de deficiência hídrica) é comparada com a evapotranspiração potencial (sem influência da deficiência hídrica). Esse índice isoladamente consegue avaliar a influência da falta de água para as plantas na produtividade das culturas. Um valor abaixo desse índice indica grande impacto no rendimento. Caso o valor de ITR seja elevado, a combinação (ITW baixo e ITR elevado) indicará que haverá grande benefício para a produtividade com a adoção de sistemas de irrigação. A quantidade e a distribuição de chuvas que ocorrem anualmente em uma região determinam o tipo de vegetação natural e também o tipo de exploração agrícola possível (Pereira et al., 2002).

A Figura 6 mostra as etapas realizadas para a construção do banco de dados de clima.

Os índices de clima foram analisados em nível municipal, por região. Isto significa que todo o município assumirá um valor único e seu vizinho outro valor único, podendo o contraste entre este ser enorme. Para resolver este problema, os dados passaram por uma interpolação pelo método da Krigagem Ordinária, com o objetivo de inferirem-se valores a locais onde os pontos georreferenciados de clima não foram observados, utilizando-se dos pontos adjacentes interdependentes (Felgueiras, 2002).

Antes da aplicação da ferramenta geoestatística (krigagem), os dados de índices de clima foram analisados, inicialmente, através dos procedimentos da análise estatística descritiva, utilizando-se o procedimento PROC UNIVARIATE do sistema computacional SAS (SAS, 1998) para estudar o comportamento geral dos dados e identificar possíveis valores discrepantes. A análise estatística descritiva e exploratória é uma etapa de fundamental importância para averiguar as propriedades estatísticas e matemáticas dos dados (Burrough et al., 1996).

Dentre as técnicas estatísticas usadas para análise e interpretação dos dados de índices de clima, encontra-se a geoestatística, que tem como característica principal a análise da distribuição espacial entre as observações, determinando, por meio do semivariograma, a distância de dependência entre elas.

O semivariograma é a descrição matemática do relacionamento entre a variância de pares de observações (pontos), levando em conta todas as possíveis distâncias entre dois pontos da região (Laparelli et al., 2001, Webster, 1985). Do ajuste de um modelo matemático aos valores calculados de $\gamma(h)$ são definidos os coeficientes do modelo teórico para o semivariograma (o efeito pepita, C_0 ; variância estrutural, C_1 ; patamar, $C_0 + C_1$; e o alcance, a). O efeito pepita é o valor da semivariância para distância zero e representa o componente da variação ao acaso; o patamar é o valor da semivariância em que a curva estabiliza sobre um valor constante; o alcance é a distância da origem até onde o patamar atinge valores estáveis, expressando a distância além da qual as amostras não são correlacionadas (Lamparelli et al., 2001, Webster, 1985). A autocorrelação espacial pode então ser usada para permitir melhores estimativas para pontos não amostrados.

Foi usada a função do semivariograma esférico para determinação da existência de autocorrelação espacial entre os dados de pontos (índices de clima). Para a análise geoestatística, foi produzido um semivariograma pelo método do estimador robusto menos sensível a valores extremos Cressie (1991) e regular utilizando-se do sistema computacional SAS (SAS, 1998), através dos procedimentos PROC VARIOGRAM e PROC GPLOT, ocasião em que se ajustou o modelo para o esférico que tem comportamento linear próximo à origem, sendo o mais adequado aos pontos obtidos (Ricci, 2004). Verificou-se a adequação do modelo escolhido e então, por krigagem ordinária que assume estacionariedade de primeira ordem, ou seja, média constante produziu-se os mapas representativos da variabilidade espacial de cada índice na área estudada. Os dados foram submetidos ao procedimento de interpolação pelo método da krigagem ordinária, realizado de forma direta e automática no SIG TNTmips para ambiente Windows, versão 6.8, selecionando-se o interpolador escolhido entre os disponíveis. Assad et al. (2003), ressalta a importância da espacialização dos índices climáticos, utilizando interpoladores disponíveis em SIG no auxílio ao zoneamento de riscos climáticos.

A interpolação por krigagem ordinária resultou numa representação de mapas de superfície, da distribuição espacial de todas as variáveis índices de clima para a área de estudo (Brasil), o que permitiu a geração de quatro mapas digitais (raster), representando uma superfície contínua mais suavizada e minimizando os contrastes entre os polígonos.

Essa informação foi repassada, então, para a malha municipal, que é um mapa digital o qual delimita os polígonos municipais quanto aos índices de clima (IBGE-Malha Municipal Digital do Brasil: situação em 1997).

Figura 5 - Localização das 837 estações climáticas no Brasil, que forneceram os dados para a determinação dos índices de clima

Figura 6 - Etapas do processo de construção do banco de dados de clima

3.3.3 Base de dados sócio-econômicos

Neste trabalho foram utilizados os dados do Censo Agropecuário de 1995/1996 do IBGE, a Produção da Agricultura Municipal - PAM de 2002, a População de 2002, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de 2000 e o Índice de ACESSO (Steeg, 2003), relativos aos municípios brasileiros. Foram utilizados também dados sociais ligados à distribuição de renda, ao desenvolvimento humano, a densidade populacional e ocupação de pessoas no estabelecimento agrícola, como também os dados da agropecuária (econômicos) e os ligados ao uso da terra como a produção agrícola, número de animais, uso de tecnologia (tratores e irrigação), renda, dados de agricultura familiar e patronal. Estas variáveis foram determinadas para 5506 municípios com alguns tipos de dados, após filtragem restaram 4916 municípios com todos os dados, permanecendo fora deste estudo 1056 por não possuírem informações sócio-econômicas referentes aos anos anteriores devido ao surgimento de novas cidades ou não. Estes dados não passaram por nenhum tratamento no sistema de informações geográficas uma vez que correspondem a cada uma dos municípios brasileiros.

A realização da análise sócio-econômica, a nível agrícola do Brasil, para este trabalho, utilizou-se de dados obtidos na Internet nos portais <http://www.ibge.gov.br> e <http://www.ipeadata.gov.br>. Todos estes dados foram estruturados em uma planilha do aplicativo Microsoft-Excel® e importados para o aplicativo Microsoft-Access®, onde foram relacionados às bases de dados (BD) de Solos e Clima (gerados no SIG), para utilização em ambiente SIG (Sistemas de Informações Geográficas).

A base de dados sócio-econômicos foi formada por 31 variáveis, dentre as quais as variáveis área calculada (AREA_CAL), área dos estabelecimentos agropecuários total por hectare (AREST) e a população dos municípios as quais foram usadas somente para mudar as unidades dos dados originais do IBGE. A variável número de estabelecimento familiar e patronal foram usados somente de forma visual, para ilustrar como se distribuíam os estabelecimentos agrícolas no Brasil. O IBGE (1996) identifica, para fins estatísticos, a unidade básica do meio rural como sendo o estabelecimento agropecuário, entendido como todo terreno de área contínua, independente do tamanho ou situação (urbana ou rural), formado de uma ou mais parcelas, subordinado a um único produtor,

onde se processa uma exploração agropecuária. Os estabelecimentos agropecuários são descritos pelo Censo do IBGE segundo a área total, a propriedade da terra (individual, condomínio ou sociedade de pessoas, sociedade anônima, sociedade limitada), a condição legal da terra (própria, arrendada, parceiro, ocupada); o produtor (proprietário, arrendatário); a utilização da terra; o pessoal ocupado; a terra irrigada; a utilização de pessoal temporário; os efetivos da pecuária; a produção de origem animal; a receita; a despesa e os investimentos.

Na Tabela 8 se encontram apresentadas as variáveis sócio-econômicas que foram usadas para compor o Banco de Dados de Solos, Clima e Sócio-econômicos, bem como também como elas foram transformadas.

A variável área calculada (AREA_CAL) foi determinada no sistema de coordenadas geográficas em km^2 e foi utilizada para construir a variável densidade populacional do município (DESPOPM), que consistiu em dividir-se o número da população absoluta por município do IBGE pela área dos municípios analisados, em km^2 e com a finalidade de facilitar as comparações entre as quantidades calculou-se os valores relativos, a partir do valor absoluto dividido por AREA_Cal, das variáveis renda monetária no estabelecimento da agricultura familiar (RMFAMHA), renda líquida no estabelecimento da agricultura familiar (RLFAMHA), valor da produção no estabelecimento da agricultura familiar (VPFAMHA), renda monetária no estabelecimento da agricultura patronal (RMPATHA), renda líquida no estabelecimento da agricultura patronal (RLPATHA) e valor da produção no estabelecimento da agricultura patronal (VPPATHA).

A variável área do estabelecimento agropecuário total por hectare (AREST), obtida do Censo Agropecuário 1995/1996, foi usada para mudar as unidades das variáveis, algumas em hectare e outras para porcentagem.

A variável área utilizada com lavouras permanentes (LAVPERMP) representa a soma de todas as lavouras permanentes, as quais foram bananas, coco, laranja, café e outras e a variável área utilizada com lavouras temporárias (LAVTEMP), a qual representa a soma de todas as lavouras temporárias, tais como soja, milho, feijão, mandioca, arroz, cana-de-açúcar e outras (Tabela 8).

Para usar uma unidade comum para descreverem-se os efetivos de diferentes espécies animais, através de um único número que expressasse a quantidade total de animais de pasto presente nos municípios - independentemente da composição em espécies - adotou-se o conceito de "Unidade Animal", com a qual diferentes espécies de diferentes tamanhos médios podem ser comparadas e descritas em relação a uma unidade comum. O cálculo foi baseado nos índices do INCRA, em que se estima UA = 0,7 para bovinos, 0,2 para Ovinos / Caprinos e 0,5 para bubalinos (INCRA, 2004).

Foi utilizado também a variável índice de acesso, definida por Steeg, (2003) como sendo o esforço para alcançar a cidade mais próxima através do tempo necessário para chegar à rodovia ou rio mais próximo.

Para estudar um pouco da dinâmica da agricultura dos municípios brasileiros, serão utilizados como indicadores sócio-econômicos as 28 variáveis constantes nas Tabela 8. Dentro deste propósito, a análise descritiva destas variáveis servirá como suporte teórico para explicar os resultados obtidos pelos métodos estatísticos que serão apresentados na metodologia. A análise destes indicadores pode servir como base para a política de desenvolvimento dos municípios estudados (Rovan & Sambt, 2003).

Tabela 8. Lista das variáveis sócio-econômicas usadas na pesquisa e suas características

Variáveis	Descrição	Valores / Unidades
Índice de acesso (ACESSO)	Refere-se ao esforço para alcançar a cidade mais próxima. O final do deslocamento foi calculado para variar de 0 a 1 (Steeg, 2003).	0 a 1
Índice de Desenvolvimento Humano do Município (IDHM)	Analisa o comportamento dos municípios brasileiros quanto ao índice de desenvolvimento humano municipal é medido a partir de indicadores de educação (alfabetização e taxa de matrícula), longevidade (esperança de vida ao nascer) e renda (PIB per capita). O índice varia de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total).	0 a 1
Densidade populacional do município (DESPOPM)	População do município dividida pela área dos municípios calculada pelo sistema de informações geográficas (POPM/AREA_CAL)	hab/km ²

Tabela 8. Lista das variáveis sócio-econômicas usadas na pesquisa e suas características

Variáveis	Descrição	Valores / Unidades
Percentagem de área com estabelecimento da agricultura familiar (AGRFAMP)	Dados Censo Agropecuário de 1995/1996 do IBGE, obtida pela variável soma das áreas dos estabelecimentos familiares dividida pela variável soma das áreas dos estabelecimentos da agricultura familiar somada a variável soma das áreas dos estabelecimentos patronal vezes 100, demonstrando quanto da agricultura familiar predomina no município.	%
Valor da produção no estabelecimento da agricultura familiar (VPFAMHA)	Dados do Censo Agropecuário de 1985/1996 do IBGE. A soma do valor da produção colhida/obtida de todos os produtos animais e vegetais pela área dos estabelecimentos agrícolas. Valor relativo = valor absoluto / AREA_cal.	R\$ /ha
Renda monetária no estabelecimento da agricultura familiar (RMFAMHA)	Dados censo agropecuário do IBGE de 1995/1996, a receita monetária obtida pela (((receita total - receita de exploração mineral) - receita total)), foi dividida pela área rural, demonstrando o potencial econômico e produtivo da agricultura familiar, por área dos estabelecimentos agrícolas dos municípios. Valor relativo = Valor absoluto / AREA_Cal.	R\$ /ha
Renda líquida no estabelecimento da agricultura familiar (RLFAMHA)	Renda líquida da agricultura familiar, em R\$ por hectares de áreas agrícolas. Dados do censo agropecuário do IBGE de 1995/1996. Valor relativo = Valor absoluto / ÁREA_Cal	R\$ /ha
Percentagem de área com estabelecimento da agricultura patronal (AGRPATP)	Dados censo agropecuário do IBGE de 1995/1996, obtida pela variável soma das áreas dos estabelecimentos patronais dividida pela variável soma das áreas dos estabelecimentos da agricultura patronal somada a variável soma das áreas dos estabelecimentos familiar vezes 100, demonstrando quanto da agricultura patronal predomina no município. Valor = Valor absoluto / AREA_Cal.	%
Valor da produção no estabelecimento da agricultura patronal (VPPATHA)	É a soma do valor da produção colhida/obtida de todos os produtos animais e vegetais pela área dos estabelecimentos agrícolas. Dados do censo agropecuário do IBGE de 1995/1996. Valor relativo = Valor absoluto / AREA_Cal.	R\$ /ha
Renda monetária no estabelecimento da agricultura patronal (RMPATHA)	Dados censo agropecuário do IBGE de 1995/1996, a receita monetária obtida pela (((receita total - receita de exploração mineral) - receita total)), foi dividida pela área rural, demonstrando o potencial econômico e produtivo da agricultura patronal por área dos estabelecimentos agrícolas dos municípios. Valor relativo = Valor absoluto / AREA_Cal.	R\$ /ha

Tabela 8. Lista das variáveis sócio-econômicas usadas na pesquisa e suas características

Variáveis	Descrição	Valores / Unidades
Renda líquida no estabelecimento da agricultura patronal (RLPATHA)	Renda líquida da agricultura familiar, em R\$ por hectares de áreas agrícolas. Dados do censo agropecuário do IBGE de 1995/1996. Valor relativo = Valor absoluto / AREA_Cal.	R\$ /ha
Número de animais de pasto no estabelecimento agrícola por hectare (AMPTHA)	Efetivos de bovinos, caprinos, ovinos e bubalinos da produção agrícola municipal (PAM) de 2002. (ua_bub + ua_cap + ua_ouv + ua_bov) / areaest.	UA / ha
Número de aves no estabelecimento agrícola por hectare (AVESHA)	Total efetivo de galinhas, galos, frangas, frangos e pintos da produção agrícola municipal (PAM) de 2002 divididos pela área dos estabelecimentos agrícolas dos municípios.	Nº cab. / ha
Número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare (SUINOHA)	Total efetivo de suínos da produção agrícola municipal (PAM) de 2002 divididos pela área dos estabelecimentos agrícolas dos municípios.	Nº cab. / ha
Percentagem de área irrigada no estabelecimento agrícola (IRRGP)	Dados da produção municipal (PAM) de 2002. Terras irrigadas no município por área do estabelecimento vezes 100.	%
Número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare (TRATORHA)	Dados da produção municipal (PAM) de 2002. Número de tratores existentes nos estabelecimentos. A variável TRATORHA foi obtida dividindo o número de tratores pela área dos estabelecimentos agrícolas dos municípios.	ha
Produtividade no estabelecimento agrícola em R\$ por hectare (PRODHA)	Dados da receita e das despesas da produção agrícola municipal (PAM) de 2002, por área de estabelecimentos agrícolas (receita-despesa)/areaest.	R\$ / ha
Índice de Gini (GINIREN)	Expressa o grau de concentração na distribuição de renda da população.	De 0 a 1
Percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola (PESSOCP)	Pessoal ocupado em 31/12 - total - Quinquenal - Pessoa dividido pela área dos estabelecimentos agrícolas ((Pessoal / AREAEST) x 100).	%
Percentagem de área utilizada com matas e florestas naturais (MATFLRNP)	Utilização das terras em 31/12 - matas e florestas naturais - área - Quinquenal Hectares (PAM de 2002) , por área dos estabelecimentos agrícola vezes 100 (MATFLORN / AREAEST) x 100.	%
Percentagem de área utilizada com lavouras permanentes (LAVPERMP)	Utilização das terras em 31/12/02 - lavouras permanentes - área - Quinquenal - Hectares (PAM de 2002), por área dos estabelecimentos agrícola vezes 100 (LAVPERM / AREAEST) x 100.	%

Tabela 8. Lista das variáveis sócio-econômicas usadas na pesquisa e suas características

Variáveis	Descrição	Valores / Unidades
Percentagem de área utilizada com lavouras temporárias (LAVTEMPP)	Utilização das terras em 31/12 - lavouras temporárias - área - Quinquenal – Hectares (PAM de 2002), por área dos estabelecimentos agrícola vezes 100 ($LAVTEMP / AREAEST \times 100$).	%
Percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada (PASTPLANP)	Utilização das terras em 31/12 - pastagens plantadas (artificiais) - área - Quinquenal – Hectares (PAM de 2002), por área dos estabelecimentos agrícola vezes 100 ($PASTPLN / AREAEST \times 100$).	%
Percentagem de área com mata que é plantada (MATPLANP)	Utilização das terras em 31/12 - matas plantadas (artificiais) - área - Quinquenal – Hectares (PAM de 2002), por área dos estabelecimentos agrícola vezes 100 ($(PASTPLN / AREAEST) \times 100$).	%
Percentagem de área com pastagem natural (PASTNATP)	Utilização das terras em 31/12 - pastagens naturais - área - Quinquenal – Hectares (PAM de 2002), por área dos estabelecimentos agrícola vezes 100 ($(PASTNAT / AREAEST) \times 100$).	%
Percentagem de área utilizada com lavouras temporárias em descanso (LAVTEMPDP)	Utilização das terras em 31/12 - terras das lavouras temporárias em descanso - área - Quinquenal – Hectares (PAM de 2002), por área dos estabelecimentos agrícola vezes 100 ($(LAVTEMPD / AREAEST) \times 100$).	%
Percentagem de área produtiva não utilizada (TERRPRNUP)	Utilização das terras em 31/12 - terras produtivas não utilizadas - área - Quinquenal – Hectares (PAM de 2002), por área dos estabelecimentos agrícola vezes 100 ($(TERRPRNUP / AREAEST) \times 100$).	%
Percentagem de área inaproveitável (TERRINAPP)	Utilização das terras em 31/12 - terras inaproveitáveis - área - Quinquenal – Hectares (PAM de 2002), por área dos estabelecimentos agrícola vezes 100 ($(TERRINAP / AREAEST) \times 100$).	%

3.3.4 Relação entre os dados edafoclimáticos e sócio-econômicos

Após a organização das variáveis sócio-econômicas, estas foram importadas para o aplicativo Microsoft-Access e relacionadas aos dados edafoclimáticos constituindo, então, o banco dos dados que conduziu à caracterização dos municípios brasileiros.

As variáveis edafoclimáticas se integraram de forma lógica às variáveis sócio-econômicas para definição do potencial do município em relação à aptidão agrícola e

também determinação de existência ou não de relação do desenvolvimento social do município com as condições edafoclimáticas. Isto foi feito em nível de região, tendo sido o banco de dados, portanto, separado nas cinco grandes regiões brasileiras levando-se em consideração municípios que tinham atividades agrícolas, adotando-se como um “recorte” espacial de estudo os municípios com menos de 400.000 habitantes, para a Região Sudeste, e menos de 200.000 habitantes, para as demais regiões.

3.3.4.1 Procedimentos estatísticos utilizados na análise de dados

Os dados consistem em **n** medidas de diferentes características (variáveis) executadas sobre **p** municípios (objetos), de modo que a matriz de dados **X** é formada por **p x n** elementos (**p** linhas correspondentes aos municípios e **n** colunas correspondentes às variáveis):

$$\mathbf{X}_{(p \times n)} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{p1} & x_{p2} & \cdots & x_{pj} & \cdots & x_{pn} \end{bmatrix}$$

A *j*-ésima variável é representada por um vetor coluna. O *i*-ésimo objeto, ou seja, um município qualquer, é representado por um vetor linha chamado vetor resposta e pode ser representado como um ponto no espaço *n*-dimensional.

Como as variáveis consideradas não têm as mesmas unidades, é possível que elas não contribuam igualmente para a similaridade entre os municípios, ou ainda, que tenham alguma influência arbitrária nos grupos formados. Para resolver este problema, mantendo a informação estatística dos dados, realizou-se uma transformação sobre o conjunto de dados originais de modo que cada variável apresentou média zero e variância igual a um, no sistema computacional Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, 1992).

A padronização (ou estandardização) dos dados originais consistiu em expressar-se cada observação em termos de variações inerentes ao sistema, ou seja, as variáveis foram consideradas com importâncias equivalentes (Moita Neto & Moita, 1997).

A transformação Z_{ik} expressa cada observação como o número de desvios padrões da média:

$$Z_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{s_k}, \text{ onde } \bar{x}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ik} \text{ e } s_k^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)^2, \text{ em que}$$

Z_{ik} é o valor estandardizado para o individuo i ($i = 1, \dots, n$) e as variáveis k ($k = 1, \dots, p$), $\bar{x}_k$ e s_k representam a média e o desvio padrão das x_{ik} observações originais, respectivamente, para a variável k .

Obtida a matriz de dados padronizados, o próximo passo foi à escolha de uma medida que quantificasse o quanto dois indivíduos são parecidos.

Visando explicar melhor a relação das variáveis dentro dos grupos de municípios, foi analisada mais detalhadamente a sua variabilidade pela matriz de correlação de Pearson, através dos gráficos de normalidade e levando em consideração, também, a importância das variáveis para o objetivo do estudo.

É crescente utilização de análises estatísticas multivariadas e exploratórias no tratamento de dados ambientais, como uma forma de reduzir a dimensionalidade do problema e facilitar a interpretação sem perda de informações importantes (Vega et al., 1998).

3.3.4.1.1 Análise estatística descritiva

Por estatística descritiva entende-se aquela que utiliza parâmetros como média e desvio padrão para representar um fenômeno e se baseia na hipótese principal de que as variações de um local para outro são aleatórias.

As medidas estatísticas calculadas foram: medidas de posição (média e mediana), de dispersão (valor máximo e mínimo, variância, desvio padrão, coeficiente

de variação), de forma (coeficiente de assimetria e de curtose), gráficos por colunas e o ajuste dos dados à distribuição normal, a 5 % de significância, com base no teste de Kolmogorov-Smirnov, utilizando-se planilhas do aplicativo Microsoft-Excel e os sistemas computacionais SAS e Statistica.

As estatísticas de base que permitiram criticar e analisar os dados dos três bancos de dados (Solos, Clima e Sócio-econômicos) foram realizadas com o auxílio do sistema computacional SAS (SAS, 1998), através do procedimento PROC UNIVARIATE, utilizando-se as saídas do SAS para construir os gráficos no sistema computacional Statistica, versão 6.0.

3.3.4.1.2 Análise estatística multivariada

Emprega-se análise multivariada quando o objetivo da investigação científica pode ser alcançado através da redução de dados ou simplificação estrutural, classificação e agrupamento, investigação da dependência entre variáveis, predições e construção de testes de hipóteses (Johnsom & Wicthern, 1992).

Os métodos para interpretação dos dados de solos, clima, e sócio-econômicas, em cada município brasileiro, por região, foram obtidos a partir de técnicas da análise multivariada (análise da componente principal, análise de agrupamento ou cluster, fatorial e de correlação canônica). Tal procedimento constitui-se num padrão apropriado quando um grande número de variáveis está envolvido. As técnicas de análise multivariada são muito eficazes para a exploração de relações estruturais entre uma grande quantidade de variáveis, sendo uma ferramenta importante em estudos ambientais interdisciplinares (Prado et al. 2002).

Estudos semelhantes envolvendo um grande número de variáveis sócio-econômicas podem ser vistos nos trabalhos de Ozimek (1993), para os EUA e Soares et al. (2003), para Portugal.

A aplicação da análise do componente principal teve como objetivo a escolha das variáveis com maior importância estatística e as aplicações das análises de agrupamento, fatorial e correlação canônica, são métodos usados para a interpretação de dados orientada ao processo de caracterização dos municípios. Assim, o que se

pretendeu foi propor, a partir da base de dados de solos, clima e sócio-econômicas que foram aplicados à base municipal do IBGE de 1997, uma forma de interpretação desses dados, a partir dos modelos multivariados.

3.3.4.1.2.1 Análise do componente principal

A análise do componente principal é uma técnica estatística poderosa que pode ser utilizada para redução do número de variáveis e para fornecer uma visão estatisticamente privilegiada do conjunto de dados. A análise dos componentes principais fornece, por conseguinte, as ferramentas adequadas para a identificação das variáveis mais importantes no espaço dos componentes principais. Baseando-se neste aspecto, a referida análise foi usada para o julgamento da importância das variáveis sócio-econômicas, sendo consideradas importantes estatisticamente as variáveis que apresentaram uma maior correlação com os 10 primeiros componentes principais (Moita Neto & Moita, 1998).

Ao todo foram utilizadas 37 variáveis, sendo 28 a partir dos dados sócio-econômicos do IBGE, 4 da Base de Dados de Clima e 5 da Base de Dados de Solos do Brasil (dados percentuais e índices). Entretanto, nem todas as variáveis sócio-econômicas foram efetivamente empregadas e a decisão sobre quais variáveis são importantes do ponto de vista estatístico para cada região foi realizada baseando-se na análise do componente principal, sendo escolhidas, então, aquelas variáveis com maior peso (“loadings”) na combinação linear dos primeiros componentes principais.

3.3.4.1.2.2 Análise de agrupamento

A análise de agrupamento, ou análise de cluster, é uma técnica multivariada cujo principal propósito é a identificação de entidades similares nas características que elas possuem (Manly, 1986). O resultado da análise de agrupamento pode contribuir para encontrar-se um esquema de classificação.

No presente trabalho, esta análise visou dividir o grupo original de observações (municípios por região) em vários grupos, segundo algum critério de similaridade de maneira que aqueles pertencentes a um mesmo grupo fossem similares com respeito às

características edafoclimáticas e sócio-econômicas, demonstrando as desigualdades dentro de cada região. Esta técnica é reconhecida como apropriada para formar grupos de casos e tem sido usada extensivamente em ciências sociais (Johnson & Wichern, 1992; Punj & Stewart, 1983). As Regiões do Brasil são formadas por um grande número de municípios e, conseqüentemente, usou-se esta ferramenta para reduzir o volume de observações (municípios), pois, ao se agruparem por suas semelhanças o número de municípios se reduz e facilita a interpretação junto às outras análises.

Existem vários algoritmos propostos para o desenvolvimento da análise de agrupamento. Aqui foi abordada a técnica hierárquica que se inicia com o cálculo das distâncias de cada indivíduo (municípios) em relação a todos os outros e, assim, formando grupos pelo processo de aglomeração. Neste processo todos os indivíduos começam como grupos isolados e, progressivamente, grupos mais próximos vão sendo ligados até que finalmente todos os indivíduos possam formar um único grupo. O método usado para definir a proximidade entre os indivíduos foi o de Ward (1963), que ofereceu a melhor solução estatística e interpretativa. Este método representa uma estratégia de agregação baseada na variabilidade existente dentro de cada caso e os agrupamentos são efetuados ao se determinar que pares de casos, quando tomados em conjuntos, apresentam o menor acréscimo de variabilidade. A distancia euclidiana foi usada para determinação do grau de associação entre um par ou grupos de municípios em função de suas variáveis (Milligan, 1981; Hair et al., 1987).

O agrupamento dos municípios pelo conjunto das variáveis representativas edafoclimáticas e sócio-econômicas foi executado no aplicativo estatístico SAS (SAS, 1998), através do procedimento PROC CLUSTER METHOD=WARD, que forneceu o agrupamento dos municípios. Utilizou-se, dentro da rotina PROC CLUSTER, a sub-rotina PROC TREE GRAPHICS, que forneceu uma figura bidimensional conhecida como Dendrograma, construída a partir da matriz das distâncias entre os pontos no espaço multidimensional. O Dendrograma tem a característica de utilizar toda a informação e também de permitir identificar padrões de associação com uma inspeção visual. Devido ao grande número de municípios, a visualização gráfica dos mesmos foi prejudicada na escala definida.

Após a formação inicial dos grupos, realizou-se a análise de variância entre e dentro dos grupos, em relação a cada característica, utilizando-se o procedimento PROC GLM (General Linear Model), para testar a significância da variável na formação dos grupos através da saída dos dados do PROC TREE, do sistema computacional SAS. Foram aplicados os testes de diferença de média para confirmação de que os agrupamentos eram verdadeiramente distintos (Hair et al., 1997; Soares et al. 2003).

Os resultados dos agrupamentos foram convertidos para o aplicativo MAPINFO[®] e espacializados através da malha municipal brasileira do IBGE de 1997 por região.

3.3.4.1.2.3 Análise fatorial

A análise fatorial é uma técnica que procura resolver o problema das inter-relações e correlações entre um grande número de variáveis, apresentadas através de fatores. Dessa forma, é possível juntar-se um maior número de variáveis, representando um conceito mais geral, ou seja, permite extrair-se um número reduzido de fatores que são combinações lineares das variáveis originais, perdendo-se o mínimo de informações. A análise fatorial determina as relações quantitativas entre as variáveis, de modo a associar aquelas com padrão semelhante ao efeito de um fator causal e específico (Johnson & Wichern, 1992).

A justificativa para partir-se da análise fatorial e não das variáveis originais é que este procedimento pode funcionar como um “filtro” da informação bruta, conservando-se apenas aquilo que existe de mais importante em sua estrutura.

Este método é muito empregado, como aponta Haddad (1989), para agrupar regiões ou locais de acordo com a similaridade de seus perfis, além de agrupar variáveis para o delineamento de padrões de variações nas características.

O objetivo da análise de fator é a redução do número de variáveis originais a um número menor de fatores independentes, de tal forma que esses fatores possam explicar, de forma simples, as variáveis originais e contribuir para facilitar sobremaneira a interpretação dos dados. Na análise de fator, as variáveis são agrupadas em função de suas correlações (Johnson & Wichern, 1992). Isso significa que as variáveis que

compõem um determinado fator devem estar altamente correlacionadas entre si e fracamente correlacionadas com as variáveis que entram na composição do outro fator.

A análise fatorial foi realizada com base nos dados de cada grupo de municípios, resultantes da análise de agrupamento de cada Região brasileira, com o objetivo de selecionarem-se as variáveis e extraírem-se os fatores que refletiam as características edafoclimáticas e sócio-econômicas dos grupos de municípios em estudo. Para a obtenção dos fatores, empregou-se o método dos componentes principais, através do procedimento PROC FACTOR METHOD=PRINCIPAL (SAS, 1998), cujo princípio básico consiste em extrair fatores de modo a maximizar a contribuição dos mesmos para a comunalidade. Assim, um primeiro fator é escolhido para maximizar a soma dos quadrados das cargas fatoriais em relação a ele. Em seguida, obtém-se um segundo fator para que também seja maximizada a soma de quadrados das cargas fatoriais em relação a ele e assim por diante para os demais fatores. Para facilitar a interpretação destes fatores, devemos fazer a rotação dos mesmos, que pode ser ortogonal ou oblíqua. Para facilitar a interpretação dos fatores, estes foram submetidos a uma rotação ortogonal pelo método *Varimax*, (Johnson & Wichern, 1992), o qual procura minimizar o número de variáveis que têm elevados pesos sobre um determinado fator. Com esse procedimento, a contribuição de cada fator para a variância total é alterada, sem, contudo, modificar a contribuição conjunta dos mesmos. Como vantagem, os fatores obtidos após a rotação tornam-se mais estreitamente relacionados a determinadas variáveis, possibilitando, assim, uma interpretação mais lógica. Após a rotação, os fatores passam a apresentar correlações mais fortes ou mais fracas com as variáveis, podendo, assim, agrupar as variáveis de alta correlação a este fator.

Para conhecer-se a adequação da análise fatorial para os dados empregados no estudo, foi considerada a matriz de correlação entre as variáveis (Hair et al., 1997). Neste caso, o teste de esfericidade de Bartlett, um teste estatístico para determinação da presença de correlações entre as variáveis, fornece a probabilidade estatística de que a matriz de correlações tenha correlações significativas entre pelo menos algumas das variáveis.

O número de fatores a serem retidos é uma outra questão importante a ser considerada, embora não exista uma resposta definitiva para essa questão. Para Harman (1976) o número de fatores está compreendido em $1/6$ e $1/3$ do número de variáveis. Os aspectos que devem ser considerados incluem a quantidade da variação amostral explicada e o tamanho relativo dos autovalores. A medida denominada de autovalor ou raiz característica expressa a variância total do modelo explicada por cada fator. Apenas os fatores que apresentam esta medida com o valor acima de um deverão ser extraídos. Neste trabalho consideramos o número de fatores retidos de maneira visual, ou seja, através do “scree plot” ou “gráfico de cotovelo”. O scree plot é o gráfico dos autovalores, ordenados do maior para o menor, a determinação apropriada é no ponto onde o gráfico apresenta uma curva acentuada, semelhante a um “cotovelo” (Rodrigues, 2002). É uma ferramenta visual importante que pode auxiliar na determinação de fatores retidos e também por poder incluir as sugestões acima mencionadas.

Em função das variáveis que compuseram os fatores, foi possível nomeá-los de acordo com as características que os traduzem e, dependendo do grau de variância das variáveis, puderam ser considerados relevantes ou não para a análise.

3.3.4.1.2.4 Análise de correlação canônica

A análise de correlação canônica (ACC) é um procedimento estatístico que permite o exame da estrutura de relações existentes entre dois grupos ou conjuntos de variáveis (X e Y) (Johnson & Wichern, 1992). Este método tem como objetivo encontrar pares de combinações lineares das variáveis de cada conjunto de variáveis, de modo que a correlação entre estas combinações lineares seja máxima.

A ACC foi realizada com base nos dados de cada grupo de municípios, os quais foram resultantes da análise de agrupamentos de cada Região brasileira, e teve como finalidade a verificação das relações ou associações existentes entre o conjunto de características edafoclimáticas e o conjunto de características sócio-econômicas, utilizando-se o procedimento PROC CANCORR (SAS, 1998).

O número de variáveis canônicas produzidas representou o total de variáveis edafoclimáticas (nove), que corresponde ao menor número de variáveis entre os dois

conjuntos estudados (Tabachnick & Fidell, 1996). Somente foram consideradas para o estudo em questão as variáveis significativas ao nível de 5 % de probabilidade e com a magnitude do coeficiente de correlação (r) de no mínimo 0,50. Esta decisão permitiu que as variáveis canônicas fossem suficientes para explicar todas as correlações entre os dois conjuntos de variáveis (Hair et al., 1987).

A interpretação das variáveis canônicas é dada de forma subjetiva de acordo com a magnitude das correlações das variáveis originais com as variáveis canônicas em foco (Johnson & Wicherv, 1992). Abreu & Vetter (1978) sugerem que a interpretação por meio das correlações entre variáveis originais e as canônicas fornece, em geral, o caminho mais adequado. No presente estudo, o relacionamento utilizado para a interpretação foram os coeficientes canônicos estantartizados, ou correlações entre pares de variáveis canônicas, e os coeficientes da matriz estrutural ou matriz de fatores canônicos (a matriz de correlações entre as variáveis originais).

A análise de correlação canônica para cada grupo de municípios teve como objetivo o estudo das associações entre dois conjuntos de variáveis, de tal forma que o primeiro está relacionado às condições edafoclimáticas (solos e clima) e o segundo às condições sócio-econômicas, na verificação da possibilidade de identificação das relações entre o desenvolvimento sócio-econômico e as condições edafoclimáticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro resultado alcançado, face aos objetivos propostos neste trabalho, foi a construção do banco de dados georreferenciados com dados de índices de solos, índices de clima e sócio-econômicos. Neste, a malha municipal de 1997 foi associada a uma tabela com as características de cada município relacionadas a estes dados. Os dados sócio-econômicos foram limitantes quanto ao número de municípios caracterizados neste estudo. A malha municipal de 1997, constituída de 5907 municípios, além dos dados sócio-econômicos disponíveis sem problemas com “outliers” ou ausência de dados, constituiu um total de 4916 municípios, permanecendo fora deste estudo 413 municípios da Região Sudeste, sendo 218 municípios sem nenhum dado, 177 municípios com dados incompletos e 18 municípios com mais de 400.000 habitantes; 295 municípios da Região Nordeste, sendo 44 municípios sem nenhum dado, 231 municípios com dados incompletos e 20 municípios com mais de 200.000 habitantes; 258 da Região Sul, sendo 134 municípios sem nenhum dado, 108 municípios com dados incompletos e 16 municípios com mais de 200.000 habitantes; 64 da Região Norte, sendo 3 municípios sem nenhum dado, 54 municípios com dados incompletos e 7 municípios com mais de 200.000 habitantes e 26 da Região Centro-Oeste, sendo 2 municípios sem nenhum dado, 19 municípios com dados incompletos e 5 municípios com mais de 200.000 habitantes, totalizando 1056 municípios.

4.1 Análise dos dados

4.1.1 Banco de dados de índices de solo

Foi criado o banco de dados alfanuméricos especializados com atributos do solo representados por índices, visando o uso em operações de geoprocessamento, mais

especificamente em Sistema de Informações Geográficas (SIG). Este sistema apresenta a capacidade de armazenar os dados de diversas fontes, manipular, analisar e apresentar estas informações (Rodrigues, 1990), através de uma base de dados não convencional (Strauch et al., 1998).

A estatística básica que permitiu criticar e analisar os dados índices de solos foi realizada com o auxílio do sistema computacional SAS e está apresentada na Tabela 9. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado a todas as variáveis e os resultados obtidos apresentaram uma distribuição normal ($p < 0,001$). O índice potencial para mecanização (PM) variou de 1 a 10, com uma média de 8,53; o índice drenagem do solo (DS) variou de 1 a 10, com uma média de 7,36; o índice risco de erosão (RE) variou de 1 a 10, com uma média de 4,91; o índice condições de enraizamento (CE) variou de 1 a 10, com uma média de 4,91; o índice fertilidade do solo (FS) variou de 1 a 10, com uma média de 4,87.

Observando os coeficientes de assimetria e de curtose, para ambas as variáveis, verificou-se que não foram elevados, permanecendo dentro da faixa empreendida entre -2 e +2, podendo ser considerado, nesse caso, uma distribuição simétrica.

As medidas de forma, como assimetria e curtose, bem como as medidas de dispersão desvio padrão e coeficiente de variação, demonstram que a variabilidade em torno da média foi aproximadamente normal.

Para as variáveis RE e CE, os valores das medidas de posição apresentaram valores da média e da mediana semelhantes, sugerindo um possível ajuste dos dados à distribuição normal.

Tabela 9. Dados de Solos - Estatística básica média ($\bar{x}$), mediana (md), mínimo (min), máximo (max), desvio padrão (σ), coeficiente de variação (cv), assimetria (ass), curtose (curt) e teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (K-S)

Variável	$\bar{x}$	md.	min.	máx.	σ	cv	ass.	curt.	K-S
PM	8,53	10	1	10	2,64	30,99	-1,55	1,00	0,45*
DS	7,36	8	1	10	2,94	39,92	-1,12	-0,06	0,29*
RE	7,64	8	1	10	2,59	33,94	-1,12	0,28	0,24*
CE	4,91	5	1	10	3,25	66,20	0,32	-1,31	0,18*
FS	4,87	3	1	10	3,29	67,44	0,49	-1,34	0,25*

* Estatística do teste de Kolmogorov-Smirnov, $p < 0,01$, significativo no nível 5 % de probabilidade.

O banco de dados georreferenciados permitiu a associação dos dados alfanuméricos (índices de solos) aos polígonos de cada um dos municípios da malha municipal de 1997 (a partir de um raster), o que possibilitou a caracterização dos municípios em relação às características do solo com base na combinação de um conjunto de informações referentes aos atributos do solo. Isto gerou pela média os novos valores dos índices condições de enraizamento (CE), potencial para mecanização (PM), fertilidade do solo (FS), risco de erosão (RE) e drenagem do solo (DS). A associação com os polígonos foi realizada a partir do raster criado para cada índice.

A Figura 7 (a, b, c, d e f) mostra a distribuição espacial dos índices de solo no Brasil. Atribuiu-se cores idênticas para os índices de solo, para todos os mapas, facilitando, desta forma, a percepção do comportamento de cada índice no mapa. Segundo Ramalho (1994), cores iguais para as mesmas características nos mapas facilitam a identificação de características idênticas.

Com relação à distribuição das condições de enraizamento do solo (Figura 7a), gerada a partir do banco de dados construído, observa-se que valores baixos do índice estão localizados nas áreas mais escuras. Estas áreas, de acordo com os níveis de restrições, podem apresentar dificuldade de fixação e desenvolvimento do sistema radicular das plantas, uma maior suscetibilidade à deficiência hídrica e restrições para a absorção de nutrientes. Estes solos podem apresentar também restrições para o cultivo da maioria das culturas perenes (Lopes, 1984; Goedert, 1987).

Pela análise visual do mapa do índice de drenagem mostrado na Figura 5b, observamos que, para as áreas mais claras, as condições de drenagem do solo teoricamente oferecem uma melhor aeração para as plantas e também uma diminuição do risco de salinização. Souza et al. (2000), cita a FAO/UNESCO (1973) lembrando a importância dos aspectos edafoclimáticos, presença de lençóis freáticos elevados, irrigação e drenagem inadequadas, para o processo de salinização do solo.

O índice de fertilidade, apresentado em formato raster na Figura 7c, permite a visualização das diferentes áreas, com o índice de fertilidade identificado pelos matizes da cor verde. À medida que a cor verde torna-se mais clara, as áreas são caracterizadas por apresentar uma boa capacidade em fornecer nutrientes às plantas e manter este

fornecimento ao longo do tempo. É sabido que tais condições do solo são importantes para uma maior produção das plantas (Marschner, 1995).

No mapa gerado para o índice potencial para mecanização do solo (Figura 7d), as áreas representadas com a cor verde clara apresentam as piores indicações quanto ao uso de máquinas agrícolas tracionadas por tratores, enquanto que na cor verde escura estão indicadas as áreas recomendadas para o uso dessas máquinas. O uso de máquinas agrícolas pesadas em várias regiões do país apontam alterações significativas nas propriedades físicas de alguns solos (Streck et al., 2004).

O resultado apresentado na Figura 7d indica as possíveis áreas propensas ou não ao risco de erosão. Observa-se que para as áreas mais altas, aqui representadas pelas áreas mais escuras, o potencial de perda de solo por erosão hídrica podem ser maiores, o que pode acarretar prejuízos ao meio ambiente, uma vez que podem assorear os rios e prejudicar a produção de alimentos. A declividade do terreno influencia fortemente as perdas de solos e água por erosão hídrica (Gogo et al., 2003).

Segundo Steeg et al. (2003), os níveis de restrições para as condições de enraizamento do solo, drenagem do solo, potencial para mecanização, fertilidade do solo e risco de erosão no Brasil pode ser muito restrito, restrito, moderadamente restrito, pouco restrito ou sem restrição.

Figura 7 - Mapas da distribuição dos índices de solos no Brasil, (a) Condições de Enraizamento do Solo, (b) Drenagem do Solo, (c) Fertilidade do Solo, (d) Potencial para Mecanização do Solo, (e) Risco de Erosão do Solo

4.1.2 Banco de dados de índices de clima

Inicialmente foi realizada a estatística descritiva e exploratória dos valores de cada índice de clima, como está apresentado na Figura 8.

Os resultados referentes à análise descritiva para as variáveis ITRa, ITRp, ITWa e ITWp indicaram um ajuste aproximadamente normal, com o valor da média próximo da mediana. Com o resultado obtido por meio do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, o qual foi significativo ao nível de 5 % de probabilidade, aceitou-se a Hipótese H_0 , ou seja, os dados de índices de clima apresentam distribuição normal, e a rejeição de H_1 , ou seja, há forte evidencia estatística de que os dados de índices de clima não apresentam uma distribuição normal. Pode-se concluir com estes resultados que a distribuição das variáveis índices de clima em estudo é normal, dando suporte à hipótese de normalidade dos dados. Este resultado possibilitou a continuação do estudo sem a necessidade de tratamentos adicionais.

O ITRa apresentou o menor coeficiente de variação (11,84 %) e ITWp apresentou o maior coeficiente de variação (31,34 %), tendo o índice de temperatura e precipitação para culturas perenes apresentado o maior grau de dispersão.

Através dos gráficos de probabilidade da distribuição normal, podemos inferir que todas as variáveis de índices de clima apresentaram uma curva de frequência mais aberta que a normal, sendo, portanto, uma distribuição ligeiramente platicúrtica (Assad et al. 2003). O índice de temperatura e radiação para cultura anual (ITRa) variou de 3,05 a 10,00, com uma média de 9,31, enquanto que índice de temperatura e radiação para cultura perene (ITRp) variou de 2,46 a 10,00, com uma média de 8,57. O índice de temperatura e precipitação para cultura anual (ITWa) variou de 2,78 a 10,00, com uma média de 9,22, enquanto que o índice de temperatura e precipitação para cultura perene (ITWp) variou de 2,09 a 10,00, com uma média de 7,20. A diferença em termos de variabilidade das variáveis apresentou uma dispersão semelhante para todas as variáveis.

Pelos histogramas de probabilidade normal, pode-se confirmar a aceitação de que a distribuição se aproxima da normal para as variáveis de clima ITRa e ITRP, ITWa e ITWp, pois a média aritmética é uma medida influenciada pelos valores extremos, constituindo-se numa medida de tendência central adequada para a representação dos

dados em uma distribuição normal. Steeg et al. (2003) também encontraram distribuição normal para aptidão climática nas regiões brasileiras.

O gráfico de caixa ou box-plot (Figura 9), foi utilizado para facilitar a visualização das estatísticas descritivas, permitindo demonstrar os percentis inferior (25 %) e superior (75 %) e a mediana (50 %). A análise exploratória dos dados índices de clima, por meio do gráfico de caixa ou box-plot, permite constatar que os segmentos de reta apresentaram dimensões diferentes e que a mediana estava deslocada no sentido acima da borda superior, para os índices de temperatura e radiação para culturas anuais. Por outro lado, os valores da média e da mediana não coincidiram para nenhuma das variáveis, indicando uma distribuição assimétrica.

A aplicação do método geoestatístico de inferência espacial para a determinação de uma malha contínua com bases nos índices de clima se constituíram no suporte para a elaboração de mapas de ITRa, ITRp, ITWa e ITWp, a partir do ajuste do semivariograma.

Uma vez que o objeto de estudo da interpolação de dados era somente a construção dos mapas digitais, representando uma superfície contínua com os índices de clima (ITRa, ITRp, ITWa e ITWp), e possibilitar a identificação de áreas com índices maiores e menores, transferindo-se, pela média, esses índices para a malha municipal brasileira de 1997 do IBGE (o que veio a constituir, assim, o Banco de Dados de Clima), não houve, conseqüentemente, interesse em se discutir modelos para o semivariograma.

A obtenção das informações a respeito da variabilidade espacial dos índices de clima foi possível a partir do mapeamento da variabilidade com o uso da interpolação pela técnica de krigagem ordinária, a qual estimou, com o mínimo de variância, valores de índices de clima para locais não amostrados (sem estações climáticas) com base na interpolação dos valores amostrados. A obtenção de uma malha de pontos interpolados permitiu a observação de como se encontravam distribuídos os índices de clima em todo o Brasil, através de mapas de superfície contínua. Para a interpolação por krigagem no SIG TNTmip's foram utilizados os parâmetros geoestatísticos obtidos no sistema computacional SAS para cada semivariograma dos índices estimados. Nas Figuras 10 a 13 pode-se observar as imagens, em tons de azul, obtidas pelo interpolador krigagem

ordinária, bem como os parâmetros efeito pepita (C_0), patamar (C_0+C_1) e alcance (a), além do modelo ajustado ao semivariograma experimental e os gráficos do semivariograma teórico e robusto de cada variável em estudo. Pelo resultado obtido, pode ser notado que a superfície gerada pelo método geoestatístico krigagem ordinária é suave e o ponto crítico ocorre justamente onde há subestimação e superestimação do valor do índice de clima. No resultado gerado pela krigagem utilizada isto ocorre de maneira gradual, mas coerente, portanto, com o que ocorre no Brasil. O efeito pepita é um parâmetro importante do semivariograma e indica variabilidade não explicada, considerando a distância de amostragem utilizada (McBratney & Webster, 1986). Esse parâmetro pode ser expresso como percentagem do patamar, com o objetivo de facilitar a comparação do grau de dependência espacial das variáveis em estudo (Trangmar et al., 1985). A análise da relação $C1/(C0+C1)$ da variável ITRa apresentou dependência espacial moderada, enquanto as demais variáveis apresentaram dependência espacial forte.

As variáveis índices de clima apresentam uma estrutura de dependência espacial. É importante ressaltar que as distribuições espaciais das variáveis índices de clima estimados para o Brasil, em locais onde não existiam estações climáticas, possibilitará, posteriormente, a distinção de municípios com valores maiores e menores para os índices de clima.

Segundo Steeg (2003), o nível de restrições para o clima no Brasil, por região, pode ser classificado como muito restrito, restrito, moderadamente restrito, pouco restrito e sem restrição.

Figura 8 - Estatística descritiva das variáveis índices de clima utilizados para a predição espacial

Figura 9 - Gráfico de caixa das variáveis índice de temperatura e radiação para culturas anuais (ITRa), índice de temperatura e radiação para culturas perenes (ITRp), índice de temperatura e precipitação para culturas anuais (ITWa) e índice de temperatura e precipitação para culturas perenes (ITRp)

Figura 10 – Resultados do semivariograma determinado pelo modelo esférico e da interpolação dos dados de índice de temperatura e radiação para culturas anuais (ITRa): a) gráficos do semivariograma teórico com estimador robusto e regular determinado pelo modelo esférico; b) tabela com os parâmetros ajustados ao semivariograma esférico e c) mapa de superfície gerada pelo método da krigagem ordinária

Figura 11 – Resultados do semivariograma determinado pelo modelo esférico e da interpolação dos dados de índice de temperatura e radiação para culturas perene (ITRp): a) gráficos do semivariograma teórico com estimador robusto e regular determinado pelo modelo esférico; b) tabela com os parâmetros ajustados ao semivariograma esférico e c) mapa de superfície gerada pelo método da krigagem ordinária

Figura 12 – Resultados do semivariograma determinado pelo modelo esférico e da interpolação dos dados de índice de temperatura e precipitação para culturas anuais (ITWa): a) gráficos do semivariograma teórico com estimador robusto e regular determinado pelo modelo esférico; b) tabela com os parâmetros ajustados ao semivariograma esférico e c) mapa de superfície gerada pelo método da krigagem ordinária

Figura 13 – Resultados do semivariograma determinado pelo modelo esférico e da interpolação dos dados de índice de temperatura e precipitação para culturas perene (ITWp): a) gráficos do semivariograma teórico com estimador robusto e regular determinado pelo modelo esférico; b) tabela com os parâmetros ajustados ao semivariograma esférico e c) mapa de superfície gerada pelo método da krigagem ordinária

4.1.2 Banco de dados de sócio-econômicos

O banco de dados sócio-econômicos consolidou os resultados do conjunto de variáveis utilizadas para o diagnóstico relacionado à agricultura dos municípios brasileiros.

Nesta seção são apresentadas algumas medidas de tendência central e de variabilidade, permitindo uma primeira aproximação das variáveis sócio-econômicas,

transformadas, em estudo. A estatística descritiva mostrada na Tabela 10 refere-se a algumas das grandes diferenças dos 4916 municípios, correspondentes a cada uma das variáveis, caracterizando as dimensões sócio-econômicas, através dos valores mínimo e máximo observados, a média, a mediana, assimetria e curtose e o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Com base nestas medidas de estatística descritiva, verificamos, por exemplo, a densidade populacional dos municípios (DESPOPM) variou de um valor máximo de 12.466,22 km² para um valor mínimo de aproximadamente cem mil vezes menos (0.11 km²). Os valores de produção e renda (VPFAMHA, RMFAMHA, RLFAMHA, VPPATHA, RMPATHA e RLPATHA) são bastante destacados, tendo o valor da produção por hectare da agricultura patronal (VPPATHA) a maior variabilidade, oscilando desde um mínimo de R\$ 0,00 até um máximo de R\$ 14.054.425,62. Por outro lado, a variável índice de GINIREND teve a menor variação oscilando desde um mínimo de 0,35 a 0,79. Valores extremos podem ser decorrentes de erros ou inconsistências do banco de dados original que não foram alterados nesta pesquisa. O resultado obtido por meio do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov indicou significância, ao nível de 5 % de probabilidade, para todas as variáveis, aceitando-se a distribuição normal dos dados.

Atualmente o Brasil conta com uma população residente de aproximadamente 170 milhões de habitantes e uma densidade demográfica de 19,87 habitantes por km², fato que não o classifica como um dos mais povoados do mundo.

Observando os coeficientes de assimetria e curtose, verifica-se que a distribuição dos dados apresentou coeficiente de assimetria e curtose bastante elevado. As variáveis GINIREND, IDHM, AGRPATP e PASTNATP têm assimetria e curtose próximas o suficiente de 0 e 3 para serem considerados como distribuições normais. A variável AGRFAMP apresentou assimetria e curtose negativa, enquanto que as demais variáveis apresentam valores de assimetria e curtose não compatíveis com a distribuição normal.

A partir dos dados da estatística apresentados na Tabela 10 podemos comprovar pelos valores do índice de GINI renda que a distribuição de renda no Brasil é muito desigual, uma vez que o índice varia de 0 (perfeitamente igual) a 1 (extrema

desigualdade), enquanto que a média nacional foi de 0,53, mostrando que a distribuição de renda é bastante concentrada. De fato, dados estatísticos já levantados indicam que o Brasil apresenta um dos piores índices de desigualdade na distribuição de renda do mundo (Bonelli & Ramos, 1993).

A utilização do IDH para medir o grau de desigualdade (podendo ser entre municípios por região) baseia-se em quatro indicadores principais (UNDP, 2002): a) esperança de vida ao nascer; b) taxa de analfabetismo; c) taxa de matrícula combinada, e d) renda per capita. O índice varia de zero (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total). Regiões com IDH até 0,49 têm desenvolvimento humano considerado baixo; aquelas com índices entre 0,50 e 0,79 são consideradas de médio desenvolvimento humano; regiões com IDH maior que 0,80 têm desenvolvimento humano considerado alto. O comportamento médio do IDH é em torno de 0.75, valor este valor leva o Brasil a ocupar a 73ª posição no quadro mundial de 2000 (nota do IPEA). Neste estudo, o IDH não será considerado como parâmetro definitivo para a medida de desenvolvimento uma vez que não temos como examinar os componentes que o geraram. Entretanto, ele poderá dar uma idéia em que dimensões de desenvolvimento os municípios situam suas deficiências.

O índice de ACESSO apresentou resultados médios (0,79) e uma amplitude (0,02) que podem enquadrar os municípios com condições de acesso na faixa de muito restrito a sem restrição (Steege, 2003).

Podemos destacar também o perfil médio da força de trabalho nos estabelecimentos agropecuários através da variável PESSOCP no Brasil, verificando-se que há uma população de 12,85 pessoas ocupadas por estabelecimento, mas registram-se valores variando bastante entre os extremos, respectivamente 0,08 e 1346,15 pessoas ocupadas por estabelecimento agrícola.

A agricultura no Brasil é extremamente complexa em função da grande diversidade da paisagem, fato que contribui para uma distinção entre diferentes tipos de produtores. A agricultura a nível familiar e patronal estimula o desenvolvimento brasileiro promovendo a geração de emprego e renda, segurança alimentar e desenvolvimento local. Estes tipos de agricultura são bem distribuídos em todo o Brasil.

As análises das variáveis relacionadas à agricultura familiar e patronal, na média de 4916 municípios, indicam que 47,34 % da produção agrícola é familiar, enquanto que 53,66 % é patronal. De acordo com os valores do Censo Agropecuário 1995/96, existem no Brasil 4.859.864 estabelecimentos rurais, ocupando uma área de 353,60 milhões de hectares. Nesta safra, o Valor Bruto da Produção (VBP) Agropecuária foi de R\$ 47,80 bilhões e o financiamento total (FT) foi de R\$ 3,7 bilhões. De acordo com a metodologia adotada, são 4.139.369 estabelecimentos familiares, ocupando uma área de 107,80 milhões de hectares, sendo responsáveis por R\$ 18,10 bilhões do VBP total e recebendo apenas R\$ 937,00 milhões de financiamento rural. Os agricultores patronais são representados por 554.501 estabelecimentos, ocupando 240 milhões de hectares (Guanziroli & Cardim, 2000). A maior produção agrícola vem dos estabelecimentos de agricultura familiar, caracterizando-se o município de Monte Santo, no Estado da Bahia, como o aquele que apresenta o maior número de estabelecimentos familiares (10.649). A maior produção da agricultura patronal é a do município de Negro, do Estado de Rondônia, enquanto que o maior número de estabelecimentos é encontrado no município de Ilhéus, também, no Estado da Bahia.

Com base nos dados observados, para a variável produtividade agrícola (PRODHA), o valor da curtose é altíssimo, indicando uma grande concentração de dados próximos à média.

Na Tabela 10 chama atenção também o conjunto de variáveis de utilização do solo que, pela ordem, temos a maior área ocupada com pastagem natural, seguida pela área com pastagem que é plantada, área com terras produtivas não utilizadas, áreas com lavouras permanentes, áreas com matas e florestas naturais, áreas como lavouras permanentes, áreas com terras inaproveitáveis, áreas com lavouras temporárias em descanso, enquanto que a menor área é mata que é plantada.

Pela análise estatística dos dados sobre percentual de irrigação, podemos dizer que a distribuição das áreas irrigadas no Brasil ocorre de forma desigual por conta dos métodos e/ou dos sistemas de irrigação utilizados, os quais dependem, dentre outros fatores, do nível tecnológico compatível e acessível economicamente ao produtor (Paz et al., 2000).

O uso de tratores é um indicativo de que os municípios possivelmente adotam tecnologias mais modernas, o que pode ser observado na Tabela 10. Nesta, nota-se que há uma grande concentração de dados em torno da média, indicando que determinados municípios possuem mais tratores que outros.

O efetivo de animais de pastos variou de 0 a 9712,73, com uma média de 6,43. O efetivo de aves variou de 0 a 2480790,91, com uma média de 534,80. O efetivo de suínos variou de 0 a 8555,5, com uma média de 4,47. Em relação às diferenças em termos de variabilidade das variáveis de efetivos de animais, todas elas apresentaram uma dispersão alta, tendo sido a variável AVESHA a que apresentou a maior dispersão.

Para as variáveis sócio-econômicas, o SIG foi usado apenas para algumas variáveis como uma apresentação ilustrativa. Foram gerados, portanto, mapas das variáveis escolhidas índice de desenvolvimento humano, densidade populacional e número de estabelecimentos familiar e patronal (Figura 14). Podemos observar que no mapa do IDHM pelos níveis de azul, o quanto o Brasil é um país muito heterogêneo, marcado por profundas desigualdades como demonstram os índices de desenvolvimento humano municipal (IDHM) que em 2000 os municípios pesquisados variaram de 0,467 (Manari-PE) cor escura a 0,919 (São Caetano do Sul-SP) cor clara quase branca (IPEA, 2004). Através do mapa da densidade populacional do município pode se observar que as áreas para onde convergem os maiores valores da densidade populacional engloba o nível de cor amarela presente nas cinco regiões brasileiras, sendo que a maior densidade populacional se encontra nos municípios da Região Sudeste. Podemos observar nos mapas com o número de estabelecimentos familiar e patronal que as cores claras representam o mínimo de estabelecimento agropecuário nos municípios.

Tabela 10. Dados Sócio-econômicos - Estatística descritiva média ($\bar{X}$), mediana (md.), valores mínimos (min.), máximos (max.), assimetria, curtose e o teste de normalidade de Kolmogorov-Sminov (K-S, $P < 0.01$)

Variáveis	$\bar{X}$	md.	min.	max.	σ^2	σ	assimetria	curtose	K-S
GINIREND	0,53	0,53	0,35	0,79	0	0,06	0,28	0,47	0,02*
IDHM	0,75	0,72	0,48	0,92	0,01	0,08	-0,30	-0,94	0,11*
ACESSO	0,79	0,82	0,06	0,99	0,02	0,13	-2,28	6,88	0,15*
PESSOCP	12,86	8,09	0,08	1346,15	713,50	26,71	28,16	1291,06	0,25*
DESPOPM	81,67	24,16	0,11	12466,22	162235,52	402,78	15,61	326,88	0,29*
AGRFAMP	45,64	42	0	100	699,63	26,45	0,34	-0,89	0,06*
VPFAMHA	2977,23	57,43	0	7427001,92	14951074399,74	122274,59	53,71	3041,80	0,24*
RMFAMHA	1563,48	23,22	-86,50	4496696,15	4936362753,32	70259,25	57,72	3531,53	0,28*
RLFAMHA	1564,51	23,34	-86,50	4496696,15	4939265550,47	70279,91	57,69	3528,28	0,28*
AGRPATHA	54,36	58	0	100	699,63	26,45	-0,34	-0,89	0,06*
VPPATHA	5855,59	51,41	0	14054425,62	52479100843,98	229083,17	53,17	3055,63	0,25*
RMPATHA	2832,20	11,22	-240516,63	7948184,30	15049890507,22	122678,00	58,35	3652,06	0,27*
RLPATHA	2832,90	11,37	-240514,22	7948184,30	15049903617,78	122678,05	58,35	3652,05	0,27*
PRODHA	0,15	0,07	-5,77	26,95	0,42	0,65	22,77	792,20	0,37*
LAVPERMP	4,87	1,23	0	100	84,59	9,20	3,43	14,83	0,30*
LAVTEMPP	17,02	9,90	0	99,30	348,39	18,67	1,69	2,28	0,19*
MATPLANP	2,21	0,38	0	79,87	30,16	5,49	4,84	31,37	0,15*
MATFLRNP	17,01	12,02	0	91,34	239,95	15,49	1,80	3,54	0,34*
PASTPLNP	22,76	16,02	0	90,14	482,25	21,96	1,01	0,08	0,15*
PASTNATP	23,30	19,59	0	91,09	339,74	18,43	0,81	0,04	0,10*
LAVTEMDP	3,09	1,71	0	55,05	15,79	3,97	3,14	15,96	0,22*
TERINAPP	4,78	3,99	0	84,62	12,52	3,54	4,44	65,24	0,13*
TERPRNUP	4,94	2,08	0	61,92	51,73	7,19	2,77	9,96	0,25*
IRRIGP	1,65	0,20	0	76,308	23,09	4,81	6,662	62,63	0,37*
TRATORHA	0,0055	0,0018	0	0,22	0,0	0,011	7,97	103,65	0,36*
AMPTHA	6,43	0,31	0	9712,73	29419,28	171,52	45,75	2332,28	0,44*
AVESHA	534,80	0,88	0	2480790,91	1252290874,70	35387,72	2480790,91	4912,66	0,41*
SUINOHA	4,47	0,07	0	8555,5	26796,12	163,70	44,86	2110,21	0,48*

* Estatística do teste de Kolmogorov-Smirnov, $p < 0,01$, significativo no nível 5 % de probabilidade.

Figura 14 - Mapas com a distribuição das variáveis sócio-econômicas índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM), densidade populacional (DESPOP) e número de estabelecimentos com agricultura familiar e patronal (VPFAMHA e VPPATHA)

4.1.3 Análise dos dados resultantes da malha municipal de 1997 relacionados aos dados sócio-econômicos

Nesta seção é apresentado o resultado da análise estatística descritiva e da matriz de correlação para os dados de solos e clima resultantes da malha municipal de 1997 relacionados aos dados sócio-econômicos. Compõe também esta seção a inter-relação entre as técnicas de análises multivariadas e as características dos municípios dentro de cada região.

Os resultados apresentados na Tabela 11 referem-se às médias, a mediana, a variância, o desvio padrão, os valores mínimos e máximos existentes nos 4916 municípios do Brasil, na malha municipal de 1997 do IBGE. Neste sentido, podemos interpretar que os valores médios das variáveis de solos no Brasil indicaram as características dos municípios de baixo índice de fertilidade e baixo índice de condições de enraizamento. A variedade dos solos, com valores máximos e mínimos, aponta para os valores estimados de 1 a 10. As medidas de dispersão (variância e desvio-padrão) apresentaram uma amplitude esperada para os solos utilizados neste estudo. A média e a mediana apresentaram valores próximos para todos os índices, indicando distribuição aproximadamente simétrica. Segundo a classificação de Steeg (2003), a distribuição dos solos no Brasil em relação à fertilidade, as condições de enraizamento, a drenagem, o risco de erosão e a capacidade de mecanização, variou de sem restrições a muito restritos.

Para as características dos municípios relacionadas ao clima, a média foi igual à mediana para os índices ITRa e ITRp, com uma variância muito pequena. O mesmo não pode ser comprovado para as variáveis ITWa e ITWp, que se apresentaram com médias e medianas muito variáveis. O desvio padrão, que nos dá a idéia do afastamento dos valores observados em relação à média estimada em ambos os índices, foi considerado pequeno, demonstrando uma forte distribuição climática nos municípios por região (Steeg, 2003).

A Tabela 11 também evidencia que as diferenças em termos de variabilidade das variáveis sócio-econômicas é bem maior que a das variáveis de solos e de clima. A amplitude da variável valor da produção da agricultura patronal (VPPATHA) é de 229.083,17, enquanto que a da variável índice de GINI renda é 0,06. O valor numérico entre as variáveis difere acentuadamente, de modo que a comparação direta entre variáveis levaria a uma ponderação maior das variáveis com maior valor numérico. Isso ocorre porque as variáveis consideradas não têm as mesmas unidades e é possível que elas não contribuam igualmente para a similaridade entre os indivíduos (municípios) ou, ainda, que tenham alguma influência arbitrária nos grupos formados. Devido a isso, para manter a informação estatística dos dados, realizou-se uma transformação sobre o

conjunto de dados originais de modo que cada variável apresentou média zero e variância igual a um (Moita Neto & Moita, 1997).

Na matriz de correlação são observados os efeitos da casualidade, ou seja, o comportamento de uma variável influencia o comportamento de outra, no mesmo sentido (correlação positiva) ou em sentido oposto (correlação negativa), e o da redundância, em que as variáveis têm comportamento próximo, pois explicam o mesmo fenômeno.

A caracterização do relacionamento das variáveis foi um dos direcionamentos quanto à verificação da adequação das variáveis que compuseram o modelo estatístico usado. É necessário estudar o comportamento das variáveis em busca de relações de causa-efeito. Foi ainda importante por restringir o número de variáveis que compuseram o modelo, sem perda de informação.

Ao todo foram utilizadas 37 variáveis, sendo 28 a partir dos dados sócio-econômicos do IBGE, 4 da Base de Dados de Clima e 5 da Base de Dados de Solos do Brasil (dados percentuais e índices) e 4916 municípios. Entretanto, o número de variáveis sócio-econômicas foi diferenciado para cada região estudada para a realização da análise estatística multivariada.

Visando explicar melhor a relação das variáveis dentro dos grupos de municípios, foi analisada mais detalhadamente a sua variabilidade pela matriz de correlação de Pearson. A matriz de correlação foi aplicada a uma matriz de dados representada por 37 variáveis e 4916 municípios. Esta matriz examina a associação entre variáveis para tentar estabelecer a importância de cada uma como um determinante do comportamento da variável que se quer estudar. A extração da matriz de correlação possibilitou a escolha das variáveis mais significativas ($r > 0,10$), as quais tiveram um papel destacado na interpretação da proposta do estudo. A dependência das variáveis avaliadas pode ser observada por meio da matriz de correlações aqui representada pelas Figuras 15 a 51, que representam o resultado da matriz de correlação. Pode-se observar nas referidas figuras que os valores em negrito representam as variáveis que se correlacionaram de forma significativa, considerando-se o nível de 5 % de probabilidade. Dessa maneira, pode-se rejeitar a hipótese de nulidade, ou seja, a matriz

de correlação é uma matriz identidade, não existindo correlação entre as variáveis. As figuras revelam a existência de fortes relações entre algumas variáveis e que existem muitas variáveis cuja correlação é bastante baixa, ou praticamente nenhuma, com todas as demais variáveis. Isto sugere que a maioria das variáveis utilizadas relacionaram-se muito superficialmente com todas as demais variáveis. Neste sentido, elas podem ser consideradas variáveis não válidas, não contribuindo para medir o que realmente se deseja. Após exame detalhado da importância das variáveis, optou-se pela retirada das variáveis RMFAMHA, RLFAMHA, RMPATHA e RLPATHA, uma vez que o grau de explicação dessas variáveis seria irrelevante, pois grande parte do seu poder de explicação já estaria sendo resumido por outra variável (seu correlacionado), no caso as variáveis VPFAMHA e VPPATHA.

As variáveis PM, DS, RE, CE, FS, ITRa, ITRp, ITWa, ITWP, IDHM, ACESSO, PESSOCP, DESPOPM, AGRFAMP, VPFAMHA, RMFAMHA, RLFAMHA, AGRPATP, VPPATHA, RMPATHA, RLPATHA, PRODHA, LAVTEMPP, MATFLRNP, PASTPLNP, PASTNATP, LAVTEMDP, TERRINAPP, TERRPRNUP, IRRIGP, TRATORHA, AMPTHA, SUINOHA apresentam maiores coeficientes de correlação com o maior número de variáveis e AVESHA apresentou altos coeficientes de correlação com um pequeno número de variáveis, ao passo que as variáveis GINIREN e MATPLANP apresentaram os menores coeficientes de correlação com o menor número de variáveis.

O valor máximo da correlação obtido foi de uma correlação negativa (-1,00) para AGRFAMP vs. AGRPATP e AGRPATP vs. AGRFAMP onde elas estão em sentidos opostos, demonstrando o quanto da agricultura patronal ou agricultura familiar predominou no município (o valor mínimo foi 0,00). Para quase todas as variáveis houve pelo menos uma que não se correlacionou com nenhuma outra.

Tabela 11. Estatística descritiva ($\bar{x}$), mediana (md.), variância (σ^2), desvio padrão (σ), valores mínimos (min.) e máximos (max.), para as variáveis índices de solo e índices de clima resultantes da malha municipal de 1997, relacionadas as variáveis sócio-econômicas

Variáveis	$\bar{x}$	md.	σ^2	σ	min.	max.
PM	7,68	8,33	4,49	2,12	2	10
DS	7,36	7,77	2,11	1,45	1	10
RE	7,04	7,48	3,52	1,88	1	10
CE	5,71	5,60	3,70	1,92	1	10
FS	5,55	5,33	4,18	2,04	1	10
ITRA	7,22	7,21	0,08	0,28	6,56	7,72
ITRP	6,92	6,933	0,09	0,31	6,45	7,38
ITWA	8,09	9,354	6,04	2,46	2,78	10
ITWP	8,07	8,447	3,21	1,79	4,31	10
GINIREND	0,53	0,53	0	0,06	0,35	0,79
IDHM	0,70	0,72	0,01	0,08	0,48	0,92
ACESSO	0,79	0,82	0,02	0,13	0,06	0,99
PESSOCP	12,86	8,09	713,50	26,71	0,08	1346,15
DESPOPM	81,67	24,16	162235,52	402,78	0,11	12466,22
AGRFAMP	45,64	42	699,63	26,45	0	100
VPFAMHA	2977,23	57,43	14951074399,74	122274,59	0	7427001,92
RMFAMHA	1563,48	23,22	4936362753,32	70259,25	-86,50	4496696,15
RLFAMHA	1564,51	23,34	4939265550,47	70279,91	-86,50	4496696,15
AGRPATHA	54,36	58	699,63	26,45	0	100
VPPATHA	5855,59	51,41	52479100843,98	229083,17	0	14054425,62
RMPATHA	2832,20	11,22	15049890507,22	122678,00	-240516,63	7948184,30
RLPATHA	2832,90	11,37	15049903617,78	122678,05	-240514,22	7948184,30
PRODHA	0,15	0,07	0,42	0,65	-5,77	26,95
LAVPERMP	4,87	1,23	84,59	9,20	0	100
LAVTEMP	17,02	9,90	348,39	18,67	0	99,30
MATPLANP	2,21	0,38	30,16	5,49	0	79,87
MATFLRNP	17,01	12,02	239,95	15,49	0	91,34
PASTPLNP	22,76	16,02	482,25	21,96	0	90,14
PASTNATP	23,30	19,59	339,74	18,43	0	91,09
LAVTEMDP	3,09	1,71	15,79	3,97	0	55,05
TERINAPP	4,78	3,99	12,52	3,54	0	84,62
TERPRNUP	4,94	2,08	51,73	7,19	0	61,92
IRRIGP	1,65	0,20	23,09	4,81	0	76,308
TRATORHA	0,0055	0,0018	0,0	0,011	0	0,22
AMPTH	6,43	0,31	29419,28	171,52	0	9712,73
AVESHA	534,80	0,88	1252290874,70	35387,72	0	2480790,91
SUINOHA	4,47	0,07	26796,12	163,70	0	8555,5

Figura 15 - Coeficiente de correlação da variável índice potencial para mecanização do solo (PM) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 16 - Coeficiente de correlação da variável índice de drenagem do solo (DS) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 17 - Coeficiente de correlação da variável índice risco de erosão do solo (RE) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 18 - Coeficiente de correlação da variável índice condições de enraizamento do solo (CE) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 19 - Coeficiente de correlação da variável índice fertilidade do solo (FS) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 20 - Coeficiente de correlação da variável índice de temperatura e radiação para cultura anual (ITRa) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 21 - Coeficiente de correlação da variável índice de temperatura e radiação para cultura perene (ITRp) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 22 - Coeficiente de correlação da variável índice de temperatura e precipitação para cultura anual (ITWa) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 23 - Coeficiente de correlação da variável índice de temperatura e precipitação para cultura perene (ITWp) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 24 - Coeficiente de correlação da variável índice de Gini (GINIREN) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 25 - Coeficiente de correlação da variável índice de desenvolvimento humano do município (IDHM) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 26 - Coeficiente de correlação da variável índice de acesso (ACESSO) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 27 - Coeficiente de correlação da variável percentagem do pessoal ocupado no estabelecimento agrícola (PESSOCP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 28 - Coeficiente de correlação da variável densidade populacional do município (DESPOPM) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 29 - Coeficiente de correlação da variável percentagem de área com estabelecimento da agricultura familiar (AGRFAMP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 30 - Coeficiente de correlação da variável valor da produção no estabelecimento da agricultura familiar em R\$ por hectares (VPFAMHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 31 - Coeficiente de correlação da variável renda monetária no estabelecimento da agricultura familiar em R\$ por hectares (RMFAMHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 32 - Coeficiente de correlação da variável renda líquida no estabelecimento da agricultura familiar em R\$ por hectares (RLFAMHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 33 - Coeficiente de correlação da variável percentagem de área com estabelecimento da agricultura patronal (AGRPATP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 34 - Coeficiente de correlação da variável valor da produção no estabelecimento da agricultura patronal em R\$ por hectares (VPPATHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 35 - Coeficiente de correlação da variável renda monetária no estabelecimento da agricultura patronal em R\$ por hectares (RMPATHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 36 - Coeficiente de correlação da variável renda líquida no estabelecimento da agricultura patronal em R\$ por hectares (RLPATHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 37 - Coeficiente de correlação da variável produtividade no estabelecimento agrícola em R\$ por hectares (PRODHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 38 - Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com lavoura permanente (LAVPERMP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 39 - Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com lavoura temporária (LAVTEMPP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 40 - Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com matas e florestas naturais (MATFLRNP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 41 - Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com matas que é plantada (MATPLANP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 42 - Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com pastagem natural que é plantada (PASTPLNP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 43 - Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com pastagem natural (PASTNATP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 44 - Coeficiente de correlação da variável percentagem de área utilizada com lavoura temporária em descanso (LAVTEMDP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 45 - Coeficiente de correlação da variável percentagem de terras inaproveitáveis (TERRINAPP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 46 - Coeficiente de correlação da variável percentagem de terras produtivas não utilizadas (TERRPRNUP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 47 - Coeficiente de correlação da variável percentagem de área irrigada no estabelecimento agrícola (IRRIGP) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 48 - Coeficiente de correlação da variável número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare (TRATORHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 49 - Coeficiente de correlação da variável número de animais de pasto no estabelecimento agrícola por hectare (AMPTHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Figura 50 - Coeficiente de correlação da variável número de aves no estabelecimento agrícola por hectare (AVESHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

SUINOHA

Figura 51 - Coeficiente de correlação da variável número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare (SUINOHA) e as demais variáveis. Correlações em negrito são significativas a $p < 0,05$

Através da análise da matriz de correlação, verificou-se que os dados do presente estudo satisfizeram os pressupostos exigidos para se proceder uma análise fatorial, ou seja, a matriz de correlação mostrou covariância suficiente para permitir a busca de fatores (Latif, 1994).

A seguir são apresentados os resultados da inter-relação entre a aplicação das técnicas de análise multivariada e a caracterização dos municípios das cinco grandes regiões brasileiras.

Para caracterizar os 1035 municípios da Região Sul a análise estatística por componentes principais indicou que, dentre as 28 variáveis sócio-econômicas, 18 delas poderiam ser consideradas estatisticamente importantes para a Região, mesmo apresentando uma correlação muito pequena com os primeiros componentes principais. As variáveis que participaram da análise de agrupamento, análise fatorial e análise de correlação canônica foram, num total de 27, as do conjunto de variáveis edafoclimáticas - potencial para mecanização do solo (PM), drenagem do solo (DS), risco de erosão (RE), condições de enraizamento (CE), fertilidade do solo (FS), índice de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes (ITRa e ITRp), índice de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes (ITWa e ITWp) e do conjunto de variáveis sócio-econômicas - índice de gini renda (GINIREND), índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM), índice de acesso (ACESSO), percentual de pessoas ocupadas no estabelecimento agropecuário (PESSOCP), densidade populacional do município (DESPOPM), percentual de área com estabelecimento de agricultura familiar (AGRFAMP), valor da produção na agricultura familiar por hectare (VPFAMHA), percentagem de área com estabelecimento de agricultura patronal (AGRPATP), produtividade agrícola em R\$ por hectare (PRODHA), percentagem de área utilizada com lavoura temporária (LAVTEMP), percentagem de área utilizada como mata e floresta natural (MATFLRNP), percentagem de área utilizada com mata que é plantada (MATPLANP), percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada (PASTPLNP), percentagem de área utilizada com pastagem natural (PASTNATP), número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare (TRATORHA), número de animais de pasto no estabelecimento agrícolas (AMPHTA), número de aves no

estabelecimento agrícola (AVESHA) e número de suínos no estabelecimento agrícola por hectares (SUINOHA).

A análise de agrupamento aplicada a Região Sul permitiu dividir os 1035 municípios em três grupos, segundo algum critério de similaridade. A Figura 52 representa o resultado da análise de agrupamento. Através do Dendrograma e do conhecimento prévio sobre a estrutura dos dados, fez-se a determinação da distância de corte para definir quais seriam os grupos formados. Essa decisão é subjetiva e foi feita de acordo com o objetivo da análise e o número de grupos desejados. A divisão ideal evidenciou ser aquela constituída por três grupos, conforme mostra a reta tracejada. A escala, que variou de 0 a 250, representa o grau de similaridade entre os municípios da região estudada, sendo que este diminui à medida que a escala se reduz. As linhas horizontais representam os agrupamentos dos municípios unidos enquanto as linhas verticais representam a distância euclidiana entre os mesmos. A linha tracejada representa uma separação ou divisão subjetiva em grupos. O resultado em um cenário espacial está apresentado na Figura 53, que é o mapa da malha municipal brasileira de 1997 do IBGE, com cores que representam os grupos aos quais os municípios pertencem.

Para cada agrupamento foram calculados, respectivamente, média e desvio-padrão das variáveis que contribuíram para a formação do grupo (Soares et al. 2003) e estão apresentados na Tabela 12. Através das médias, podemos dizer quais variáveis contribuíram para a formação dos grupos, assumindo-se que a variável que obteve a maior média entre os grupos contribuiu para a formação daquele grupo.

O teste de significância das diferenças entre grupos foi efetuado para as 27 variáveis e todas apresentaram diferenças significativas entre os grupos. O resumo do teste de diferença entre os grupos é mostrado na Tabela 13 para cada variável, tendo sido calculado o valor F e procedido o teste de significância, ao nível de 5 % de probabilidade. Pode ainda ser observado o quadrado médio no grupo e do resíduo (erro) e quanto menor for o quadrado médio do erro melhor é o ajuste de cada variável nos três diferentes grupos. Podemos observar que todas as variáveis estão mais ou menos no mesmo padrão de ajuste dentro dos grupos.

Os 338 municípios do grupo 1, ocupando uma área de 72.002,98km², sendo constituído em maior número pelos municípios do Estado do Rio Grande do Sul com um total de 229, o Estado de Santa Catarina com 102 municípios e o Estado do Paraná com 7 municípios, que agruparam-se, principalmente, pela atividade agrícola familiar voltada para a pecuária (bovinos, ovinos, caprinos e outros), encontram-se provavelmente em condição de planícies. A presença dos índices de acesso e de desenvolvimento humano pode indicar quem existe outras atividades econômicas, principalmente sabendo-se que o município de São José dos Pinhais-SP, que se encontra nesse grupo, é um dos maiores pólos automobilísticos do país, ao lado do ABC paulista e da cidade mineira de Betim.

Os 430 municípios do grupo 2, ocupando uma área de 170.257,57 km², estão distribuídos por quase todo o Estado do Paraná com 294 municípios, 62 municípios do Estado do Rio Grande do Sul e 74 municípios do Estado de Santa Catarina. Os municípios se agruparam por apresentarem uma agricultura diversificada, baseada em pequenas propriedades com bom potencial agrícola dos solos, produzindo soja, milho e trigo e criação de aves.

O grupo 3, constituído por 267 municípios, ocupando uma área de 272.780 km², tendo o maior número dos municípios pertencentes ao Estado do Rio Grande do Sul, com 126 municípios, 78 municípios do Estado de Santa Catarina e 63 municípios do estado do Paraná. O agrupamento ocorreu por apresentarem uma agricultura diversificada, baseada em grandes propriedades com potencial para a criação de bovinos, por possuírem muitas áreas com pastagens, pela produção de grãos, principalmente soja, milho, feijão, trigo e arroz.

Figura 52 - Dendrograma – similaridade entre municípios e a separação dos grupos, a partir de uma classificação hierárquica dos municípios da Região Sul, usando o método de Ward's e a métrica da distância euclidiana

Tabela 12. Estatística descritiva – média ($\bar{x}$) e desvio padrão (σ) - para os agrupamentos de municípios da Região Sul

Variáveis	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
PM	0,39	0,43	-0,50	1,24	0,31	0,70
DS	-0,04	0,69	0,18	1,08	-0,23	1,14
RE	0,48	0,48	-0,52	1,21	0,23	0,66
CE	-0,21	0,79	0,54	0,87	-0,61	0,98
FS	-0,25	0,82	0,55	0,93	-0,57	0,88
ITRa	0,40	0,81	-0,48	0,66	0,26	1,31
ITRp	0,17	0,91	-0,38	0,61	0,40	1,34
ITWa	0,15	0,29	-0,12	1,44	0,00	0,63
ITWp	0,24	0,19	-0,29	1,47	0,17	0,37
GINIREND	-0,33	1,09	0,25	0,86	0,02	0,97
IDHM	0,60	0,78	-0,36	1,02	-0,18	0,84
ACESSO	0,41	0,63	0,20	0,69	-0,84	1,27
PESSOCP	0,84	0,84	-0,22	0,82	-0,70	0,67
DESPOPM	0,25	1,68	-0,13	0,21	-0,11	0,36
AGRFAMP	0,89	0,51	-0,27	0,90	-0,68	0,81
VPFAMHA	0,24	1,70	-0,11	0,17	-0,12	0,24
AGRPATP	-0,89	0,51	0,27	0,90	0,68	0,81
PRODHA	0,38	1,26	-0,01	0,84	-0,46	0,59
LAVTEMP	0,18	0,95	0,34	1,00	-0,77	0,57
MATFLRNP	0,28	0,92	-0,53	0,46	0,51	1,29
MATPLANP	0,10	0,88	-0,46	0,29	0,61	1,43
PASTPLNP	-0,54	0,33	0,71	1,19	-0,47	0,27
PASTNATP	-0,07	0,58	-0,56	0,58	0,99	1,19
TRATORHA	0,54	1,36	-0,12	0,65	-0,49	0,50
AMPTHA	0,63	1,17	-0,56	0,55	0,10	0,79
AVESHA	-0,33	0,72	0,53	1,22	-0,14	0,79
SUINOHA	0,21	1,69	-0,10	0,21	-0,10	0,31

Tabela 13. Teste do nível de significância entre os grupos para cada variável, dentre os grupos de municípios da Região Sul

Variáveis	Grupo		Erro		Teste F	Significância
	QM	gl	QM	gl		
PM	92,20	2	0,82	1032	112,00	**
DS	14,13	2	0,97	1032	14,49	**
RE	105,27	2	0,80	1032	131,94	**
CE	120,25	2	0,77	1032	156,39	**
FS	118,50	2	0,77	1032	153,44	**
ITRa	84,92	2	0,84	1032	101,41	**
ITRp	57,93	2	0,89	1032	65,11	**
ITWa	6,68	2	0,99	1032	6,75	**
ITWp	32,06	2	0,94	1032	34,12	**
GINIREND	32,42	2	0,94	1032	34,52	**
IDHM	94,01	2	0,82	1032	114,68	**
ACESSO	132,22	2	0,75	1032	177,31	**
PESSOCP	194,19	2	0,63	1032	310,40	**
DESPOPM	15,71	2	0,97	1032	16,17	**
AGRFAMP	211,15	2	0,59	1032	356,24	**
VPFAMHA	14,52	2	0,97	1032	14,91	**
AGRPATP	211,15	2	0,59	1032	356,24	**
PRODHA	51,97	2	0,90	1032	57,67	**
LAVTEMPP	110,48	2	0,79	1032	140,24	**
MATFLRNP	108,45	2	0,79	1032	136,98	**
MATPLANP	96,49	2	0,81	1032	118,40	**
PASTPLNP	186,69	2	0,64	1032	291,64	**
PASTNATP	200,13	2	0,61	1032	325,89	**
TRATORHA	83,95	2	0,84	1032	100,02	**
AMPTHA	135,69	2	0,74	1032	183,62	**
AVESHA	74,38	2	0,86	1032	86,72	**
SUINOHA	11,31	2	0,98	1032	11,54	**

QM = quadrado médio e gl = grau de liberdade **nível de significância a 5 % de probabilidade

Figura 53 – Três grupos homogêneos de municípios da Região Sul malha municipal de 1997 (IBGE)

Para caracterizar os municípios da Região Sul fez-se o uso da análise fatorial, a qual permitiu a identificação dos fatores que melhor caracterizaram os municípios.

A análise fatorial através do método dos componentes principais gerou 9 fatores para o grupo 1 e 8 fatores para os grupos 2 e 3, com raízes características (autovalor) maiores que 1, conforme pode ser observado na Tabela 14.

A contribuição dos fatores F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8 e F9 no grupo 1 para a explicação da variância total das variáveis utilizadas é de 17,86 %, 11,37 %, 10,28 %, 7,95 %, 6,77 %, 5,75 %, 5,37 %, 4,56 % e 3,87 %, respectivamente, de modo que a contribuição acumulada dos mesmos equivale a 73,77 %, assim, pode ocorrer uma perda de 26,23 % na associação dos dados, enquanto que, no grupo 2, a contribuição dos fatores F1, F2, F3, F4, F5, F6 e F7 para a explicação da variância total das variáveis utilizadas foi de 27,71 %, 12,88 %, 9,52 %, 7,59 %, 5,98 %, 4,99 % e 3,97 %, respectivamente, de modo que a contribuição acumulada dos mesmos equivale a 72,65 % e a perda é de 27,35 % na associação dos dados. Para o grupo 3, a contribuição dos fatores F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7 e F8 para a explicação da variância total das variáveis utilizadas foi de 25,48 %, 13,95 %, 10,47 %, 7,00 %, 5,49 %, 4,87 %, 4,49 % e 3,80 %, respectivamente, de modo que a contribuição acumulada dos mesmos equivale a 75,54 %, a perda quando da associação dos dados é de 24,46 %. O critério adotado para a definição do número de fatores principais, para os três grupos de municípios da Região Sul, foi determinado pelo exame do *scree plot* (Figura 54), o qual indicou a possível existência de seis fatores para o grupo 1 e quatro fatores para os grupos 2 e 3.

A Tabela 15 mostra as cargas fatoriais, as comunalidades e o percentual da variância total das variáveis para cada fator após a rotação *Varimax*, por grupos de municípios. No grupo 1 a contribuição dos fatores F1, F2, F3, F4, F5, e F6 para a explicação da variância total das variáveis é de 3,52 %, 3,03 %, 2,64 %, 2,42 %, 2,36 % e 2,21 %, respectivamente. No grupo 2 a contribuição dos fatores F1, F2, F3 e F4 para a explicação da variância total das variáveis é de 5,07 %, 3,72 %, 3,63 % e 3,17 %, respectivamente. No grupo 3 a contribuição dos fatores F1, F2, F3 e F4 para a explicação da variância total das variáveis é de 4,44 %, 4,28 %, 3,59 % e 3,05 %, respectivamente. Para facilitar a interpretação, as cargas fatoriais com valor superior a

0,50 estão em negrito, buscando-se, conseqüentemente, evidenciar as variáveis mais fortemente associadas a determinado fator.

Para o grupo 1, pode-se constatar que o fator 1 encontra-se mais fortemente correlacionado, de forma positiva, com a variável percentagem de área utilizada com lavoura temporária, índice risco de erosão do solo, índice de distribuição de renda e de forma negativa com a percentagem de área utilizada com mata que é plantada, número de animais de pasto nos estabelecimentos agrícolas por hectare e percentagem da área utilizada com mata e floresta. Pode-se deduzir, então, que este fator refletiu a presença de estabelecimentos com o cultivo de lavoura temporária, existência de pequenas áreas com reservas florestais e provável criação de bovinos e aves em pequenos estabelecimentos agrícolas, solos com alto risco de erosão e provavelmente uma alta desigualdade na distribuição de renda. Por simplificação, esse fator será denominado de “produção agropecuária”.

O fator 2, por sua vez, encontra-se positivamente correlacionado com alta percentagem de área com estabelecimentos de agricultura patronal, densidade populacional do município, alta percentagem de área utilizada com pastagem natural e negativamente com a percentagem de área com estabelecimentos de agricultura familiar e percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola. Este fator sintetiza a predominância de atividade agrícola baseada em grandes propriedades, elevada densidade populacional, solos com coberturas naturais, número reduzido de pequenas propriedades agrícolas e um pequeno percentual de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola. Por simplificação, esse fator será denominado “produção agropecuária em área de estabelecimentos patronal”.

O fator 3 está fortemente correlacionado com os índices condições de enraizamento e de fertilidade do solo e correlacionado de forma negativa com a percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada. Esse fator está refletindo a existência de possíveis restrições ou não que o solo pode apresentar para o desenvolvimento do sistema radicular implicando na dificuldade das plantas de sistema radicular profundo se instalar e desenvolverem. As pequenas áreas utilizadas com

pastagem que é plantada podem sugerir atividades voltadas à pecuária. Por simplificação, esse fator será denominado de “potencial para pecuária”.

O fator 4 encontra-se fortemente correlacionado com os índices de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes e o índice risco de erosão. Por apresentar temperaturas elevadas, este fator apresenta um indicativo de grandes períodos de estiagem. Por simplificação, esse fator será denominado de “variação do clima indicando estação seca”.

O fator 5 encontra-se fortemente correlacionado com os índices de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes, podendo ser um indicativo da ocorrência de áreas com longos períodos de chuva. Por simplificação, esse fator será denominado de “variações do clima sujeito a temperaturas baixas com freqüentes precipitações”.

O fator 6 encontra-se fortemente correlacionado com o valor da produção dos estabelecimentos com agricultura familiar, em R\$ por hectare, estabelecimentos com suinocultura e número de tratores por hectare. Este fator pode estar refletindo uma produção agrícola familiar baseada na criação de suínos e tem parâmetros para indicar uma agricultura moderna. Por simplificação, esse fator será denominado de “criação de suínos nos estabelecimentos da agricultura familiar”.

No grupo 2 é importante destacar que, mesmo após rotação, a variável índice potencial para mecanização encontra-se estreitamente correlacionada e de forma negativa com os fatores F1 e F2. Em razão disso, a vinculação desta variável a um fator específico pode conduzir a interpretações errôneas. Assim, pode-se constatar que as variáveis mais correlacionadas ao fator 1, de forma positiva, são as variáveis número de animais de pasto no estabelecimento agrícola por hectare, percentagem de área utilizada com matas e florestas, o número de aves no estabelecimento agrícola por hectare, a percentagem de área com estabelecimento de agricultura familiar, percentagem de área utilizada com pastagem natural, percentagem de área utilizada com mata que é plantada e, de forma negativa, ao índice risco de erosão do solo, percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada, percentagem de estabelecimento com agricultura patronal e índice drenagem do solo. Este fator pode estar indicando atividades baseadas na pecuária de estabelecimentos familiar e patronal, ou seja, em pequenas e grandes

propriedades rurais que possuem solos com baixo potencial agrícola, podendo ter, também, atividades relacionadas ao extrativismo vegetal (exploração da madeira, carvão mineral e outros). Na pecuária podem lidar com bovinos e ovinos. A avicultura também é praticada neste fator. Por simplificação, esse fator será denominado de “produção dos estabelecimentos agrícolas”.

O fator 2 encontra-se altamente correlacionado de forma positiva com o índice de fertilidade do solo, percentagem de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agrícolas, índice de acesso, índice condições de enraizamento, valor da produção nos estabelecimentos da agricultura familiar, número de suínos nos estabelecimentos agrícolas por hectare e, de forma negativa, ao índice risco de erosão no solo. Pode-se deduzir, então, que este fator refletiu alta produtividade agrícola nos estabelecimentos de agricultura familiar, criação de suínos, alto percentual de pessoas empregada na agricultura, os solos são férteis, mas com possíveis restrições quanto ao desenvolvimento do sistema radicular das culturas e a malha de acesso aos municípios em boas condições. Por simplificação, esse fator será denominado de “potencial para suinocultura”.

O fator 3 está fortemente correlacionado à percentagem de área utilizada com lavoura temporária, ao número de tratores nos estabelecimento agrícolas por hectare, ao índice de desenvolvimento humano municipal, a produtividade agrícola em reais por hectares e correlacionado negativamente com a percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada. Este fator refletiu a existência de boas condições de desenvolvimento e, embora apresentando alta produtividade com o uso de uma agricultura moderna, estes municípios provavelmente têm uma outra base econômica além da agricultura, uma vez que os maiores IDHM da região encontram-se neste grupo de municípios e a produtividade agrícola para esse índice pode influenciar indiretamente. Para simplificar, este fator será denominado de “potencial para o desenvolvimento”.

No fator 4 observa-se que grande parte da variância captada das variáveis (correlação positiva) referiu-se aos índices de temperatura e precipitação para culturas perenes e anuais, ao índice de fertilidade do solo, ao índice condições de enraizamento e,

de forma negativa, ao índice de temperatura e radiação para culturas perenes. Esse fator associou a condição química do solo, com possíveis restrições para as condições de enraizamento ao impedimento do desenvolvimento do sistema radicular das culturas, com as condições climáticas ideal para o cultivo de culturas anuais e perenes. Por simplificação, esse fator será denominado de “potencial para o estabelecimento de culturas dependendo do nível de restrições das condições de enraizamento do solo”.

No grupo 3 o fator 1 associou-se, com altas correlações positivas, à variável índice condições de enraizamento do solo, índice de fertilidade do solo, índices de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes e, negativamente, com a percentagem de área utilizada com matas e florestas e ao índice de drenagem do solo. Assim, pode-se afirmar que este fator está relacionado com solos férteis, mas que podem apresentar restrições ao desenvolvimento das culturas, indicando locais com problemas de estiagens prolongadas e esta sendo utilizado com matas e florestas. Por simplificação, esse fator será denominado de “área de reserva florestal”.

Para o fator 2, observa-se alta correlação positiva com a variável percentagem de área com estabelecimentos da agricultura familiar, número de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agrícolas, percentagem de área utilizada com lavoura temporária, produtividade dos estabelecimentos agrícolas em reais por hectare e alta correlação negativa com a percentagem de área dos estabelecimentos com agricultura patronal. Assim, pode-se afirmar que este fator está baseado, em sua maioria, nas pequenas áreas agrícolas com o cultivo de lavoura temporária (cana-de-açúcar, milho, soja, feijão e outras), com a produção agrícola dos estabelecimentos da agricultura patronal e com a utilização de pessoas, prevalecendo a familiar. Por simplificação, esse fator será denominado de “agricultura nos estabelecimentos familiar”.

O fator 3 associa-se positivamente ao valor da produção agrícola dos estabelecimentos de agricultura familiar em R\$ por hectare, o número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare, densidade populacional do município, índice de acesso, o índice de temperatura e precipitação para culturas perenes e, negativamente, ao índice de distribuição de renda. Pode-se admitir, conseqüentemente, que este fator refletiu a produtividade agrícola dos estabelecimentos familiares voltados para a

suinocultura, com boas possibilidades de apresentar uma boa distribuição de renda e boas estradas de acesso a outros pólos de vendas. Por simplificação, esse fator será denominado de “suinocultura na agricultura familiar”.

O fator 4 correlacionou-se positivamente com índice potencial para mecanização do solo, índice risco de erosão do solo, índice de temperatura e radiação para culturas anuais, percentagem de área ocupada com pastagem natural e índice de temperatura e radiação para culturas anuais. As características que esse fator refletiu foram as de solos necessitando de manejo apropriado por apresentarem risco de erosão podendo ser, provavelmente, uma região de planalto, onde o uso de máquinas agrícolas não é recomendável. Por simplificação, esse fator será denominado de “baixo potencial para agricultura”.

Uma vez distinguidos esses fatores, o passo seguinte consistiu em se caracterizar os municípios. Os municípios do grupo 1, caracterizados através do comportamento dos fatores 1 (produção agropecuária), 2 (produção agropecuária em área de estabelecimentos patronal), 3 (potencial para pecuária), 4 (variação do clima indicando estação seca), 5 (variações do clima sujeito a temperaturas baixas com freqüentes precipitações) e 6 (criação de suínos nos estabelecimentos da agricultura familiar); os municípios do grupo 2, caracterizados através do comportamento dos fatores 1 (produção dos estabelecimentos agrícolas), 2 (potencial para suinocultura), 3 (potencial para o desenvolvimento) e 4 (potencial para o estabelecimento de culturas dependendo do nível de restrições do solo) e os municípios do grupo 3, caracterizados através do comportamento dos fatores 1 (área de reserva florestal), 2 (agricultura nos estabelecimentos familiar), 3 (suinocultura na agricultura familiar) e 4 (baixo potencial para agricultura). De acordo com esses fatores, os três grupos de municípios da Região Sul caracterizaram-se por apresentarem atividades da agropecuária baseadas em pequenas e grandes propriedades, ou seja, familiar e patronal. As diferentes características de solo, clima e sócio-econômicas propiciam a existência de atividades agrícolas diversificadas e seu grau de desenvolvimento social e econômico permite a utilização de avançadas técnicas agrícolas, que se traduzem em altos índices de produtividade desses municípios. Entretanto, os solos dessas áreas podem ser

considerados relativamente fértil e podem apresentar ou não restrições ao uso de máquinas agrícolas, ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, e a drenagem do solo. Provavelmente possuem outras atividades econômicas além da agricultura, já que apresentam alguns municípios com alto índice de desenvolvimento humano e, como sabemos, as atividades agrícolas não são parâmetros para este índice. A presença do índice de GINI na constituição de alguns fatores, variando de alto a baixo, pode indicar desigualdade da distribuição de renda.

O clima caracterizou-se, de acordo com os fatores, pela diversidade de temperaturas nas diferentes áreas, ocorrendo nas regiões de planaltos mais elevados com temperaturas baixas e na região da planície com temperaturas mais elevadas, podendo apresentar estação úmida e estação quente definida.

Embora a caracterização tenha mostrado certa lógica, a análise fatorial na Região Sul mostrou-se insatisfatória, haja vista que, sobretudo pela falta de significância dos fatores, buscado na lógica das cargas fatoriais das variáveis que os compõem. Deve-se ainda notar que as baixas comunalidades verificadas em grande parte das variáveis indicaram que os 6 e 4 fatores extraídos (com autovalores maiores que 1) nos 3 grupos de municípios explicam, conjuntamente, muito pouco a variância total das variáveis. É importante notar que a comunalidade é inferior a 0,50 em 11 das 27 variáveis do grupo 1, em 9 das 27 variáveis do grupo 2 e em 10 das 27 variáveis do grupo 3.

Figura 54 - Seleção do número de fatores pelo método do *scree plot*, para cada grupo de municípios da Região Sul

Tabela 14. Número de fatores retidos, na análise de fatores pelo método do componente principal e a variabilidade (autovalor) explicada para cada componente, dentro de cada grupo de municípios da Região Sul

Grupos	Fatores	Autovalor	Variância explicada pelo fator (%)	% Variância acumulada
Grupo 1	F1	4,82	17,86	17,86
	F2	3,07	11,37	29,23
	F3	2,77	10,28	39,51
	F4	2,15	7,95	47,45
	F5	1,83	6,77	54,22
	F6	1,55	5,75	59,97
	F7	1,45	5,37	65,34
	F8	1,23	4,56	69,90
	F9	1,04	3,87	73,77
Grupo 2	F1	7,48	27,71	27,71
	F2	3,48	12,88	40,6
	F3	2,57	9,52	50,11
	F4	2,05	7,59	57,71
	F5	1,61	5,98	63,69
	F6	1,35	4,99	68,68
	F7	1,07	3,97	72,65
Grupo 3	F1	6,88	25,48	25,48
	F2	3,77	13,95	39,43
	F3	2,83	10,47	49,90
	F4	1,89	7,00	56,90
	F5	1,48	5,49	62,39
	F6	1,31	4,87	67,25
	F7	1,21	4,49	71,74
	F8	1,02	3,80	75,54

Tabela 15. Rotação *Varimax* – communalidades, cargas fatoriais e percentagem de explicação dos fatores para a solução com 6, e 4 fatores, dentro do grupo de municípios da Região Sul

Variáveis	Grupo 1							Grupo 2					Grupo 3				
	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	Comunalidades	F1	F2	F3	F4	Comunalidades	F1	F2	F3	F4	Comunalidades
PM	0,35	-0,04	0,06	0,69	0,17	-0,04	0,64	-0,60	-0,60	0,07	-0,29	0,81	0,33	-0,04	0,00	0,78	0,72
DS	0,09	-0,07	0,05	-0,23	-0,36	-0,10	0,21	-0,75	-0,33	-0,14	-0,18	0,72	-0,80	0,15	0,03	0,10	0,67
RE	0,74	-0,23	0,10	0,21	-0,09	-0,08	0,67	-0,51	-0,60	0,30	-0,26	0,77	-0,09	0,05	-0,01	0,77	0,60
CE	-0,05	-0,08	0,91	0,00	0,12	-0,01	0,86	-0,35	0,55	0,23	0,53	0,75	0,90	-0,07	0,00	0,12	0,82
FS	-0,05	-0,10	0,90	-0,19	0,05	-0,06	0,87	-0,12	0,61	0,18	0,60	0,77	0,87	-0,04	-0,12	-0,06	0,77
ITRa	0,00	0,09	-0,17	0,82	0,04	0,04	0,71	-0,23	-0,01	0,28	-0,48	0,36	0,66	-0,17	0,02	0,62	0,84
ITRp	-0,30	0,13	-0,01	0,85	0,10	0,14	0,86	-0,43	0,14	0,00	-0,61	0,58	0,65	-0,17	0,03	0,56	0,76
ITWa	-0,17	0,08	0,03	0,08	0,94	0,06	0,92	0,14	-0,09	0,16	0,80	0,69	-0,49	0,27	0,49	-0,05	0,56
ITWp	-0,19	0,08	0,00	0,06	0,93	0,07	0,92	0,26	-0,10	0,21	0,79	0,74	-0,42	0,29	0,53	-0,06	0,54
GINIREND	0,72	-0,07	0,04	-0,02	-0,13	-0,30	0,63	0,14	-0,40	0,19	0,20	0,26	0,05	-0,18	-0,60	0,16	0,42
IDHM	-0,48	0,04	0,13	0,03	-0,09	0,34	0,38	0,27	0,16	0,61	-0,16	0,50	0,34	0,02	0,37	0,32	0,35
ACESSO	0,00	-0,01	0,27	0,07	0,01	0,53	0,36	-0,11	0,56	0,16	-0,13	0,37	-0,22	0,44	0,56	0,00	0,56
PESSOCP	0,01	-0,57	0,14	0,13	0,12	0,31	0,47	0,42	0,57	0,27	0,22	0,63	-0,06	0,81	0,31	-0,10	0,77
DESPOPM	0,00	0,61	0,12	0,17	0,15	0,43	0,62	-0,05	0,22	0,30	0,04	0,14	0,21	0,22	0,62	0,06	0,47
AGRFAMP	0,07	-0,84	0,22	-0,03	-0,20	-0,15	0,82	0,58	0,47	0,38	0,31	0,80	-0,16	0,87	0,02	0,12	0,79
VPFAMHA	0,03	0,28	-0,01	0,03	0,20	0,68	0,58	0,15	0,54	0,16	-0,09	0,35	0,01	-0,07	0,72	0,11	0,53
AGRPATP	-0,07	0,84	-0,22	0,03	0,20	0,15	0,82	-0,58	-0,47	-0,38	-0,31	0,80	0,16	-0,87	-0,02	-0,12	0,79
PRODHA	-0,15	-0,44	0,01	0,31	0,10	0,34	0,43	-0,08	0,31	0,54	0,02	0,39	-0,02	0,60	0,06	-0,17	0,40
LAVTEMP	0,80	-0,23	0,25	-0,12	-0,13	0,02	0,79	0,01	-0,07	0,89	0,16	0,82	-0,07	0,73	-0,21	0,00	0,59
MATFLRNP	-0,55	0,21	-0,47	-0,24	-0,03	-0,10	0,63	0,69	-0,19	-0,09	0,22	0,56	-0,50	-0,17	0,26	-0,44	0,54
MATPLANP	-0,57	-0,14	0,18	0,33	0,06	0,00	0,48	0,51	-0,01	-0,01	0,06	0,27	-0,27	-0,25	0,46	-0,18	0,38
PASTPLNP	-0,09	0,02	-0,57	0,00	0,14	-0,05	0,36	-0,55	0,11	-0,72	-0,19	0,87	0,12	-0,06	-0,05	-0,44	0,21
PASTNATP	-0,10	0,58	0,12	0,17	-0,01	0,06	0,39	0,51	-0,22	-0,06	0,00	0,32	0,46	-0,25	-0,36	0,57	0,73
TRATORHA	-0,17	-0,05	-0,08	0,15	-0,34	0,55	0,48	-0,25	0,12	0,82	0,14	0,77	0,02	0,68	0,28	-0,03	0,54
AMPTHA	-0,52	-0,02	-0,02	0,06	0,12	-0,11	0,30	0,75	0,31	0,21	0,09	0,71	-0,15	0,07	0,44	-0,17	0,25
AVESHA	-0,57	-0,30	0,13	-0,07	0,11	-0,05	0,45	0,68	0,15	-0,12	0,08	0,51	-0,14	0,23	0,31	-0,37	0,30
SUINOHA	-0,01	0,02	-0,22	-0,10	0,21	0,67	0,55	0,19	0,51	0,12	-0,10	0,32	0,01	-0,12	0,65	0,11	0,45
% da Variância	3,52	3,03	2,64	2,42	2,36	2,21	16,19	5,07	3,72	3,63	3,17	15,58	4,44	4,28	3,59	3,05	15,36

Análises de correlação canônica foram realizadas com os dados da Região Sul para a verificação da existência e intensidade da associação entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas.

Segundo Kendall (1980), a análise de correlação canônica é uma técnica de avaliação da interdependência entre conjunto de variáveis.

O número de variáveis canônicas extraídas foi igual ao menor conjunto de variáveis estudadas, num total de nove variáveis canônicas. Conclui-se pela análise que existiam seis raízes canônicas, com uma relação significativa para o grupo 1 e grupo 2 e quatro para o grupo 3. Foram objetos de discussão somente os três primeiros pares canônicos dos três grupos. Uma vez que a magnitude das últimas correlações canônicas foram baixas, não se fez qualquer interpretação das mesmas, apesar da sua significância.

A Tabela 16 apresenta os coeficientes canônicos, as correlações canônicas, o teste F e a probabilidade da significância para os três primeiros pares canônicos de cada grupo, estimados entre o conjunto das variáveis edafoclimáticas e o conjunto das variáveis sócio-econômicas.

É a partir do teste F (Fisher) que se calcula se há relação de dependência entre os dois conjuntos de variáveis. Portanto, pode não haver causa-efeito com uma correlação (r) alta, bem como pode havê-la com um valor baixo de correlação (r).

O resultado obtido com a análise de correlação canônica através do sistema computacional SAS, permitiu confirmar, para todos os grupos de municípios da Região Sul, a existência de relação causa-efeito entre o conjunto de dados edafoclimáticos e os dados sócio-econômicos. No caso de F menor que 0,05, foi aceito H_1 – existe a relação de dependência entre as variáveis. Este valor também permitiu rejeitar H_0 – não há relação de dependência entre os conjuntos de variáveis, concluindo-se que há fortes evidências estatísticas de que existe relação causa-efeito entre o conjunto de variáveis edafoclimáticas e o conjunto sócio-econômico. Também se verificou que, para ambos os grupos, a correlação canônica do primeiro par canônico foi elevada (Grupo 1 – 0,85, Grupo 2 – 0,87 e Grupo 3 – 0,81) e que os grupos considerados são dependentes. Também observamos na Tabela 16 que, no grupo 1, o exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta, do lado das características edafoclimáticas,

predomínio de forma negativa do índice de temperatura e precipitação para culturas perenes. Do lado das características sócio-econômicas predomina a variável percentagem de área utilizada com lavoura temporária.

No grupo 2, o exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta, do lado das características edafoclimáticas, predomínio do índice risco de erosão do solo. Do lado das características sócio-econômicas há o predomínio absoluto da variável percentagem de área utilizada com lavoura temporária.

No grupo 3, o exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta predomínio, do lado das características edafoclimáticas, o índice de temperatura e radiação para culturas anuais. Do lado das características sócio-econômicas, com predomínio absoluto, destaca-se a variável percentagem de área utilizada com mata que é plantada.

A interpretação das correlações canônicas dentro dos grupos, por ser o caminho mais adequado (Abreu & Vetter, 1978), foi estabelecida a partir da estrutura de correlação canônica ou *canonical loading*, permitindo assim, verificar-se o peso que cada variável teve na correlação canônica, além de analisar-se a relação entre as várias dimensões. A Tabela 17 apresenta os coeficientes da matriz estrutural ou matriz dos fatores canônicos, ou seja, a matriz de correlação entre as variáveis originais e as canônicas. De acordo com a Tabela 17, partindo-se do valor 0,30 como referência de significância (Tabachnick & Fidel, 1996), verifica-se que as associações interconjuntos, por ordem de importância, no grupo 1 de municípios, são estabelecidas principalmente pela influência de:

- os solos com risco de erosão e baixas condições de temperatura e radiação para culturas perenes estão associados às grandes áreas com lavoura temporária, uma alta desigualdade na distribuição de renda, predominância de área com estabelecimentos de agricultura familiar, uso de tratores nos estabelecimentos agrícolas, pequenas áreas com estabelecimentos de agricultura patronal, pequeno número de animais (bovinos e aves), pequenas áreas com pastagem natural, baixos índices de desenvolvimento humano municipal, pequenas áreas com matas que é plantada e pequenas área com matas e florestas;

- os solos com condições favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, uma fertilidade natural, elevada condição de temperatura e radiação para culturas anuais e o uso de mecanização do solo estão associados às grandes áreas com mata que é plantada, elevados rendimentos da produtividade agrícola, boas condições das vias de acesso, grande criação de aves nos estabelecimento agrícolas, pequenas áreas com pastagem que é plantada e pequenas áreas utilizada com matas e florestas, e

- as baixas condições de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes estão associadas ao grande número de áreas com estabelecimentos de agricultura familiar, uso de tratores e grande criação de suínos e ao pequeno número de áreas com estabelecimento de agricultura patronal.

No grupo 2 de municípios, as associações interconjuntos são estabelecidas principalmente pela influência de:

- as elevadas condições de temperatura e precipitação e baixa radiação para culturas anuais e perenes, baixo de risco de erosão e um solo mal drenado está associado ao grande número de áreas com estabelecimentos de agricultura familiar, pecuária, grande número de pessoas ocupadas na agrícola, grandes áreas com matas e florestas, criação aves, grandes áreas com lavoura temporária, alto índice de desenvolvimento humano municipal, grandes áreas com mata que é plantada, grandes áreas com pastagem natural, pequenas áreas com pastagem que é plantada, e pequenas áreas com estabelecimento de agricultura patronal;

- os solos com risco de erosão do solo, condições para mecanização e com condições favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, estão associados a grandes áreas com lavoura temporária, ao uso de tratores, criação de aves e a pequenas áreas com pastagem que é plantada, e

- os solos com condições favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, com alta fertilidade natural, baixo risco de erosão e elevadas condições para mecanização está associado ao uso de tratores, elevado rendimento da produtividade agrícola, grande número de áreas com estabelecimento de agricultura familiar, grande número de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, boas condições das vias de

acesso, uma pequena desigualdade na distribuição de renda e a pequeno número de área com estabelecimentos de agricultura patronal.

No grupo 3 de municípios, as associações interconjuntos são estabelecidas principalmente pela influência de:

- as elevadas condições de temperatura e precipitação culturas anuais e perenes, solos bem drenados, com fertilidade natural, com baixas condições para a mecanização e baixas condições de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes está associada a grandes áreas com matas e florestas, criação de aves, grande número de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, boas condições das vias de acesso, grandes áreas com lavoura temporária, baixos índice de desenvolvimento humano municipal e a pequenas áreas com pastagem natural;

- as solos com boas condições de drenagem e o e o risco de erosão está associado ao grande número de áreas com estabelecimento de agricultura familiar, pecuária no estabelecimento agrícola, grandes áreas com pastagem que é plantada e pequeno número de áreas com estabelecimento de agricultura patronal, e

- as solos com condições favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, elevadas condições para mecanização e alta fertilidade natural está associado a grandes áreas com lavoura temporária, grande áreas com pastagem que é plantada, alta densidade populacional do município e a pequenas áreas utilizadas com mata e floresta.

Tabela 16. Correlações canônicas e coeficientes canônicos entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para três grupos de municípios da Região Sul

Variáveis	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
PM	-0,361	-0,093	0,350	-1,219	-1,442	-0,790	0,095	0,654	0,941
DS	-0,011	-0,281	-0,156	-0,290	0,478	0,079	-0,027	0,796	0,506
RE	0,839	0,389	-0,421	0,854	1,884	0,588	0,000	-0,222	-0,299
CE	0,395	0,632	0,321	-0,412	0,257	0,510	-0,277	-1,005	1,167
FS	-0,089	0,101	-0,142	0,300	0,110	0,167	0,244	0,979	-0,017
ITRA	0,746	-0,552	-0,328	0,427	0,447	-0,984	-0,531	1,375	-1,147
ITRP	-0,902	0,842	0,196	-0,351	-0,542	1,126	-0,357	-1,096	0,245
ITWA	0,278	-0,413	0,568	-0,061	0,103	-0,371	-0,153	0,383	0,451
ITWP	-0,201	0,490	-1,695	0,259	0,017	0,597	0,483	-0,210	-0,189
GINIREND	0,083	-0,222	0,110	0,055	0,085	-0,072	0,053	0,196	0,161
IDHM	0,001	0,172	-0,113	0,071	-0,114	-0,090	-0,265	0,057	-0,171
ACESSO	-0,005	0,044	-0,034	-0,018	-0,184	0,097	0,133	0,230	0,261
PESSOCP	0,126	-0,048	-0,443	0,189	0,124	0,000	-0,012	0,045	0,254
DESPOPM	-0,073	0,283	-0,167	0,002	0,054	0,005	0,027	-0,140	0,328
AGRFAMP	0,049	-0,003	0,720	0,289	-0,095	0,626	0,081	0,607	-0,160
VPFAMHA	-0,024	0,072	0,077	0,046	-0,040	-0,122	-0,125	0,262	0,331
AGRPATP	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PRODHA	-0,088	0,263	-0,162	-0,044	-0,115	0,315	0,053	-0,309	-0,244
LAVTEMP	0,571	-0,450	0,981	0,762	1,256	-0,225	0,318	1,478	-0,089
MATFLRNP	-0,087	-0,785	0,403	0,210	0,295	0,010	0,443	1,490	-1,184
MATPLANP	-0,155	0,098	0,558	0,082	-0,034	-0,057	0,085	1,608	-0,148
PASTPLNP	-0,107	-0,558	0,262	0,298	0,842	0,854	0,055	0,388	0,043
PASTNATP	-0,129	-0,249	0,926	0,282	0,283	0,113	-0,348	2,447	-1,008
TRATORHA	-0,296	-0,312	0,779	-0,313	0,534	0,850	-0,114	-0,002	-0,348
AMPTHA	-0,032	-0,216	0,172	0,304	-0,205	0,094	0,087	-0,088	-0,299
AVESHA	-0,121	0,152	0,252	0,043	0,032	0,180	0,090	0,145	-0,112
SUINOHA	0,052	-0,180	-0,235	0,023	-0,056	0,054	0,091	-0,129	-0,212
r	0,850	0,710	0,508	0,876	0,772	0,566	0,814	0,587	0,572
F	7,370	4,670	3,190	12,020	7,870	5,230	4,660	2,960	2,490
significância	**	**	**	**	**	**	**	**	**

*r = correlação canônica, F = teste F **significativo a 1 % de probabilidade

Tabela 17. Coeficientes da matriz estrutural entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas para os três grupos de municípios da Região Sul

Variáveis	Variáveis Canônicas								
	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
PM	0,097	0,304	-0,003	-0,726	0,467	-0,384	-0,591	0,275	0,410
DS	0,185	-0,279	0,181	-0,851	0,299	-0,086	0,467	0,516	0,008
RE	0,749	0,192	0,032	-0,513	0,667	-0,350	-0,231	0,363	0,215
CE	0,211	0,768	0,156	0,076	0,336	0,799	-0,651	-0,251	0,536
FS	0,267	0,681	0,166	0,291	0,190	0,786	-0,498	-0,197	0,372
ITRA	-0,127	0,044	-0,086	-0,067	0,225	-0,178	-0,937	0,148	0,028
ITRP	-0,503	0,394	-0,064	-0,472	-0,076	0,144	-0,900	-0,145	0,118
ITWA	-0,242	0,275	-0,881	0,388	0,209	0,114	0,570	0,206	0,228
ITWP	-0,280	0,258	-0,886	0,531	0,224	0,128	0,576	0,050	0,230
GINIREND	0,629	-0,185	0,199	0,218	0,245	-0,306	-0,222	0,049	0,078
IDHM	-0,393	0,256	0,017	0,451	0,118	0,118	-0,487	0,003	-0,123
ACESSO	-0,041	0,327	-0,057	0,008	-0,130	0,430	0,393	0,286	0,231
PESSOCP	0,133	0,219	-0,146	0,673	-0,078	0,439	0,406	0,207	0,197
DESPOPM	-0,282	0,236	-0,268	0,082	0,140	0,272	-0,025	-0,078	0,332
AGRFAMP	0,359	0,156	0,470	0,830	-0,040	0,462	0,279	0,454	0,055
VPFAMHA	-0,194	0,127	-0,238	0,257	-0,101	0,260	0,053	0,144	0,143
AGRPATP	-0,359	-0,156	-0,470	-0,830	0,040	-0,462	-0,279	-0,454	-0,055
PRODHA	-0,187	0,363	-0,035	0,159	0,230	0,493	0,287	-0,143	-0,001
LAVTEMP	0,924	0,080	0,121	0,460	0,798	-0,008	0,358	0,135	0,411
MATFLRNP	-0,526	-0,577	-0,094	0,546	-0,153	-0,215	0,658	0,034	-0,549
MATPLANP	-0,470	0,380	0,099	0,359	-0,245	-0,093	0,296	0,080	0,083
PASTPLNP	-0,281	-0,475	-0,291	-0,780	-0,424	0,109	0,173	-0,377	0,342
PASTNATP	-0,383	0,100	0,163	0,312	-0,259	-0,268	-0,908	0,134	-0,067
TRATORHA	-0,323	-0,016	0,374	0,102	0,750	0,493	0,187	0,032	-0,020
AMPTHA	-0,398	0,112	-0,218	0,786	-0,284	0,183	0,299	-0,354	-0,137
AVESHA	-0,378	0,301	0,012	0,511	-0,361	0,080	0,449	-0,204	0,064
SUINOHA	-0,148	-0,106	-0,319	0,261	-0,131	0,261	0,049	0,103	0,072

A seguir são apresentados os resultados da caracterização de 388 municípios da Região Norte.

A análise estatística por componentes principais dos dados da região Norte indicou 13 variáveis sócio-econômicas. As variáveis estudadas são representadas pelo conjunto de variáveis edafoclimáticas potencial para mecanização (PM), drenagem do solo (DS), risco de erosão (RE), condições de enraizamento (CE), fertilidade do solo

(FS), índice de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes (ITRa e ITRp), índice de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes (ITWa e ITWp) e pelo conjunto de variáveis sócio-econômicas índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM), índice de ACESSO, percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola (PESSOCP), valor da produção na agricultura familiar em R\$ por hectares (VPFAMHA), valor da produção na agricultura patronal em R\$ por hectares (VPPATHA), produtividade agrícola em R\$ por hectare (PRODHA), percentagem de área utilizada com lavoura permanente (LAVPERMP), percentagem de área utilizada com lavoura temporária (LAVTEMP), percentagem de área utilizada com matas e florestas (MATFLRNP), percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada (PASTPLNP), percentagem de área utilizada com pastagem natural (PASTNATP), número de aves no estabelecimento agrícola por hectare (AVESHA) e número de suínos no estabelecimento por hectare (SUINOHA).

A técnica de análise de agrupamento dividiu os 388 municípios em três grupos de acordo com a similaridade de desempenho nas variáveis utilizadas, de modo que aqueles municípios que apresentaram desempenhos próximos ficaram no mesmo grupo. Com isso, obtém-se uma perspectiva simplificada dos municípios, agrupando-os e, posteriormente, analisando-os. Como a ênfase da presente análise é a simplificação dos dados por agrupamento, foi utilizada a medida de distância euclidiana simples.

A Figura 55 representa o resultado da análise de agrupamento. Através do Dendrograma e do conhecimento prévio sobre a estrutura dos dados, fez-se a determinação da distância de corte para definição da formação dos grupos. Essa decisão é subjetiva e foi tomada de acordo o objetivo da análise e o número de grupos desejados. A divisão ideal evidenciou ser aquela constituída por três grupos, conforme mostra a reta tracejada na figura citada. A escala, que variou de 0 a 100, representa o grau de similaridade entre os municípios da região estudada, sendo que este diminui à medida que a escala se reduz. O resultado em um cenário espacial está apresentado na Figura 56, onde observamos o mapa da malha municipal do IBGE de 1997, com cores que representam os grupos aos quais os municípios pertencem, e formam áreas contíguas quando espacializados no mapa da Região.

Foram aplicados os testes de diferença de média para confirmação de que os agrupamentos eram verdadeiramente distintos (Hair et al., 1998). O teste de significância das diferenças entre grupos foi efetuado para as 22 variáveis e todas apresentaram diferenças significativas entre os grupos. O resumo do teste de diferença entre os grupos é mostrado na Tabela 18, para cada variável, tendo sido calculados o valor F e o teste de significância, ao nível de 5 % de probabilidade. Para cada agrupamento foram calculados média e desvio-padrão para cada variável, o valor de cada variável e a média das proporções da variável dentro de cada grupo (Tabela 19). Pode ainda ser observado pelo quadrado médio no grupo e do resíduo (erro) e quanto menor for o quadrado médio do erro melhor é o ajuste de cada variável nos três diferentes grupos. O melhor ajuste das variáveis dentro dos grupos foi dos índices climáticos.

Os municípios do grupo 1, ocupando uma área de 391.847,69 km² se localizam mais ao sudeste do Estado do Pará com 23 municípios, 4 no Estado do Amazonas, 1 no Estado de Rondônia e todo o Estado do Tocantins com 121 municípios. São municípios que se agruparam por possuírem grandes áreas utilizadas com pastagem natural e plantada, apresentam um bom acesso para os outros municípios (estradas ou rios), seus solos podem apresentar níveis de restrições para risco de erosão, potencial para mecanização e condições de enraizamento e a variação climática apresentando níveis de restrições quanto a temperatura, radiação e precipitação para culturas anuais e perenes. Este grupo se formou em sua grande maioria pelos municípios do estado do Tocantins que, embora pertença formalmente à região Norte, encontra-se na zona de transição geográfica entre o cerrado e a floresta amazônica. Essa característica fica evidente na fauna e flora locais, onde se misturam animais e plantas das duas regiões.

Os municípios do grupo 2 com uma área 2.321.755,82 km² espalham-se por quase toda a Região Norte, sendo 38 municípios do Estado de Rondônia, 21 municípios do Estado do Acre, 52 municípios do Estado do Amazonas e 28 municípios do Estado do Pará e se agruparam devido às variações climáticas do quente ao úmido, por poder possuir áreas inundadas, pela predominância de áreas com matas e florestas, pela utilização de áreas utilizadas com lavouras permanentes e temporárias, pelo número de

pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, a produção agropecuária tais como a mandioca, o arroz, a banana, o milho, criação de galináceos, bovinos, suínos entre outros, pelos solos que podem apresentar restrições por encontrarem-se em região de planalto (apresentarem risco de erosão e restrição ao uso de máquinas agrícolas), pelas pequenas áreas com pastagem natural e plantada e por apresentar limitações de acesso.

No norte da região estão os municípios do grupo 3, os quais ocupam uma área de 742.241,58 km², abrangendo 8 municípios do Estado de Roraima, 74 municípios mais ao norte do Estado do Pará, 3 municípios do estado do Amazonas, 1 município do Estado do Tocantins e 14 municípios do Estado do Amapá. O agrupamento dos municípios deste grupo foi devido aos índices de clima, a pequenas áreas com pastagem plantada e solos com restrições quanto ao desenvolvimento do sistema radicular.

Figura 55 - Dendrograma – similaridade entre municípios e a separação dos grupos, a partir de uma classificação hierárquica dos municípios da Região Norte, usando o método de Ward's e a métrica da distância euclidiana

Tabela 18. Estatística descritiva – média ($\bar{x}$) e desvio padrão (σ) - para os agrupamentos de municípios da Região Norte

Variáveis	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
PM	0,41	0,59	-0,32	1,14	-0,15	1,07
DS	0,24	0,97	-0,07	0,95	-0,27	1,04
RE	0,47	0,67	-0,49	1,18	-0,02	0,81
CE	0,35	0,92	-0,13	1,12	-0,35	0,74
FS	0,04	1,05	0,13	1,00	-0,25	0,88
ITRa	-0,52	0,54	-0,25	0,83	1,13	0,85
ITRp	0,07	0,38	-0,93	0,75	1,18	0,52
ITWa	0,14	0,32	0,70	0,80	-1,18	0,86
ITWp	-0,95	0,41	0,94	0,61	0,12	0,71
IDHM	0,10	0,86	-0,24	1,19	0,19	0,83
ACESSO	0,59	0,55	-0,72	0,95	0,12	0,97
PESSOCP	-0,35	0,14	0,38	1,54	0,00	0,40
VPFAMHA	-0,35	0,15	0,37	1,53	0,00	0,51
VPPATHA	-0,12	0,16	-0,05	1,23	0,25	1,29
PRODHA	-0,32	0,15	0,28	1,52	0,10	0,61
LAVPERMP	-0,42	0,14	0,40	1,47	0,07	0,61
LAVTEMP	-0,38	0,21	0,38	1,50	0,04	0,55
MATFLRNP	-0,76	0,46	0,80	0,79	0,02	0,99
PASTPLNP	0,68	1,02	-0,34	0,78	-0,54	0,62
PASTNATP	0,58	0,58	-0,62	-0,62	-0,01	-0,01
AVESHA	-0,15	0,03	0,04	1,42	0,16	1,01
SUINOHA	-0,37	0,26	0,28	1,41	0,16	0,84

Tabela 19. Teste do nível de significância entre os grupos para cada variável, dentre os grupos de municípios da Região Norte

Variáveis	Grupo		Erro		Teste F	Significância
	QM	gl	QM	gl		
PM	20,80	2	0,90	385	23,18	**
DS	8,24	2	0,96	385	8,57	**
RE	32,53	2	0,84	385	38,90	**
CE	16,38	2	0,92	385	17,80	**
FS	4,31	2	0,98	385	4,38	**
ITRa	88,02	2	0,55	385	160,64	**
ITRp	130,40	2	0,33	385	397,78	**
ITWa	105,24	2	0,46	385	229,55	**
ITWp	129,58	2	0,33	385	390,28	**
IDHM	6,66	2	0,97	385	6,86	**
ACESSO	62,36	2	0,68	385	91,53	**
PESSOCP	19,59	2	0,90	385	21,68	**
VPFAMHA	18,58	2	0,91	385	20,45	**
VPPATHA	4,25	2	0,98	385	4,33	**
PRODHA	13,61	2	0,93	385	14,57	**
LAVPERMP	24,32	2	0,88	385	27,67	**
LAVTEMP	20,67	2	0,90	385	23,02	**
MATFLRNP	86,84	2	0,55	385	156,72	**
PASTPLNP	56,54	2	0,71	385	79,47	**
PASTNATP	51,88	2	0,74	385	70,52	**
AVESHA	3,02	2	0,99	385	3,05	**
SUINOHA	16,77	2	0,92	385	18,27	**

QM = quadrado médio e gl = grau de liberdade **nível de significância a 5 %

Figura 56 - Três grupos homogêneos de municípios da Região Norte na malha municipal de 1997 (IBGE)

A seguir serão apresentados os resultados da análise fatorial que foi aplicada à base de dados da Região Norte com o objetivo de construir-se fatores que melhor caracterizassem os seus municípios.

A análise fatorial através do método das componentes principais gerou 6 fatores para os 3 grupos, com raízes características (autovalor) maiores que 1, conforme pode ser observado na Tabela 20. Podemos observar, também, que todos os fatores retidos no modelo, para os três grupos, possuem autovalores maiores que 1 e, ainda, que no grupo 1

o percentual acumulado da variância explicada é de 75,36 %, no grupo 2 é de 78,57 % e no grupo 3 é de 76,43 %.

A Figura 57 ilustra o processo de determinação do número apropriado de fatores retidos para os três grupos de municípios da Região Norte. O exame do *scree plot* (gráfico) indicou a possível existência de quatro fatores para os três grupos.

A partir da rotação ortogonal pelo método *Varimax*, obteve-se a matriz das cargas fatoriais, a qual é apresentada na Tabela 21. Através da observação das variáveis que apresentam cargas fatoriais mais elevadas com relação a cada fator, pode-se fazer a sua descrição. Desta forma, foram destacados em negrito os valores dos fatores que possuem valor absoluto próximo ou maior que 0,50, o que indica uma forte correlação entre o fator e a variável. A última coluna da tabela mostra a proporção da variância total de cada indicador explicada pelos quatro fatores em conjunto, para ambos os grupos, ou seja, valores das comunalidades. A comunalidade é a porção da variância da variável que é explicada e cargas fatoriais estimadas pelo método da componente principal, para a solução com quatro fatores. Já na última linha estão apresentadas as proporções em que cada fator explica a variância total das variáveis originais. Para o grupo 1, os quatro fatores representam uma parcela de 13,01 % da variabilidade total dos dados. Isso faz com que a solução com quatro fatores explique em torno de 63,57 % da variabilidade total dos dados. No grupo 2, os quatro fatores representam uma parcela de 14,54 % da variabilidade total dos dados. Isso faz com que a solução com quatro fatores explique em torno de 66,11 % da variabilidade total dos dados. No grupo 3, quatro fatores com 11,89 % de variância podem explicar 62,17 % da variabilidade dos dados. Logo, das 22 variáveis com 149 observações (municípios), no grupo 1, passamos a 4 fatores com 149 observações (municípios), no grupo 2 passamos a 4 fatores com 139 observações (municípios) e no grupo 3 passamos a 4 fatores com 100 observações (municípios), havendo, portanto, uma redução no número de variáveis, com uma perda de aproximadamente 36,43 %, 34 % e 38,83 %, respectivamente, da explicação das variáveis originais.

De acordo com a Tabela 21, verifica-se que no grupo 1, na ordem de maior carga, o fator 1 possui correlação positiva com o valor da produção no estabelecimento

de agricultura familiar em R\$ por hectare, com o número de aves no estabelecimento agrícola por hectare, com o número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare, com o percentual de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, com a produtividade no estabelecimento agrícola em R\$ por hectare, com a percentagem de área utilizada com lavoura permanente e com o índice de temperatura e precipitação para cultura perene, e negativa com o índice de temperatura e precipitação para culturas anuais. Assim, pode-se afirmar que este fator se relaciona com uma agricultura familiar com existência de estabelecimentos com avicultura, suinocultura e lavouras permanentes tais como café, banana e outras, com predominância de pessoas da família, sendo as condições climáticas boas para culturas perenes. Esse fator será denominado de “agricultura nos estabelecimentos familiares”.

O fator 2 apresentou correlação positiva com percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada, valor da produção no estabelecimento de agricultura patronal em reais por hectare, e negativa com a percentagem de área utilizada com pastagem natural. Portanto, reflete-se neste fator uma atividade agrícola patronal voltada para a produção animal. Por simplificação esse fator será denominado de “agricultura nos estabelecimentos patronais”.

O fator 3 possui associação positiva com os índices de temperatura e radiação para culturas perenes e anuais e índice de acesso, e negativa com índice de temperatura e precipitação para culturas perenes e percentagem de área utilizada com matas e florestas naturais. Portanto, reflete uma variação climática, com predomínio de altas temperaturas e boas condições acesso. Este fator apresentou uma correlação expressiva e negativa com percentagem de área utilizada com matas e florestas naturais, estando, assim, associado a pequenos estabelecimentos com reservas florestais. Esse fator será chamado de “variação do clima indicando estação seca na área de reservas florestais”

O fator 4 possui associação positiva e expressiva com o índice fertilidade do solo e o índice condições de enraizamento. Portanto, assumindo que valores positivos não apresentam restrições, reflete-se neste fator a ocorrência de solos férteis e com potencial para o desenvolvimento do sistema radicular das culturas, podendo-se afirmar

que este fator representa potencial para a agricultura. Será denominado, então, de “potencial para o estabelecimento de cultura”.

Para o grupo 2, o fator 1 apresenta correlação positiva com a percentagem de área utilizada com lavoura temporária que é plantada, valor da produção do estabelecimento da agricultura familiar em R\$ por hectare, a percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, produtividade do estabelecimento agrícola em R\$ por hectare, número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare, a percentagem de área utilizada com lavoura permanente e o índice de temperatura e precipitação para culturas perenes, e negativa com a percentagem de área utilizada com matas e florestas naturais. Assim, pode-se afirmar que este fator se relaciona com uma agricultura familiar, com o cultivo de lavoura permanente e temporária, com a existência de pequenas áreas com reservas florestais e com o predomínio de pessoas da família. Este fator correlacionou-se de forma semelhante ao fator 1 do grupo 1, portanto terá a mesma denominação, ou seja, “agricultura no estabelecimento familiar”.

Já o segundo fator relaciona-se de forma positiva com as variáveis percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada, o índice drenagem do solo, o índice de desenvolvimento humano municipal, o índice de acesso a outros municípios e o índice de temperatura e radiação para culturas anuais, e de forma negativa com o índice de temperatura e precipitação para culturas perenes, o índice risco de erosão do solo e o índice potencial para mecanização do solo. Este fator pode estar refletindo que a pecuária é a principal atividade, uma vez que as características dos solos não se constituem bons parâmetros para medirem-se atividades agrícolas. O índice de desenvolvimento humano municipal aparece bem correlacionado às outras variáveis que o compõem, isto porque está indicando que os maiores IDHM da região encontram-se neste grupo de municípios, logo a produtividade agrícola não é a principal fonte econômica destes municípios e, com isso, este fator pode ser um indicador de um bom desenvolvimento. Simplificando, o denominaremos de “potencial para o desenvolvimento”.

O Fator 3 aparece com alta correlação positiva em relação às variáveis número de aves no estabelecimento agrícola por hectare, valor da produção do estabelecimento

de agricultura patronal em R\$ por hectare e a percentagem de área utilizada com lavoura permanente. Este fator pode estar refletindo a existência de estabelecimentos com avicultura e com cultivo de lavouras permanentes. Denominaremos este fator de “avicultura e lavouras temporárias no estabelecimento patronal”.

No Fator 4 observa-se que grande parte da variância captada refere-se às variáveis índice fertilidade do solo, índice condições de enraizamento, e índice de temperatura e precipitação para culturas anuais. Esse fator associa o potencial de fertilidade do solo com o índice de clima favorável ao cultivo de culturas anuais. Este fator será denominado de “potencial para estabelecimento de cultura anuais”.

No grupo 3 de municípios, o Fator 1 associa-se, com altas correlações positivas, com as variáveis percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, o valor da produção no estabelecimento de agricultura familiar em R\$ por hectare, percentagem de área utilizada com lavoura permanente e número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare, e negativamente com a percentagem de área utilizada com pastagem natural. Assim, pode-se afirmar que este fator se relaciona de maneira semelhante com o primeiro fator do grupo 1 e 2, com a agricultura familiar com a existência de estabelecimentos com suinocultura e pequenas áreas com pastagem natural. Será denominado, portanto, de “agricultura nos estabelecimentos familiar”.

Para o Fator 2, observa-se alta correlação positiva com a variável índice de temperatura e radiação para cultura anual, índice de temperatura e radiação para cultura perene e índice de temperatura e precipitação para culturas perenes, e negativa com a percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada e índice de drenagem do solo. Este fator reflete a variação climática, sendo, portanto, um fator limitante para atividades agrícolas, mas podendo ser propício para a pecuária. Podemos denominá-lo de “potencial para a pecuária”.

O Fator 3 associa-se positivamente ao valor da produção do estabelecimento da agricultura patronal em R\$ por hectare, número de aves no estabelecimento agrícola por hectare e a produtividade no estabelecimento agrícola em R\$ por hectare. Pode-se afirmar que este fator se relaciona com uma agricultura patronal e sua produtividade está

voltada para avicultura. Simplificando, será denominado de “avicultura no estabelecimento de agricultura patronal”.

O Fator 4 correlaciona-se positivamente com o índice condições de enraizamento e índice fertilidade do solo, e negativamente com o potencial para mecanização do solo. As características que esse fator reflete são as de um solo fértil e com possibilidade de uso de máquinas agrícolas. Esse fator é semelhante ao fator 4 do grupo 1 e, portando, será denominado de “potencial para o estabelecimento de cultura”.

Uma vez identificados esses fatores, o passo seguinte consistiu em caracterizar-se os municípios. Os municípios do grupo 1, através do comportamento dos fatores 1 (agricultura nos estabelecimentos familiar), 2 (agricultura no estabelecimento patronal), 3 (variação do clima indicando estação seca na área de reservas florestais) e 4 (potencial para o estabelecimento de cultura); os municípios do grupo 2, através do comportamento dos fatores 1 (agricultura nos estabelecimentos familiar), 2 (potencial para o desenvolvimento), 3 (avicultura e lavouras temporárias no estabelecimento patronal) e 4 (potencial para estabelecimento de cultura anuais) e os municípios do grupo 3, através do comportamento dos fatores 1 (agricultura nos estabelecimentos familiar), 2 (potencial para a pecuária), 3 (avicultura no estabelecimento de agricultura patronal) e 4 (potencial para o estabelecimento de cultura). De acordo com esses fatores, os três grupos de municípios da Região Norte são muito semelhantes e caracterizaram-se por apresentarem atividades da agropecuária baseadas em pequenas e grandes propriedades. São municípios em que a agricultura, a pecuária e as atividades ligadas ao extrativismo mineral e vegetal constituem a sua base econômica. As matas e a florestas sustentam a economia desses municípios e faz da indústria extrativa vegetal a atividade principal da população.

A agricultura é geralmente praticada para subsistência, mas algumas lavouras como a da mandioca, do arroz, da banana e do milho são também de importância econômica, além de serem essenciais para a subsistência de sua população.

Na pecuária predominam as criações de gado bovino, de búfalos, de suínos, de aves, ovinos entre outros.

Apesar de apresentar muitas áreas com rios, matas e de inundação permanente o acesso pode ser considerado fácil em alguns municípios.

Os índices de solos que contribuíram para a formação dos fatores foram principalmente o de fertilidade e de condições de enraizamento, que de acordo com Steeg et al. (2003), em algumas áreas estas condições são inferiores à média regional.

As características do clima baseadas nos índices teve o mesmo comportamento em todos os três grupos de municípios, podendo ser considerado quente e úmido e ser encontrado, em sua maioria, em região de planalto.

Provavelmente existem outras atividades econômicas além da agricultura, uma vez que ocorrem alguns municípios com alto índice de desenvolvimento humano e, como sabemos, as atividades agrícolas não são parâmetros para este índice.

Figura 57 - Seleção do número de fatores pelo método do *scree plot*, para cada grupo de municípios da Região Norte

Tabela 20. Número de fatores retidos pelo método do componente principal e a variabilidade (autovalor) explicada para cada componente, dentro de cada grupo de municípios da Região Norte

Grupos	Fatores	Autovalor	% da Variância explicada pelo fator	% Variância Cumulativo
Grupo 1	F1	5,68	25,81	25,81
	F2	3,79	17,21	43,02
	F3	2,62	11,89	54,91
	F4	1,90	8,65	63,57
	F5	1,48	6,73	70,3
	F6	1,11	5,06	75,36
Grupo 2	F1	6,26	28,44	28,44
	F2	3,57	16,22	44,66
	F3	2,89	13,13	57,79
	F4	1,83	8,32	66,11
	F5	1,52	6,93	73,04
	F6	1,22	5,53	78,57
Grupo 3	F1	5,47	24,87	24,87
	F2	3,62	16,46	41,32
	F3	2,43	11,06	52,38
	F4	2,15	9,79	62,17
	F5	1,86	8,47	70,64
	F6	1,27	5,79	76,43

Tabela 21. Rotação *Varimax* – comunalidades, cargas fatoriais e porcentagem de explicação dos fatores para a solução com 4 fatores, dentro do grupo de municípios da Região Norte

Variáveis	Grupo 1					Grupo 2					Grupo 3				
	F1	F2	F3	F4	Comunalidades	F1	F2	F3	F4	Comunalidades	F1	F2	F3	F4	Comunalidades
PM	-0,03	-0,14	0,09	-0,11	0,83	-0,05	-0,69	0,25	-0,30	0,63	0,13	0,37	0,07	-0,52	0,88
DS	-0,12	0,07	0,16	-0,15	0,72	-0,25	0,69	-0,09	-0,24	0,60	0,05	-0,63	0,29	-0,23	0,76
RE	0,14	-0,01	0,10	-0,10	0,85	-0,02	-0,65	0,24	-0,43	0,66	0,12	0,31	0,08	-0,46	0,85
CE	0,10	-0,01	0,14	0,90	0,85	-0,25	0,12	0,08	0,85	0,80	-0,13	0,01	-0,09	0,90	0,85
FS	0,20	0,03	-0,01	0,91	0,89	-0,20	0,05	0,03	0,86	0,78	-0,17	0,04	-0,19	0,89	0,94
ITRa	0,11	-0,49	0,70	0,17	0,83	-0,02	0,54	0,39	0,07	0,45	0,02	0,91	0,13	-0,07	0,89
ITRp	-0,27	0,03	0,74	0,30	0,74	-0,19	0,46	0,47	-0,30	0,56	-0,08	0,87	0,16	-0,01	0,86
ITWa	-0,50	0,44	-0,46	-0,07	0,72	0,28	-0,07	-0,24	0,65	0,56	0,06	0,00	0,23	0,36	0,75
ITWp	0,50	0,26	-0,54	0,21	0,80	0,54	-0,55	-0,04	0,38	0,74	0,10	0,64	0,17	-0,02	0,82
IDHM	0,02	0,22	-0,13	-0,27	0,42	-0,28	0,66	0,13	-0,08	0,53	-0,08	0,12	0,29	-0,36	0,33
ACESSO	-0,11	0,29	0,69	0,19	0,74	-0,20	0,65	0,29	0,33	0,65	0,31	0,08	0,35	-0,01	0,79
PESSOCP	0,82	-0,02	-0,06	0,28	0,78	0,87	-0,19	0,08	-0,05	0,80	0,89	0,12	-0,02	-0,13	0,88
VPFAMHA	0,86	0,04	-0,13	0,09	0,83	0,89	-0,15	0,08	-0,11	0,83	0,76	0,02	0,01	-0,09	0,65
VPPATHA	0,07	0,82	0,11	-0,23	0,82	0,15	0,00	0,89	-0,05	0,82	0,00	0,00	0,94	-0,13	0,91
PRODHA	0,70	0,38	-0,07	-0,08	0,77	0,81	-0,12	0,27	-0,16	0,77	0,47	0,13	0,72	-0,10	0,79
LAVPERMP	0,61	-0,10	-0,36	0,04	0,56	0,54	-0,05	0,72	0,03	0,81	0,60	-0,04	0,28	-0,12	0,49
LAVTEMP	0,45	0,21	0,05	0,42	0,50	0,90	-0,18	0,00	-0,05	0,85	0,71	0,11	-0,01	-0,15	0,87
MATFLRNP	0,12	0,09	-0,77	0,15	0,64	-0,58	-0,36	-0,29	-0,04	0,56	0,03	-0,12	0,02	0,06	0,76
PASTPLNP	0,01	0,92	0,01	0,11	0,91	-0,22	0,78	-0,06	0,34	0,77	-0,15	-0,62	0,18	0,16	0,70
PASTNATP	-0,16	-0,80	0,29	-0,28	0,86	0,01	-0,06	0,00	-0,24	0,06	-0,60	0,36	-0,17	-0,11	0,66
AVESHA	0,86	0,01	-0,01	0,05	0,78	0,10	-0,03	0,90	-0,01	0,82	0,07	0,03	0,90	-0,11	0,84
SUINOHA	0,83	0,03	-0,09	0,06	0,74	0,63	-0,30	-0,07	-0,01	0,50	0,51	0,02	0,06	0,09	0,57
% Variância	4,65	3,02	2,94	2,41	13,01	4,81	3,98	2,97	2,78	14,54	3,30	3,23	2,83	2,54	11,89

A seguir serão apresentados e discutidos os resultados da análise de correlação canônica dos municípios da Região Norte.

Na Tabela 22 são apresentados os coeficientes padronizados, a correlação canônica e o teste estatístico para os pares canônicos, entre características edafoclimáticas e sócio-econômicas dos três grupos de municípios.

Conforme os dados apresentados na Tabela 22, pode-se observar que o conjunto das variáveis edafoclimáticas e das sócio-econômicas são considerados dependentes. Isto nos permite concluir que as correlações canônicas nos três grupos de municípios foram elevadas e significativas, ao nível de 1 % de probabilidade de significância pelo teste F. Também se verifica que a correlação canônica do primeiro par canônico é elevada (0,888 para o grupo 1, 0,860 para o grupo 2, e 0,875 para o grupo 3) para ambos os grupos de municípios. Também observamos na Tabela 22 que, no grupo 1, o exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta, do lado das características edafoclimáticas, predomínio absoluto do índice de temperatura e precipitação para culturas perenes (ITWp). Do lado das características sócio-econômicas, predomina a variável LAVPERMP (percentagem de área utilizada com lavoura permanente).

No grupo 2, o exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta, do lado das características edafoclimáticas, predomínio de forma negativa do índice de temperatura e radiação para culturas anuais (ITRa). Do lado das características sócio-econômicas há o predomínio absoluto da variável PASTPLNP (percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada).

No grupo 3, o exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta, do lado das características edafoclimáticas, o FS (índice fertilidade do solo) como aquele que teve a maior contribuição, seguido do CE (índice condições de enraizamento) e de ITWa e ITWp (índice de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes). Do lado das características sócio-econômicas, com predomínio absoluto, destaca-se a variável ACESSO (índice de acesso).

A Tabela 23 representa os coeficientes da matriz estrutural (ou matriz dos fatores canônicos), ou seja, a matriz de correlação entre as variáveis originais e as

canônicas. As correlações são positivas e significativas entre o conjunto das variáveis edafoclimáticas e o das variáveis sócio-econômicas, em ambos os grupos de municípios, partindo-se do valor 0,30 como referência de significância (Tabachnick & Fidel, 1996).

Os resultados da análise da correlação canônica para os três grupos de municípios da Região Norte permite observar que o conjunto de variáveis edafoclimáticas e as sócio-econômicas são considerados dependentes, ou seja, estão inter-relacionadas e estão na mesma direção, havendo, por conseguinte, uma forte articulação entre sócio-econômico e o edafoclimáticos. Conhecidas a natureza e a magnitude da associação para os grupos de características edafoclimáticas e sócio-econômicas, foi possível identificar que as associações interconjuntos no grupo 1 são estabelecidas principalmente, pela influencia de:

- o índice de temperatura e precipitação para culturas perenes, o índice de fertilidade do solo, o índice de drenagem do solo e o índice de temperatura e radiação para culturas perenes estão associados ao valor da produção no estabelecimento da agricultura familiar, a percentagem de área utilizada com lavoura permanente, ao percentual de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, à produtividade no estabelecimento agrícola, ao número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare, à percentagem de área utilizada com matas e florestas, ao número de aves no estabelecimento agrícola por hectare, à percentagem de área utilizada com lavoura temporária, à percentagem de área utilizada com pastagem natural e ao índice de acesso;

- os índices de precipitação para culturas anuais e perenes, o índice de fertilidade do solo, o potencial para mecanização do solo e o índice de temperatura e radiação para culturas anuais estão associados à percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada, ao valor da produção no estabelecimento da agricultura patronal, à percentagem de área utilizada com matas e florestas, e à percentagem de área utilizada com pastagem natural;

- o índice de temperatura e radiação para culturas perenes, o índice de fertilidade do solo, o índice de risco de erosão, o índice condições de enraizamento, o índice de temperatura e radiação para culturas anuais, o índice potencial para mecanização do solo e o índice de temperatura e precipitação estão associados ao

percentual de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, ao índice de acesso, à percentagem de área utilizada com lavoura temporária, ao número de aves no estabelecimento agrícola por hectare e ao índice de desenvolvimento humano municipal.

No grupo 2 de municípios, as associações interconjuntos são estabelecidas principalmente pela influência de:

- o índice de drenagem do solo, o índice condições de enraizamento, o índice de temperatura e radiação para culturas anuais, o índice de fertilidade do solo, o índice de temperatura e radiação para culturas perenes, o índice potencial para mecanização do solo, o índice risco de erosão do solo, e o índice de temperatura e precipitação para culturas anuais estão associados à percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada, ao índice de desenvolvimento humano municipal, ao índice de acesso, à percentagem de área utilizada com lavoura temporária, à produtividade no estabelecimento agrícola, ao número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare ao valor da produção no estabelecimento da agricultura familiar, ao número de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola e à percentagem de área utilizada com lavoura permanente;

- os índices de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes e o índice de temperatura e precipitação para culturas anuais estão associados ao número de aves no estabelecimento agrícola por hectare, ao valor da produção no estabelecimento da agricultura familiar, à percentagem de área utilizada com lavoura permanente, ao índice de acesso e à percentagem de área com matas e florestas;

- o índice de temperatura e precipitação para culturas anuais, o índice de fertilidade do solo, o índice de temperatura e precipitação para culturas perenes, o índice condições de enraizamento, o índice de temperatura e radiação para culturas anuais, o índice potencial para mecanização do solo, o índice risco de erosão está associado com o índice de acesso, a percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada, a percentagem de área utilizada com lavoura temporária, a percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, e a percentagem de área utilizada com matas e florestas.

No grupo 3 de municípios, as associações interconjuntos são estabelecidas principalmente pela influência de:

- o índice de drenagem do solo, o índice potencial para mecanização do solo e o índice de fertilidade do solo com o índice de acesso, a percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada, o valor da produção na agricultura patronal, a produtividade no estabelecimento agrícola, a percentagem de área com lavoura temporária e o número de aves no estabelecimento agrícola por hectare e a percentagem de área utilizada com matas e florestas;

- o índice de temperatura e precipitação para culturas perenes o índice potencial para mecanização do solo, o índice de temperatura e radiação para culturas perenes, o índice de risco de erosão, o índice de temperatura e radiação para culturas anuais, o índice de temperatura e precipitação para culturas anuais, o índice de drenagem do solo está associado com a percentagem de área utilizada com pastagem natural, a grande criação de suínos, o índice de acesso, a produtividade no estabelecimento agrícola e a percentagem de área com pastagem que é plantada.

- o índice de temperatura e radiação para culturas anuais, o índice de fertilidade do solo, o índice condições de enraizamento do solo, o índice potencial para mecanização do solo e o índice de temperatura e precipitação para culturas anuais está associado com a percentagem de área utilizada com matas e florestas, a grande criação de suínos e um pequeno número de pessoas ocupadas na agricultura.

Tabela 22. Correlações canônicas e coeficientes canônicos entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para três grupos de municípios da Região Norte

Variáveis	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
PM	-0,107	-0,376	-0,028	0,130	0,148	0,555	0,563	0,158	0,243
DS	-0,017	0,007	-0,042	0,445	-0,226	0,018	0,386	-0,511	0,295
RE	0,172	0,178	0,265	-0,027	0,084	-1,215	-0,344	-0,175	-0,041
CE	0,010	-0,014	-0,266	0,249	0,923	-0,569	0,928	0,092	-0,839
FS	0,042	0,335	0,667	0,140	-0,998	0,738	-0,989	-0,401	1,197
ITRA	0,114	-0,739	-0,414	0,122	0,695	0,389	0,275	-0,638	-0,582
ITRP	-0,409	0,660	0,505	-0,015	0,343	-0,032	0,473	0,652	0,572
ITWA	-0,267	0,282	-0,698	0,393	-0,201	-0,116	0,799	-0,004	0,859
ITWP	0,753	0,251	-0,120	-0,754	0,212	0,699	-0,953	0,623	-0,386
IDHM	0,003	-0,249	-0,352	0,316	0,296	-0,759	-0,109	-0,015	-0,222
ACESSO	-0,233	-0,176	0,472	0,012	0,893	0,526	0,781	0,591	0,661
PESSOCP	0,301	0,186	0,568	0,146	0,366	-0,003	0,248	0,372	-0,323
VPFAMHA	0,249	-0,204	0,727	-0,050	0,393	0,655	-0,255	-0,252	0,048
VPPATHA	0,047	-0,211	0,351	-0,345	-0,892	-0,362	-0,069	-0,337	-0,197
PRODHA	0,111	-0,079	-0,683	0,113	0,204	-0,604	0,331	0,455	0,123
LAVPERMP	0,321	-0,251	-0,433	-0,130	-0,224	0,228	-0,026	0,066	0,156
LAVTEMP	0,011	0,174	0,086	-0,328	-0,933	0,485	-0,150	-0,318	-0,528
MATFLRNP	0,194	0,251	0,058	0,185	-0,792	0,110	0,118	0,269	0,695
PASTPLNP	0,024	0,779	-0,425	0,647	-1,284	0,697	0,395	-0,525	0,302
PASTNATP	-0,002	-0,306	-0,166	0,010	-0,242	-0,027	0,095	0,596	0,064
AVESHA	-0,260	-0,024	0,115	0,441	0,979	0,281	-0,036	0,034	-0,140
SUINOHA	0,220	-0,106	-0,197	-0,070	-0,381	-0,151	-0,327	-0,010	0,311
r	0,888	0,819	0,763	0,860	0,630	0,5951	0,875	0,807	0,624
F	6,82	5,02	3,67	3,53	2,1	1,7	3,46	2,44	1,62
significância	**	**	**	**	**	**	**	**	**

r = correlação canônica, F = teste F e **significativo a 1 % de probabilidade

Tabela 23. Coeficientes da matriz estrutural entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para três grupos de municípios da Região Norte

Variáveis	Fatores Canônicos								
	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
PM	-0,101	-0,365	0,338	-0,455	0,215	-0,458	0,307	0,725	-0,310
DS	-0,381	0,086	-0,090	0,705	-0,085	-0,101	0,336	-0,716	0,033
RE	-0,024	-0,199	0,459	-0,498	0,260	-0,588	0,286	0,671	-0,256
CE	0,114	0,233	0,379	0,435	-0,021	0,487	0,064	-0,072	0,333
FS	0,307	0,305	0,491	0,343	-0,085	0,549	-0,331	-0,110	0,514
ITRA	-0,142	-0,660	0,377	0,366	0,795	0,330	0,102	0,577	-0,444
ITRP	-0,601	0,110	0,590	0,302	0,773	-0,077	0,274	0,688	-0,203
ITWA	-0,238	0,552	-0,723	-0,027	-0,336	0,575	0,164	0,465	0,705
ITWP	0,903	0,331	-0,084	-0,724	-0,107	0,500	-0,127	0,838	0,077
IDHM	0,095	-0,035	-0,668	0,738	0,250	-0,276	-0,135	0,066	-0,164
ACESSO	-0,509	0,072	0,480	0,637	0,450	0,486	0,837	0,309	-0,053
PESSOCP	0,719	0,031	0,512	-0,649	0,135	0,316	0,191	0,243	-0,371
VPFAMHA	0,835	-0,154	0,283	-0,621	0,128	0,295	-0,146	0,148	-0,058
VPPATHA	0,096	0,372	-0,110	-0,088	0,489	-0,048	0,377	0,108	-0,068
PRODHA	0,708	0,023	0,073	-0,546	0,280	0,148	0,369	0,304	-0,081
LAVPERMP	0,800	-0,223	-0,096	-0,358	0,464	0,208	0,159	0,151	-0,088
LAVTEMPP	0,401	0,209	0,381	-0,690	0,053	0,341	0,331	-0,056	-0,655
MATFLRNP	0,562	0,330	-0,181	0,070	-0,380	-0,361	-0,538	-0,122	0,530
PASTPLNP	0,015	0,788	-0,174	0,872	-0,071	0,398	0,561	-0,703	0,211
PASTNATP	-0,324	-0,833	0,065	-0,126	0,044	-0,203	-0,209	0,499	-0,104
AVESHA	0,494	-0,060	0,330	-0,082	0,490	-0,044	0,311	0,157	-0,076
SUINOHA	0,594	-0,019	0,173	-0,598	-0,252	0,193	-0,238	0,319	0,356

A seguir são apresentados os resultados da caracterização dos 1536 municípios estudados da Região Nordeste, com base nas técnicas da estatística multivariada.

A análise estatística por componentes principais dos dados da região Nordeste indicou 21 variáveis sócio-econômicas.

As variáveis estudadas para a Região Nordeste totalizaram 28, sendo representadas pelo conjunto de variáveis edafoclimáticas - potencial para mecanização (PM), drenagem do solo (DS), risco de erosão (RE), condições de enraizamento (CE), fertilidade do solo (FS), índice de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes (ITRa e ITRp), índice de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes (ITWa e ITWp) e pelo conjunto de variáveis sócio-econômicas – o índice de GINI renda (GINIREND), o índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM), índice de

ACESSO, percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola (PESSOCP), valor da produção no estabelecimento da agricultura familiar em R\$ por hectare (VPFAMHA), valor da produção no estabelecimento da agricultura patronal em R\$ por hectares (VPPATHA), produtividade no estabelecimento agrícola por hectare (PRODHA), percentagem de área utilizada com lavoura permanente (LAVPERMP), percentagem de área utilizada com lavoura temporária (LAVTEMPP), percentagem de área utilizada com matas e florestas (MATFLRNP), percentagem de área utilizada com mata que é plantada, percentagem de área utilizada com pastagem natural (PASTNATP), percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada (PASTPLNP), percentagem de área utilizada com lavouras temporárias em descanso (LAVTEMMDP), percentagem de área com terras inaproveitáveis (TERINAPP), percentagem de área com terras produtivas não utilizadas (TERPRNUP), percentagem de áreas no estabelecimento agrícola com terras irrigadas (IRRIGP), número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare (TRATORHA), número de aves no estabelecimento agrícola por hectare (AVESHA) e número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare (SUINOHA).

A Figura 58 representa o resultado da análise de agrupamento. A divisão ideal evidenciou ser aquela constituída por três grupos, conforme mostra a reta tracejada. A escala, que variou de 0 a 300, representa o grau de similaridade entre os municípios da região estudada, sendo que este diminui à medida que a escala se reduz. O resultado em um cenário espacial está apresentado na Figura 59, que é o mapa da malha municipal do IBGE de 1997, com cores que representam os grupos aos quais os municípios pertencem.

A Tabela 24 mostra as médias e o desvio padrão de cada variável nos três grupos de municípios, sendo o valor de cada variável a média das proporções da variável dentro de cada grupo. As variáveis VPFAMHA e AMPTHA pouco contribuíram para a caracterização dos grupos, tendo a média das mesmas não diferido significativamente entre os grupos.

O teste de diferença entre os grupos é mostrado na Tabela 25, verificando-se que 93,33 % das variáveis analisadas diferiram significativamente (significância $F < 0,05$). Uma vez que as variáveis VPFAMHA e AMPTHA não apresentaram diferenças

significativas, foram, portando, retiradas das análises fatorial e de correlação canônica. Pode ainda ser observado o quadrado médio no grupo e do resíduo (erro) e quanto menor for o quadrado médio do erro melhor é o ajuste de cada variável nos três diferentes grupos. As variáveis que melhor se ajustaram ao grupo foi as variáveis índices clima. Ressalta-se que o grupo 1 agrupa seiscentos e trinta e seis municípios, o grupo 2 quatrocentos e noventa e dois municípios e o grupo 3 quatrocentos e oito municípios.

A solução utilizando três grupos de municípios oferece resultados lógicos e muito informativos, dividindo os grupos bem próximos da realidade. Os municípios do grupo 1 ocupam uma área de 1.208.743,51 km² e representam bem a zona da mata. Apresenta 226 municípios do Estado da Bahia, 83 do Estado de Alagoas, 74 do Estado de Sergipe, 103 do Estado de Pernambuco, 51 do Estado da Paraíba, 34 do Estado do Rio Grande do Norte, 8 do Estado do Ceará, 1 do estado do Piauí e 56 do Estado do Maranhão. O grupo 2, representando a parte norte do agreste e do sertão, ocupa uma área de 524.915,6 km², apresentando 1 município do Estado do Maranhão, 12 do Estado do Piauí, 154 do Estado do Ceará, 112 do Estado do Rio Grande do Sul, 115 do Estado da Paraíba, 69 do Estado de Pernambuco, 16 do Estado de Alagoas e 13 do Estado da Bahia. O grupo 3, representando o meio norte e a parte sul do agreste e do sertão, ocupa uma área de 370.892,9, apresentando 77 municípios do Estado do Maranhão, 133 do Estado do Piauí, 20 do Estado do Ceará, 3 do Estado do Rio Grande do Norte, 3 do Estado da Paraíba e 172 do Estado da Bahia.

Os municípios que pertencem ao grupo 1 se caracterizam por apresentar maior umidade indicada pelos índices de temperatura e precipitação e pertencerem à região da Zona da Mata, estendendo-se ao longo do litoral desde o Rio Grande do Norte até o sul da Bahia. Nessa região predomina a grande propriedade produtora de cana-de-açúcar, no litoral açucareiro, que vai desde Alagoas até o Rio Grande do Norte.

Os municípios do grupo 2 se agruparam em função das áreas de transição entre a Zona da Mata e o Sertão em direção ao interior, onde o clima vai ficando cada vez mais seco. O Sertão é uma área de clima semi-árido, com escassez e irregularidade de chuvas. É nessa área que ocorrem períodos de seca que podem durar meses ou até anos.

O Sertão abrange parte de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Alagoas e quase todo o Ceará, isto é, a maior parte do Nordeste.

Os municípios do grupo 3 se agruparam em função das áreas de transição entre o Meio-Norte e o Sertão e a Amazônia. Este grupo de municípios possui uma grande área de terras inaproveitáveis. Possui grandes áreas com mata que é plantada, uma vez que uma de suas atividades econômicas é a exploração da madeira. Produzem na agricultura a mandioca, o milho, a banana e o feijão, enquanto que na pecuária se cria aves, bovinos, caprinos, ovinos, entre outros.

Figura 58 - Dendrograma – similaridade entre municípios e a separação dos grupos, a partir de uma classificação hierárquica dos municípios da Região Nordeste, usando o método de Ward's e a métrica da distância euclidiana

Tabela 24. Estatística descritiva – média ($\bar{x}$) e desvio padrão (σ) - para os agrupamentos de municípios da Região Nordeste

Variáveis	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
PM	-0,04	1,09	-0,13	0,99	0,22	0,82
DS	-0,44	1,03	0,14	0,84	0,52	0,82
RE	0,02	1,04	-0,30	1,02	0,34	0,77
CE	-0,03	1,00	0,54	0,72	-0,60	0,94
FS	-0,13	1,06	0,61	0,65	-0,52	0,86
ITRa	0,60	0,84	0,19	0,46	-1,17	0,66
ITRp	0,23	0,73	0,49	0,58	-0,95	1,12
ITWa	0,54	0,96	-0,94	0,26	0,29	0,80
ITWp	0,84	0,86	-0,81	0,44	-0,33	0,61
GINIREND	-0,13	0,99	0,11	0,90	0,07	1,10
IDHM	0,01	1,08	0,14	0,98	-0,18	0,87
ACESSO	0,35	0,78	0,25	0,68	-0,84	1,14
PESSOCP	0,29	1,39	-0,14	0,55	-0,28	0,40
DESPOPM	0,29	1,47	-0,12	0,32	-0,30	0,13
VPFAMHA	0,06	1,55	-0,04	0,02	-0,05	0,01
VPPATHA	0,08	1,55	-0,05	0,07	-0,06	0,01
PRODHA	0,17	1,53	-0,10	0,17	-0,15	0,08
LAVPERMP	0,31	1,26	-0,14	0,80	-0,32	0,50
LAVTEMPP	0,33	1,32	-0,08	0,64	-0,41	0,46
MATFLRNP	-0,60	0,64	0,35	0,94	0,52	1,04
MATPLANP	0,13	1,52	-0,11	0,17	-0,07	0,30
PASTPLNP	0,47	1,19	-0,57	0,45	-0,04	0,75
PASTNATP	-0,04	1,11	0,27	0,90	-0,26	0,85
LAVTEMDP	-0,36	0,76	0,18	0,82	0,34	1,31
TERINAPP	-0,27	0,95	0,35	1,04	0,01	0,90
TERPRNUP	-0,43	0,75	0,07	0,77	0,60	1,23
IRRIGP	0,25	1,47	-0,13	0,34	-0,24	0,26
TRATORHA	0,30	1,44	-0,15	0,46	-0,28	0,23
AMPTHHA	0,06	1,55	-0,04	0,01	-0,04	0,01
AVESHA	0,08	1,55	-0,05	0,07	-0,06	0,01

Tabela 25. Teste do nível de significância entre os grupos para cada variável, dentre os grupos de municípios da Região Nordeste

Variáveis	Grupo		Erro		Teste F	Significância
	QM	gl	QM	gl		
PM	14,59	2	0,98	1533	14,85	**
DS	123,72	2	0,84	1533	147,30	**
RE	46,02	2	0,94	1533	48,89	**
CE	147,58	2	0,81	1533	182,47	**
FS	151,49	2	0,80	1533	188,50	**
ITRa	403,41	2	0,48	1533	849,26	**
ITRp	259,91	2	0,66	1533	392,49	**
ITWa	329,00	2	0,57	1533	575,08	**
ITWp	408,26	2	0,47	1533	871,08	**
GINIREND	9,51	2	0,99	1533	9,62	**
IDHM	11,53	2	0,99	1533	11,69	**
ACESSO	199,11	2	0,74	1533	268,52	**
PESSOCP	47,04	2	0,94	1533	50,04	**
DESPOPM	49,26	2	0,94	1533	52,57	**
VPFAMHA	1,90	2	1,00	1533	1,90	n.s.
VPPATHA	3,25	2	1,00	1533	3,26	**
PRODHA	15,84	2	0,98	1533	16,15	**
LAVPERMP	56,23	2	0,93	1533	60,59	**
LAVTEMPPP	70,98	2	0,91	1533	78,11	**
MATFLRNP	199,47	2	0,74	1533	269,16	**
MATPLANP	10,04	2	0,99	1533	10,16	**
PASTPLNP	150,19	2	0,81	1533	186,49	**
PASTNATP	32,57	2	0,96	1533	33,97	**
LAVTEMDP	72,66	2	0,91	1533	80,15	**
TERINAPP	53,66	2	0,93	1533	57,62	**
TERPRNUP	134,40	2	0,83	1533	162,72	**
IRRIGP	36,30	2	0,95	1533	38,05	**
TRATORHA	49,02	2	0,94	1533	52,30	**
AMPTHA	2,00	2	1,00	1533	2,00	n.s.
AVESHA	3,11	2	1,00	1533	3,12	**

QM = quadrado médio e gl = grau de liberdade **nível de significância e n.s = não significativa a nível de 5 %

Figura 59 – Três grupos homogêneos de municípios da Região Nordeste na malha municipal de 1997 (IBGE)

Nesta sequência será apresentada a análise fatorial aplicada aos dados da Região Nordeste com o objetivo de caracterizar seus municípios a partir dos fatores construídos.

Podemos verificar pela observação da Tabela 26, que 10 e 9 dos fatores retidos no modelo, para os três grupos, possuem autovalores maiores que 1 e, também, que no grupo 1 o percentual acumulado da variância explicada é de 72,29 %, no grupo 2 é de 70,67 % e no grupo 3 é de 68,62%.

A Figura 60 traz uma representação gráfica (*scree plot*) dos autovalores que facilitaram a escolha do número de fatores, para os grupos de municípios da Região Nordeste. É comum que a diferença de explicação entre os primeiros fatores de uma análise de fatores seja grande e tende a diminuir com o aumento no número de fatores. Na Figura 56 observamos no grupo 1 que, ao passar de 1 para 6, ainda temos um ganho razoável, o mesmo acontecendo para os grupos 2 e 3 ao passar de 1 para 4. No entanto, a partir daí, o ganho se mantém praticamente constante, o que nos leva a adotar uma solução com 6 e 4 fatores, para ambos os grupos.

A partir da rotação ortogonal pelo método *Varimax* obteve-se a matriz das cargas fatoriais, que é apresentada na Tabela 27. Através da observação das variáveis que apresentam cargas fatoriais mais elevadas com relação a cada fator, pode-se fazer a sua descrição. Desta forma, foram destacados em negrito os valores dos fatores que possuem valor absoluto próximo ou maior que 0,50, o que indica uma forte correlação entre o fator e a variável. A última coluna da tabela mostra a proporção da variância total de cada indicador explicada pelos seis, quatro e três fatores em conjunto, para ambos os grupos, ou seja, valores das comunalidades. A comunalidade é a porção da variância da variável que é explicada e cargas fatoriais estimadas pelo método da componente principal, para a solução com seis e quatro fatores. Já na última linha estão apresentadas as proporções em que cada fator explica a variância total das variáveis originais. Para o grupo 1, os seis fatores representam uma parcela de 15,57 % da variabilidade total dos dados. Isso faz com que a solução com seis fatores explique em torno de 55,61 % da variabilidade total dos dados. No o grupo 2, os quatro fatores representam uma parcela

de 11,37 % da variabilidade total dos dados. Isso faz com que a solução com quatro fatores explique em torno de 40,60 % da variabilidade total dos dados. No grupo 3, seis fatores com 12,52 % de variância podem explicar cerca de 44,70 % da variabilidade dos dados. Logo, das 28 variáveis com 636 observações, no grupo 1, passamos a 6 fatores com 636 observações, no grupo 2 passamos a 4 fatores com 492 observações e no grupo 3 passamos a 4 fatores com 408 observações, havendo portanto, uma redução no número de variáveis, com uma perda de aproximadamente 44,39 %, 59,40 % e 55,30 %, respectivamente, da explicação das variáveis originais.

Ao considerar cada variável separadamente notamos que no grupo 1, 84,00 % da variabilidade de PM e FS é explicada pelos 6 fatores (variável melhor explicada). Por outro lado, a variável PRODAHA é a de pior explicação dentro do fator, com apenas 27,00 % de sua variabilidade explicada. No grupo 2, 73,00 % da variabilidade de ITRp é explicada pelos 4 fatores (variável melhor explicada). Por outro lado, a variável MATPLANP é a de pior explicação dentro do fator, com apenas 3,00 % de sua variabilidade explicada. No grupo 3, 83,00 % da variabilidade de ITWa é explicada pelos 4 fatores (variável melhor explicada). Por outro lado, a variável GINIREND é a de pior explicação dentro do fator, com apenas 10,00 % de sua variabilidade explicada. A análise fatorial pode ser considerada como insatisfatória para este modelo de variáveis, haja vista, sobretudo, a falta de significância dos fatores, buscando na lógica das cargas fatoriais das variáveis que os compõem. Ainda, as baixas comunalidades verificadas em grande parte das variáveis indicam que os 6 e 4 fatores extraídos (com autovalores maiores que 1) nos 3 grupos de municípios explicam, juntos, muito pouco a variância total das variáveis. É suficiente notar que a comunalidade é inferior a 0,50 em 11 das 28 variáveis do grupo 1, em 17 das 28 variáveis do grupo 2 e em 16 das 28 variáveis do grupo 3.

No grupo 1, podemos destacar as cargas fatoriais de acordo com as variáveis, identificando os seguintes fatores:

O fator 1 compreende as variáveis índice de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes, a percentagem de área utilizada com lavouras temporárias e percentagem de área irrigada no estabelecimento agrícola com carregamentos altos,

entre 0,50 e 0,80. Este fator reúne variáveis que medem o cultivo de lavouras temporárias irrigadas, o que é refletido pelas condições de estiagem apresentada pelos índices de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes. Denominaremos este fator de “cultivos irrigados”.

O fator 2 correlaciona-se com a alta percentagem de área com terras. As variáveis percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada e percentagem de área utilizada com pastagem natural, também contribuíram para a formação deste fator, mas de forma negativa. Este fator mostra uma tendência à ocupação do solo voltada para o pasto, sugerindo atividades indicadas para a pecuária. Denominaremos este fator de “área de pasto”.

O fator 3 compreende as variáveis índices de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes e percentagem de área utilizada com matas e florestas. Este fator pode indicar que o clima é úmido, com chuvas freqüentes nas áreas de preservação da vegetação natural. Denominaremos este fator de “áreas de preservação”.

O fator 4 compreende as variáveis índices de desenvolvimento humano municipal, valor da produção agrícola no estabelecimento de agricultura patronal em R\$ por hectare, número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare e número de aves no estabelecimento agrícola por hectare. Este fator caracteriza-se por incluir variáveis produtivas da agricultura patronal, com a presença de estabelecimentos para avicultura e com práticas de uma agricultura moderna. Este fator mostra também altos índices de desenvolvimento humano, indicando a presença de uma outra atividade econômica, além da agricultura. Essas condições podem repercutir no desenvolvimento social. Denominaremos este fator de “potencial para o desenvolvimento”.

O fator 5 compreende a variável índice potencial para mecanização do solo e o índice risco de erosão do solo, com carregamentos bem acentuados. Este fator engloba um posicionamento favorável à indicação de um manejo do solo com restrições ao uso de máquinas agrícolas. Denominaremos este fator de “uso do solo com manejo apropriado”.

O fator 6 compreende, com altos carregamentos, as variáveis índices de condições de enraizamento do solo e índices de fertilidade do solo. Portanto, assumindo

que valores positivos não apresentam restrições, reflete-se neste fator a ocorrência de solos férteis e com potencial para o desenvolvimento do sistema radicular das culturas, pode-se dizer que este fator tem potencial para agricultura. Denominaremos este fator de “potencial para o estabelecimento de cultura”.

No grupo 2, podemos destacar as cargas fatoriais de acordo com as variáveis, identificando os seguintes fatores:

O fator 1 compreende as variáveis índice potencial para mecanização do solo, índice risco de erosão do solo e percentagem de área utilizada com lavoura permanente. As variáveis índices condições de enraizamento do solo e índice de fertilidade do solo também contribuíram para a formação deste fator, mas de forma negativa. Este fator reúne variáveis que medem o cultivo de lavouras permanentes em solos com limitações quanto à fertilidade, às condições de enraizamento do sistema radicular das plantas e ao uso de máquinas agrícolas. Denominaremos este fator de “cultivos sob condições limitadas”.

O fator 2 compreende as variáveis índice de temperatura e radiação para culturas anuais, percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, densidade populacional do município e percentagem de área utilizada com lavoura temporária. A variável percentagem de área utilizada com matas e florestas também contribuiu para a formação deste fator, mas de forma negativa. Este fator mostra uma estação seca definida pelos índices de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes, elevado número de pessoas ocupadas no setor agrícola no cultivo de lavouras temporárias, alta densidades populacionais e possíveis área de reserva florestal. Denominaremos este fator de “mão de obra no estabelecimento com lavouras temporárias”.

O fator 3 compreende as variáveis índices de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes, que se correlacionaram de forma positiva, e o índice de temperatura e radiação para culturas perene, que se correlacionou de forma negativa. Este fator pode indicar variabilidade climática com predominância de clima úmido e com chuvas mais frequentes. Denominaremos este fator de “variabilidade climática”.

O fator 4 compreende as variáveis percentagem de área com terras inaproveitáveis e número de aves no estabelecimento agrícola por hectare. A avicultura é uma atividade em crescimento nos estabelecimentos agrícolas, que incluem também áreas improdutivas. Denominaremos este fator de “potencial para avicultura”.

No grupo 3 podemos destacar as cargas fatoriais de acordo com as variáveis, identificando os seguintes fatores:

O fator 1 compreende as variáveis índice de temperatura e radiação para culturas anuais, índice de acesso, pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, a densidade populacional do município, produtividade no estabelecimento agrícola em R\$ por hectare e percentagem de área utilizada com lavoura temporária. A variável percentagem de área utilizada com matas e florestas também contribuiu para a formação deste fator, mas de forma negativa. Este fator mostra a possibilidade de um clima seco, atividades voltadas para agricultura, áreas de preservação e um potencial para o crescimento indicado pelo alto índice de acesso. Denominaremos este fator de “potencial para o crescimento agrícola”.

O fator 2 compreende as variáveis, índice de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes, percentagem de área utilizada com pastagem natural e se correlacionou de forma negativa com as variáveis índices de temperatura e radiação para culturas anuais, percentagem de área com terras produtivas não utilizadas e percentagem de área utilizada com lavouras temporárias em descanso. Este fator está refletindo uma variação climática com possibilidades de chuvas com períodos de estiagem em áreas com pastagem natural e podemos deduzir que este fator mostra possibilidades para atividades voltadas à pecuária. Denominaremos este fator de “potencial para pecuária”.

O fator 3 compreende as variáveis índices de condições de enraizamento, índice de fertilidade do solo e percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada. Este fator, que se formou com dois índices de solos que não apresentam restrições e pela variável área com pastagem plantada, pode indicar boas condições para o desenvolvimento de um bom sistema agropecuário. Denominaremos este fator de “potencial para agropecuária”.

O fator 4 compreende, de forma positiva, as variáveis índice potencial para mecanização do solo e índice risco de erosão, e de forma negativa as variáveis percentagem de área com terras inaproveitáveis e percentagem de área irrigadas no estabelecimento agrícola. Este fator engloba um posicionamento contraditório em que ocorre um solo com uso restrito de máquinas em uma área improdutiva e irrigada. Denominaremos este fator de “baixo potencial produtivo”.

A aplicação de análise fatorial permitiu definir a caracterização dos municípios da Região Nordeste: os municípios do grupo 1, através do comportamento dos fatores 1 (cultivos irrigados), 2 (área de pasto), 3 (áreas de preservação), 4 (potencial para o desenvolvimento), 5 (uso do solo com manejo apropriado) e 6 (potencial para o estabelecimento de cultura); os municípios do grupo 2, através do comportamento dos fatores 1 (cultivos sob condições limitadas), 2 (mão de obra no estabelecimento com lavouras temporárias), 3 (variabilidade climática) e 4 (potencial para avicultura) e os municípios do grupo 3, através do comportamento dos fatores 1 (potencial para o crescimento agrícola), 2 (potencial para pecuária), 3 (potencial para agropecuária) e 4 (baixo potencial produtivo). De acordo com esses fatores, os três grupos de municípios se caracterizaram pelo baixo nível de mecanização e pela pouca produtividade da agricultura, mesmo havendo uma agricultura irrigada em algumas áreas. Este fato expõe os contrastes da região, a densidade demográfica que é de 28,73 habitantes por km² e ocorrência de grandes áreas com pastagem natural e plantada, o que dá a sugerir haver criação de bovinos. Os municípios do grupo 1, pertencentes a zona da mata, possuem clima úmido, o solo é fértil e possui área com vegetação natural, área com lavouras de cana-de-açúcar e uma agropecuária de subsistência em conjunto com outras atividades econômicas que podem garantir um bom desenvolvimento para estes municípios.

Nos municípios do grupo 2, os índices de clima tiveram uma participação muito discreta, podendo indicar problemas de escassez de água uma vez que as chuvas são escassas e mal distribuídas. Com isso, as atividades agrícolas sofrem grande limitação, apresentando áreas com solos ainda não utilizados, ou mesmo subutilizados. A vegetação típica do sertão é a caatinga. Nas partes mais úmidas existem bosques de palmeiras, especialmente a carnaubeira, que tem todas as suas partes aproveitadas pelos

habitantes locais. A economia pode basear-se na pecuária extensiva e no cultivo de algodão em grandes propriedades de terra, com baixa produtividade. Na pecuária destacam-se a criação de aves. Esta atividade é caracterizada pelo baixo grau de mecanização. A base da agricultura é a cana-de-açúcar.

Os municípios do grupo 3 possuem terras agricultáveis para arroz, milho, algodão, soja, entre outras. Com a economia ainda limitada à agropecuária extensiva, é pouco produtiva. A ocupação é feita basicamente pela pecuária. Os municípios enfrentam longos períodos de seca quando a longa estiagem causa uma queda da produção. Essa condição climática reforça atividades como a agricultura de subsistência e a criação extensiva de gado.

Figura 60 - Seleção de fatores pelo método do *scree plot*, para cada grupo de municípios da Região Nordeste

Tabela 26. Número de fatores retidos pelo método do componente principal e a variabilidade (autovalor) explicada para cada componente extraído, para os três grupos de municípios da Região Nordeste

Grupos	Fatores	Autovalor	% da Variância explicada pelo fator	% Variância acumulada
Grupo 1	F1	4,22	15,06	15,06
	F2	3,02	10,80	25,86
	F3	2,66	9,51	35,37
	F4	2,21	7,89	43,25
	F5	1,95	6,95	50,21
	F6	1,51	5,40	55,61
	F7	1,46	5,21	60,82
	F8	1,16	4,13	64,95
	F9	1,04	3,71	68,66
	F10	1,02	3,64	72,29
Grupo 2	F1	4,07	14,54	14,54
	F2	3,36	12,01	26,56
	F3	2,17	7,76	34,31
	F4	1,76	6,29	40,61
	F5	1,69	6,04	46,65
	F6	1,58	5,66	52,31
	F7	1,46	5,23	57,54
	F8	1,32	4,72	62,26
	F9	1,22	4,35	66,61
	F10	1,14	4,06	70,67
Grupo 3	F1	4,50	16,07	16,07
	F2	3,71	13,26	29,33
	F3	2,41	8,59	37,92
	F4	1,90	6,78	44,70
	F5	1,61	5,74	50,43
	F6	1,45	5,17	55,61
	F7	1,27	4,53	60,13
	F8	1,19	4,26	64,39
	F9	1,18	4,23	68,62

Tabela 27. Rotação *Varimax* - communalidades, cargas fatoriais e porcentagem de explicação dos fatores para a solução com 6 e 4 fatores, para os três grupos de municípios da Região Nordeste

Variáveis	Grupo 1							Grupo 2					Grupo 3				
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Comunalidades	F1	F2	F3	F4	Comunalidades	F1	F2	F3	F4	Comunalidades
PM	0.07	0.03	0.00	0.03	0.91	0.04	0.84	0.62	-0.43	-0.10	-0.23	0.63	-0.13	-0.17	0.14	0.73	0.60
DS	-0.36	-0.08	0.02	0.14	-0.28	-0.31	0.34	-0.23	0.15	0.03	0.47	0.30	-0.19	0.35	-0.12	-0.18	0.21
RE	0.07	0.04	-0.05	0.04	0.89	-0.01	0.80	0.68	-0.35	-0.06	-0.25	0.65	-0.13	-0.02	0.18	0.67	0.50
CE	-0.02	-0.21	-0.22	-0.12	-0.04	0.82	0.79	-0.51	-0.17	0.02	-0.03	0.29	0.06	-0.06	0.84	0.16	0.74
FS	-0.37	-0.23	-0.04	-0.07	-0.07	0.80	0.84	-0.70	-0.03	0.03	0.01	0.49	0.11	-0.03	0.87	0.03	0.77
ITRa	0.88	-0.12	0.13	-0.04	-0.08	-0.06	0.82	0.09	0.50	-0.44	-0.36	0.58	0.58	-0.17	-0.29	0.38	0.59
ITRp	0.82	0.20	-0.13	-0.01	0.04	-0.12	0.74	0.24	0.15	-0.79	-0.15	0.73	0.27	-0.52	-0.44	0.43	0.72
ITWa	-0.28	-0.10	0.81	0.00	-0.15	-0.13	0.79	-0.14	-0.05	0.78	-0.01	0.64	-0.21	0.72	0.47	-0.21	0.83
ITWp	0.07	-0.05	0.82	0.02	-0.14	-0.23	0.76	-0.16	0.16	0.74	0.03	0.59	0.02	0.61	0.33	-0.06	0.48
GINIREND	-0.19	0.11	0.47	-0.03	-0.23	0.14	0.34	-0.14	0.20	0.00	-0.09	0.07	-0.20	0.18	0.03	-0.18	0.10
IDHM	-0.05	0.20	0.42	0.52	-0.24	0.17	0.58	0.30	-0.16	-0.08	0.08	0.13	-0.01	0.33	0.13	-0.46	0.34
ACESSO	0.37	0.04	0.10	-0.08	-0.47	0.28	0.45	0.01	0.45	-0.23	0.26	0.32	0.63	-0.21	-0.10	0.07	0.46
PESSOCP	-0.21	0.38	-0.41	0.35	0.08	-0.15	0.51	0.23	0.75	0.00	0.03	0.62	0.63	-0.41	0.08	-0.24	0.63
DESPOPM	0.25	0.44	0.17	0.35	-0.15	0.28	0.51	0.40	0.57	0.02	0.24	0.53	0.74	-0.14	0.13	0.05	0.58
VPPATHA	-0.04	-0.12	-0.05	0.82	0.07	-0.13	0.71	0.18	0.15	0.07	0.42	0.23	0.40	0.20	0.11	-0.18	0.24
PRODHA	0.02	0.38	-0.02	0.33	-0.05	0.10	0.27	0.49	0.43	0.17	0.37	0.59	0.61	0.13	-0.03	-0.22	0.44
LAVPERMP	-0.39	0.46	0.17	-0.01	-0.23	0.04	0.45	0.68	0.06	-0.15	0.13	0.50	0.56	0.11	-0.19	-0.03	0.36
LAVTEMP	0.55	0.29	-0.41	0.01	0.01	-0.31	0.66	-0.03	0.79	0.03	-0.07	0.63	0.45	-0.21	0.14	-0.37	0.41
MATFLRNP	-0.18	0.32	0.51	-0.18	0.23	0.00	0.49	0.11	-0.60	-0.13	-0.16	0.41	-0.50	-0.18	-0.32	-0.11	0.40
MATPLANP	0.04	-0.08	0.41	-0.05	0.16	-0.05	0.21	-0.12	-0.01	0.09	0.06	0.03	0.03	0.12	0.31	-0.12	0.13
PASTPLNP	-0.10	-0.73	0.11	0.13	0.10	0.24	0.63	-0.16	0.35	0.49	-0.28	0.47	-0.06	0.49	0.51	-0.03	0.51
PASTNATP	-0.21	-0.54	-0.09	-0.04	-0.18	0.16	0.41	-0.36	-0.06	0.25	-0.11	0.21	0.22	0.57	-0.14	0.34	0.51
LAVTEMDP	0.28	0.37	-0.22	-0.09	0.11	-0.13	0.30	-0.13	0.02	-0.37	0.26	0.22	0.26	-0.65	0.11	0.08	0.51
TERINAPP	0.24	0.57	0.06	0.09	-0.10	0.03	0.41	0.07	-0.12	-0.16	0.58	0.38	-0.03	-0.12	0.25	-0.57	0.40
TERPRNUP	-0.08	0.61	-0.15	-0.03	0.17	-0.14	0.45	-0.04	-0.15	-0.34	0.35	0.27	-0.22	-0.53	-0.09	0.11	0.35
IRRIGP	0.51	0.21	-0.20	0.00	0.03	-0.03	0.35	0.41	0.01	-0.05	0.08	0.18	0.21	0.13	-0.01	-0.55	0.36
TRATORHA	0.07	-0.04	-0.09	0.71	0.05	-0.06	0.52	0.38	0.30	-0.01	0.00	0.24	0.37	0.28	0.00	-0.22	0.26
AVESHA	-0.13	0.07	-0.08	0.76	0.04	-0.09	0.61	0.36	0.15	0.04	0.54	0.45	0.30	-0.07	0.09	-0.06	0.11
% Variância	4.22	3.02	2.66	2.21	1.95	1.51	15.57	3.47	3.27	2.71	1.92	11.37	3.66	3.26	2.81	2.79	12.52

Nesta seção é realizada a descrição da análise de correlação canônica para investigar a relação entre o conjunto de variáveis edafoclimáticas da Região Nordeste e o conjunto de variáveis sócio-econômicas.

Na Tabela 28 são apresentados os coeficientes padronizados, a correlação canônica e o teste estatístico para os pares canônicos entre as características edafoclimáticas e sócio-econômicas dos três grupos de municípios.

Conforme os dados apresentados na Tabela 28 observa-se que os conjuntos das variáveis edafoclimáticas e das sócio-econômicas são considerados dependentes. Pode-se concluir que as correlações canônicas nos três grupos de municípios foram elevadas e significativas ao nível de 1 % de probabilidade de significância pelo teste F. Também se verifica que a correlação canônica do primeiro par canônico é elevada (0,678 para o grupo 1, 0,718 para o grupo 2, e 0,805 para o grupo 3) para ambos os grupos de municípios. Observamos ainda na Tabela 6 que, no grupo 1, o exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta do lado das características edafoclimáticas predomínio absoluto do índice de temperatura e precipitação para culturas anuais. Do lado das características sócio-econômicas predomina a variável percentagem de área com lavoura permanente que é plantada.

No grupo 2, o exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta do lado das características edafoclimáticas predomínio do índice de temperatura e radiação para culturas perenes. Do lado das características sócio-econômicas há o predomínio de forma negativa da variável percentagem de área com pastagem que é plantada.

No grupo 3, o exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta do lado das características edafoclimáticas predomínio absoluto do índice de temperatura e precipitação para culturas anuais, além de ter tido a maior contribuição. Do lado das características sócio-econômicas, com predomínio absoluto, encontra-se a variável percentagem de área com pastagem que é plantada.

A Tabela 29 representa os coeficientes da matriz estrutural (ou matriz dos fatores canônicos), ou seja, a matriz de correlação entre as variáveis originais e as canônicas. As correlações são positivas ou negativas e significativas entre o conjunto das

variáveis edafoclimáticas e o das variáveis sócio-econômicas, em ambos os grupos de municípios, como observamos na Tabela 29, partindo-se do valor 0,30 como referência de significância (Tabachnick & Fidel, 1996).

Os resultados da análise de correlação canônica para os três grupos de municípios da Região Nordeste permitem observar que o conjunto das variáveis edafoclimáticas e o conjunto das variáveis sócio-econômicas são considerados dependentes, ou seja, um está relacionado ao outro e estão na mesma direção, havendo uma forte articulação entre sócio-econômico e o edafoclimáticos. Conhecidas a natureza e a magnitude da associação para os grupos de características edafoclimáticas e sócio-econômicas foi possível identificar que as associações interconjuntos no grupo 1 são estabelecidas principalmente, pela influencia de:

- as condições climáticas de temperatura e a precipitação em uma área em que a drenagem do solo é boa os riscos de erosão são baixos, não havendo impedimento ao uso de mecanização. Com essas condições climáticas tem-se uma temperatura e radiação baixas, condições favoráveis ao desenvolvimento de culturas anuais e perenes, condições estas que estão associados a uma distribuição de renda desigual, a um bom desenvolvimento humano municipal, a grandes área com cultivo de lavoura permanente, a diminuição da necessidade do uso do uso de irrigação, a diminuição do número de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, redução de área com terras produtivas não utilizadas, redução de área com lavoura temporária e a redução de área utilizada com lavoura temporária em descanso;

- as condições elevadas de temperatura e radiação associadas a um baixo risco de erosão do solo e a um baixo potencial para mecanização do solo estão associadas a muitas possibilidades de acesso, a poucas áreas com terras produtivas não utilizadas e a pequenas áreas com matas e florestas, e

- as condições elevadas de temperatura e radiação, com grande risco de erosão do solo, a possibilidade do uso de maquinas agrícolas e o solo pouco fértil estão associadas a grandes áreas com lavoura temporária irrigadas, reduzido número de pessoas ocupadas na lavoura e a pequenas áreas com pastagem natural.

No grupo 2 de municípios, as associações interconjuntos são estabelecidas principalmente pela influência de:

- as condições elevadas de temperatura e radiação, a possibilidade do uso de máquinas agrícolas, com risco de erosão do solo e o solo pouco fértil e chuvas e temperatura baixas estão associadas a grandes áreas com lavoura permanente, a grandes áreas com lavoura temporária em descanso, a grandes áreas com terras inaproveitáveis, a grandes áreas com matas e florestas, bom nível de desenvolvimento humano, a pequenas áreas com lavoura temporária, a pequenas áreas com pastagem natural e a pequenas áreas com pastagem que é plantada;

- os solos férteis com elevadas condições de temperatura e precipitação para culturas perenes com restrições ao uso de mecanização agrícola e a possibilidade de haver risco de erosão do solo estão associados a possíveis condições boas de acesso, a grandes áreas inaproveitáveis, a grandes áreas com pastagem natural e a pequenas áreas utilizadas com lavoura permanente, e

- as condições elevadas de temperatura e radiação para culturas anuais com solos sem restrições ao desenvolvimento do sistema radicular e pouco férteis estão associadas com o uso de grandes áreas com lavoura permanente, a alta densidade populacional do município por km², um grande número de pessoas ocupadas com a atividades agrícola, a bons acessos, a elevada produtividade no estabelecimento agrícola em R\$ por hectare, a grandes áreas utilizadas com lavoura temporária, ao elevado número de tratores no estabelecimento agrícola e a pequenas áreas utilizadas com matas e florestas.

No grupo 3 de municípios, as associações interconjuntos são estabelecidas principalmente pela influência de:

- as elevadas condições de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes com solos férteis de boa drenagem, sem restrições ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas e, para equilibrar, baixas temperatura e radiação para culturas anuais e perenes estão associadas ao uso de grandes áreas com pastagem que é plantada, ao bom desenvolvimento humano do município, às limitações de acesso, ao reduzido número de pessoas ocupadas na agricultura, a pequenas áreas com terras

produtivas não utilizadas e a pequenas áreas utilizadas com lavoura temporária em descanso;

- as elevadas condições de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes estão associadas à densidade demográfica do município de 17,04 habitantes por km², às boas condições de acesso, a ocupação de grandes áreas com pastagem natural, ao uso de grandes áreas com pastagem natural, ao uso de grandes áreas com lavoura permanentes, a pequenas áreas com terras inaproveitáveis e a pequenas áreas com matas e florestas, e

- as baixas condições de temperatura e radiação para culturas anuais em áreas de solos com baixo risco de erosão e sem restrições ao uso de máquinas agrícolas estão associadas às grandes áreas irrigadas dos estabelecimentos agrícolas, acesso de boa qualidade, às grandes áreas com lavoura temporária, à elevada renda da produção patronal, às grandes áreas com terras inaproveitáveis, às grandes áreas utilizadas com lavoura permanente, um grande número de pessoas ocupadas na agricultura, a pequenas áreas com terras inaproveitáveis e a pequenas áreas com lavoura em descanso.

Tabela 28. Correlações canônicas e coeficientes canônicos entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para três grupos de municípios da Região Nordeste

Variáveis	Grupo 1				Grupo 2			Grupo 3		
	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
PM	-0,418	-0,614	0,796	-0,167	0,192	-0,094	-0,588	0,243	0,163	-0,640
DS	-0,076	0,058	-0,112	0,341	0,101	0,105	0,276	0,051	0,052	-0,256
RE	0,241	0,138	-0,295	0,263	-0,072	-0,224	0,551	-0,316	0,116	0,297
CE	-0,425	0,110	1,395	-0,115	0,203	-0,656	0,051	0,258	-0,392	-0,326
FS	0,601	0,166	-1,645	0,208	-0,438	0,891	-0,670	-0,185	0,643	0,026
ITRa	0,588	0,592	0,757	-0,749	-0,803	-0,540	0,535	0,169	0,970	0,678
ITRp	-0,393	-0,152	-0,506	1,155	0,891	0,643	-0,039	-0,092	0,101	-1,410
ITWa	1,182	-1,042	0,966	-0,015	-0,402	-0,834	-0,438	1,221	0,284	-0,793
ITWp	-0,629	0,844	-0,669	0,933	0,119	1,009	0,624	-0,285	0,239	0,106
GINIREND	0,181	-0,118	-0,013	-0,121	0,149	0,167	0,037	0,002	0,073	-0,073
IDHM	0,325	-0,092	-0,038	0,438	0,164	-0,236	-0,107	0,184	-0,351	0,006
ACESSO	-0,053	0,720	-0,182	0,312	0,043	0,586	0,327	-0,188	0,160	0,514
PESSOCP	-0,298	-0,130	-0,717	0,214	0,228	-0,012	-0,054	-0,276	-0,228	0,247
DESPOPM	-0,089	0,103	-0,006	-0,067	0,030	0,092	0,075	-0,042	0,706	-0,292
VPPATHA	-0,240	0,245	-0,246	0,079	-0,059	0,106	0,155	0,094	0,066	0,202
PRODHA	0,026	-0,092	0,176	0,022	-0,215	0,078	0,026	-0,182	-0,052	-0,029
LAVPERMP	0,868	0,475	0,053	-0,225	0,312	-0,392	0,594	0,144	0,099	0,143
LAVTEMPP	0,789	0,766	0,703	-0,537	-0,279	0,120	0,208	0,207	-0,038	0,261
MATFLRNP	0,487	0,029	0,098	-0,108	0,147	0,049	-0,283	0,072	0,049	0,261
MATPLANP	0,228	0,151	0,167	0,265	-0,080	0,059	-0,053	0,071	0,297	0,148
PASTPLNP	0,844	0,429	0,358	-0,118	-0,550	-0,200	0,140	0,744	0,249	-0,088
PASTNATP	0,866	0,690	-0,290	-0,709	-0,181	0,132	-0,085	0,289	0,463	0,300
LAVTEMDP	-0,159	0,022	-0,088	0,089	0,267	0,059	-0,212	0,017	0,189	-0,400
TERINAPP	0,039	0,208	-0,101	0,371	0,112	0,386	-0,046	0,248	-0,154	0,280
TERPRNUP	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IRRIGP	-0,218	0,177	0,133	-0,059	-0,048	-0,131	-0,033	-0,030	-0,006	0,273
TRATORHA	0,110	-0,234	0,090	-0,198	0,008	-0,102	0,192	0,195	0,047	0,025
AVESHA	0,141	0,077	0,247	-0,098	0,185	-0,174	-0,067	-0,037	0,062	-0,087
r	0,678	0,619	0,546	0,524	0,718	0,610	0,549	0,805	0,653	0,621
F	9,45	7,87	6,46	5,31	7,1	5,41	4,32	7,92	5,62	4,55
Significância	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

r = correlação canônica, F = teste F **significativo a 1 % de probabilidade

Tabela 29. Coeficientes da matriz estrutural entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para três grupos de municípios da Região Nordeste

Variáveis	Fatores Canônicos									
	Grupo 1				Grupo 2			Grupo 3		
	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
PM	-0,436	-0,522	0,352	0,011	0,506	-0,371	-0,115	-0,221	0,182	-0,577
DS	0,339	-0,062	-0,026	0,259	0,041	0,156	0,128	0,317	-0,178	0,021
RE	-0,393	-0,471	0,361	-0,046	0,454	-0,463	0,052	-0,100	0,217	-0,432
CE	0,038	0,147	-0,032	-0,528	-0,197	0,148	-0,589	0,311	0,255	-0,133
FS	0,268	0,005	-0,366	-0,479	-0,386	0,441	-0,632	0,352	0,277	-0,018
ITRA	-0,045	0,807	0,373	0,228	-0,161	-0,028	0,573	-0,428	0,810	0,171
ITRP	-0,603	0,488	0,059	0,449	0,580	0,035	0,253	-0,742	0,356	-0,411
ITWA	0,800	-0,218	0,206	0,475	-0,554	-0,234	-0,175	0,956	-0,012	-0,038
ITWP	0,577	0,119	0,278	0,668	-0,557	0,314	0,163	0,606	0,245	-0,047
GINIREND	0,520	-0,134	-0,002	0,107	-0,026	0,215	-0,031	0,204	-0,079	-0,085
IDHM	0,441	-0,002	-0,060	0,497	0,332	-0,202	-0,060	0,457	-0,208	0,173
ACESSO	0,092	0,806	-0,129	0,269	0,168	0,657	0,498	-0,384	0,471	0,443
PESSOCP	-0,414	-0,130	-0,469	0,184	-0,019	0,163	0,511	-0,413	0,149	0,300
DESPOPM	-0,035	0,233	-0,049	0,304	0,135	0,182	0,571	-0,192	0,691	0,065
VPPATHA	-0,035	0,007	-0,065	0,004	0,001	0,078	0,256	0,144	0,186	0,357
PRODHA	-0,085	0,001	-0,015	0,229	-0,007	-0,077	0,483	-0,090	0,157	0,282
LAVPERMP	0,398	0,047	-0,181	0,233	0,508	-0,438	0,658	-0,126	0,304	0,305
LAVTEMP	-0,517	0,266	0,482	-0,126	-0,305	0,282	0,458	-0,098	0,005	0,396
MATFLRNP	0,161	-0,440	0,098	0,220	0,347	-0,280	-0,495	-0,247	-0,485	0,019
MATPLANP	0,221	-0,057	0,204	0,366	-0,112	0,082	-0,128	0,271	0,233	0,169
PASTPLNP	0,235	-0,144	0,126	0,125	-0,747	-0,274	0,146	0,778	0,144	-0,223
PASTNATP	0,238	0,209	-0,550	-0,564	-0,376	0,302	-0,213	0,204	0,416	0,243
LAVTEMDP	-0,645	-0,154	-0,058	0,129	0,358	0,167	-0,137	-0,476	0,171	-0,376
TERINAPP	-0,182	0,158	0,028	0,528	0,334	0,430	-0,029	0,205	-0,308	0,356
TERPRNUP	-0,486	-0,357	-0,154	0,276	0,296	0,061	-0,046	-0,443	-0,199	-0,357
IRRIGP	-0,335	0,278	0,459	0,014	0,146	-0,162	0,102	0,154	-0,060	0,465
TRATORHA	-0,009	0,011	0,098	-0,072	0,023	-0,125	0,432	0,263	0,162	0,237
AVESHA	-0,022	-0,019	-0,101	0,072	0,178	-0,080	0,248	-0,038	0,144	0,064

A seguir serão discutidas as técnicas de análise multivariada aplicada aos dados da Região Sudeste.

A análise do componente principal dos dados indicou que dentre as 28 variáveis sócio-econômicas, 17 delas poderiam ser consideradas estatisticamente importantes para a Região, mesmo apresentando uma correlação muito pequena com os primeiros componentes principais.

As variáveis que participaram da análise de agrupamento, análise fatorial e análise de correlação canônica foram aquelas do conjunto de variáveis edafoclimáticas potencial para mecanização (PM), drenagem do solo (DS), risco de erosão (RE),

condições de enraizamento (CE), fertilidade do solo (FS), índice de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes (ITRa e ITRp), índice de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes (ITWa e ITWp) e pelo conjunto de variáveis sócio-econômicas índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM), índice de ACESSO, percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola (PESSOCP), valor da produção no estabelecimento da agricultura familiar em R\$ por hectare (VPFAMHA), valor da produção no estabelecimento da agricultura patronal em R\$ por hectare (VPPATHA), produtividade do estabelecimento agrícola em R\$ por hectare (PRODHA), percentagem de área utilizada com lavoura permanente (LAVPERMP), percentagem de área utilizada com lavoura temporária (LAVTEMPP), percentagem de área utilizada com mata e floresta (MATFLRNP), percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada (PASTPLNP), percentagem de área utilizada com pastagem natural (PASTNATP), percentagem de área com terras inaproveitáveis (TERPRINP), número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare (TRATORHA), número de animais de pasto no estabelecimento agrícola por hectare (AMPTHA), número de aves no estabelecimento agrícola por hectare (AVESHA) e número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare (SUINOHA).

O agrupamento dos municípios desta Região põe em evidência os vínculos entre as observações, agrupando-as com base em suas semelhanças. A Figura 61 representa o resultado da análise de agrupamento. A divisão ideal foi aquela constituída por quatro grupos. A escala, que variou de 0 a 400, representa o grau de similaridade entre os municípios da região estudada, sendo que este diminui à medida que a escala se reduz. As linhas horizontais representam os agrupamentos dos municípios unidos enquanto as linhas verticais representam a distância euclidiana entre os mesmos. A linha tracejada representa uma separação ou divisão subjetiva em grupos. O resultado em um cenário espacial está apresentado na Figura 62, que é o mapa da malha municipal do IBGE de 1997, com cores que representam os grupos aos quais os municípios pertencem.

A Tabela 30 mostra as médias e o desvio padrão de cada variável nos quatro grupos de municípios, o valor de cada variável e a média das proporções da variável dentro de cada grupo.

O teste de diferença entre os grupos é mostrado na Tabela 31. Verifica-se que 76.92 % das variáveis analisadas diferiram significativamente ($F < 0,05$), uma vez que as variáveis DS, VPFAMHA, VPPATHA, AMPTHA, AVESHA e SUINOHA não apresentaram diferenças significativas, pouco contribuindo para a caracterização dos grupos. A média destas últimas variáveis não diferiu significativamente entre os grupos. Pode observado, ainda, o quadrado médio do agrupamento e do resíduo de cada variável nos três diferentes grupos, de tal maneira que quanto menor for o quadrado médio do resíduo melhor o ajuste.

Os municípios do grupo 1 ocupam uma área de 126.697,28 km² e localizam-se a oeste dos Estados de São Paulo com 192 municípios, no Estado de Minas Gerais com 31 municípios e no Estado do Rio de Janeiro com 4 municípios e se agruparam, principalmente, pelas grandes áreas ocupadas com pastagens. Estes municípios provavelmente possuem um grande rebanho bovino, boas condições físicas e químicas do solo, condições elevadas de temperatura e radiação para culturas anuais, boa malha viária, o número de pessoas que trabalham na agricultura é mínimo, possuem pequenas áreas com matas e florestas e áreas com terras não utilizadas por não apresentar potencial agrícola.

Os municípios do grupo 2, ocupando uma área de 164.925,3 km², compreendem toda a faixa central do Estado de São Paulo, com 284 municípios, e um pequeno número de municípios ao sul do Estado de Minas Gerais, com 157 municípios, e 3 municípios Estado do Rio de Janeiro. Estes municípios se formaram pelas grandes áreas ocupadas com lavoura que têm como base as culturas da cana-de-açúcar, de laranja, milho, soja, banana, tomate, mandioca, batata, feijão, algodão herbáceo e café. Apresentam ainda condições ideais de clima para culturas anuais e perenes, possuem boa malha viária e boas condições físicas do solo permitindo, assim, o uso de máquinas agrícolas.

Os municípios do grupo 3 ocupam uma área de 273.098,6 km², compreendendo aqueles da faixa litorânea, envolvendo 100 municípios do Estado de São Paulo, 62 municípios do Estado do Rio de Janeiro, 67 municípios do Estado do Espírito Santo e 343 municípios do Estado de Minas Gerais. O agrupamento ocorreu devido às grandes áreas ocupadas com matas, florestas e pastagens naturais, elevado número de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agrícolas. Esta ocorrência indica que uma das bases econômica desses municípios pode estar voltada para a pecuária, já que os solos desses municípios não apresentam potencial para agricultura.

Os municípios do grupo 4 ocupam uma área de 273.550,5 km², compreendendo aqueles mais ao norte do Estado de Minas Gerais, com 216 municípios e envolvendo também 2 municípios do Estado do Espírito Santo, 6 municípios do Estado de São Paulo e 4 municípios do Estado do Rio. Podem ter se agrupado pela condição de relevo que apresentam, uma vez que características como risco de erosão do solo e uso de máquinas agrícolas são limitantes nestes municípios. As condições climáticas apontam para possíveis estiagens, presença de grandes áreas ocupadas com pastagens naturais, grandes áreas com terras produtivas não utilizadas, pequeno número de pessoas ocupadas na agricultura, pequeno número de tratores nos estabelecimentos agrícolas e pequenas áreas com atividades agrícolas.

Figura 61 - Dendrograma – similaridade entre municípios e a separação dos grupos, a partir de uma classificação hierárquica dos municípios da Região Sudeste, usando o método de Ward's e a métrica da distância euclidiana

Tabela 30. Estatística descritiva – média ($\bar{x}$) e desvio padrão (σ) - para os agrupamentos de municípios da Região Sudeste

Variáveis	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4	
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
PM	0,89	0,49	0,39	0,68	-0,91	0,77	0,63	0,55
DS	0,06	1,32	-0,07	0,96	0,00	0,99	0,09	0,69
RE	0,62	0,76	0,45	0,73	-0,85	0,77	0,64	0,58
CE	0,82	0,93	0,00	0,69	-0,30	1,16	-0,07	0,63
FS	0,76	1,05	-0,13	0,69	-0,20	1,12	0,01	0,78
ITRa	0,52	0,48	-0,77	0,61	0,29	1,15	0,24	0,72
ITRp	0,28	0,47	-0,83	0,45	0,29	1,14	0,63	0,75
ITWa	-0,16	0,52	0,62	0,33	0,19	0,58	-1,54	1,37
ITWp	0,20	0,63	0,63	0,47	0,01	0,84	-1,45	0,98
IDHM	0,53	0,53	0,53	0,69	-0,24	0,91	-0,97	1,12
ACESSO	-0,06	0,89	0,35	0,70	0,15	0,92	-0,98	1,15
PESSOCP	-0,38	0,24	-0,03	0,46	0,32	1,46	-0,36	0,27
VPFAMHA	-0,04	0,00	-0,03	0,00	0,05	1,60	-0,04	0,00
VPPATHA	-0,04	0,00	-0,04	0,00	0,06	1,60	-0,04	0,01
PRODHA	-0,04	0,23	-0,01	0,94	0,10	1,35	-0,17	0,12
LAVPERMP	-0,22	0,54	0,38	1,23	0,00	1,01	-0,51	0,31
LAVTEMPPP	0,01	0,68	0,67	1,42	-0,31	0,50	-0,53	0,26
MATFLRNP	-0,62	0,34	-0,43	0,55	0,46	1,18	0,29	0,96
PASTPLNP	1,64	0,79	-0,24	0,76	-0,44	0,65	-0,08	0,62
PASTNATP	-1,03	0,41	-0,27	0,85	0,38	0,90	0,61	0,98
TERINAPP	-0,59	0,36	0,01	0,69	0,19	1,28	0,10	0,92
TERPRNUP	-0,45	0,20	-0,19	0,52	0,19	1,24	0,34	1,25
TRATORHA	-0,06	0,20	0,25	0,54	-0,01	1,49	-0,40	0,12
AMPTHA	-0,04	0,00	-0,04	0,01	0,07	1,60	-0,04	0,01
AVESHA	-0,03	0,00	-0,03	0,00	0,04	1,60	-0,03	0,00
SUINOHA	-0,04	0,00	-0,04	0,01	0,06	1,60	-0,04	0,00

Tabela 31. Teste do nível de significância entre os grupos para cada variável, dentre os grupos de municípios da Região Sudeste

Variáveis	Grupo		Erro		Teste F	significância
	QM	gl	QM	gl		
PM	269,08	3	0,45	1467	595,59	**
DS	1,72	3	1,00	1467	1,72	n.s
RE	229,8	3	431,93	1467	0,53	**
CE	69,03	3	0,86	1467	80,19	**
FS	53,76	3	0,89	1467	60,26	**
ITRA	127,96	3	0,74	1467	172,83	**
ITRP	154,52	3	0,69	1467	225,22	**
ITWA	246,69	3	0,50	1467	495,78	**
ITWP	220,93	3	0,55	1467	401,52	**
IDHM	144,34	3	0,71	1467	204,20	**
ACESSO	95,90	3	0,81	1467	119,00	**
PESSOCP	41,01	3	0,92	1467	44,66	**
VPFAMHA	0,94	3	1,00	1467	0,94	n.s
VPPATHA	0,99	3	1,00	1467	0,99	n.s
PRODHA	4,17	3	0,99	1467	4,20	**
LAVPERMP	44,19	3	0,91	1467	48,47	**
LAVTEMPPP	106,42	3	0,78	1467	135,67	**
MATFLRNP	102,78	3	0,79	1467	129,79	**
PASTPLNP	248,66	3	0,49	1467	503,81	**
PASTNATP	146,03	3	0,70	1467	207,61	**
TERINAPP	33,77	3	0,93	1467	36,19	**
TERPRNUP	36,40	3	0,93	1467	39,24	**
TRATORHA	21,57	3	0,96	1467	22,51	**
AMPTHA	1,37	3	1,00	1467	1,37	n.s
AVESHA	0,55	3	1,00	1467	0,55	n.s
SUINOHA	1,06	3	1,00	1467	1,07	n.s

*QM = quadrado médio gl = grau de liberdade, **nível de significância e n.s = não significativo a 5 %

Grupo 1	(227 municípios)
Grupo 2	(444 municípios)
Grupo 3	(572 municípios)
Grupo 4	(228 municípios)
>400000 habitantes	(19 municípios)
Dados incompletos	(534 municípios)

Figura 62 - Quatro grupos homogêneos de municípios da Região Sudeste do Brasil na malha municipal de 1997 (IBGE)

A seguir serão apresentados os resultados da análise fatorial aplicada aos dados da Região Sudeste com o objetivo de criar fatores que permitissem caracterizar os municípios dessa região com relação às variáveis de solo, clima e sócio-econômicas.

A Figura 63 ilustra o processo de determinação do número apropriado de fatores retidos para os quatro grupos de municípios da Região Sudeste. Nos três gráficos, com raízes características (autovalores) maiores que 1 (Tabela 32), observa-se que um “cotovelo” é formado aproximadamente na posição 5. Isto significa que os fatores possuem aproximadamente a mesma magnitude com valores relativamente pequenos, podendo ser considerado o ponto de corte do número de fatores a serem utilizados no modelo que foi construído. Dessa forma, os seis primeiros fatores para os grupos 1 e 2 são suficientes para resumir a variação amostral total. O mesmo ocorre com os quatro primeiros fatores dos grupos 3 e 4.

Podemos verificar pela observação da Tabela 32 que todos os fatores retidos no modelo, para os três grupos, possuem autovalores maiores que 1 e, também, que no grupo 1, o percentual acumulado da variância explicada é de 72,48 %, no grupo 2 é de 70,15 %, no grupo 3 é de 76,38 e no grupo 4 é de 72,79 %.

Na Tabela 33 encontram-se as cargas fatoriais após a rotação dos fatores onde podemos observar que a maioria das variáveis é explicada em mais de um fator, com exceção das variáveis ACESSO e LAVPERMP, as quais são explicadas por um único fator cada uma. A observação das variáveis que apresentam cargas fatoriais mais elevadas com relação a cada fator é o que possibilita a sua descrição. Conseqüentemente foram destacadas em negrito os fatores que possuíam um valor absoluto próximo ou maior que 0,50, o que indica uma boa correlação entre o fator e a variável original. A comunalidade, também apresentada na Tabela 33, é a porção da variância da variável que é explicada pelos seis fatores em conjunto no grupo 1, pelos seis fatores no grupo 2, pelos quatro fatores no grupo 3 e pelos quatro fatores no grupo 4. Ao final da tabela em questão, estão apresentadas as proporções em que cada fator explica a variância total das variáveis, assim como também o percentual da variabilidade explicada.

No grupo 1, cerca de 63,36 % da variabilidade dos dados é explicada por seis fatores principais. Logo, das 26 variáveis com 227 observações passamos a 6 fatores com 227 observações havendo, portanto, uma redução no número de variáveis, com uma perda de aproximadamente 37 % da explicação das variáveis originais. O fator 1 explica, principalmente, as variáveis relacionadas aos índices de solo e de clima correspondentes

ao risco de erosão, potencial para mecanização, índices de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes, além do índice de temperatura e radiação para culturas perenes.

O fator 1 está correlacionado de forma positiva com o alto risco de erosão do solo, o alto índice potencial para mecanização do solo, o alto índice de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes, e de forma negativa aos índices de temperatura e precipitação para culturas perenes e anuais. O peso maior deste fator refere-se às características físicas do solo e de clima, características essas que sugerem apresentar os estabelecimentos agrícolas um manejo sem uso de máquinas agrícolas podendo, portanto, ser denominado “agricultura com sistema adequado de manejo para o solo”.

O fator 2 está altamente correlacionado de forma positiva ao índice condições de enraizamento e ao índice fertilidade do solo, e de forma negativa ao índice drenagem do solo. Este fator está associado às características químicas e físicas do solo tais como fertilidade, condições de enraizamento e drenagem. Portanto, o fator 2 tem características de solos que podem sugerir um bom uso agrícola neste grupo de municípios. Este fator pode ser denominado, então, de “potencial para agricultura”.

O fator 3 associou-se, principalmente, às variáveis sócio-econômicas número de tratores por hectare, percentual de pessoas ocupadas nas atividades dos estabelecimentos agrícolas, áreas utilizadas com lavouras permanentes e ao índice de acesso. Este fator foi então denominado de “pessoas dos estabelecimentos agrícolas com tecnologia”.

O fator 4 está associado, com altas correlações, às variáveis índice de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes, áreas utilizadas com lavouras temporárias e áreas utilizadas com pastagens que é plantada. Esse fator pode ser denominado de “cultivo de lavouras temporárias em áreas sujeitas à estiagem”.

O fator 5 explicou, principalmente, as variáveis sócio-econômicas valor da produção nos estabelecimentos de agricultura familiar e patronal, número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare e número de aves no estabelecimento agrícola por hectare, podendo ser denominado de “sistemas de produção agrícola familiar e patronal”.

O fator 6 explicou, principalmente, as variáveis áreas com terras inaproveitáveis, áreas utilizadas com matas e florestas, áreas utilizadas com pastagens naturais e áreas utilizadas com pastagens que é plantada. Este fator referiu-se às características voltadas a preservação, podendo, então, ser denominada de “áreas não produtivas”.

Para o grupo 2, das 26 variáveis originais com 444 observações, 6 fatores com 444 observações explicaram 56,65 % da variabilidade dos dados, com uma perda de aproximadamente 45 % das variáveis originais. O fator 1 explica, principalmente, as variáveis risco de erosão, potencial para mecanização e áreas ocupadas com lavouras temporárias. Este fator está mais fortemente correlacionado às variáveis riscos de erosão e potencial para mecanização do solo, e um pouco menos à variável área utilizada com lavouras permanentes, sugerindo que estas áreas devem ser bem manejadas para não agravar mais ainda as perdas de solo, podendo ser denominado, portanto, como “áreas de uso restrito”.

O fator 2 explica, por ordem decrescente de correlação, principalmente as variáveis índice de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes, fertilidade do solo e condições de enraizamento do solo. Este fator será denominado de “solos férteis, mas limitantes quanto ao clima, sujeito a estiagem”.

O fator 3 explica de forma negativa o índice matas e florestas, em contraste ao índice de desenvolvimento humano municipal e ao número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare, podendo ser denominado de “área de reservas”.

O fator 4 explica, principalmente, as variáveis, por ordem decrescente de correlação, valor da produção no estabelecimento de agricultura familiar e patronal e número de cabeças de animais (aves, bois e suínos) por hectare, sendo denominado “produção animal dos estabelecimentos de agricultura familiar e patronal”.

O fator 5 associou-se fortemente aos índices de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes, sendo denominado de “clima úmido”.

O fator 6 apresentou correlação positiva com as variáveis áreas com terras inaproveitáveis, áreas com terras produtivas não utilizadas e pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola com atividades agropecuárias, e correlação negativa com a

variável áreas utilizadas com pastagens que é plantada, sendo denominado de “potencial para a pecuária”.

No grupo 3, os quatro fatores explicaram 52,74 % da variabilidade dos dados. Das 26 variáveis com 572 observações, passou-se para 4 fatores com 572 observações. Houve, portanto, uma redução das variáveis, com uma perda de aproximadamente 47 % da explicação. O fator 1 agrupou-se a valor da produção nos estabelecimentos de agricultura familiar e patronal e ao número de animais no estabelecimento agrícola por hectare, de forma semelhante ao fator 4 do grupo 2, sendo denominada, então, de “produção animal dos estabelecimentos de agricultura familiar e patronal”.

O fator 2 agrupa as variáveis número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare a pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, ao índice de fertilidade do solo, ao índice condições de enraizamento, áreas utilizadas com lavouras temporárias e produtividade do estabelecimento agrícola por hectare. Este fator pode ser um forte indicador para a presença de atividades agrícolas sendo, portanto, denominado de “potencial para agricultura moderna”.

O fator 3 reúne positivamente as variáveis índice potencial para mecanização, o índice risco de erosão do solo, o índice de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes, e negativamente à variável índice de drenagem do solo. Este fator é um bom indicador para um manejo do solo mais direcionado à proteção quanto a erosão evitando-se, assim, o uso de máquinas agrícolas e solo descoberto. Este fator será denominado de “uso do solo com restrições”.

O fator 4 explica, principalmente, os índices de clima, estando correlacionado positivamente com os índices de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes e, como um contraste, correlacionou-se negativamente com os índices de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes. Como este fator refere-se aos índices de clima, será, portanto, denominado de “variações do clima”.

No grupo 4, 56,99 % da variabilidade dos dados é explicada por quatro fatores principais. Das 26 variáveis originais com 228 observações, passou-se para 4 fatores com 228 observações. Por conseguinte, houve uma redução do número de variáveis, com uma perda de aproximadamente 43 % da explicação.

O fator 1 agrupou-se positivamente com as variáveis índice de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes, áreas utilizadas com lavouras temporárias, número de tratores no estabelecimento agrícola e índice de desenvolvimento humano, e negativamente com as variáveis índice de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes, índice de fertilidade do solo e condições de enraizamento. Por conseguinte, o fator 1 pode ser denominado de “atividades agrícolas monitorada”.

O fator 2 agrupou-se de forma altamente correlacionada com as variáveis valor da produção da agricultura familiar e patronal e número de animais de pasto, de aves e suínos no estabelecimento agrícola por hectare. O fator será denominado de “produção animal na agricultura familiar e patronal”.

O fator 3 explica melhor a variabilidade das variáveis percentagem de área utilizadas com matas e florestas, percentagem de área com terras produtivas não utilizadas, percentagem área com terras inaproveitáveis e, como contraste, se correlaciona com a variável percentagem de área utilizada com pastagem natural. Este fator será denominado de “reserva natural”.

O fator 4 reúne positivamente as variáveis índice risco de erosão do solo e ao índice potencial para mecanização do solo, e negativamente com a variável percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola. Com esse contraste na formação do fator, será denominado de “solos não agricultáveis”.

A análise fatorial permitiu identificar a estrutura agrícola dos municípios da Região Sudeste a partir do comportamento dos fatores construídos. Por conseguinte teremos os municípios do grupo 1, através dos fatores 1 (agricultura com sistema adequado de manejo para o solo), 2 (potencial para agricultura), 3 (pessoas dos estabelecimentos agrícolas com tecnologia), 4 (cultivo de lavouras temporária em áreas sujeitas à estiagem), 5 (sistemas de produção agrícola familiar e patronal), 6 (áreas não produtivas); os municípios do grupo 2, através dos fatores 1 (áreas de uso restrito), 2 (solos férteis, mas limitantes quanto ao clima, sujeito a estiagem), 3 (área de reservas), 4 (produção animal dos estabelecimentos de agricultura familiar e patronal), 5 (clima úmido), 6 (potencial para a pecuária); os municípios do grupo 3, através dos fatores 1 (produção animal dos estabelecimentos de agricultura familiar e patronal), 2 (alto

potencial para agricultura moderna), 3 (uso do solo com restrições), 4 (variações do clima); os municípios do grupo 4, através dos fatores 1 (atividades agrícolas monitorada), 2 (produção animal na agricultura familiar e patronal), 3 (área de reserva natural), 4 (solos não agricultáveis). De acordo com esses fatores, para os quatro grupos de municípios da Região Sudeste os tipos de atividades agrícolas são extremamente variáveis, onde se percebe claramente que existem grupos de municípios em que a agropecuária é a sua principal atividade econômica e outros em que os setores agropecuário e industrial são a base de sua atividade econômica. A presença de outra atividade econômica, que não a agropecuária, foi deduzida pela presença muito forte do índice de desenvolvimento humano municipal em alguns fatores.

Os municípios do grupo 1 apresentam potencial para agricultura, demonstram elevado padrão técnico e boa produtividade, apontando a necessidade de um sistema adequado de manejo identificado pela presença de risco de erosão dos solos. O serviço agrícola desses municípios é provavelmente o principal empregador, haja vista o grande número de pessoas ocupadas nesta atividade. O cultivo de lavoura temporária como cana-de-açúcar, milho, feijão e outras, é realizado em condições de estiagem. A agricultura esta baseada principalmente em grandes propriedades com o sistema de produção patronal de aproximadamente 70 % e 30 % do sistema familiar. Existem áreas consideradas improdutivas.

Os municípios do grupo 2 apresentam aptidão para a agropecuária, coexistindo também com os dois sistemas de produção (familiar e o patronal), os solos são férteis e as condições climáticas determinadas pela presença dos índices de temperatura, precipitação e radiação para as culturas anuais e perenes, podendo apresentar estações secas e chuvosas bem diferenciadas. Segundo Fancelli & Dourado Neto (2000) um conjunto de fatores edafoclimáticos plenamente interligados promove um bom desenvolvimento para as culturas. Determinadas área devem ser usadas com restrições, sendo necessário adequá-las para o uso agrícola. Ocorre aproximadamente 6 % de área para reserva, podendo ser considerado um local de maior estabilidade ambiental.

Nos municípios do grupo 3 a dinâmica agrícola também está baseada no sistema de produção familiar e patronal, com utilização de uma moderna agricultura. Os

solos apresentam restrições em relação à drenagem, embora neste caso tenha sido considerada ruim. A variação climática destes municípios foi diferenciada pela temperatura e radiação que ocorrem em determinados períodos. Quando ocorre uma diminuição, pode haver uma redução da produtividade das culturas anuais e perenes e tendo, como contraste, uma precipitação sempre elevada.

Nos municípios do grupo 4 destacou-se para a necessidade de haver um planejamento adequado para o uso dos solos, por indicação da alta correlação do fator com os índices risco de erosão e condições de enraizamento do solo. Estes solos podem apresentar ou não restrições ao uso, uma vez que há risco de erosão e impedimento ao desenvolvimento do sistema radicular da plantas. A pecuária é determinada pela criação de bovinos, suínos e aves nos estabelecimentos familiar e patronal, possuindo áreas com reservas naturais e também com solos não agricultáveis.

Figura 63 - Seleção do número de fatores pelo método do *scree plot*, para cada grupo de municípios da Região Sudeste

Tabela 32. Número de fatores retidos pelo método do componente principal e a variabilidade (autovalor) explicada para cada componente, dentro de cada grupo de municípios da Região Sudeste

Grupos	Fatores	Autovalor	% da Variância explicada pelo fator	% Variância acumulada
Grupo 1	F1	4,30	16,53	16,53
	F2	4,08	15,69	32,22
	F3	2,87	11,04	43,25
	F4	2,07	7,97	51,22
	F5	1,80	6,92	58,14
	F6	1,35	5,21	63,36
	F7	1,26	4,83	68,18
	F8	1,12	4,29	72,48
Grupo 2	F1	4,44	17,07	17,07
	F2	3,04	11,68	28,74
	F3	2,17	8,33	37,07
	F4	2,04	7,86	44,94
	F5	1,66	6,40	51,34
	F6	1,38	5,31	56,65
	F7	1,21	4,67	61,32
	F8	1,20	4,62	65,94
	F9	1,10	4,21	70,15
Grupo 3	F1	4,91	18,89	18,89
	F2	4,21	16,20	35,08
	F3	2,65	10,18	45,26
	F4	1,94	7,47	52,74
	F5	1,82	7,00	59,74
	F6	1,68	6,47	66,21
	F7	1,37	5,25	71,47
	F8	1,28	4,91	76,38
Grupo 4	F1	6,27	24,10	24,10
	F2	3,74	14,38	38,48
	F3	3,14	12,08	50,56
	F4	1,67	6,43	56,99
	F5	1,60	6,15	63,15
	F6	1,36	5,21	68,36
	F7	1,15	4,43	72,79

Tabela 33. Rotação varimax – communalidades, cargas fatoriais e percentagem de explicação dos fatores para a solução com 6, e 4 fatores, dentro do grupo de municípios da Região Sudeste

Variáveis	Grupo 1							Grupo 2							Grupo 3					Grupo4				
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Com.	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Com.	F1	F2	F3	F4	Com.	F1	F2	F3	F4	Com.
PM	0,87	-0,07	-0,14	-0,12	0,02	-0,01	0,79	0,88	0,16	0,00	-0,02	-0,10	-0,09	0,82	0,18	-0,16	0,77	0,19	0,68	0,13	-0,03	0,35	0,69	0,61
DS	-0,30	-0,81	-0,13	-0,14	-0,07	-0,27	0,87	0,33	0,15	0,23	0,05	0,10	-0,01	0,19	-0,01	-0,01	-0,52	-0,05	0,27	0,42	0,05	-0,10	-0,10	0,20
RE	0,90	-0,13	-0,19	-0,11	-0,03	0,02	0,87	0,91	-0,04	-0,04	-0,03	-0,02	-0,04	0,83	0,19	-0,26	0,69	0,13	0,60	0,17	-0,05	0,39	0,71	0,69
CE	-0,07	0,94	0,15	-0,06	0,11	0,05	0,92	0,39	0,55	0,38	0,03	0,03	-0,24	0,66	-0,10	0,63	0,05	0,25	0,47	-0,70	-0,02	-0,37	0,14	0,65
FS	-0,13	0,94	0,17	-0,01	0,12	0,03	0,95	0,30	0,66	0,23	-0,02	0,00	-0,22	0,62	-0,10	0,67	0,13	0,19	0,51	-0,76	0,00	-0,25	-0,01	0,64
ITRa	0,11	-0,03	0,07	0,82	-0,07	-0,11	0,71	0,13	0,90	-0,03	-0,01	0,11	-0,02	0,84	-0,04	0,24	0,67	-0,51	0,78	-0,65	-0,14	-0,20	-0,47	0,71
ITRp	0,63	0,04	0,12	0,70	-0,03	0,04	0,91	-0,15	0,78	-0,08	-0,02	-0,26	0,05	0,71	-0,04	0,10	0,64	-0,64	0,84	-0,77	-0,17	-0,05	-0,37	0,76
ITWa	-0,75	-0,08	-0,18	-0,21	-0,07	-0,21	0,70	0,00	-0,49	-0,08	-0,01	0,78	-0,02	0,85	-0,04	0,27	0,01	0,70	0,57	0,72	0,16	-0,49	-0,08	0,79
ITWp	-0,76	-0,14	-0,12	-0,08	-0,04	-0,38	0,77	-0,08	0,17	-0,01	-0,01	0,89	0,11	0,84	-0,07	0,37	0,02	0,70	0,64	0,74	0,16	-0,46	0,02	0,78
IDHM	-0,18	-0,02	0,35	-0,29	-0,33	0,09	0,36	0,05	-0,03	0,60	-0,01	0,01	0,09	0,37	0,05	0,31	0,14	0,47	0,33	0,68	0,10	-0,21	0,30	0,61
ACESSO	-0,13	0,36	0,55	-0,05	0,20	-0,18	0,52	-0,02	0,00	0,43	0,36	0,09	0,11	0,33	0,02	0,45	-0,06	-0,05	0,21	0,42	0,31	-0,27	-0,26	0,41
PESSOCP	0,06	0,03	0,71	0,24	0,25	-0,06	0,64	-0,31	-0,17	0,00	0,21	0,04	0,58	0,51	0,34	0,75	-0,22	0,00	0,73	0,22	0,33	0,27	-0,53	0,51
VPFAMHA	0,01	0,04	0,21	0,18	0,76	-0,03	0,66	0,00	-0,02	0,05	0,83	0,04	0,06	0,69	0,64	0,01	-0,02	-0,03	0,41	0,09	0,94	0,02	-0,02	0,88
VPPATHA	-0,13	0,11	0,06	0,02	0,69	-0,12	0,53	0,08	0,02	0,10	0,77	0,14	0,00	0,63	0,93	0,01	0,06	-0,04	0,88	0,02	0,86	0,04	-0,03	0,74
PRODHA	0,03	-0,02	0,36	-0,03	-0,17	-0,01	0,16	-0,17	0,06	0,05	-0,15	0,06	-0,12	0,07	0,38	0,50	-0,07	0,06	0,41	0,27	0,34	-0,21	-0,04	0,24
LAVPERMP	0,03	0,27	0,65	0,01	0,11	0,29	0,60	-0,26	0,20	0,48	-0,05	-0,34	0,07	0,45	0,36	0,27	0,11	-0,41	0,38	0,37	0,08	-0,04	-0,42	0,32
LAVTEMP	0,37	-0,06	0,28	-0,65	-0,22	-0,13	0,71	0,61	0,18	0,45	-0,01	-0,01	0,25	0,67	-0,03	0,57	-0,20	0,13	0,38	0,60	-0,06	0,04	0,03	0,36
MATFLRNP	0,17	-0,14	-0,40	-0,08	-0,08	0,63	0,62	-0,17	-0,02	-0,70	0,09	0,16	0,18	0,58	-0,06	0,04	0,08	0,45	0,21	-0,23	0,03	0,69	0,17	0,56
PASTPLNP	-0,34	-0,09	-0,26	0,60	0,13	-0,52	0,84	-0,14	0,03	-0,29	-0,05	0,34	-0,61	0,60	-0,15	-0,24	0,50	-0,05	0,33	0,18	0,19	-0,02	0,71	0,57
PASTNATP	0,08	0,11	-0,16	-0,27	0,00	0,60	0,48	-0,43	-0,41	-0,42	0,05	-0,23	-0,03	0,58	-0,16	-0,41	-0,43	-0,30	0,47	-0,17	-0,10	-0,67	-0,47	0,71
TERINAPP	0,01	0,07	0,11	0,02	-0,19	0,66	0,49	0,07	-0,02	0,15	0,04	0,14	0,60	0,42	0,18	0,31	0,02	0,34	0,25	0,15	-0,01	0,51	0,11	0,30
TERPRNUP	0,20	0,09	0,08	0,29	-0,02	0,45	0,34	-0,02	-0,02	-0,46	0,18	0,06	0,56	0,56	0,37	0,27	0,05	0,10	0,22	-0,28	-0,04	0,64	-0,10	0,50
TRATORHA	0,00	0,21	0,83	-0,19	0,11	-0,14	0,80	0,06	0,15	0,69	0,09	0,03	0,43	0,70	0,05	0,76	-0,15	0,22	0,65	0,68	0,18	-0,14	0,19	0,56
AMPTHA	-0,01	-0,31	0,34	0,09	0,43	0,13	0,42	0,03	-0,05	-0,07	0,67	-0,04	0,15	0,48	0,97	0,03	0,04	-0,04	0,94	0,17	0,69	-0,04	0,06	0,52
AVESHA	0,09	0,17	-0,03	0,02	0,57	-0,06	0,37	-0,09	0,01	0,08	0,52	-0,04	0,02	0,29	0,85	-0,01	0,07	-0,04	0,73	-0,01	0,60	-0,02	0,05	0,36
SUINOA	0,02	0,01	-0,04	-0,15	0,64	-0,07	0,44	0,04	0,01	-0,20	0,63	-0,08	0,06	0,45	0,90	-0,02	0,02	-0,05	0,82	0,06	0,92	0,06	-0,03	0,86

Com = communalidades

Em seguida será realizada a interpretação da análise de correlação canônica aplicada aos dados da Região Sudeste.

A Tabela 34 representa as correlações canônicas e os pares canônicos estimados do conjunto de características edafoclimáticas e do conjunto de características sócio-econômicas. A Tabela 35 representa os coeficientes da matriz estrutural ou matriz dos fatores canônicos, ou seja, a matriz de correlação entre as variáveis originais e as canônicas. As correlações são positivas e significativas entre os conjuntos das variáveis edafoclimáticas e o sócio-econômicas, em ambos os grupos de municípios.

Pela observação da Tabela 34 pode-se concluir que as correlações canônicas nos três grupos de municípios foram elevadas e significativas a 1 % de probabilidade de significância pelo teste F. Também se verifica que a correlação canônica do primeiro par canônico é elevada (0,794 para o grupo 1, 0,725 para o grupo 2, 0,673 para o grupo 3 e 0,795 para o grupo 4), para ambos os grupos de municípios e que, em relação aos grupos de variáveis consideradas, são dependentes, de acordo com a Tabela 35 e partindo-se do valor 0,30 como referência de significância (Tabachnick & Fidel, 1996).

Os resultados da análise de correlação canônica para os quatro grupos de municípios da Região Sudeste permitem observar que os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e as sócio-econômicas são considerados dependentes, ou seja, um conjunto está relacionado ao outro e estão na mesma direção, havendo uma forte articulação entre sócio-econômico e o edafoclimáticos. Conhecidas a natureza e a magnitude da associação para os grupos de características edafoclimáticas e sócio-econômicas, será possível identificar que as associações interconjuntos do grupo 1 são estabelecidas, principalmente, pela influencia de:

- as elevadas condições de temperatura, radiação e precipitação para culturas anuais, em um solo com baixo potencial para a mecanização agrícola e baixo risco de erosão estão associados a grandes áreas com pastagem que é plantada, um grande número de pessoas ocupadas no setor agrícola com pequenas áreas de terras inaproveitáveis, e pequenas áreas com lavouras temporárias, pastagens naturais e a matas e florestas;

- solos com problemas de drenagem, as elevadas condições de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes, solos com problemas de erosão, baixas condições de desenvolvimento do sistema radicular das plantas e baixa fertilidade estão associados aos baixos valores da produção nos estabelecimentos de agricultura familiar, as pequenas áreas com terras inaproveitáveis, uma malha viária de difícil acesso, ao baixo número de tratores nos estabelecimentos agrícolas, e às pequenas áreas utilizadas com lavoura permanente, e

- solos com problemas de drenagem e baixas condições de temperatura e radiação estão associados às grandes áreas utilizadas com lavoura temporária, a um grande número de tratores nos estabelecimentos agrícolas, a um pequeno número de pessoas ocupadas nos estabelecimentos e a pequenas áreas com terras produtivas não utilizadas.

No grupo 2 de municípios as associações interconjuntos são estabelecidas principalmente pela influência de:

- os solos férteis, mas com possíveis restrições ao desenvolvimento do sistema radicular e ao uso de máquinas, podem apresentar problemas de drenagem e risco de erosão, elevadas condições de temperatura e radiação, estão associados a grandes áreas utilizadas com lavoura temporária, a um elevado número de tratores no estabelecimento agrícola, a pequenas áreas utilizadas com matas e florestas, a um reduzido número de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agrícolas e às pequenas áreas utilizadas com pastagem natural, e

- as condições elevadas de temperatura e radiação e baixa precipitação estão associadas às grandes áreas utilizadas com lavoura permanente, às pequenas áreas utilizadas com pastagem que é plantada e às pequenas áreas utilizadas com matas e florestas.

No grupo 3 de municípios, as associações interconjuntos são estabelecidas principalmente pela influência de:

- as condições elevadas de temperatura e precipitação e baixa radiação, solos férteis, com possíveis restrições ao desenvolvimento do sistema radicular estão associadas às grandes áreas utilizadas com matas e florestas, ao grande número de

tratores no estabelecimento agrícola, às grandes áreas com terras inaproveitáveis, ao grande número de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agrícolas, à alta produtividade dos produtos agropecuários nos estabelecimentos, às grandes áreas utilizadas com lavoura temporária, às grandes áreas com terras produtivas não utilizadas e às pequenas áreas utilizadas com pastagem natural, e

- solos com possíveis restrições ao uso de máquinas agrícolas podem apresentar problemas de drenagem e risco de erosão as elevadas condições de temperatura, radiação e precipitação, estando associados com grandes áreas utilizadas com pastagem que é plantada, ao alto valor da produtividade no estabelecimento agrícola em R\$ por hectare, ao elevado número de animais no estabelecimento agrícola por hectare, ao baixo número de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agrícolas, ao pequeno número de tratores no estabelecimento agrícola, a uma malha viária de difícil acesso e às pequenas áreas utilizadas com pastagem natural.

No grupo 4 de municípios, as associações interconjuntos são estabelecidas, principalmente, pela influência de:

- elevadas condições de temperatura e radiação e baixa precipitação e solos com problemas de drenagem estão associadas às grandes áreas com matas e florestas, às grandes áreas com terras produtivas não utilizadas, às grandes áreas com terras inaproveitáveis, às pequenas áreas com lavoura temporária, às pequenas áreas com lavoura permanente, ao baixo rendimento da produtividade agrícola, às pequenas áreas com pastagens naturais, ao baixo número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare e a uma malha viária de difícil acesso;

- solos sem restrições para o uso de máquinas agrícolas, desenvolvimento do sistema radicular, risco de erosão e baixa fertilidade, elevadas condições de temperatura e precipitação e baixas radiação estão associados com grande número de tratores no estabelecimento agrícola, as grandes áreas com pastagem plantada, as grandes áreas utilizadas com lavoura temporária, a grandes áreas com terras inaproveitáveis e a pequenas áreas utilizadas com pastagem natural;

- solos com possíveis restrições ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, risco de erosão e uso de máquinas agrícolas e elevadas condições de

temperatura e precipitação estão associados com as grandes áreas utilizadas com pastagem plantada, as pequenas áreas com terras produtivas não utilizadas, as pequenas áreas utilizadas com matas e florestas e ao baixo número de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agrícolas.

Tabela 34. Correlações canônicas e pares canônicos entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para quatro grupos de municípios da Região Sudeste

Variáveis	Grupo 1			Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		
	Pares Canônicos									
	1º	2º	3º	1º	2º	1º	2º	1º	2º	3º
PM	0,04	-1,13	0,14	-0,27	-0,07	0,50	1,23	0,08	-0,26	0,31
DS	0,83	0,56	0,30	0,17	-0,13	0,28	-0,12	-0,13	-0,01	-0,05
RE	-0,28	1,58	-0,11	0,56	0,27	-0,10	-0,45	-0,12	0,56	-0,02
CE	-1,14	1,96	-0,77	0,78	0,30	-0,58	-0,72	-0,11	-0,27	1,37
FS	1,94	-1,83	0,95	-0,39	0,12	0,82	0,61	0,16	0,39	-0,93
ITRA	-0,58	-0,70	-1,18	0,68	-0,63	1,67	0,96	-2,67	0,29	-2,56
ITRP	1,36	1,30	0,31	-0,50	0,80	-2,04	-1,00	2,66	-1,22	3,15
ITWA	-0,82	0,62	-0,69	-0,30	0,02	-0,34	0,40	-0,72	-1,18	0,09
ITWP	1,49	0,72	0,99	0,10	-0,65	0,48	-0,94	0,45	0,97	1,13
ACESSO	0,01	-0,41	-0,02	0,09	-0,06	0,08	-0,23	-0,40	-0,04	-0,04
PESSOCP	0,18	0,20	-0,77	-0,37	-0,16	-0,46	-0,28	-0,02	-0,09	-0,40
VPFAMHA	0,00	-0,04	-0,02	-0,01	0,07	-0,41	0,69	-0,38	0,04	0,13
VPPATHA	0,04	-0,03	0,05	0,03	-0,24	0,72	-1,29	0,30	-0,12	-0,32
PRODHA	0,04	0,01	-0,09	-0,06	-0,09	0,19	0,02	-0,03	-0,01	0,05
LAVPERMP	0,55	-0,54	-0,16	0,18	1,64	-0,05	0,37	-0,15	-0,23	0,11
LAVTEMP	1,01	0,18	-0,41	0,77	2,44	0,21	0,23	0,02	-0,05	-0,09
MATFLRNP	-0,14	-0,20	-0,27	0,15	0,42	0,52	0,14	0,57	-0,02	-0,28
PASTPLNP	2,16	-0,16	-0,99	0,41	1,11	0,02	0,73	0,40	-0,03	0,99
PASTNATP	0,73	-0,15	-0,60	-0,28	1,86	-0,15	-0,13	0,45	-0,66	0,58
TERINAPP	0,16	-0,32	-0,17	-0,12	0,01	0,32	0,45	0,27	0,15	0,27
TERPRNUP	0,04	-0,05	-0,62	0,14	-0,01	0,07	0,01	0,37	-0,24	0,06
TRATORHA	0,06	-0,28	0,44	0,21	-0,29	0,50	-0,26	-0,19	0,63	-0,21
AMPTHA	-0,03	0,03	0,22	0,09	0,08	1,09	-0,75	0,09	0,03	-0,28
AVESHA	-0,09	-0,14	0,10	0,03	0,04	-1,66	2,10	-0,02	-0,06	-0,05
SUINOHA	0,02	-0,02	0,02	-0,08	0,13	0,04	0,02	0,02	0,15	0,35
r	0,79	0,74	0,56	0,72	0,53	0,67	0,56	0,80	0,75	0,57
F	4,66	3,39	2,15	5,28	3,29	7,14	5,31	5,08	3,83	2,56
Significância	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

r = correlação canônica, F = teste F **significativo a 1 % de probabilidade

Tabela 35. Coeficientes da matriz estrutural entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para quatro grupos de municípios da Região Sudeste

Variáveis	Grupo 1			Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		
	Variáveis Canônicas									
	1º	2º	3º	1º	2º	1º	2º	1º	2º	3º
PM	-0,36	0,15	-0,11	0,65	0,22	0,12	0,81	0,26	0,56	0,31
DS	0,22	0,57	0,40	0,49	-0,11	0,02	-0,36	-0,50	0,13	-0,12
RE	-0,46	0,31	-0,19	0,57	0,16	-0,01	0,74	0,29	0,62	0,32
CE	0,09	-0,56	0,01	0,78	0,25	0,45	-0,18	0,17	-0,37	0,39
FS	0,16	-0,61	-0,02	0,61	0,26	0,58	-0,06	0,28	-0,40	0,09
ITRA	0,45	0,09	-0,86	0,57	-0,05	-0,14	0,37	0,06	-0,86	0,01
ITRP	0,17	-0,02	-0,79	0,11	0,39	-0,39	0,40	0,32	-0,84	0,03
ITWA	0,14	0,32	0,21	-0,23	-0,68	0,47	-0,32	-0,80	0,22	0,26
ITWP	0,45	0,32	0,28	0,11	-0,80	0,66	-0,39	-0,76	0,35	0,31
ACESSO	0,23	-0,57	0,09	0,16	-0,04	0,07	-0,37	-0,73	0,06	-0,16
PESSOCP	0,31	-0,21	-0,39	-0,44	-0,19	0,43	-0,34	-0,28	-0,09	-0,51
VPFAMHA	0,23	-0,30	-0,07	0,01	-0,09	0,04	0,16	-0,22	0,20	-0,06
VPPATHA	0,23	-0,18	0,10	0,13	-0,20	0,02	0,31	-0,12	0,12	-0,01
PRODHA	0,07	-0,15	0,01	-0,05	-0,08	0,37	-0,03	-0,39	0,16	-0,04
LAVPERMP	0,03	-0,78	0,02	0,08	0,36	-0,11	0,20	-0,51	-0,08	-0,16
LAVTEMPPP	-0,42	0,26	0,32	0,72	0,25	0,37	-0,29	-0,38	0,46	-0,21
MATFLRNP	-0,72	-0,01	-0,19	-0,33	-0,42	0,66	0,00	0,66	0,28	-0,48
PASTPLNP	0,79	0,18	-0,05	-0,01	-0,43	-0,23	0,60	0,05	0,60	0,51
PASTNATP	-0,57	-0,11	-0,20	-0,88	0,19	-0,67	-0,49	-0,41	-0,72	0,17
TERINAPP	-0,30	-0,44	-0,16	0,02	-0,26	0,60	0,18	0,35	0,36	0,02
TERPRNUP	-0,23	-0,18	-0,71	-0,18	-0,32	0,32	0,09	0,52	-0,06	-0,34
TRATORHA	0,21	-0,55	0,30	0,38	-0,04	0,65	-0,36	-0,57	0,72	-0,10
AMPTHA	0,10	-0,04	0,01	-0,01	-0,04	0,04	0,30	-0,23	0,28	-0,22
AVESHA	0,07	-0,26	0,06	-0,01	-0,01	0,00	0,31	-0,10	0,07	-0,07
SUINOHA	0,07	-0,10	0,10	-0,08	0,06	0,02	0,29	-0,15	0,18	-0,03

Na sequência, serão discutidos os resultados das técnicas de análise multivariada aplicadas aos dados da Região Centro-Oeste do Brasil.

A análise do componente principal indicou 17 variáveis sócio-econômicas para caracterizar os municípios da Região Centro-Oeste. Para ilustrar a aplicação das técnicas de análise de agrupamento, fatorial e de correlação canônica utilizamos uma matriz de dados representada por 26 variáveis e 420 municípios, foram empregados.

As variáveis consideradas para a construção dos grupos de municípios da Região Centro-Oeste foram as variáveis índices de solos: índice potencial para

mecanização do Solo (PM), índice drenagem do solo (DS), índice risco de erosão (RE), índice condições de enraizamento (CE) e índice fertilidade do solo (FS); variáveis índices de clima: índice de temperatura e radiação p/ cultura anual (ITRa), índice de temperatura e radiação p/ cultura perene (ITRp), índice de temperatura de precipitação p/ cultura anual (ITWa) e índice de temperatura e precipitação p/ cultura perene (ITWp) e as variáveis sócio-econômicas: índice de gini renda (GINIREND), índice de acesso (ACESSO), percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola (PESSOCP), densidade populacional do município (DESPOPM), percentagem de área do estabelecimento de agricultura familiar (AGRFAMP), valor da produção no estabelecimento de agricultura familiar em R\$ por hectare (VPFAMHA), percentagem de área do estabelecimento com agricultura patronal (AGRPATHA), valor da produção do estabelecimento de agricultura patronal em R\$ por hectare (VPPATHA), produtividade do estabelecimento agrícola em R\$ por hectare (PRODHA), percentagem de área utilizada com lavouras permanentes (LAVPERMP), percentagem de área utilizada com matas e florestas (MATFLRNP), percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada (PASTPLNP), percentagem de área irrigada no estabelecimento agrícola (IRRIGP), número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare (TRATORHA), número de animais de pasto no estabelecimento agrícola por hectare (AMPTHA), número aves no estabelecimento agrícola por hectare (AVESHA) e número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare (SUINOHA).

A análise de agrupamento na Região Centro-Oeste permitiu a identificação de três grupos de municípios. A Figura 64 apresenta o Dendrograma com a distribuição dos municípios da Região Centro-oeste (incluindo uma separação subjetiva em grupos) gerado pela análise multivariada no sistema computacional SAS, fundamentada nas variáveis acima citadas. Pode-se verificar o grau de similaridade ou a dissimilaridade entre os municípios e grupos similares, ou ainda entre dois grupos distintos. Quanto maiores as distancias euclidianas ou grandes saltos de distâncias (o que equivale a uma grande distancia no Dendrograma como, por exemplo, valores acima de 25) mais os grupos tornam-se dissimilares. Em razão da grande quantidade de municípios, a visualização gráfica dos mesmos foi prejudica na escala definida.

A Figura 65 é um cenário espacial do mapa da malha municipal da Região Centro-Oeste, com a formação dos agrupamentos com cores que representam os grupos aos quais os municípios pertencem. Para cada agrupamento foram calculados médias e desvio-padrão para cada variável, o valor de cada variável e a média das proporções da variável dentro de cada grupo (Tabela 36).

O teste de diferença entre os grupos é mostrado na Tabela 37, verificando-se que todas as variáveis analisadas diferiram significativamente ($F < 0,05$). Pode ser observado, ainda, o quadrado médio de cada variável nos três diferentes grupos. Ressalta-se que o grupo 1 engloba cinquenta e cinco municípios, o grupo 2 cento e trinta e um municípios e o grupo 3 duzentos e trinta e quatro municípios.

Os municípios do grupo 1 se localizam em parte do Estado do Mato Grosso do Sul, num total de 55, ocupando uma área de 175.349,01 km². São municípios que se agruparam naturalmente por possuírem as maiores áreas utilizadas com pastagem que é plantada e terem a agricultura baseada em grandes propriedades, isto é, aproximadamente 90 % do sistema produtivo é patronal. Os principais produtos agrícolas cultivados incluem o arroz, a cana-de-açúcar, o feijão, a mandioca, o milho, a soja, entre outras. Os solos são bem drenados, apresentam limitações de fertilidade natural, não são susceptíveis à erosão e apresentam condições propícias ao uso de mecanização agrícola. Os altos valores dos índices de clima apontam para duas estações bem definidas, com períodos secos e úmidos. A desigualdade na distribuição de renda desses municípios está em torno de 0,56 (de uma escala que varia de 0 a 1).

Os municípios do grupo 2 abrangem 88 municípios do Estado do Mato Grosso, 15 municípios do Estado do Mato Grosso do Sul e 28 municípios do Estado de Goiás, ocupando uma área de 1.020.648,5 km². Este grupo formou-se por com base nas grandes áreas com matas e florestas com espécies típicas de florestas, cerrado, campos e caatinga. Nelas se encontram também grandes propriedades, ou seja, 90 % do estabelecimento agrícola é de agricultura patronal. O clima aponta para uma estação seca. Esta característica pode ser, de uma maneira geral, estendida para toda a região (Luchiari Júnior et al., 1997). A desigualdade na distribuição de renda desses municípios está em torno de 0,56 (para uma escala que varia de 0 a 1) e não diferiu do grupo 1.

Os municípios do grupo 3 ocupam uma área de 304.851,5 km² e espalham-se por quase todo o Estado de Goiás, que contribuiu com 200 municípios, o estado do Mato Grosso do Sul com 6 e do Mato Grosso com 28. Agruparam-se por apresentar solos que viabilizam a sua utilização com agricultura, uma vez que os índices de solos estão indicando altas condições para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas e também por predominar uma fertilidade natural alta. A agricultura é muito forte nesse grupo, com grandes áreas com lavouras permanentes e temporárias. As principais culturas são a soja, o sorgo, o arroz, o milho, entre outras. A variável pessoa ocupada na agricultura teve um peso grande para a formação desse grupo, uma vez que os dados indicam que, nestes municípios, existem 2,0 % de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agrícolas.

Figura 64 - Dendrograma – similaridade entre municípios e a separação dos grupos, a partir de uma classificação hierárquica dos municípios da Região Centro-Oeste, usando o método de Ward's e a métrica da distância euclidiana

Tabela 36. Estatística descritiva – média ($\bar{x}$) e desvio padrão (σ) - para os agrupamentos de municípios da Região Centro-Oeste

Variáveis	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
PM	0,80	0,41	0,21	0,63	-0,31	1,12
DS	0,52	0,85	-0,17	1,44	-0,03	0,63
RE	0,82	0,50	0,17	0,75	-0,29	1,08
CE	-0,23	0,91	-0,65	0,78	0,42	0,92
FS	0,10	0,89	-0,61	0,82	0,32	0,96
ITRA	1,72	0,44	-0,23	1,07	-0,27	0,56
ITRP	-0,43	0,59	0,38	1,16	-0,11	0,91
ITWA	1,62	0,36	0,13	0,93	-0,46	0,67
ITWP	2,17	0,37	-0,18	0,61	-0,41	0,51
GINIREND	0,30	0,93	0,31	1,09	-0,24	0,89
ACESSO	-0,12	0,54	-0,99	0,98	0,58	0,55
PESSOCP	-0,30	0,66	-0,65	0,26	0,44	1,10
DESPOPM	-0,19	0,41	-0,42	0,24	0,28	1,24
AGRFAMP	-0,65	0,62	-0,74	0,48	0,57	0,92
VPFAMHA	-0,13	0,35	-0,26	0,15	0,18	1,30
AGRPATP	0,65	0,62	0,74	0,48	-0,57	0,92
VPPATHA	-0,04	0,43	-0,30	0,20	0,18	1,28
PRODHA	0,18	0,65	-0,47	0,47	0,22	1,18
LAVPERMP	-0,42	0,37	-0,10	0,78	0,16	1,16
MATFLRNP	-0,27	0,38	0,85	1,31	-0,41	0,46
PASTPLNP	0,84	0,58	-0,50	1,05	0,08	0,89
IRRIGP	-0,10	0,72	-0,38	0,33	0,24	1,22
TRATORHA	0,17	0,75	-0,52	0,36	0,25	1,17
AMPTHHA	0,00	0,56	-0,24	0,14	0,13	1,29
AVESHA	-0,04	0,54	-0,18	0,13	0,11	1,30
SUINOHA	-0,04	0,62	-0,23	0,26	0,14	1,27

Tabela 37. Teste do nível de significância entre os grupos para cada variável, dentre os grupos de municípios da Região Centro-Oeste

Variáveis	Grupo		Erro		Teste F	Significância
	QM	gl	QM	gl		
PM	31,62	2	0,85	417	37,06	**
DS	9,30	2	0,96	417	9,68	**
RE	30,19	2	0,86	417	35,11	**
CE	49,77	2	0,77	417	64,96	**
FS	36,89	2	0,83	417	44,57	**
ITRA	93,37	2	0,56	417	167,63	**
ITRP	15,91	2	0,93	417	17,14	**
ITWA	97,93	2	0,54	417	183,00	**
ITWP	151,11	2	0,28	417	539,62	**
GINIREND	15,34	2	0,93	417	16,47	**
ACESSO	104,66	2	0,50	417	208,12	**
PESSOCP	52,51	2	0,75	417	69,74	**
DESPOPM	21,34	2	0,90	417	23,65	**
AGRFAMP	85,36	2	0,60	417	143,36	**
VPFAMHA	8,77	2	0,96	417	9,11	**
AGRPATP	85,36	2	0,60	417	143,36	**
VPPATHA	9,65	2	0,96	417	10,07	**
PRODHA	20,68	2	0,91	417	22,83	**
LAVPERMP	8,36	2	0,96	417	8,67	**
MATFLRNP	69,29	2	0,67	417	103,04	**
PASTPLNP	36,65	2	0,83	417	44,20	**
IRRIGP	16,57	2	0,93	417	17,91	**
TRATORHA	26,31	2	0,88	417	29,94	**
AMPTHA	5,71	2	0,98	417	5,84	**
AVESHA	3,46	2	0,99	417	3,50	**
SUINOHA	5,87	2	0,98	417	6,01	**

QM = quadrado médio e gl = grau de liberdade **nível de significância a 5 % de probabilidade

Figura 65 – Três grupos homogêneos de municípios da região Centro-Oeste na malha municipal de 1997 (IBGE)

A seguir, discutiremos a análise fatorial aplicada à base de dados da Região Centro-Oeste, ou seja, as 26 variáveis e 420 municípios.

A análise fatorial através do método dos componentes principais gerou sete fatores para o grupo 1 e oito fatores para os grupos 2 e 3, com raízes características (autovalores) maiores que 1, como pode ser observado na Tabela 38. O exame do *scree plot* (Figura 3) indica que, a partir do quinto (grupo 1), quarto (grupo 2) e sexto (grupo 3) fatores, os autovalores apresentaram uma disposição levemente mais próxima da parte inferior do gráfico e, aproximadamente, de forma horizontal. Este pode ser considerado o ponto de corte do número de fatores a serem utilizados no modelo que foi construído, sugerindo, portanto, a extração de cinco, quatro e seis fatores, respectivamente.

Para o grupo 1, foram extraídos cinco fatores que, em conjunto, explicam 71,09 % da variância total das variáveis. No Grupo 2 foram extraídos quatro fatores que, em conjunto, explicam 55,99 % da variância total das 26 variáveis, sendo que 21,08 %, 15,75 %, 9,91 % e 9,25 % dessa variância foram explicadas pelos fatores 1, 2 e 3, respectivamente. No Grupo 3 foram extraídos seis fatores, que juntos explicam 64,84 % da variabilidade das variáveis.

Para facilitar a interpretação dos fatores, estes foram submetidos a uma rotação ortogonal pelo método *Varimax*. Com este procedimento a contribuição de cada fator para a variância total pode ser alterada sem, contudo, modificar a contribuição conjunta dos mesmos. Como vantagem, os fatores obtidos após a rotação encontram-se mais estreitamente relacionados a determinados grupos de variáveis, possibilitando uma interpretação mais lógica dos mesmos. A partir da rotação, obteve-se a matriz das cargas fatoriais, conforme apresentado na Tabela 39. A observação das variáveis que apresentam cargas fatoriais mais elevadas com relação a cada fator é o que possibilita a sua descrição. Desta forma, foram destacados em negrito os fatores que possuíam valor absoluto próximo ou maior que 0,50, o que indica uma forte correlação entre o fator e a variável. A comunalidade, também apresentada na Tabela 39, é a proporção da variância da variável que é explicada pelos dois fatores em conjunto no grupo 1, pelos cinco fatores, no grupo 2 pelos quatro fatores e no grupo 3 pelos seis fatores. Ao final da tabela em referência, estão apresentadas as proporções em que cada fator explica a variância total das variáveis originais bem como seu percentual da variabilidade.

A soma dos quadrados das cargas fatoriais em cada fator (colunas) reproduz a correspondente raiz característica que, dividida pelo número de variáveis, nos dá a proporção da variância total das variáveis reduzidas explicada pelo fator. Assim, para o Grupo 1, o fator 1 explica 31,36 % da variância total das variáveis (reduzidas), o fator 2 explica 14,39 %, o fator 3 explica 10,5 %, o fator 4 explica 9,34 %, o fator 5 explica 5,51 % e os cinco juntos explicam 71,10 % da variância total das variáveis (reduzidas). Para Grupo 2, o fator 1 explica 21,08 % da variância total das variáveis (reduzidas), o fator 2 explica 15,75 % , o fator 3 explica 9,91, o fator 4 explica 9,25 e os quatro juntos explicam 55,99 % da variância total das variáveis (reduzidas). No Grupo 3, o fator 1 explica 20,29 % da variância total das variáveis (reduzidas), o fator 2 explica 13,22 % , o fator 3 explica 10,38 %, o fator 4 explica 9,24 %, o fator 5 explica 5,08 % e os seis juntos explicam 64,83 % da variância total das variáveis (reduzidas).

No grupo 1 observa-se ainda que, para o fator 1, grande parte da variância das variáveis captadas referiu-se às variáveis relacionadas diretamente aos dados sócio-econômicos, associando-se, positivamente com a percentagem de área de estabelecimento com agricultura familiar, índice de acesso, percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola, valor da produção no estabelecimento de agricultura familiar em R\$ por hectare, densidade populacional do município, percentagem de área utilizada com lavoura permanente, número de aves no estabelecimento agrícola por hectare e negativamente à percentagem de área de estabelecimento de agricultura patronal. Assim, pode-se concluir que, neste fator, a agricultura está baseada em pequenas propriedades com produtividade predominante do setor avícola, do cultivo de lavouras permanentes e com um alto percentual de pessoas ocupadas nas atividades agrícolas, sendo denominado, portanto, de “produtividade dos estabelecimentos de agricultura familiar”.

O Fator 2 associou-se positivamente ao índice de temperatura e radiação para culturas anuais, aos índices de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes e a produtividade do estabelecimento agrícola em R\$ por hectare, e negativamente ao índice de temperatura e radiação para culturas perenes e percentagem de área utilizada com matas e florestas. Este fator está indicando uma alta importância dos índices de

clima em relação à elevada produtividade em pequenas áreas com matas e florestas, podendo ser considerada área de reserva. Será denominado de “alta produtividade agrícola”.

O fator 3 explicou melhor a variabilidade das variáveis, correlacionando-se positivamente ao índice fertilidade do solo, ao índice condições de enraizamento do solo, à percentagem de área irrigada no estabelecimento agrícola, ao número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare, e correlacionando-se de forma negativa ao índice de drenagem do solo e à percentagem de área utilizada com pastagem natural. Este fator possibilita a interpretação de que as características físicas e químicas do solo podem estar indicando um bom potencial agrícola, uma vez que eles são férteis e permitem o uso de mecanização agrícola. Além disso, as condições de drenagem desses solos (assumindo-se que o índice de drenagem pode estar variando de bem drenado a moderadamente drenado) permitem uma agricultura irrigada, compondo assim o fator denominado de “potencial para agricultura com tecnologia”.

O fator 4 possui associação positiva com índice de temperatura e radiação para culturas anuais, com valor da produção no estabelecimento de agricultura familiar em R\$ por hectare, e com valor da produção no estabelecimento de agricultura patronal em R\$ por hectare. Assim, de acordo com este fator, podemos afirmar que a agricultura está baseada em pequenas e grandes propriedades com a utilização dos sistemas de produção agrícola, familiar e patronal que, para simplificação, será denominado “tipos de sistemas de produção agrícola”.

O fator 5 explicou melhor e positivamente a variabilidade das variáveis índices potencial para mecanização do solo e risco de erosão. Este fator está sugerindo que as características físicas do solo (baseando-se nos índices RE e CE que devem ter recebido notas acima de 7 neste grupo e também no fato de que a drenagem está correlacionada de forma inexpressível) permitem o uso de mecanização agrícola e uma agricultura irrigada, assumindo-se que este fator tem características que podem levá-lo ao mesmo comportamento do fator 3 deste mesmo grupo, podendo então ser denominado de “potencial para agricultura com tecnologia”.

No Grupo 2 o fator 1 apresentou-se positivo e mais fortemente correlacionado com as variáveis índice de potencial para mecanização, risco de erosão, índice de temperatura e radiação para culturas anuais e perenes, índice de acesso, produtividade no estabelecimento agrícola em R\$ por hectare, percentagem de área utilizada com pastagem que é plantada, número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare, e quando negativo, com a variável índice de temperatura e precipitação para culturas anuais e percentagem de área utilizada com matas e florestas. Podemos, por conseguinte, perceber neste fator um potencial para agricultura e para a pecuária, apresentando pequenas áreas de matas e florestas e, como ele também indica, a possibilidade de haver boa malha viária. Para simplificar, será denominado de “potencial para o desenvolvimento agropecuário”.

Por outro lado, o fator 2 relacionou-se de forma positiva com as variáveis percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola e percentagem da área do estabelecimento de agricultura familiar, e de forma negativa com a variável percentagem de área do estabelecimento de agricultura patronal, indicando um predomínio de áreas de estabelecimento familiar. Este fator reuniu variáveis que permitiram concluir que a atividade agrícola é totalmente dominada pela agricultura familiar, designaremos este fator de “agricultura nos estabelecimento familiar”.

O fator 3 apresentou correlação positiva com as variáveis valor da produção no estabelecimento de agricultura familiar e patronal em R\$ por hectare e número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare. Este fator refletiu uma alta produção de suínos nos sistemas patronal e familiar e será denominado de “a suinocultura como produção agrícola”.

O fator 4 apresentou alta correlação positiva com as variáveis índice de condições de enraizamento do solo (condição essa que pode indicar um bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas) e índice de fertilidade do solo, e de forma negativa com o índice drenagem do solo. Esta condição da drenagem pode ou não ter restrições ao uso de sistemas irrigação. Assumindo que este fator é muito semelhante ao fator 3 do grupo 1, será então denominado de “potencial para agricultura com tecnologia”.

No Grupo 3 o fator 1 explica por ordem da maior para a menor correlação, principalmente, as variáveis índice risco de erosão, índice potencial para mecanização do solo, índice de temperatura e precipitação para culturas perenes, índice de temperatura e precipitação para culturas anuais e número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare. Este fator refletiu a existência de um potencial para agricultura, uma vez que se correlacionou fortemente com os índices de solos que envolvem características favoráveis ao desenvolvimento das plantas e as condições de clima também são favoráveis às culturas anuais e perenes. Para simplificação, será denominado de “potencial para agricultura com tecnologia”.

O fator 2 agrupou as variáveis valor da produção no estabelecimento de agricultura familiar em R\$ por hectare, valor da produção no estabelecimento de agricultura patronal em R\$ por hectare, número de aves, animais de pasto e de suínos no estabelecimento agrícola por hectare foi designado de “renda da produção com pecuária e criação”.

O fator 3 explicou melhor de forma positiva a variabilidade das variáveis percentagem de área de estabelecimento de agricultura familiar, percentagem de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola e negativa a percentagem de área de estabelecimento de agricultura patronal. Este fator esta fortemente representando os estabelecimentos com agricultura familiar e mão-de-obra também familiar, compondo assim o fator “agricultura nos estabelecimentos familiar”.

O fator 4 possui associação positiva e expressiva com a densidade populacional do município, com a percentagem de área utilizada com lavoura permanente e com a percentagem de área irrigada no estabelecimento agrícola. Portanto, reflete-se neste fator a ocorrência de cultivo irrigado, sendo, portanto denominado de “áreas com cultivo irrigado”.

O fator 5 apresentou correlação positiva com índice condições de enraizamento do solo e índice fertilidade do solo, e de forma negativa com o índice de temperatura e precipitação para culturas anuais. Esse fator correlacionou-se somente com as variáveis edafoclimáticas e pode esta refletindo o fato de que os solos são férteis, mas são

limitados quanto ao uso devido a condições climáticas. Por simplificação, esse fator será denominado de “potencial para o estabelecimento de cultura com restrição”.

O fator 6 possui alta correlação positiva com os índices de temperatura e precipitação para culturas anuais e perenes, podendo refletir áreas alagadas. Portanto, este fator será denominado de “áreas alagadas”.

Os fatores definidos permitiram a caracterização dos municípios da Região Centro-Oeste da seguinte maneira: os municípios do grupo 1, através do comportamento dos fatores 1 (produtividade dos estabelecimentos de agricultura familiar), 2 (alta produtividade agrícola), 3 (potencial para agricultura com tecnologia), 4 (tipos de sistemas de produção agrícola) e 5 (potencial para agricultura com tecnologia); os municípios do grupo 2, através do comportamento dos fatores 1 (potencial para o desenvolvimento agropecuário), 2 (agricultura nos estabelecimento de agricultura familiar), 3 (a suinocultura como produção agrícola) e 4 (potencial para agricultura com tecnologia) e os municípios do grupo 3, através do comportamento dos fatores 1 (potencial para agricultura com tecnologia), 2 (renda da produção com pecuária e criação), 3 (agricultura no estabelecimento familiar), 4 (áreas com cultivo irrigado), 5 (potencial para o estabelecimento de cultura com restrição) e 6 (áreas alagadas). De acordo com esses fatores, os três grupos de municípios podem ser caracterizados como municípios que apresentam potencial agrícola para desenvolvimento de culturas, a pecuária também pode ser bem desenvolvida e os índices de temperatura e radiação foram bem mais diversificados ou ausentes dentro dos fatores. Entretanto, o índice de temperatura e precipitação foi mais presente e mais homogêneo, logo podemos afirmar que esta região é bem provida de chuva (Gonçalves et al., 1996).

Os municípios do grupo 1 apresentam tanto um número alto de estabelecimentos com agricultura familiar e, em menor número, como a patronal. O uso de tecnologia na agricultura permite elevada produtividade agrícola desses municípios. A forte presença dos índices de temperatura e precipitação pode ser um indicativo de períodos úmidos e secos, podendo apontar para áreas alagadas. Os principais produtos agrícolas cultivados nestes municípios, de acordo com o banco de dados (Censo

1985/1986 IBGE), incluem algodão herbáceo, arroz, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho, soja e trigo. Encontra-se também grande número de aves e suínos.

Os municípios do grupo 2 têm vocação agropecuária, com uma predominância de estabelecimentos com agricultura familiar, sendo os principais produtos, de acordo com o censo 85/86 do IBGE para a agricultura, a cana-de-açúcar, soja, arroz, milho e, na pecuária, bovinos e criações de suínos e aves. De acordo com esses dados pode também ocorrer a exploração madeira.

Segundo os fatores, os municípios do grupo 3 estão baseados na produção agrícola e na pecuária. Na agricultura, pode haver culturas irrigadas, destacando-se a produção de arroz, café, feijão, milho, soja, sorgo, trigo, cana-de-açúcar, entre outras. Ocorre a pecuária, com a criação de bovinos, suínos, bubalinos, ovinos e aves.

Figura 66 - Seleção do número de fatores pelo método do *scree plot*, para cada grupo de municípios da Região Centro-Oeste

Tabela 38. Número de fatores retidos pelo método do componente principal e a variabilidade (autovalor) explicada para cada componente extraído dos três grupos de municípios da Região Centro-Oeste

Grupos	Fatores	Autovalor	% da Variância explicada pelo fator	% Variância acumulada
Grupo 1	F1	8,15	31,36	31,36
	F2	3,74	14,39	45,75
	F3	2,73	10,5	56,25
	F4	2,43	9,34	65,59
	F5	1,43	5,51	71,09
	F6	1,15	4,43	75,53
	F7	1,10	4,23	79,76
Grupo 2	F1	5,48	21,08	21,08
	F2	4,09	15,75	36,83
	F3	2,58	9,91	46,74
	F4	2,41	9,25	55,99
	F5	1,75	6,75	62,74
	F6	1,52	5,84	68,58
	F7	1,21	4,67	73,24
	F8	1,05	4,05	77,3
Grupo 3	F1	5,28	20,29	20,29
	F2	3,44	13,22	33,51
	F3	2,70	10,38	43,89
	F4	2,40	9,24	53,13
	F5	1,72	6,62	59,76
	F6	1,32	5,08	64,84
	F7	1,22	4,71	69,55
	F8	1,03	3,95	73,50

Tabela 39. Rotação *Varimax* - communalidades, cargas fatoriais e percentagem de explicação dos fatores para a solução com 5, 4 e 6 fatores para os três grupos de municípios da Região Centro-Oeste

Variáveis	Grupo 1						Grupo 2						Grupo 3					
	F1	F2	F3	F4	F5	Comunalidades	F1	F2	F3	F4	Comunalidades	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Comunalidades
PM	0,09	0,25	-0,40	0,31	0,66	0,77	0,54	-0,29	0,17	-0,02	0,40	0,86	-0,03	-0,06	0,01	0,19	-0,08	0,78
DS	0,07	0,16	-0,73	0,20	0,13	0,63	0,17	0,30	-0,10	-0,69	0,60	0,10	0,11	0,32	-0,34	-0,20	0,46	0,49
RE	0,03	0,11	-0,14	-0,16	0,86	0,80	0,67	-0,24	0,09	-0,28	0,60	0,88	0,00	-0,02	0,07	0,03	-0,07	0,78
CE	-0,03	-0,34	0,72	0,38	-0,35	0,90	0,27	0,13	-0,16	0,85	0,84	0,06	-0,02	0,11	0,15	0,86	0,12	0,80
FS	-0,04	-0,37	0,70	0,42	-0,31	0,91	-0,11	0,10	-0,14	0,84	0,75	-0,25	-0,02	-0,03	0,13	0,81	-0,02	0,74
ITRa	-0,03	0,54	-0,07	0,63	0,06	0,71	0,81	-0,27	-0,04	0,20	0,78	0,22	0,04	-0,23	-0,01	0,19	0,81	0,79
ITRp	-0,21	-0,62	0,30	0,22	0,05	0,56	0,69	-0,24	-0,09	0,21	0,59	-0,33	-0,04	-0,14	-0,08	0,31	0,69	0,71
ITWa	0,12	0,90	-0,04	0,23	0,05	0,87	-0,67	0,14	0,01	-0,43	0,66	0,61	0,10	0,22	-0,02	-0,50	-0,17	0,71
ITWp	0,09	0,90	-0,02	0,28	-0,01	0,90	0,13	-0,10	-0,02	-0,11	0,04	0,74	0,12	0,06	0,07	-0,35	0,17	0,72
GINIREND	-0,28	0,31	0,40	0,00	-0,02	0,34	-0,09	-0,02	-0,35	0,01	0,13	-0,02	-0,24	-0,01	-0,46	-0,04	0,06	0,27
ACESSO	0,53	0,39	0,04	0,49	0,11	0,69	0,70	0,28	0,11	-0,21	0,62	0,21	0,32	0,46	0,37	0,37	0,11	0,64
PESSOCP	0,87	0,24	-0,02	0,24	0,04	0,87	0,21	0,75	0,22	-0,02	0,66	0,18	0,06	0,70	0,48	0,10	0,12	0,78
DESPOPM	0,55	0,36	0,23	0,33	0,14	0,62	0,44	0,37	-0,04	-0,05	0,34	0,05	0,09	0,01	0,72	0,05	-0,03	0,54
AGRFAMP	0,93	0,07	0,02	0,10	0,11	0,89	-0,06	0,86	0,18	-0,06	0,78	-0,02	0,10	0,95	0,03	0,04	-0,08	0,92
VPFAMHA	0,51	0,16	-0,25	0,54	-0,27	0,71	0,01	0,20	0,87	0,02	0,79	0,03	0,90	0,05	0,05	0,05	-0,06	0,82
AGRPATP	-0,93	-0,07	-0,02	-0,10	-0,11	0,89	0,06	-0,86	-0,18	0,06	0,78	0,02	-0,10	-0,95	-0,03	-0,04	0,08	0,92
VPPATHA	0,28	0,14	-0,06	0,76	-0,02	0,68	-0,06	0,02	0,85	0,03	0,73	0,10	0,82	0,01	0,11	0,00	0,08	0,70
PRODHA	0,39	0,53	0,05	-0,03	0,31	0,54	0,57	0,15	-0,02	-0,38	0,49	0,48	0,02	0,09	0,31	0,09	0,27	0,42
LAVPERMP	0,77	0,10	-0,21	-0,09	-0,05	0,66	-0,29	0,48	-0,14	-0,05	0,34	0,01	0,07	0,16	0,69	0,11	-0,03	0,52
MATFLRNP	-0,40	-0,72	0,12	-0,22	-0,28	0,82	-0,90	0,05	-0,08	-0,15	0,84	-0,12	-0,08	-0,29	-0,28	0,07	-0,44	0,38
PASTPLNP	0,23	0,22	-0,77	0,25	-0,04	0,76	0,75	0,26	-0,01	-0,13	0,65	0,15	0,27	0,16	-0,10	0,44	0,13	0,34
IRRIGP	0,01	0,24	0,55	-0,30	-0,07	0,45	0,06	-0,28	0,04	-0,15	0,11	0,33	-0,04	0,09	0,67	-0,05	0,13	0,58
TRATORHA	0,42	0,29	0,66	0,06	0,38	0,85	0,67	0,14	-0,08	-0,38	0,62	0,68	0,02	0,10	0,41	-0,15	0,35	0,78
AMPTHA	0,45	0,28	-0,09	0,19	-0,45	0,53	0,03	0,38	0,44	-0,08	0,35	0,11	0,71	0,11	0,10	-0,01	0,04	0,53
AVESHA	0,59	0,01	-0,23	0,20	-0,21	0,49	0,01	-0,07	0,48	-0,15	0,25	-0,08	0,59	0,09	0,08	0,02	0,04	0,37
SUINOHA	0,13	0,06	-0,11	0,78	-0,08	0,65	-0,10	0,10	0,90	0,05	0,83	-0,05	0,89	0,03	0,03	0,01	0,00	0,80
% Variância	5,28	4,23	3,59	3,25	2,14	18,48	5,46	3,31	3,08	2,71	14,56	3,61	3,44	2,93	2,58	2,39	1,91	16,86

Nesta sequência será discutida a técnica de análise de correlação canônica aplicada aos dados da Região Centro-Oeste com o objetivo de identificar a existência de relação entre o grupo de características edafoclimáticas e o grupo de características sócio-econômicas, visando à avaliação das associações e a interdependência entre os grupos de variáveis estudadas nos três grupos de municípios.

Na Tabela 40 são apresentados os resultados da correlação canônica e o teste estatístico para os pares canônicos estimados entre as características edafoclimáticas e sócio-econômicas dos municípios dos grupos 1, 2 e 3.

Conforme os dados apresentados na Tabela 40 observa-se que os conjuntos das variáveis edafoclimáticas e das sócio-econômicas são considerados dependentes. Pode-se concluir que nem todas as 9 correlações canônicas nos três grupos de municípios foram elevadas e somente duas, nos 3 grupos, foram significativas ao nível de 1 % de probabilidade de significância pelo teste F. Também se verifica que a correlação canônica do primeiro par canônico é elevada (0,913 para o grupo 1, 0,913 para o grupo 2, e 0,818 para o grupo 3) para ambos os grupos de municípios. Pode-se observar ainda que na Tabela 40, no grupo 1, o exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta, do lado das características edafoclimáticas, predomínio absoluto do índice condições de enraizamento. Do lado das características sócio-econômicas há o predomínio, de forma negativa, da variável percentagem de área utilizada com matas e florestas.

No grupo 2 o exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta, do lado das características edafoclimáticas, predomínio de forma negativa do índice de temperatura e precipitação para culturas anuais. Do lado das características sócio-econômicas há o predomínio absoluto, de forma negativa, da variável percentagem de área utilizada com matas e florestas.

No grupo 3, o exame das variáveis que compõem o primeiro par canônico apresenta, do lado das características edafoclimáticas, o índice de temperatura e precipitação para culturas anuais. Do lado das características sócio-econômicas, com predomínio absoluto, a variável número de tratores no estabelecimento agrícola por hectare.

A Tabela 41 representa os coeficientes da matriz estrutural (ou matriz dos fatores canônicos), ou seja, a matriz de correlação entre as variáveis originais e as canônicas. As correlações são positivas e significativas entre o conjunto das variáveis edafoclimáticas e o das variáveis sócio-econômicas, em ambos os grupos de municípios, de acordo com a Tabela 41, partindo-se do valor 0,30 como referência de significância (Tabachnick & Fidel, 1996).

A análise de correlação canônica indicou a dependência entre o conjunto de variáveis edafoclimáticas e o conjunto de variáveis sócio-econômicas e as associações interconjuntos do grupo 1 de municípios, são estabelecidas principalmente pela influência de:

- os elevadas condições de temperatura, precipitação e radiação para culturas e anuais e perenes, condições para mecanização do solo, solos bem drenados e o risco de erosão do solo estão associados às boas condições das vias de acesso, aos elevados rendimentos da produtividade agrícola, a alta densidade demográfica do município, a um grande número de pessoas ocupadas na agricultura, às grandes áreas com pastagem plantada, a uma grande criação de suínos com alto número de suínos no estabelecimento agrícola por hectare, ao uso de máquinas agrícolas e às pequenas áreas com matas e florestas;

- as adequadas condições químicas e as baixas condições físicas do solo estão associadas a um grande número de tratores no estabelecimento agrícola, às grandes áreas irrigadas, a uma alta desigualdade na distribuição de renda, a um baixo rendimento da produção, a uma pequena criação de suínos e às pequenas áreas com pastagem.

No grupo 2 de municípios, as associações interconjuntos são estabelecidas principalmente pela influência de:

- as elevadas condições de temperatura e radiação e a baixa precipitação para culturas e anuais e perenes, o risco de erosão, condições para mecanização do solo e altas condições de enraizamento estão associadas com as grandes áreas com pastagem plantada, ao uso de tratores, às boas condições das vias de acesso, ao elevado rendimento da produtividade agrícola, às pequenas áreas com lavoura permanente e às pequenas áreas com matas e florestas, e

- os solos com boas condições de drenagem, com condições limitadas para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas e pouca fertilidade natural estão associados ao uso de tratores, às grandes áreas com pastagem plantada, às boas condições das vias de acesso, ao elevado rendimento da produtividade agrícola, ao alto número de pessoas ocupadas no estabelecimento agrícola e ao elevado número de estabelecimentos com sistema de agricultura familiar.

No grupo 3 de municípios, as associações interconjuntos são estabelecidas principalmente pela influência de:

- as elevadas condições de temperatura, radiação e precipitação para culturas perenes, solos sem o risco de erosão do solo, condições para mecanização do solo, estão associadas com o uso de tratores, ao elevado rendimento da produtividade agrícola, às grandes áreas com culturas irrigadas, às boas condições das vias de acesso e às pequenas áreas com matas e florestas, e

- as boas condições do solo para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas e alta fertilidade natural estão associadas às boas condições das vias de acesso, às grandes áreas com pastagem plantada, a um elevado número de pessoas ocupadas agrícola, às grandes áreas com lavoura permanente, ao elevado rendimento da produtividade agrícola e às grandes áreas com o sistema de produção de agricultura familiar.

Tabela 40. Correlações canônicas e coeficientes canônicos entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para os três grupos de municípios da Região Centro-Oeste

Variáveis	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	1º	2º	1º	2º	1º	2º
PM	-0,270	0,134	-0,400	0,020	-0,198	-0,188
DS	-0,233	0,220	0,863	0,022	-0,001	0,329
RE	0,678	0,359	0,485	0,076	0,519	0,452
CE	1,231	0,982	0,228	0,392	0,289	0,842
FS	-0,761	-0,636	-0,220	-0,429	-0,101	0,086
ITRa	-1,198	0,370	-0,297	-0,156	0,612	-1,007
ITRp	0,237	-0,212	-0,353	0,402	-0,076	0,554
ITWa	-1,757	-0,141	-0,464	-0,669	0,525	-0,277
ITWp	3,060	0,626	0,427	0,510	0,054	0,493
GINIREND	0,234	0,151	-0,070	0,061	-0,099	0,097
ACESSO	0,363	0,524	0,206	-0,106	0,097	0,452
PESSOCP	-0,597	-0,224	-0,077	0,054	-0,234	0,254
DESPOPM	-0,025	0,274	-0,179	0,021	-0,154	-0,246
AGRFAMP	0,364	-0,230	0,162	-0,212	0,035	0,081
VPFAMHA	-0,093	0,231	-0,065	-0,029	-0,029	0,124
AGRPATP	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
VPPATHA	-0,203	-0,045	0,076	-0,091	0,077	-0,218
PRODHA	0,500	0,169	0,046	-0,095	0,133	0,434
LAVPERMP	0,017	-0,013	0,109	0,029	-0,148	0,194
MATFLRNP	0,119	-0,688	0,815	-1,004	-0,027	0,188
PASTPLNP	-0,581	-0,093	0,602	0,097	0,203	0,427
IRRIGP	0,224	-0,116	-0,020	0,017	-0,032	0,289
TRATORHA	0,012	-0,206	0,823	0,008	0,997	-0,512
AMPTHA	0,341	-0,154	0,053	0,042	0,039	-0,253
AVESHA	0,048	-0,115	0,059	0,084	0,004	-0,143
SUINOHA	-0,075	0,020	-0,080	-0,029	-0,075	0,146
r	0,876	0,913	0,728	0,913	0,818	0,600
F	1,81	2,24	2,04	3,61	4,51	2,93
Significância	**	**	**	**	**	**

F = teste F, r = correlação canônica GL = grau de liberdade e **significativo a 1 % de probabilidade

Tabela 41. Coeficientes da matriz estrutural entre os conjuntos de variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, para os três grupos de municípios da Região Centro-Oeste

Variáveis	Variáveis Canônicas					
	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	1º	2º	1º	2º	1º	2º
PM	0,602	-0,310	0,497	-0,116	0,608	0,171
DS	0,378	-0,627	-0,033	0,909	0,205	0,223
RE	0,313	0,102	0,592	0,209	0,678	0,107
CE	-0,206	0,362	0,399	-0,358	0,129	0,804
FS	-0,200	0,310	-0,037	-0,471	-0,195	0,461
ITRA	0,765	-0,284	0,876	0,017	0,574	-0,227
ITRP	-0,447	-0,104	0,850	-0,161	-0,059	0,123
ITWA	0,839	0,142	-0,777	0,178	0,590	-0,085
ITWP	0,862	0,139	0,094	0,179	0,856	-0,257
GINIREND	0,207	0,409	-0,012	-0,012	-0,099	-0,131
ACESSO	0,707	0,098	0,486	0,529	0,318	0,619
PESSOCP	0,422	-0,094	-0,008	0,393	0,268	0,508
DESPOPM	0,540	0,029	0,226	0,298	0,126	0,018
AGRFAMP	0,256	0,001	-0,209	0,305	0,010	0,383
VPFAMHA	0,423	-0,293	-0,083	0,011	0,083	0,094
AGRPATP	-0,256	-0,001	0,209	-0,305	-0,010	-0,383
VPPATHA	0,475	-0,328	-0,089	-0,021	0,226	-0,005
PRODHA	0,548	0,294	0,336	0,520	0,522	0,401
LAVPERMP	0,184	-0,054	-0,317	0,097	0,039	0,404
MATFLRNP	-0,867	0,043	-0,966	-0,062	-0,317	-0,091
PASTPLNP	0,407	-0,740	0,608	0,566	0,209	0,517
IRRIGP	-0,043	0,446	0,070	0,006	0,431	0,268
TRATORHA	0,350	0,626	0,4959	0,706	0,9235	-0,0479
AMPTHA	0,269	0,035	-0,069	0,140	0,204	-0,033
AVESHA	0,181	-0,121	-0,012	0,097	0,026	0,086
SUINOHA	0,386	-0,328	-0,145	-0,098	0,045	0,074

Para sintetizar os resultados obtidos nesse trabalho, podemos assim resumi-los como a seguir.

Definir, compreender e entender o desenvolvimento humano vem sendo o maior desafio para a ciência. Enquanto nas últimas décadas as áreas tecnológicas avançaram contínua e assustadoramente, incorporando ao nosso dia-a-dia novas formas, métodos e equipamentos para curar pessoas, nos comunicar, locomover, armazenar e processar informações e guerrear, ainda estamos longe de compreender porquê há tanta desigualdade no desenvolvimento humano. Enquanto uma parcela dos homens concentra a maioria da riqueza e das oportunidades outra muito maior convive com necessidades,

carências e falta de perspectivas extremas. O papel das ciências naturais (física, química e biologia) que são a base da construção do conhecimento pedológico, climatológico e agrônomo na análise do desenvolvimento, é considerado secundário quando comparado com as ciências sociais e humanas (economia, política e sociologia). Até certo ponto as evidências apontadas na literatura e na construção do pensamento suportam este aspecto, mas, principalmente nas situações de menor desenvolvimento, a disponibilidade de recursos naturais se torna mais importante como fator de sobrevivência e ascensão social. Os enormes contrastes existentes no Brasil na qualidade e diversidade de seus recursos naturais (solo e clima principalmente) e a gigantesca desigualdade de distribuição de sua riqueza e oportunidades abrem uma perspectiva singular para a exploração das relações existentes entre recursos naturais e o desenvolvimento. Esta perspectiva foi explorada nesta tese.

Os resultados revelaram que o desenvolvimento e as características físicas do ambiente estão relacionados na maior parte das regiões brasileiras. Estas relações mostraram-se complexas, diversas e específicas regionalmente, refletindo a complexidade, diversidade e especificidade das variáveis originais, dos recursos naturais e do desenvolvimento brasileiros.

Os agrupamentos dos municípios mostraram, em alguns casos, padrões bastante conhecidos e utilizados em divisões fisiográficas. A região Nordeste se agrupou na clássica divisão entre zona da mata, agreste e sertão, que tem como base o clima que diferencia a vegetação predominante, mas também atua como divisor de águas dos processos sócio-econômicos e desenvolvimento. As variáveis ligadas ao clima foram aquelas que mais explicaram as diferenças de desenvolvimento.

Na região Centro-Oeste a porção central e norte formaram um grupo que se diferenciou da região de entorno de Brasília e da sua porção sul. As variáveis do meio físico mais relacionadas ao desenvolvimento foram aquelas que determinam a possibilidade de implantação de sistemas de produção agrícola mecanizados e pastagens, bem como a existência de florestas, que se relacionou com o desenvolvimento de maneira negativa. Estas variáveis refletem o predomínio da produção agrícola patronal, intensiva e mecanizada na região com enorme pressão sobre seus recursos florestais.

Na região Sul agruparam-se as áreas de coexistência entre a agricultura familiar e a patronal, mais aptas para mecanização em dois grupos, um na metade norte do Estado do Rio Grande do Sul e outro descendo a partir da divisa noroeste do Estado do Paraná com o Estado de São Paulo. As relações entre as variáveis do meio físico e de desenvolvimento foram significativas, mas mais diversas seguindo um padrão específico para cada grupo de municípios.

Na região Norte o estado de Tocantins se destacou dos demais, lembrando a sua origem, como desmembramento da região Centro-Oeste pela separação do estado de Goiás. O restante da região seguiu uma separação na qual predomina a divisão entre Norte e Sul. A aptidão climática para culturas permanentes e a sua área de ocorrência foram variáveis explicativas importantes, bem como acesso e áreas de pastagens.

Na região Sudeste os agrupamentos de municípios separaram uma região que se estende a partir do litoral para oeste em maior ou menor proporção, da região central do Estado de São Paulo agrupada com o sul do Estado de Minas Gerais, em outra porção oeste do Estado de São Paulo e triângulo mineiro e, finalmente, na parte norte e oeste do Estado de Minas Gerais. Apesar da diversidade de situações e combinações de variáveis, o que marcou esta região foi a forte associação entre as variáveis edafoclimáticas e sócio-econômicas, maior do que nas outras regiões.

Os dados não permitiram muitas generalizações, mesmo porque, provavelmente estas não correspondam à maneira que as condições naturais se relacionam com o desenvolvimento. O trabalho constata e apresenta a existência de uma explicação ou fundamento nas condições naturais para o desenvolvimento e mostra uma forma de diálogo entre temas que normalmente são tratados independentemente. Os critérios que levaram aos agrupamentos, os fatores que caracterizam cada um e as correlações entre as variáveis ligadas ao meio físico e ao desenvolvimento foram apresentados detalhadamente no trabalho. As razões de cada grupo, o significado de cada fator e correlação, no entanto, só podem ser determinados em outra escala de trabalho, considerando as especificidades e a história local.

5 CONCLUSÕES

- Os resultados obtidos neste trabalho evidenciaram que o banco de dados dos índices de solo e clima, acoplado a um Sistema de Informações Geográficas, constitui uma ferramenta adequada para uso na elaboração de diagnóstico em um planejamento de aptidão ao uso da terra.

- Os resultados obtidos através do estudo utilizando o SIG e a malha municipal brasileira resultaram em uma base de dados geográficos de solos e clima que, relacionados aos dados sócio-econômicos, possibilitaram uma visão global das características dos municípios por região do Brasil, podendo, assim, auxiliar a implementação de políticas de desenvolvimento mais coerentes para o setor primário.

- As técnicas de análise multivariada utilizadas tiveram êxito a partir do uso da análise de agrupamento, o que permitiu reduzir-se o número de municípios por similaridade, facilitando a caracterização dos mesmos por região.

- Foi possível, por meio do exame do comportamento dos diferentes grupos de municípios nas cinco regiões, observar que, de fato, as variáveis de clima, solos e sócio-econômicas sintetizadas pela análise fatorial influenciam, em maior ou menor grau, na caracterização dos municípios.

- A análise de correlação canônica permitiu observar que os conjuntos considerados são dependentes, ou seja, demonstrou que existe relação entre os dados sócio-econômicos e os edafoclimáticos.

ANEXOS

ANEXO A

Tabelas com as chaves de decisões do banco de dados de solos

Tabela 1. Índice risco de erosão (RE) para solos com profundidade maior que 50 cm

Declividade %	Argila %	Argila %	Prof. cm	Nota
inferior a 6	superior a 35	superior a 35	superior a 50	10
inferior a 6	superior a 35	15-35	superior a 50	10
inferior a 6	superior a 35	inferior a 15	superior a 50	10
inferior a 6	15-35	superior a 35	superior a 50	8
inferior a 6	15-35	15-35	superior a 50	10
inferior a 6	15-35	inferior a 15	superior a 50	10
inferior a 6	inferior a 15	superior a 35	superior a 50	7
inferior a 6	inferior a 15	15-35	superior a 50	8
inferior a 6	inferior a 15	inferior a 15	superior a 50	10
6-15	superior a 35	superior a 35	superior a 50	7
6-15	superior a 35	15-35	superior a 50	7
6-15	superior a 35	inferior a 15	superior a 50	7
6-15	15-35	superior a 35	superior a 50	5
6-15	15-35	15-35	superior a 50	6
6-15	15-35	inferior a 15	superior a 50	6
6-15	inferior a 15	superior a 35	superior a 50	2
6-15	inferior a 15	15-35	superior a 50	3
6-15	inferior a 15	inferior a 15	superior a 50	4
superior a 15	superior a 35	superior a 35	superior a 50	3
superior a 15	superior a 35	15-35	superior a 50	3
superior a 15	superior a 35	inferior a 15	superior a 50	3
superior a 15	15-35	superior a 35	superior a 50	2
superior a 15	15-35	15-35	superior a 50	2
superior a 15	15-35	inferior a 15	superior a 50	1
superior a 15	inferior a 15	superior a 35	superior a 50	1
superior a 15	inferior a 15	15-35	superior a 50	1
superior a 15	inferior a 15	inferior a 15	superior a 50	1

Tabela 2. Índice risco de erosão (RE) para solos com profundidade menor que 50 cm

Declividade %	Argila 0-20cm %	Profundidade do solo	Nota
inferior a 6	superior a 35	0 - 50	8
inferior a 6	15-35	0 - 50	7
inferior a 6	inferior a 15	0 - 50	6
6-15	superior a 35	0 - 50	4
6-15	15-35	0 - 50	3
6-15	inferior a 15	0 - 50	1
superior a 15	superior a 35	0 - 50	2
superior a 15	15-35	0 - 50	1
superior a 15	inferior a 15	0 - 50	1

Tabela 3. Índice condições de enraizamento (CE) para solos com profundidade maior que 50 cm

m % 0-20 cm	m % 50-70 cm	CTC cmolc dm ⁻³ 0-20 cm	CTC cmolc dm ⁻³ 50-70 cm	V % 0-20 cm	V % 50-70 cm	Prof. (cm)	Nota
0-50	0-50	0-5	0-5	0-50	0-50	sup. a100	5
0-50	0-50	0-5	0-5	0-50	sup. a 50	sup. a100	6
0-50	0-50	0-5	0-5	sup. a 50	0-50	sup. a100	7
0-50	0-50	0-5	0-5	sup. a 50	sup. a 50	sup. a100	9
0-50	0-50	0-5	0-5	0-50	0-50	51-100	4
0-50	0-50	0-5	0-5	0-50	sup. a 50	51-100	5
0-50	0-50	0-5	0-5	sup. a 50	0-50	51-100	6
0-50	0-50	0-5	0-5	sup. a 50	sup. a 50	51-100	8
0-50	0-50	0-5	sup. a 5	0-50	0-50	sup. a100	5
0-50	0-50	0-5	sup. a 5	0-50	sup. a 50	sup. a100	6
0-50	0-50	0-5	sup. a 5	sup. a 50	0-50	sup. a100	8
0-50	0-50	0-5	sup. a 5	sup. a 50	sup. a 50	sup. a100	10
0-50	0-50	0-5	sup. a 5	0-50	0-50	51-100	4
0-50	0-50	0-5	sup. a 5	0-50	sup. a 50	51-100	5
0-50	0-50	0-5	sup. a 5	sup. a 50	0-50	51-100	6
0-50	0-50	0-5	sup. a 5	sup. a 50	sup. a 50	51-100	9
0-50	0-50	sup. a 5	0-5	0-50	0-50	sup. a100	6
0-50	0-50	sup. a 5	0-5	0-50	sup. a 50	sup. a100	7
0-50	0-50	sup. a 5	0-5	sup. a 50	0-50	sup. a100	8
0-50	0-50	sup. a 5	0-5	sup. a 50	sup. a 50	sup. a100	10
0-50	0-50	sup. a 5	0-5	0-50	0-50	51-100	5
0-50	0-50	sup. a 5	0-5	0-50	sup. a 50	51-100	6
0-50	0-50	sup. a 5	0-5	sup. a 50	0-50	51-100	7
0-50	0-50	sup. a 5	0-5	sup. a 50	sup. a 50	51-100	9
0-50	0-50	sup. a 5	sup. a 5	0-50	0-50	sup. a100	7
0-50	0-50	sup. a 5	sup. a 5	0-50	sup. a 50	sup. a100	8
0-50	0-50	sup. a 5	sup. a 5	sup. a 50	0-50	sup. a100	9
0-50	0-50	sup. a 5	sup. a 5	sup. a 50	sup. a 50	sup. a100	10
0-50	0-50	sup. a 5	sup. a 5	0-50	0-50	51-100	6
0-50	0-50	sup. a 5	sup. a 5	0-50	sup. a 50	51-100	7
0-50	0-50	sup. a 5	sup. a 5	sup. a 50	0-50	51-100	8
0-50	0-50	sup. a 5	sup. a 5	sup. a 50	sup. a 50	51-100	10
0-50	sup. a 50	0-5	0-5	0-50	0-50	sup. a100	3
0-50	sup. a 50	0-5	0-5	sup. a 50	0-50	sup. a100	5
0-50	sup. a 50	0-5	0-5	0-50	0-50	51-100	2
0-50	sup. a 50	0-5	0-5	sup. a 50	0-50	51-100	4
0-50	sup. a 50	0-5	sup. a 5	0-50	0-50	sup. a100	4
0-50	sup. a 50	0-5	sup. a 5	sup. a 50	0-50	sup. a100	6
0-50	sup. a 50	0-5	sup. a 5	0-50	0-50	51-100	3
0-50	sup. a 50	0-5	sup. a 5	sup. a 50	0-50	51-100	5
0-50	sup. a 50	0-5	sup. a 5	sup. a 50	0-50	51-100	4
0-50	sup. a 50	sup. a 5	0-5	0-50	0-50	sup. a100	4
0-50	sup. a 50	sup. a 5	0-5	sup. a 50	0-50	sup. a100	7
0-50	sup. a 50	sup. a 5	0-5	0-50	0-50	51-100	3
0-50	sup. a 50	sup. a 5	0-5	sup. a 50	0-50	51-100	6
0-50	sup. a 50	sup. a 5	sup. a 5	0-50	0-50	sup. a100	5
0-50	sup. a 50	sup. a 5	sup. a 5	sup. a 50	0-50	sup. a100	7
0-50	sup. a 50	sup. a 5	sup. a 5	0-50	0-50	51-100	4
0-50	sup. a 50	sup. a 5	sup. a 5	sup. a 50	0-50	51-100	6
sup. a 50	0-50	0-5	0-5	0-50	0-50	sup. a100	2
sup. a 50	0-50	0-5	0-5	0-50	sup. a 50	sup. a100	3
sup. a 50	0-50	0-5	0-5	0-50	0-50	51-100	2

Tabela 3. Índice condições de enraizamento (CE) para solos com profundidade maior que 50 cm

m % 0-20 cm	m % 50-70 cm	CTC cmolc dm ⁻³ 0-20 cm	CTC 50-70 cm	V % 0-20 cm	V % 50-70 cm	Prof. (cm)	Nota
sup. a 50	0-50	0-5	0-5	0-50	sup. a 50	51-100	3
sup. a 50	0-50	0-5	sup. a 5	0-50	0-50	sup. a100	2
sup. a 50	0-50	0-5	sup. a 5	0-50	sup. a 50	sup. a100	4
sup. a 50	0-50	0-5	sup. a 5	0-50	0-50	51-100	2
sup. a 50	0-50	0-5	sup. a 5	0-50	sup. a 50	51-100	4
sup. a 50	0-50	sup. a 5	0-5	0-50	0-50	sup. a100	2
sup. a 50	0-50	sup. a 5	0-5	0-50	sup. a 50	sup. a100	4
sup. a 50	0-50	sup. a 5	0-5	0-50	0-50	51-100	2
sup. a 50	0-50	sup. a 5	0-5	0-50	sup. a 50	51-100	3
sup. a 50	0-50	sup. a 5	sup. a 5	0-50	0-50	sup. a100	3
sup. a 50	0-50	sup. a 5	sup. a 5	0-50	sup. a 50	sup. a100	4
sup. a 50	0-50	sup. a 5	sup. a 5	0-50	0-50	51-100	3
sup. a 50	0-50	sup. a 5	sup. a 5	0-50	sup. a 50	51-100	4
sup. a 50	sup. a 50	0-5	0-5	0-50	0-50	sup. a100	1
sup. a 50	sup. a 50	0-5	sup. a 5	0-50	0-50	sup. a100	1
sup. a 50	sup. a 50	0-5	0-5	0-50	0-50	51-100	1
sup. a 50	sup. a 50	0-5	sup. a 5	0-50	0-50	51-100	1
sup. a 50	sup. a 50	sup. a 5	0-5	0-50	0-50	sup. a100	1
sup. a 50	sup. a 50	sup. a 5	sup. a 5	0-50	0-50	sup. a100	2
sup. a 50	sup. a 50	sup. a 5	0-5	0-50	0-50	51-100	1
sup. a 50	sup. a 50	sup. a 5	sup. a 5	0-50	0-50	51-100	2

Tabela 4. Índice condições de enraizamento (CE) para solos com profundidade menor que 50 cm

m % 0-20 cm	CTC cmolc dm ⁻³ 0-20 cm	V % 0-20 cm	Profundidade cm	Nota
0-50	0-5	0-50	30-50	3
0-50	0-5	superior a 50	30-50	4
0-50	0-5	0-50	Inferior a 30	2
0-50	0-5	superior a 50	Inferior a 30	3
0-50	superior a 5	0-50	30-50	4
0-50	superior a 5	superior a 50	30-50	6
0-50	superior a 5	0-50	Inferior a 30	3
0-50	superior a 5	superior a 50	Inferior a 30	5
Superior a 50	0-5	0-50	30-50	1
superior a 50	0-5	0-50	Inferior a 30	1
superior a 50	superior a 5	0-50	30-50	2
superior a 50	superior a 5	0-50	Inferior a 30	1

Tabela 5. Índice potencial para mecanização (PM)

Declividade %	Prof. do Solo em cm	Nota
inferior a 6	maior que 30	10
inferior a 6	menor que 30	5
6-15	maior que 30	6
6-15	menor que 30	3
superior a 15	maior que 30	2
superior a 15	menor que 30	1

Tabela 6. Índice drenagem do solo (DS) para os solos com profundidade maior que 50 cm

Prof. do Solo cm	Drenagem %	Argila % 0-20cm	Argila % 50-70cm	Declive	Nota
> 50	Boa	inf. a 15	inf. a 15	3% ou sup.	10
> 50	Boa	inf. a 15	inf. a 15	inf. a 3%	10
> 50	Boa	inf. a 15	15-35	3% ou sup.	10
> 50	Boa	inf. a 15	15-35	inf. a 3%	10
> 50	Boa	inf. a 15	sup. a 35	3% ou sup.	8
> 50	Boa	inf. a 15	sup. a 35	inf. a 3%	7
> 50	Boa	15-35	inf. a 15	3% ou sup.	10
> 50	Boa	15-35	inf. a 15	inf. a 3%	10
> 50	Boa	15-35	15-35	3% ou sup.	10
> 50	Boa	15-35	15-35	inf. a 3%	10
> 50	Boa	15-35	sup. a 35	3% ou sup.	9
> 50	Boa	15-35	sup. a 35	inf. a 3%	8
> 50	Boa	sup. a 35	inf. a 15	3% ou sup.	9
> 50	Boa	sup. a 35	inf. a 15	inf. a 3%	9
> 50	Boa	sup. a 35	15-35	3% ou sup.	9
> 50	Boa	sup. a 35	15-35	inf. a 3%	9
> 50	Boa	sup. a 35	sup. a 35	3% ou sup.	8
> 50	Boa	sup. a 35	sup. a 35	inf. a 3%	8
> 50	Moderada	inf. a 15	inf. a 15	3% ou sup.	8
> 50	Moderada	inf. a 15	inf. a 15	inf. a 3%	7
> 50	Moderada	inf. a 15	15-35	3% ou sup.	7
> 50	Moderada	inf. a 15	15-35	inf. a 3%	6
> 50	Moderada	inf. a 15	sup. a 35	3% ou sup.	6
> 50	Moderada	inf. a 15	sup. a 35	inf. a 3%	4
> 50	Moderada	15-35	inf. a 15	3% ou sup.	8
> 50	Moderada	15-35	inf. a 15	inf. a 3%	7
> 50	Moderada	15-35	15-35	3% ou sup.	7
> 50	Moderada	15-35	15-35	inf. a 3%	6
> 50	Moderada	15-35	sup. a 35	3% ou sup.	6
> 50	Moderada	15-35	sup. a 35	inf. a 3%	5
> 50	Moderada	sup. a 35	inf. a 15	3% ou sup.	6
> 50	Moderada	sup. a 35	inf. a 15	inf. a 3%	6
> 50	Moderada	sup. a 35	15-35	3% ou sup.	5
> 50	Moderada	sup. a 35	15-35	inf. a 3%	5
> 50	Moderada	sup. a 35	sup. a 35	3% ou sup.	4
> 50	Moderada	sup. a 35	sup. a 35	inf. a 3%	4
> 50	Ruim	inf. a 15	inf. a 15	3% ou sup.	3
> 50	Ruim	Inf. a 15	inf. a 15	inf. a 3%	3
> 50	Ruim	inf. a 15	15-35	3% ou sup.	2
> 50	Ruim	inf. a 15	15-35	inf. a 3%	2
> 50	Ruim	inf. a 15	sup. a 35	3% ou sup.	1
> 50	Ruim	inf. a 15	sup. a 35	inf. a 3%	1
> 50	Ruim	15-35	inf. a 15	3% ou sup.	2
> 50	Ruim	15-35	inf. a 15	inf. a 3%	1
> 50	Ruim	15-35	15-35	3% ou sup.	2
> 50	Ruim	15-35	15-35	inf. a 3%	1
> 50	Ruim	15-35	sup. a 35	3% ou sup.	2
> 50	Ruim	15-35	sup. a 35	inf. a 3%	1
> 50	Ruim	sup. a 35	inf. a 15	3% ou sup.	1
> 50	Ruim	sup. a 35	inf. a 15	inf. a 3%	1
> 50	Ruim	sup. a 35	15-35	3% ou sup.	1

Tabela 6. Índice drenagem do solo (DS) para os solos com profundidade maior que 50 cm

Prof. do Solo cm	Drenagem %	Argila % 0-20cm	Argila % 50-70cm	Declive	Nota
> 50	Ruim	sup. a 35	15-35	inf. a 3%	1
> 50	Ruim	sup. a 35	sup. a 35	3% ou sup.	1
> 50	Ruim	sup. a 35	sup. a 35	inf. a 3%	1

Tabela 7. Índice drenagem do solo (DS) para os solos com profundidade menor que 50 cm

Prof. do Solo cm	Drenagem %	Argila 0-20cm	Declive	Nota
< 50	Boa	inferior a 15	3% ou superior	8
< 50	Boa	inferior a 15	inferior a 3%	8
< 50	Boa	15-35	3% ou superior	8
< 50	Boa	15-35	inferior a 3%	8
< 50	Boa	superior a 35	3% ou superior	8
< 50	Boa	superior a 35	inferior a 3%	7
< 50	Moderada	inferior a 15	3% ou superior	7
< 50	Moderada	inferior a 15	inferior a 3%	6
< 50	Moderada	15-35	3% ou superior	6
< 50	Moderada	15-35	inferior a 3%	5
< 50	Moderada	superior a 35	3% ou superior	5
< 50	Moderada	superior a 35	inferior a 3%	4
< 50	Ruim	inferior a 15	3% ou superior	3
< 50	Ruim	inferior a 15	inferior a 3%	2
< 50	Ruim	15-35	3% ou superior	2
< 50	Ruim	15-35	inferior a 3%	1
< 50	Ruim	superior a 35	3% ou superior	1
< 50	Ruim	superior a 35	inferior a 3%	1

Tabela 8. Índice fertilidade do solo (FS) para os solos com profundidade superior a 50 cm

V % 0-20 cm	V % 60-80cm	CTC cmolc dm ⁻³ 0-20 cm	CTC cmolc dm ⁻³ 60-80cm	MO % 0-20 cm	Nota
sup. a 75	sup. a 50	sup. a 5	sup. a 5	sup. a 3	10
sup. a 75	sup. a 50	sup. a 5	sup. a 5	1-3	10
sup. a 75	sup. a 50	sup. a 5	sup. a 5	inf. a 1	9
sup. a 75	sup. a 50	sup. a 5	0-5	sup. a 3	10
sup. a 75	sup. a 50	sup. a 5	0-5	1-3	10
sup. a 75	sup. a 50	sup. a 5	0-5	inf. a 1	9
sup. a 75	sup. a 50	0-5	sup. a 5	sup. a 3	10
sup. a 75	sup. a 50	0-5	sup. a 5	1-3	10
sup. a 75	sup. a 50	0-5	sup. a 5	inf. a 1	9
sup. a 75	sup. a 50	0-5	0-5	sup. a 3	10
sup. a 75	sup. a 50	0-5	0-5	1-3	9
sup. a 75	sup. a 50	0-5	0-5	inf. a 1	8
sup. a 75	0-50	sup. a 5	sup. a 5	sup. a 3	9
sup. a 75	0-50	sup. a 5	sup. a 5	1-3	9
sup. a 75	0-50	sup. a 5	sup. a 5	inf. a 1	8
sup. a 75	0-50	sup. a 5	0-5	sup. a 3	9
sup. a 75	0-50	sup. a 5	0-5	1-3	9

Tabela 8. Índice fertilidade do solo (FS) para os solos com profundidade superior a 50 cm

V % 0-20 cm	V % 60-80cm	CTC cmolc dm ⁻³ 0-20 cm	CTC cmolc dm ⁻³ 60-80cm	MO % 0-20 cm	Nota
sup. a 75	0-50	sup. a 5	0-5	inf. a 1	8
sup. a 75	0-50	0-5	sup. a 5	sup. a 3	9
sup. a 75	0-50	0-5	sup. a 5	1-3	9
sup. a 75	0-50	0-5	sup. a 5	inf. a 1	8
sup. a 75	0-50	0-5	0-5	sup. a 3	9
sup. a 75	0-50	0-5	0-5	1-3	8
sup. a 75	0-50	0-5	0-5	inf. a 1	8
51-75	sup. a 50	sup. a 5	sup. a 5	sup. a 3	10
51-75	sup. a 50	sup. a 5	sup. a 5	1-3	10
51-75	sup. a 50	sup. a 5	sup. a 5	inf. a 1	9
51-75	sup. a 50	sup. a 5	0-5	sup. a 3	10
51-75	sup. a 50	sup. a 5	0-5	1-3	10
51-75	sup. a 50	sup. a 5	0-5	inf. a 1	9
51-75	sup. a 50	0-5	sup. a 5	sup. a 3	10
51-75	sup. a 50	0-5	sup. a 5	1-3	10
51-75	sup. a 50	0-5	sup. a 5	inf. a 1	9
51-75	sup. a 50	0-5	0-5	sup. a 3	9
51-75	sup. a 50	0-5	0-5	1-3	9
51-75	sup. a 50	0-5	0-5	inf. a 1	8
51-75	0-50	sup. a 5	sup. a 5	sup. a 3	8
51-75	0-50	sup. a 5	sup. a 5	1-3	8
51-75	0-50	sup. a 5	sup. a 5	inf. a 1	7
51-75	0-50	sup. a 5	0-5	sup. a 3	8
51-75	0-50	sup. a 5	0-5	1-3	7
51-75	0-50	sup. a 5	0-5	inf. a 1	7
51-75	0-50	0-5	sup. a 5	sup. a 3	7
51-75	0-50	0-5	sup. a 5	1-3	6
51-75	0-50	0-5	sup. a 5	inf. a 1	6
51-75	0-50	0-5	0-5	sup. a 3	7
51-75	0-50	0-5	0-5	1-3	6
51-75	0-50	0-5	0-5	inf. a 1	5
superior a 75	0-50	0-5	0-5	1-3	8
superior a 75	0-50	0-5	0-5	inferior a 1	8
51-75	superior a 50	superior a 5	superior a 5	superior a 3	10
51-75	superior a 50	superior a 5	superior a 5	1-3	10
51-75	superior a 50	superior a 5	superior a 5	inferior a 1	9
51-75	superior a 50	superior a 5	0-5	superior a 3	10
51-75	superior a 50	superior a 5	0-5	1-3	10
51-75	superior a 50	superior a 5	0-5	inferior a 1	9
51-75	superior a 50	0-5	superior a 5	superior a 3	10
51-75	superior a 50	0-5	superior a 5	1-3	10
51-75	superior a 50	0-5	superior a 5	inferior a 1	9
51-75	superior a 50	0-5	0-5	superior a 3	9
51-75	superior a 50	0-5	0-5	1-3	9
51-75	superior a 50	0-5	0-5	inferior a 1	8
51-75	0-50	superior a 5	superior a 5	superior a 3	8
51-75	0-50	superior a 5	superior a 5	1-3	8
51-75	0-50	superior a 5	superior a 5	inferior a 1	7
51-75	0-50	superior a 5	0-5	superior a 3	8
51-75	0-50	superior a 5	0-5	1-3	7
51-75	0-50	superior a 5	0-5	inferior a 1	7
51-75	0-50	0-5	superior a 5	superior a 3	7

Tabela 8. Índice fertilidade do solo (FS) para os solos com profundidade superior a 50 cm

V% 0-20 cm	V% 60-80cm	CTC cmolc dm-3 0-20 cm	CTC cmolc dm-3 60-80cm	MO% 0-20 cm	Nota
51-75	0-50	0-5	superior a 5	1-3	6
51-75	0-50	0-5	superior a 5	inferior a 1	6
51-75	0-50	0-5	0-5	superior a 3	7
51-75	0-50	0-5	0-5	1-3	6
51-75	0-50	0-5	0-5	inferior a 1	5
30-50	superior a 50	superior a 5	superior a 5	superior a 3	7
30-50	superior a 50	superior a 5	superior a 5	1-3	7
30-50	superior a 50	superior a 5	superior a 5	inferior a 1	6
30-50	superior a 50	superior a 5	0-5	superior a 3	7
30-50	superior a 50	superior a 5	0-5	1-3	6
30-50	superior a 50	superior a 5	0-5	inferior a 1	6
30-50	superior a 50	0-5	superior a 5	superior a 3	7
30-50	superior a 50	0-5	superior a 5	1-3	7
30-50	superior a 50	0-5	superior a 5	inferior a 1	6
30-50	superior a 50	0-5	0-5	superior a 3	6
30-50	superior a 50	0-5	0-5	1-3	6
30-50	superior a 50	0-5	0-5	inferior a 1	5
30-50	0-50	superior a 5	superior a 5	superior a 3	5
30-50	0-50	superior a 5	superior a 5	1-3	4
30-50	0-50	superior a 5	superior a 5	inferior a 1	3
30-50	0-50	superior a 5	0-5	superior a 3	5
30-50	0-50	superior a 5	0-5	1-3	4
30-50	0-50	superior a 5	0-5	inferior a 1	3
30-50	0-50	0-5	superior a 5	superior a 3	4
30-50	0-50	0-5	superior a 5	1-3	4
30-50	0-50	0-5	superior a 5	inferior a 1	3
30-50	0-50	0-5	0-5	superior a 3	4
30-50	0-50	0-5	0-5	1-3	3
30-50	0-50	0-5	0-5	inferior a 1	3
inferior a 30	superior a 50	superior a 5	superior a 5	superior a 3	5
inferior a 30	superior a 50	superior a 5	superior a 5	1-3	4
inferior a 30	superior a 50	superior a 5	superior a 5	inferior a 1	4
inferior a 30	superior a 50	superior a 5	0-5	superior a 3	5
inferior a 30	superior a 50	superior a 5	0-5	1-3	4
inferior a 30	superior a 50	superior a 5	0-5	inferior a 1	4
inferior a 30	superior a 50	0-5	superior a 5	superior a 3	5
inferior a 30	superior a 50	0-5	superior a 5	1-3	4
inferior a 30	superior a 50	0-5	superior a 5	inferior a 1	4
inferior a 30	superior a 50	0-5	0-5	superior a 3	5
inferior a 30	superior a 50	0-5	0-5	1-3	4
inferior a 30	superior a 50	0-5	0-5	inferior a 1	3
inferior a 30	0-50	superior a 5	superior a 5	superior a 3	3
inferior a 30	0-50	superior a 5	superior a 5	1-3	2
inferior a 30	0-50	superior a 5	superior a 5	inferior a 1	1
inferior a 30	0-50	superior a 5	0-5	superior a 3	3
inferior a 30	0-50	superior a 5	0-5	1-3	2
inferior a 30	0-50	superior a 5	0-5	inferior a 1	1
inferior a 30	0-50	0-5	superior a 5	superior a 3	2
inferior a 30	0-50	0-5	superior a 5	1-3	1
inferior a 30	0-50	0-5	superior a 5	inferior a 1	1
inferior a 30	0-50	0-5	0-5	superior a 3	1
inferior a 30	0-50	0-5	0-5	1-3	1
inferior a 30	0-50	0-5	0-5	inferior a 1	1

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.A.; VETTER, D.A análise de relações entre conjuntos de variáveis na matriz geográfica: correlação canônica. In: FAISSOL, S. **Tendências atuais na geografia urbana regional**: teorização e quantificação. Rio de Janeiro. IBGE, 1978. p.133-144.
- ASSAD, E.D.; MACEDO, M.A.; ZULLOR JÚNIOR, J.; PINTO, H.S.; BRUNINI, O. Avaliação de métodos geoestatísticos na espacialização de índices agrometeorológicos para definir riscos climáticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.2, p.161-171, 2003.
- ASSAD, M.L.L.; HAMADA, E.; CAVALARI, A. Sistema de informações geográficas na avaliação de terras para agricultura. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.). **Sistema de informações geográficas**: aplicações na agricultura. Brasília: EMBRAPA-SPI; CPAC, 1998. p.191-232.
- AZEVEDO, E.C. de; MANGABEIRA, J.A.C.; MIRANDA, J.R. **Utilização de Sistemas de Informações Geográficas na análise de sustentabilidade das atividades agrícolas no Município de Holambra-SP**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2001. 21p.
- BARBOSA, C.C.F. Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento. São José dos Campos, 1996. 157p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- BASSO, F.; BOVE E.; DUMONTET S.; FERRARA A.; PISANTE M.; QUARANTA G.; TABERNER M. Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy). **Catena**, v.40, p.19–35, 2000.

- BOLTMA, J. The role of quantitative approaches in soil science when interacting with stakeholders. **Geoderma**, v.78, p.1-12, 1997.
- BONELLI, R.; RAMOS, L. Distribuição de renda no Brasil: avaliação das tendências de longo prazo e mudanças na desigualdade desde meados dos anos 70. **Revista de Economia Política**, v.13, n.50, p.76-97, 1993.
- BRETT, A.B. Physical environmental modeling, visualization and query for supporting landscape planning decisions. **Landscape and Urban Planning**, v.65, p.237-259, 2003.
- BUENO, R. O cadastro e o desenvolvimento sustentável. **Revista InfoGEO**, v.3, n.18, p.16-183, 2001.
- BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1986. 194p.
- BURROUGH, P.A.; VAREKAMP C.; SKIDMORE, A.K. Using public domain geostatistical and GIS software for spatial interpolation. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v.62, n.7, p. 845-854, 1996.
- CÂMARA, G. Anatomia de sistemas de informação geográfica: visão atual e perspectiva de evolução. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 2., São Paulo, 1993. **Anais**. São Paulo: USP, 1993. p.157-183.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: EMBRAPA, SPI, CPAC, 1998. p.3-29.
- CAMARGO, A.P. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1971. 28p. (Boletim Técnico, 116).
- CAMARGO, A.P.; PINTO, H.S.; PEDRO J.R., M.J.; ALFONSI, A.A.; ORTOLONI, A.A. Aptidão climática de culturas agrícolas. In: SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. **Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1974. v.1, p.109-149.
- CARSON, W.H. **Manual global de ecologia: o que você pode fazer a respeito do meio ambiente**. São Paulo: Augustus, 1993. 413p.

- CARVALHO JUNIOR, W.; CHAGAS, C.S.; PEREIRA, N.R. & STRAUCH, J.C.M. Elaboração de zoneamentos agropedoclimáticos por geoprocessamento: soja em municípios do rio grande do sul. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.27, p.379-387, 2003.
- CASTRO, J. F. M. Caracterização espacial do Sul de Minas e “entorno” utilizando-se o modelo potencial e a análise de fluxos em sistemas digitais: uma proposta metodológica. Rio Claro, 2000. 126p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- CONFEDERAÇÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Agenda propositiva da agropecuária**. <<http://www.cna.org.br/cna/publicacao/noticia.pdf>. > (20 dez. 2004).
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1999. 236p.
- DAILY, G.; DASGUPTA, P.; BOLIN, B.; CROSSON, P.; GUERNY, J.D.U; EHRLICK P.; FOLKE, C.; JANSSON, A.M.; KAUTSKY, N.K. Food production, population growth, and the environment. **Science**, v.281 n.5381, p.1291- 1292, 1998.
- DALE, P.F.; McLAUGHLIN, J.D. **Land information management: an introduction with special reference to cadastral problem in Third World countries**. New York: Oxford University Press, 1988. 263 p.
- DEININGER, K. Making negotiated land reform work: initial experience from Colombia, Brazil and South Africa. **World Development**, v.27, n.4, p.651-672, 1999.
- DIAMOND, J.M. **Armas germes e aço: os destinos das sociedades humanas**. 4.ed. Rio de Janeiro: Record, 2003. 472p.
- DIEPEN, C.A. van; KEULEN, H van.; WOLF, J.; BERKHOUT, I A.A. Land evaluation: from intuition to quantification. **Advances in Soil Science**, v.15 p.139-204, 1991.
- DOOREMBOS, J; KASSAN, A. H. **Efectos del agua em el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212p.

- DRUMMOND, J.A. Natureza rica, povos pobres? – questões conceituais e analíticas sobre o papel dos recursos naturais na prosperidade contemporânea. **Ambiente & Sociedade**, n.10, p.45-68, 2002.
- DYSON, T. World food trends and prospects to 2025. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, v. 96, p.5929-5936, 1999.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos . Rio de Janeiro, **Mapa de solos do Brasil**. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária, 1981. Escala 1: 5.000.000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Sistema brasileiro de classificação de solos: 4º aproximação**. Rio de Janeiro, 1997. 25p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Balanco social da pesquisa agropecuária brasileira 1998**. <<http://www22.sede.embrapa.br/publicacoes/balsoc1998/balsoc.htm>> (04 Jan. 2005).
- ENGELN, V.W.P van.; WEN, T.T.. **Global and national soils and terrain digital databases SOTER: procedures manual revised edition**. Wageningen: International Soil Reference and Information Centre, 1995. 122p.
- EGENHOFER, M.J.; FRANK, A.U. Prospective views of GIS technologies and applications. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, São Paulo, 1990. **Anais**. São Paulo: USP, EP, 1990. p.95-102.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000, 360p.
- FAYYAD, U. Mining databases: towards algorithms for knowledge discovery, bulletin of tech. **Committee on Data Engineering**, v.21, p.29-48, 1998.
- FELGUEIRAS, C.A. **Modelagem ambiental com tratamento de incertezas em sistemas de informações geográficas: o paradigma geoestatístico por indicação**. <<http://www.dpi.inpe.br/teses/carlos>> (15 Dez. 2004).
- FIGUEREDO JUNIOR, L.G.M. de. Modelo para estimação da produtividade de grãos de milho no Estado de São Paulo. Piracicaba, 2004. 68 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- FISCHER, G.; VELTHUIZEN, H. van; SHAH M.; NACHTERGAELE, F. **Global agro-ecological assessment for agriculture in the 21st century: methodology and results**. Rome: FAO, 2002. 155p.
- IORE, E. G., Relações econômicas entre educação e produto social da agricultura. Piracicaba, 2001. 114p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.
- FAO. **A framework for land evaluation**. Rome: FAO, 1976. p15. (FAO Soils Bulletin, 32).
- FAO. **With world-wide agroclimatic data: user's manual** (compact disc). Rome: FAO, 1995. 68p. (FAO. Agrometeorology Series working Paper, 11).
- FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Agora sim, a agricultura zoneada: bom para todos. In: **Agrianual 1997**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 1996. p.22-24.
- FRANKO, U.; SCHRAMM, G.; RODIONOVA, V.; KÖRSCHENS, M.; SMITH, P.; COLEMAN, K.; ROMANENKOV, V.; SHEVTSOVA, L. EuroSOMNET - a database for long-term experiments on soil organic matter in Europe. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.33, n.3, p.233-239, 2002.
- FROGBROOK, Z.L.; OLIVER, M.A.; SALAH, M.; ELLIS, R.H. Exploring the spatial relations between cereal yield and soil chemical properties and the implications for sampling. **Soil Use and Management**, v.18, p.1-9, 2002.
- FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Projeto mudanças climáticas globais e seus impactos nos ecossistemas brasileiros**. Brasília: Centro de Previsão do Tempo e Pesquisas Climáticas, 2002. 71p.
- GADIOLI, J.L. Estimativa de rendimento de grãos e caracterização fitotécnica da cultura de milho (*Zea mays* L). Piracicaba, 1999. 86p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- GOEDERT, W.J. **Solos sob cerrado**: tecnologias e estratégias de manejo. São Paulo: Nobel, 1997. 422p.

- GERARDI, L.H.O.; TEIXEIRA, A.L.A.; FERREIRA, M.C. Tratamento de dados socioeconômicos em SIG's. **Geografia**, v.16, n.1, p.37-52, 1991.
- GERARDI, L.H.O.; SILVA, B.C.N. **Quantificação em geografia**. São Paulo: Difel, 1981. 161p.
- GOMES, J.M.; VELHO, L. **Computação visual**: imagens. Rio de Janeiro: SBM, 1995. 20p.
- GONÇALVES, C.S.; MONTE, I.G.; CÂMARA, N.L. Clima. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recursos naturais e meio ambiente**: uma visão do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. p.191-207.
- GUANZIROLI, C.E; CARDIM, E.S. **Novo retrato da agricultura familiar**: projeto de cooperação técnica. <<http://www.incra.gov.br/sade/doc/AgriFam.htm>> (22 Fev. de 2000).
- GUANZIROLLI C.E. **The agrarian reform and globalization of the economy: Brazil's case**. Brasília: MDA; FAO.1999. 29p. (Report v.5)
- HADDAD, P.R. **Economia regional, teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB; ETENE,1989. 166p.
- HAIR, J.F.; ANDERSON R.E.; TATHMAM, R. L. **Multivariate data analysis with readings**. New York: Macmillan, 1987. 449p.
- HARMAN, H.H. **Modern factor analysis**. 3. ed. Chicago: University of Chicago Press, 1976. 487 p.
- HASENACK, H. O processamento no processo de tomada de decisão. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v.20, p.34-46, 1995.
- HASLETT, J.R. Geographic information systems: a new approach to habitat definition and the study of distributions. **Trends in Ecology & Evolution**. v.5, n.7, p.214-218. 1990.
- HINNEBURG, A.; KEIM, D.A. Optimal grid-clustering: towards breaking the curse of dimensionality in high-dimensional clustering. **Very Large Data Bases Journal**, v.8, p.506-517, 1999.
- HURNI, H. Assessing sustainable land management (SLM). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.81, p.83-92, 2000.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha municipal digital do Brasil**: situação em 1997 (compact disc). Rio de Janeiro, 1999.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 1995/1996**. <<http://www.ibge.gov.br>> 24 maio 2004.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Unidade animal. <<http://www.incr.gov.br/>> (02 agosto 2004).
- INSTITUTO PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Produção agrícola municipal de 2004**. <<http://www.ipeadata.gov.br>> (24 maio 2004).
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4.ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1998. 816p.
- KEIM, D.A. *Designing pixel-oriented visualization techniques: theory and applications*. **IEEE Computer Society**, v.6, p.59-78, 2000.
- KEIM, D.A.; NORTH, S.C.; PANSE C. CartoDraw: a fast algorithm for generating contiguous cartograms. **Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v.10, n.1, p.95-110, 2004.
- KLINGEBIEL, A.A.; MONTGOMERY, P.H. **Land capability classification**. Washington: USDA, 1961, 210p.
- LAMPARELLI, R.A.C.; ROCHA, J.V.; BORGHI E. **Geoprocessamento e agricultura de precisão**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 118 p.
- LATIF, S.A. A análise fatorial auxiliando a resolução de um problema real de pesquisa de marketing. São Paulo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v.01, n.01, p.1-10, 1994.
- LEPSCH, I.F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: SBCS, 1991, 175p.
- LEPSCH, I.F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.
- LIMA, A.S. **Aplicações em Visual Basic 6: Banco de Dados**. São Paulo: Érica, 1999. 256 p.
- LOPES, A.S. **Solos sob cerrado**: características, propriedades e manejo. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 162p.

- LOBELL, D.B.; ORTIZ-MONASTERIO, J.I.; ADDAMS, C.L.; ASNER, G.P. Soil, climate, and management impacts on regional wheat productivity in Mexico from remote sensing. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.114, p.31-43, 2002.
- LUO, Q.; WILLIAMS, M.A.J.; BELLOTTI, W. BRYAN, B. Quantitative and visual assessments of climate change impacts on South Australian wheat production. **Agricultural Systems**, v.77, p.173–186, 2003.
- LUCHIARI JÚNIOR, A.; RESENDE, M.; RITCHEY, K.D.; FREITAS JÚNIOR, E.; SOUZA, P.I.M. Manejo do solo e aproveitamento de água. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo**. Planaltina: Embrapa, CPAC, 1997. p.285-322.
- McBRATNEY, A.B.; WEBSTER, R. Choosing functions for semivariograms of soil properties and fitting them to sampling estimates. **Journal of Soil Science**, v.37, p.617-639, 1986.
- MAINGUENAUD, M. Consistency of spatial database query results. **Computers, Environment and Urban Systems**, v.18, n.5, p.333-342, 1994.
- MALCZEWSKI, J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. **Progress in Planning** v.62 p.3–65, 2004.
- MANLY, B. F.J. **Multivariate statistical methods: a primer**. 2.ed. London: Chapman, 1994. 215p.
- MAPEDZA, E.; WRIGHT, J.; FAWCETT, R. An investigation of land cover change in Mafungautsi forest, Zimbabwe, using GIS and participatory mapping. **Applied Geography**, v.23, p.1-21, 2003.
- MARQUES, J.Q.A. ; GROHMANN, F.; BERTONI, J. Levantamento conservacionista. Levantamento e classificação de terras para fins de conservação do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., Campinas, 1949 **Anais**. Rio de Janeiro: SBCS, 1949. p.651-676.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic press, 1995. 889p.

- MARTORANO, L.G.; ANGELOCCI, L.R.; VETTORAZZI, C.A.; VALENTE, O.A. Zoneamento agroecológico para a região de Ribeirão Preto utilizando um sistema de informações geográficas. **Scientia Agricola**, v.56, n.3, p.739-747, 1999.
- MASTERS, W.A.; McMILLAN, M.S. Clima and scale in economic growth. **Journal of Economic Growth**, v.6, p.167-186, 2001.
- MATSON, P.A.; PARTON, W.J.; POWER, A.G.; SWIFT, M.J. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, v.277 n.5325, p.504-509, 1997.
- MEDEIROS, C.B. PIRIES, F. Banco de dados e sistemas de informações geográficas. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília: Embrapa, SPI, 1998. p.31-45.
- MICROIMAGES. **Sistema de informações geográficas TNTMips 6.8**. Lincoln, 2001. 1065p.
- MILLIGAN, G.W. A review of Monte Carlo tests of cluster analysis. Mahwah. **Journal Multivariate Behavioral Research**, v. 16, p.379-407, 1981.
- MOITA NETO, J.M.; MOITA, G.C. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química Nova**, v.21, n.4, p.467-469, 1998.
- MONTEIRO FILHO, C.J.; SOR, J.L. Recursos florestais. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. p.126-169.
- MOREHOUSE, S. The ARCANFO Geographical information system. **Computers & Geosciences**, v.18, n.4, p.435-443, 1992.
- MOREIRA, A. J. da R., Utilização de um sistema de informações geográficas na caracterização de uma bacia hidrográfica na reserva biológica de Tiguá, Rio de Janeiro. Piracicaba, 1994. 91 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MÜNIER, B.; BIRR-PEDERSEN, K.; SCHOU, J.S. Combined ecological and economic modeling in agricultural land use scenarios. **Ecological Modelling**, v.174, p.5-18, 2004.

- OLDEMAN, L.R.; ENGELN, V.W.P van. A world soils and terrain digital database SOTER: an improved assessment of land resources. **Geoderma**, v.60, p.309-325, 1993.
- ORTOLANI, A.A.; PINTO H.S.; PEREIRA, A.R.; ALFONSI, R.R. **Parâmetros climáticos e a cafeicultura**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1970, 27p.
- OZIMEK, J. **Targeting for success: a guide to new techniques for measurement and analysis in Database and direct response marketing** London: McGraw-Hill Book Company, Inc. 1993. 268p.
- PANDOLFO, C. Parâmetros básicos para uso na modelagem do rendimento de matéria seca em alfafa (*Medicago sativa* L.). Porto Alegre, 1995. 128p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia, Universidade do Rio Grande do Sul.
- PAZ, V.P.S da; TEODORO, R.E.D.F.; MENDONÇA, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3. p.465-473, 2000.
- PEDRO JÚNIOR, M.J.; MELLO, M.H.A.; PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização agroclimática da microbacia: alto curso do Ribeirão São Domingos (Pindorama)**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1994. 27p. (Boletim Técnico, 150).
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- PEREIRA, G.; ALMEIDA, F.A. de; FURLANI, J.A.; BEEK, K.J. **Oferta e demanda de recursos de terra no Brasil**. Brasília: SUPLAN, 1975. 106 p.
- PRADO, I.P.; LEWINSOHN, T.; CARMO, R.L. do; HOGAN, D.J. Ordenação multivariada na ecologia e seu uso em ciências ambientais. **Ambiente & Sociedade**, n.10, p.60-83, 2002.
- PRADO JUNIOR, C. **História econômica do Brasil**. 42.ed São Paulo,. Ed. Brasiliense, 199. 364p.
- PUNJ, G.; STEWART, D.W. Cluster analysis in marketing research: review and suggestions form application. **Journal of Marketing Research**, v.20, n.2, p.134-148, 1983.

- RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA E.G.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Brasília: SUPLAN, EMBRAPA, SNLCS, 1978. 70p.
- RAMALHO, G.G.C. Mapeamento geotécnico de Viçosa com uso de sistemas de informações geográficas. Viçosa, 1994. 120p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- RAMIREZ, M. R. Sistemas gerenciadores de bancos de dados para geoprocessamento. Rio de Janeiro, 1994. 135p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pos-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- RIBARSKY, W.; KATZ, J.; JIANG, F.; HOLLAND, A. Discovery visualization using fast clustering. **IEEE, Computer Graphics and Applications**, v.19, p.32-39, 1999.
- RIBEIRO, D. **O povo brasileiro: evolução e o sentido do Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995. 475 p.
- RICCI, A.K. **Geostatistics using SAS@ Software**. <<http://www.pace.edu/nesug/proceedings/nesug98/STAT/p003.PDF>> (10 dezembro 2004).
- RODRIGUES, M. Introdução ao geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, São Paulo, 1990. **Anais**. São Paulo: USP, 1990. p.1-26.
- RODRIGUES, M.C.P. Potencial de desenvolvimento dos municípios fluminenses: uma metodologia alternativa ao IQM, com base na análise fatorial exploratória e na análise de clusters. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v.9, n.1, p.74-89, 2002.
- ROSA, D. de la; MAYOL, F.; MORENO, F.; CABRERA, F.; DI´AZ-PEREIRA, E.; ANTOINE, J. A multilingual soil profile database (*SDBm Plus*) as an essential part of land resources information systems. **Environmental Modelling & Software**, v.17. p.721–730, 2002.
- ROSENBERG, N.J.; BLAD, B.L.; VERMA, S.B. **Microclimate: the biological environment**. New York: Jonh Wiley, 1983, 495p.
- ROVAN, J.; SAMBT, J. **Socio-economic differences among slovenian municipalities: a cluster analysis approach**. <<http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pubmz/mz19rovan.pdf>> (10 novembro 2003).

- SALA, O.E.; CHAPIN, F.S.; ARMESTO, J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HILTNER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L.F.; JACKSON, R.B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D. M.; MOONEY, H.A.; OESTERBELD, M.; POFF, N.L.; SYKES, M. T.; WALKER, B.H.; WALKER, M.; WALL, D.H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science**, v.287, n.10, p.1770-1774, 2000.
- SANO, E.E.; ASSAD, E.D.; MOREIRA, L.; MACEDO, J. Estruturação de dados geoambientais no contexto da fazenda experimental. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2.ed. Brasília: Embrapa, SPI, 1998. p.95-118.
- SANTOS, F.S.; CARVALHAIS, H.B.; PIRES, F. Planejamento ambiental e sistemas de informações. **Caderno de Informações Georreferenciadas**, (revista eletrônica) <<http://orion.cpa.unicam.br/revista.html.vol.2>> (25 Fev. 2002).
- SAS INSTITUTE. **Software**: versão 8.0. Cary, 1999.
- SCHNEIDER, S.; WAQUIL, P. **Crítica metodológica e tipologia dos municípios gaúchos com base em indicadores sócio-econômicos: projeto Rio Grande do Sul – Rural**. Porto Alegre: Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, 2000. 132p. (Relatório de Consultoria Técnica).
- SCHNEIDER, S.; WAQUIL, P. Caracterização sócio-econômica dos municípios gaúchos e desigualdades regionais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.39, p.117-142, 2001.
- SEGUIN, B. Géophysique externe, climat et environnement (Climat) adaptation des systèmes de production agricole au changement climatique. **Comptes Rendus Geoscience**, v.335, p.569-575, 2003.
- SILVA, F.A.M. Estimativa da variação espaço-temporal da disponibilidade hídrica decenal no Estado de Goiás. São Carlos, 1995. 131p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SIMÃO, M.L.R. Contribuições Potenciais da Geoinformação para Competitividade em um Mundo Globalizado. **Informe Agropecuário**, v.20, n.199, p.38-46, 1999.
- SOARES, J.O.; MARQUÊS, M.M.L.; MONTEIRO, C.M.F. A multivariate methodology to uncover regional disparities: A contribution to improve European

- Union and governmental decisions. **European Journal of Operational Research** v.145, p.121–135, 2003.
- SOUZA, C.G. Solo: potencialidade agrícola. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro : IBGE, 1997. p.75-109.
- SOUZA, L.C.; QUEIROZ, J.E.; GHEYI, H.R. Variabilidade espacial da salinidade de um solo aluvial no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1. p.35-40, 2000.
- STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES. **SPSS for windows base system user's guide release 5.0**. Chicago, 1992, 672p.
- STEEG, J. **Land evaluation for agrarian reform a case study for Brazil**. Braunschweig: FAL Agricultural Research, 2003. 102p.
- STEEG, J.; COOPER, M.; DOURADO NETO, D.; SPAROVEK, G.; MAULE, R.F. As assentamentos inseridos no contexto nacional. In: SPAROVEK, G. **A qualidade dos assentamentos da reforma agrária brasileira**. São Paulo: Paginas & Letras Editora e Gráfica, 2003. p.141-162.
- STRAUCH, J.C.M.; SOUZA, J.M.; MATOSSO, M.L. **Estudo dos modelos de dados dos sistemas de informações geográfica ARC/INFO e SPRING**. <http://www.dpi.inpe.br/crsus/ser303/julia_arcinf_spring.pdf> (13 Abr. 2003).
- STRECK, C.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.755-760, 2004.
- TABACHNICK, B.G.; FIDELL, E L. S. **Using multivariate statistics**. 3.ed. New York: HarperCollins. 1996. 880 p.
- TRANGMAR, B.B.; YOST, R.S.; WADE, M.K.; UEHARA, G. Applications of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, v.38, p.45-94, 1985.
- THOMSON, A.J.; SCHMOLDT, D.L., Ethics in computer software design and development. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.30, n.1/3, p.85-102, 2001.

- THORNTON, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Drexel: Institute of Technology, 1955. 104p.
- UNITED NATIONS FOR DEVELOPMENT PROGRAM. **Human development report 2002**. New York: Oxford University, 2002. 292p.
- VEGA, M.; PARDO, R.; BARRADO, E.; BARRADO, E.; DEBÁN, L. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis". **Water Research**, v.32, n.12, p.3581-3592, 1998.
- VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 2000. 448p.
- VIEIRA, E.; TAGLIANI, C.R. Criação de um banco de dados geográficos para o município de Capão do Leão – RS. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO, 10., Foz do Iguaçu, 2001. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2001. p.1039-1046.
- VIEIRA, L. S. **Manual de ciência do solo: com ênfase aos solos tropicais**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 464p.
- WALKER, P.A. Modeling wildlife distributions using a geographic information system: kangaroos in relation to climate. **Journal of Biogeography**, v.17, n.3, p.279-289, 1990.
- WANG, M.; ZHANG N. Information technology alters the roadmap to agricultural modernization. **Computers and Electronics in Agriculture**. v.36, n.2/3, p.91-92, 2002.
- WAQUIL, P.D. Globalização, formação de blocos regionais e implicações para o setor agrícola no Mercosul. **Análise Econômica**, n.27, p.1-13, 1997.
- WARD JUNIOR, J.H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, v.58, p.236-244, 1963.
- WEBSTER, R. Quantitative spatial analysis in the field. **Advances in Soil Science**, v.3, p.1-70, 1985.
- YALDIR, A. K.; REHMAN, T. A methodology for constructing multicriteria decision support systems for agricultural land consolidation using GIS and API: an

illustration from Turkey. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.36, p.55-78, 2002.

YEGANIANZ, L.; MACÊDO, M.M.C. **Avaliação do impacto social de pesquisa agropecuária**: a busca de uma metodologia baseada em indicadores. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 59p.