

UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS DE ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA PARA A INTERPRETAÇÃO DAS INFORMAÇÕES ENERGÉTICAS ESTADUAIS¹

LUIZ ROBERTO ALMEIDA GABRIEL², WALTER BOLLER³, RICARDO RALISCH⁴, MÁRIO KIYOSHI KAWAPHARA⁵, CLÁUDIO CABELLO⁶ E PAULO ROBERTO CURI⁷

RESUMO - Buscou-se, com este trabalho, submeter uma série de indicadores de energia dos estados brasileiros a um tratamento estatístico que permitisse sua melhor visualização e interpretação. Foram usadas dez variáveis, incluindo a produção de energia primária e o consumo de energia, nas suas diversas formas, no total e per capita, observados no ano de 1984, em todos os estados brasileiros. Aplicou-se a Análise de Agrupamento e a Análise de Componentes Principais. Os dados de produção e consumo totais permitiram formar 04 grupos de estados de acordo com sua similaridade. Os indicadores que mais contribuíram para discriminar os estados foram o consumo final de energia, o consumo residencial de GLP e o consumo de eletricidade, enquanto que a produção de energia primária, o consumo residencial de energia e o consumo de gasolina e álcool foram os que menos contribuíram. Com relação aos indicadores de energia per capita, formaram-se 08 grupos, sendo mais importantes na discriminação dos estados o consumo final de energia, o consumo de energia em transportes e o consumo residencial de GLP. O trabalho constata que os estados com maior produção e consumo de energia são os estados mais desenvolvidos.

Termos para indexação: Análise de Agrupamento, Produção de Energia, Consumo de Energia, Componentes Principais.

USE OF MULTIVARIATE STATISTICAL METHODS FOR INTERPRETATION OF ENERGY DATA OF THE BRAZILIAN STATES

ABSTRACT - A series of tabular data related to energetic indices (indices of energy) of the Brazilian states were submitted to statistical treatment in order to improve the visualization and interpretation of the data. Ten variables were used, including primary energy production and energy consumption in their different aspects, total and per capita, observed in 26 states in 1984. Cluster and principal component analyses were used. Total production and consumption data were grouped into four sets

¹ Recebido em 29.06.93

Aceito para publicação em 30.11.94

² Professor Assistente Doutor do Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências Tecnológicas da UNESP, Campus de Presidente Prudente - C.P. 957 - CEP 19.060-900 - Presidente Prudente - S.P.

³ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola, Faculdade de Agronomia da UPF. CP 567, CEP 99.001-970 Passo Fundo, RS.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Departamento de Agronomia do CCA / UEL. CP 6001, CEP 86.051-970 Londrina, PR.

⁵ Engenheiro Eletricista, Departamento de Engenharia Elétrica da FTE/UFMT. Av. Fernando Corrêa S/N CEP 78.090-000 Cuiabá, MT.

⁶ Químico, Mestre em Energia na Agricultura, Departamento de Química, FC / UNESP. CP 473, CEP 17.033-360 Bauru, SP.

⁷ Professor Titular do Serviço de Estatística e Computação, da FMVZ / UNESP. CP 526, CEP 18.603-970 Botucatu, SP.

(groups) of states, according to their similarities. Consumption of final energy, domestic LPG and electric energy had major contribution for the differentiation amongst the states, while primary energy production and the consumption of domestic energy, gasoline and alcohol had the least. Consumption of final energy, of energy in transportation and domestic LPG were the most important factors to differentiate of states (grouped in eight sets) with respect to per capita indices. The test showed that the states with higher energy production and consumption were the most developed ones.

Index terms: Cluster Analysis, Energy Production, Energy Consumption, Principal Components.

INTRODUÇÃO

A energia, há muito tempo, deixou de ser preocupação exclusiva de cientistas, para se transformar num dos problemas mais importantes da atualidade. Até meados da década de 1970, os combustíveis fósseis alavancaram o desenvolvimento das nações industrializadas, tendo como principal fonte energética, inclusive para a geração de eletricidade, o petróleo, abundante e barato.

GOLDEMBERG (1979) afirmou que a civilização industrial e as grandes potências da atualidade desenvolveram-se com base no uso do petróleo, carvão, gás, lenha e energia hidrelétrica. O conforto material de populações de centenas de milhões de habitantes não poderia firmar-se, como na antiguidade, no uso de escravos. Os escravos do século XX são as máquinas e aquilo que as alimenta: a energia.

JOBIM FILHO (1980) advertiu que o problema da energia passou ao primeiro plano nas cogitações da comunidade internacional, a partir de setembro de 1973, quando a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) resolveu elevar os preços do petróleo em cerca de quatro vezes. Com isso, a energia tornou-se um dos fatores mais escassos no processo de desenvolvimento econômico das nações importadoras de petróleo.

Segundo LA ROVERE (1985), a crise do petróleo mudou radicalmente o panorama energético mundial, levando inclusive à transformação na percepção do conceito de energia pela opinião pública. Antes de 1973, o termo energia significava, na linguagem comum, apenas a eletricidade, enquanto que petróleo, carvão e lenha eram denominados “combustíveis”.

A crescente necessidade de estudos intensos e racionais leva os homens a preocuparem-se em conhecer, com mais detalhes, os fatores que estejam diretamente ligados com o rendimento dos efetivos energéticos. Dentre esses fatores, um dos que mais afeta a produção de energia é a condição ambiental (Kowal & Andrews, 1973; Monteith, 1981; Pereira, 1982). Condições meteorológicas adversas durante a estação de cultivo causam substancial flutuação na produtividade (Shaw, 1978; Rijtema, 1978; Doorenbos & Kassan, 1979; Schmiedecken, 1981).

Em 1976, o Ministério das Minas e Energia do Brasil instituiu o Balanço Energético Nacional, objetivando apresentar os fluxos energéticos das diversas fontes de energia, desde a produção até o consumo, nos principais setores da economia nacional. Na edição de 1991, o Balanço Energético Nacional relacionou, entre outras informa-

ções, um conjunto de indicadores de produção e consumo de energia em cada um dos Estados da Federação.

A apresentação de dados numéricos na forma de tabelas, muitas vezes não permite aos interessados um melhor aproveitamento do conjunto das informações contidas. Este aspecto é tanto mais importante quanto mais as tabelas se avolumam (CURI, 1992).

Com o objetivo de expressar as informações energéticas estaduais do ano de 1984, na forma de figuras de fácil entendimento e com a finalidade de discutir a importância de cada um dos indicadores para a discriminação dos estados, os dados foram submetidos às análises estatísticas multivariadas de Agrupamento e de Componentes Principais. Estes procedimentos permitiram formar agrupamentos dos estados que apresentaram maior similaridade entre si.

METODOLOGIA

A fonte dos dados para a realização do trabalho foi a publicação do Ministério da Infra-Estrutura, intitulada Balanço Energético Nacional 1991 (BRASIL, 1991). Mais especificamente, foram analisados dados referentes à produção e consumo de energia por estado brasileiro, no ano de 1984, bem como produção e consumo estadual de energia per capita neste mesmo ano (Tabelas 1 e 2). Optou-se pela análise dos dados do ano de 1984, uma vez que este foi o ano mais recente em que todos os estados do país apresentaram informações sobre as variáveis em estudo.

As variáveis consideradas foram: produção de energia primária (X1), consumo final de energia (X2), consumo industrial de energia (X3), consumo de energia em transportes (X4), consumo residencial de energia (X5), consumo residencial de eletricidade (X6), consumo residencial de gás liquefeito de petróleo - GLP (X7), consumo de gasolina e álcool (X8), consumo total de derivados de petróleo (X9) e consumo de eletricidade (X10). Com exceção das variáveis X6 e X10, expressas em GWh, as demais foram expressas em 10^3 tEP (tonelada Equivalente de Petróleo).

Considerando que os dados foram apresentados em unidades não comparáveis, utilizou-se uma transformação para torná-las adimensionais e com variação entre 0 e 1. Para tanto, o valor de uma certa variável para um determinado estado foi dividido pelo maior valor da mesma variável no conjunto dos estados estudados.

Para verificar quais os estados que se agrupam, levando em conta o conjunto das variáveis anteriormente enumeradas, os dados foram submetidos à Análise de Agrupamento (Sneath e Sokal, citados por CURI, 1992) e Análise de Componentes Principais (Morrison, 1967).

A Análise de Agrupamento foi realizada, adotando-se como coeficiente de similaridade a Distância Euclidiana Média entre os estados, com o auxílio do algoritmo UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic average), conforme recomendado por ROHLF (1970). Os resultados finais desta análise foram apresentados na for-

ma de dendrogramas.

A Análise de Componentes Principais foi empregada para reduzir o conjunto dos 10 indicadores de produção e consumo estadual de energia a duas novas variáveis não correlacionadas, que são os componentes principais, indicados como Y1 e Y2. Cada componente é uma combinação linear das variáveis originais, com capacidade de reter a maior quantidade da informação fornecida pelas mesmas. Cada estado, que era definido pelo conjunto de 10 indicadores, passou, então, a ser definido pelos dois componentes principais, o que possibilitou sua localização em uma figura bidimensional (ordenação gráfica dos estados, usando-se os dois componentes principais como coordenadas). Os componentes principais padronizados de cada estado foram calculados com base na matriz diagonal de dados, de forma a serem centrados na origem.

O processo da ACP pode ser resumido de maneira formal, ou seja, o h-ésimo componente principal da amostra de observações com p variáveis é a combinação linear

$$Y_h = a_{1h}X_1 + a_{2h}X_2 + \dots + a_{ph}X_p, \quad (1)$$

cujos coeficientes são os elementos do vetor característico da matriz S de covariância amostrais correspondente à h-ésima maior raiz característica (l_h). A matriz S de covariâncias é definida como

$$S = \frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X})', \quad (2)$$

onde X_i' (1 x p) é o vetor de observações da unidade i ($i = 1, \dots, n$) e \bar{X}' (1 x p) é o vetor de médias amostrais. Se l_h for diferente de l_n , os coeficientes dos componentes Y_h e Y_n serão necessariamente ortogonais. A variância amostral do h-ésimo componente é l_h e a variância total do sistema é dada pelo traço da matriz de covariância (trS).

$$l_1 + l_2 + \dots + l_p = \text{trS} \quad (3)$$

A contribuição do componente Y_h , em uma descrição resumida do sistema, é medida por l_h/trS . O sinal algébrico e a magnitude de a_{jh} indicam a direção e importância da contribuição de j-ésima variável para o h-ésimo componente. Uma interpretação mais precisa e amplamente usada é também válida: as covariâncias amostrais das respostas com o componente Y_h são dadas pelo vetor $S*a_h$. Como $(S - l_h * 1) * a_h = 0$, pois os coeficientes devem satisfazer para equações lineares simultâneas, implica $S*a_h = l_h * a_h$.

Assim a covariância da h-ésima resposta com Y_h é meramente dada por $l_h * a_{jh}$. Dividindo-se este termo pela raiz quadrada da raiz característica l_h e pelo desvio padrão

da (s_j), segue-se que a correlação momento - produto da j -ésima resposta (X_j) e do h -ésimo componente será

$$r_{x_j, y_h} = \frac{a_{jh} \sqrt{I_h}}{S_j} \quad (4)$$

A adequação da Análise de Componentes Principais foi verificada pela porcentagem da variância total das 10 variáveis acumulada pelos dois primeiros componentes, conforme método descrito em DUNTEMAN (1989).

A utilização conjunta dos dendrogramas da Análise de Agrupamentos e da ordenação bidimensional dos estados obtida na Análise de Componentes Principais permitiu delimitar com maior segurança os agrupamentos formados, que têm como características a maior homogeneidade ou similaridade entre estados do mesmo grupo e a heterogeneidade entre estados de diferentes grupos (CURI, 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção e consumo totais de energia

Nas Figuras 1 e 2 encontram-se o dendrograma e o gráfico contendo a ordenação bidimensional dos estados brasileiros, para os dados de produção e de consumo de energia. As Distâncias Euclidianas Médias permitiram a formação de quatro agrupamentos de estados.

No primeiro grupo, localizaram-se os estados de SC (21), ES (17) e todos os das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, com exceção da BA (15). O elevado número de estados neste mesmo grupo dificultou a visualização de possíveis diferenças entre os mesmos.

O segundo agrupamento foi formado pelos estados da BA (15), PR (20) e RS (22), e o terceiro pelo RJ (18) e MG (16). SP (19) locou-se isolado, mostrando que foi o mais diferenciados dos estados brasileiros, quanto ao conjunto de indicadores considerados.

Na Tabela 3, observa-se que o primeiro componente principal (Y1 reteve 94,33% da variância total e o segundo (Y2), 3,91%, acumulando os dois 98,24% da informação total fornecida pelas 10 variáveis originais. A ordem de importância das variáveis para a discriminação dos estados também está apresentada na Tabela 3. Todas as variáveis contribuíram com valores positivos elevados para o primeiro componente (Y1). Portanto, os maiores valores de Y1 corresponderão aos estados com maior produção e consumo de energia, o que, de acordo com GOLDEMBERG (1979), indicaria estados mais desenvolvidos. Na Figura 2, verifica-se que estes são os estados de SP (19), MG (16) e RJ (18). Da mesma forma, os estados que apresentaram os menores valores de Y1 foram os que tiveram os menores valores para produção de energia primária e consumo de energia.

Produção e consumo per capita de energia

Nas Figuras 3 e 4 encontram-se, respectivamente, o dendrograma e a ordenação gráfica dos estados brasileiros, quanto à sua produção e consumo de energia per capita.

Os grupos formados foram: G1 - RO (1), AM (3), RR (4), PA (5) e GO (25); G2 - BA (15), isoladamente; G3 - PR (20), RS (22) e SC (21); G4 - MS (23) e MT (24); G5 - AC (2), MA (7), PI (8), CE (9), PB (11), AP (6), RN (10) e PE (12); G6 - AL (13) e SE (14); G7 - MG (16) e ES (17) e G8 - RJ (18) e SP (19). No grupo G5 podem ser considerados dois subgrupos, sendo um constituído por PI (8), MA (7), CE (9), PB (11) e AC (2), e outro por AP (6), RN (10) e PE (12). A Figura 3 mostrou o Distrito Federal mais próximo dos estados de SP e RJ, enquanto que a Figura 4 sugere sua localização junto com MT e MS, denotando, neste caso, uma certa discordância entre os resultados dos dois métodos, pois os estados com produção e consumo totais de energia semelhantes (SP, RJ, DF) apresentam grandes diferenças na população.

Na Tabela 4, verifica-se que o primeiro componente principal (Y1) reteve 56,65% da variância total e o segundo (Y2), 19,33%, acumulando ambos 75,98% da informação das variáveis originais. Levando-se em conta os coeficientes de correlação de ambos os componentes principais (Y1 e Y2) em conjunto, com as variáveis originais, foi possível estabelecer sua ordem de importância (Tabela 4). Como todas as variáveis foram positiva e altamente correlacionadas com Y1 (com exceção da produção de energia primária - X1), os estados que apresentaram os maiores valores para o componente principal Y1 (Figura 4) caracterizaram-se por elevados níveis de consumo de energia per capita. Em Y2, as variáveis com maior contribuição foram a produção de energia primária - X1 e o consumo industrial de energia - X3, ambas com correlação negativa. Assim, os estados que apresentaram os maiores valores para Y2 caracterizaram-se pelas menores produções de energia primária per capita e consumo industrial de energia per capita.

CONCLUSÕES

- A análise da produção e consumo per capita fornece mais grupos que a análise de produção e consumo totais, pois os estados com níveis de produção e consumo totais de energia semelhantes apresentam grandes diferenças na população. Um exemplo, é o caso de Sergipe, Pernambuco e Alagoas. Estavam juntos na análise total, e, ao dividir-se a produção e o consumo de energia total pela população de cada estado, Sergipe e Alagoas formaram um grupo e Pernambuco formou outro grupo;

- Os resultados encontrados mostram que existe uma estreita relação entre o nível de industrialização dos estados e a produção e consumo totais e per capita de energia.

Para os indicadores de produção e consumo totais

– Os componente principal Y1 pode ser entendido como um índice de produção e consumo de energia;

– Os principais indicadores para discriminar os estados brasileiros foram o consumo final de energia, o consumo residencial de GLP e o consumo de eletricidade, enquanto que os menos discriminatórios foram a produção de energia primária, o consumo residencial de energia e o consumo de gasolina e álcool. Foram obtidos quatro agrupamentos de estados.

Para os indicadores de produção e consumo per capita

– O componente principal Y1 caracterizou estados com elevados níveis de consumo de energia, enquanto que Y2 está associado com as menores produções de energia primária;

– Os indicadores mais discriminatórios foram o consumo final de energia, o consumo de energia em transportes e o consumo residencial de GLP; o consumo residencial de energia, a produção de energia primária e o consumo industrial de energia foram os menos discriminatórios. Foram obtidos oito agrupamentos de estados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, Ministério da Infra-estrutura, Secretaria Nacional de Energia. **Balço energético nacional**. Brasília, 137 p. 1991.
- CURI, P.R. **Análise multivariada**. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP/Botucatu, 1992. 96p.
- DOORENBOS, J. & KASSAN, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO (technical Note), 1979. 193 p.
- DUNTEMAN, G. H. **Principal Components Analysis**. Beverly Hills: Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 1989. p. 07-069.
- GOLDEMBERG, J. **Energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 1979. 171p.
- JOBIM FILHO, W. **Crise energética**. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE ENGENHEIROS E ARQUITETOS, 5, 1979, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: sn, 1980. não paginado.
- KOWAL, J. & ANDREWS, D.J. **Pattern of water availability and water requirement for grain sorghum production at Samuru**. Nigéria: Tropic. Agric n. 50, 1973. p. 89-100.
- LA ROVERE, E.L. **Economia e tecnologia de energia**. Rio de Janeiro: Marco zero / FINEP, 1985. 588p.
- MONTEITH, J.L. **Climatic variation and the growth of crop**. New York: Q. J. R. Meteorol. Soc. n. 107, 1981. p. 749-774.

- MORRISON, D.F. **Multivariate statical methods**. New York: McGraw-Hill, 1967. 338 p.
- PEREIRA, A. R. **Crop planning for different environments**. New York: Agric. Meteorol. n. 27 p. 71-77.
- RIJTEMA, P. E. **Derived meteorological data: transpiration**. Paris: UNESCO Agroclimatological Methods, 1968. p. 55-72.
- ROHLF, F. J. **Adaptative hierarchical clustering schemes**. New York: Syst. Zool., 1970. p. 58-82.
- SCHIMIEDECKEN, W. **Humidity and cultivated plants: and attempt at porallelizing zones of humidity and optimal locations of selected cultivated plants in the tropics**. San Francisco: Appl. Geogr. Dev., 1981. p. 45-57.
- SHAW, R. H. **A weighted moisture - stress index for corn in Iowa**. Iowa state: J. Res. n. 49, 1974. p. 44-101.

Tabela 1 – Produção e consumo totais de energia por estado brasileiro no ano de 1984.

ESTADO	VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
01. Rondônia (Ro)	164	438	48	102	190	94	22	45	367	326
02. Acre (AC)	86	121	13	9	67	42	9	11	64	96
03. Amazonas (AM)	491	1152	132	260	256	293	46	75	627	968
04. Roraima (RR)	20	54	55	17	23	23	4	8	39	62
05. Pará (PA)	2104	2899	502	609	1165	461	108	148	859	1806
06. Amapá (AP)	57	80	26	18	20	36	6	9	36	131
07. Maranhão (MA)	929	1268	393	227	426	275	66	59	347	1397
08. Piauí (PI)	292	499	53	143	175	171	43	45	172	467
09. Ceará (CE)	2519	1804	385	401	676	581	125	197	621	1992
10. Rio G. do Norte (RN)	2325	932	223	173	273	221	58	79	264	838
11. Paraíba (PB)	961	1315	258	207	496	269	63	123	247	924
12. Pernambuco (PE)	3587	5242	2112	695	1222	914	195	365	921	4343
13. Alagoas (AL)	5829	2875	1421	224	260	234	60	217	251	1907
14. Sergipe (SE)	3536	1188	301	152	212	176	36	62	226	920
15. Bahia (BA)	11997	10792	4124	1203	2171	1172	321	420	4599	9898
16. Minas Gerais (MG)	24909	19289	10787	2464	3751	2718	662	851	3963	21455
17. Espírito Santo (ES)	2600	4427	3193	415	450	449	123	181	1011	3101
18. Rio de Janeiro (RJ)	16801	15059	5109	3635	2224	5415	623	1178	5477	21616
19. São Paulo (SP)	27869	43836	19215	7877	4563	11335	1403	3933	14141	59065
20. Paraná (PR)	8024	7439	2298	1648	1285	1540	339	591	3043	7220
21. Santa Catarina (SC)	3854	3979	1477	875	978	855	162	357	1165	5055
22. Rio G. do Sul (RS)	4898	8373	2289	1670	1644	2065	425	877	3982	8772
23. Mato Grosso do Sul (MS)	778	1445	172	496	311	302	85	154	664	899
24. Mato Grosso (MT)	379	1166	91	465	389	241	66	141	616	600
25. Goiás (GO)	2832	2169	470	895	463	651	193	282	1101	2636
26. Distrito Federal (DF)	48	1034	122	425	196	494	74	222	415	1630

FONTE: Informações Energéticas Estaduais - Balanço Energético Nacional (BRASIL, 1991).

* - Identificação das variáveis e respectivas unidades.

X1 - Produção de energia primária - 10^3 tEP.

X2 - Consumo final de energia - 10^3 tEP.

X3 - Consumo industrial de energia - 10^3 tEP.

X4 - Consumo de energia em transportes - 10^3 tEP.

X5 - Consumo residencial de energia - 10^3 tEP.

X6 - Consumo residencial de eletricidade - GWh.

X7 - Consumo residencial de GLP - 10^3 tEP.

X8 - Consumo de gasolina e álcool - 10^3 tEP.

X9 - Consumo total de derivados de petróleo - 10^3 tEP.

X10 - Consumo de eletricidade - GWh.

Observação: tEP - Tonelada Equivalente de Petróleo.

Tabela 2 – Produção e consumo per capita de energia por estado brasileiro no ano de 1984*.

ESTADO	VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA PER CAPITA									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
01. Rondônia (Ro)	202	519	59	126	234	116	27	55	453	402
02. Acre (AC)	244	343	37	25	190	119	25	31	181	272
03. Amazonas (AM)	292	685	78	155	152	174	27	45	373	576
04. Roraima (RR)	204	551	51	173	235	235	41	82	398	633
05. Pará (PA)	517	721	142	134	280	111	26	40	213	437
06. Amapá (AP)	273	383	124	86	96	172	29	43	172	627
07. Maranhão (MA)	205	280	87	50	94	61	15	13	77	308
08. Piauí (PI)	123	210	22	60	74	72	18	19	73	197
09. Ceará (CE)	435	334	67	69	117	100	22	32	90	329
10. Rio G. do Norte (RN)	1092	452	110	83	131	107	28	38	127	403
11. Paraíba (PB)	323	442	87	70	167	91	21	41	83	311
12. Pernambuco (PE)	539	788	318	105	184	137	29	55	139	653
13. Alagoas (AL)	2669	1316	651	103	119	107	27	99	115	873
14. Sergipe (SE)	2784	935	237	120	167	139	28	49	178	724
15. Bahia (BA)	1148	1033	395	115	208	112	31	40	527	947
16. Minas Gerais (MG)	1752	1335	746	171	260	189	46	59	278	1489
17. Espírito Santo (ES)	1160	1975	1424	185	201	200	55	81	451	1383
18. Rio de Janeiro (RJ)	1302	1191	412	292	179	435	50	95	440	1735
19. São Paulo (SP)	970	1526	669	274	159	395	49	137	492	2056
20. Paraná (PR)	996	923	285	204	159	191	42	73	378	896
21. Santa Catarina (SC)	962	993	369	218	244	213	40	89	291	1262
22. Rio G. do Sul (RS)	586	1001	274	210	197	247	51	105	476	1049
23. Mato Grosso do Sul (MS)	501	930	111	302	200	194	55	99	428	579
24. Mato Grosso (MT)	267	822	64	328	274	170	47	99	434	423
25. Goiás (GO)	653	500	108	207	107	150	45	65	254	608
26. Distrito Federal (DF)	32	693	822	85	131	331	50	151	278	1021

FONTE: Informações Energéticas Estaduais - Balanço Energético Nacional (BRASIL, 1991).

* - Identificação das variáveis e respectivas unidades.

X1 - Produção de energia primária - KEP/hab.

X2 - Consumo final de energia - KEP/hab.

X3 - Consumo industrial de energia - KEP/hab.

X4 - Consumo de energia em transportes - KEP/hab.

X5 - Consumo residencial de energia - KEP/hab.

X6 - Consumo residencial de eletricidade - KWh/hab.

X7 - Consumo residencial de GLP - Kg/hab.

X8 - Consumo de gasolina e álcool - KEP/hab.

X9 - Consumo total de derivados de petróleo - KEP/hab.

X10 - Consumo de eletricidade - KWh/hab.

Observação: KEP = Quilograma Equivalente de Petróleo.

R. Econ. Sociol. Rural, Brasília, v. 32, n° 4, p. 375-390, out./dez. 1994

Tabela 3 – Valores dos coeficientes de correlação entre as variáveis originais (produção e consumo totais de energia) os componentes principais (Y1 e Y2), ordem de importância das variáveis para a discriminação dos estados e porcentagem da variância retida em cada componente.

Variáveis	Coef. de correl. dos comp. princ.		Ordem de importância
	Y1	Y2	
Originais			
X2	0,997	0,024	1º
X7	0,994	0,029	2º
X10	0,991	0,108	3º
X4	0,981	0,166	4º
X9	0,976	0,139	5º
X3	0,977	-0,064	6º
X6	0,966	0,228	7º
X8	0,961	0,262	8º
X5	0,949	-0,266	9º
X1	0,942	-0,308	10º
Variância total	94,33%	3,91%	
Var. acumulada	94,33%	98,24%	

Identificação das variáveis originais:

- X1 - Produção de energia primária;
- X2 - Consumo final de energia;
- X3 - Consumo industrial de energia;
- X4 - Consumo de energia em transportes;
- X5 - Consumo residencial de energia;
- X6 - Consumo residencial de eletricidade;
- X7 - Consumo residencial de GLP;
- X8 - Consumo de gasolina e álcool;
- X9 - Consumo total de derivados de petróleo;
- X10 - Consumo de eletricidade.

Tabela 4 – Valores dos coeficientes de correlação entre as variáveis originais (produção e consumo de energia per capita) e os componentes principais (Y1 e Y2), ordem de importância das variáveis para a discriminação dos estados e porcentagem da variância retida em Y1 e Y2.

Variáveis Originais	Coef. de correl. dos comp. princ.		Ordem de importância
	Y1	Y2	
X2	0,832	-0,492	1°
X4	0,856	0,372	2°
X7	0,912	0,185	3°
X10	0,859	-0,306	4°
X9	0,801	0,297	5°
X8	0,839	0,182	6°
X6	0,825	0,194	7°
X3	0,595	-0,656	8°
X1	0,280	-0,848	9°
X5	0,433	0,143	10°
Variância total	56,66%	19,33%	
Var. acumulada	56,66%	75,99%	

Identificação das variáveis originais:

- X1 - Produção de energia primária;
- X2 - Consumo final de energia;
- X3 - Consumo industrial de energia;
- X4 - Consumo de energia em transportes;
- X5 - Consumo residencial de energia;
- X6 - Consumo residencial de eletricidade;
- X7 - Consumo residencial de GLP;
- X8 - Consumo de gasolina e álcool;
- X9 - Consumo total de derivados de petróleo;
- X10 - Consumo de eletricidade.

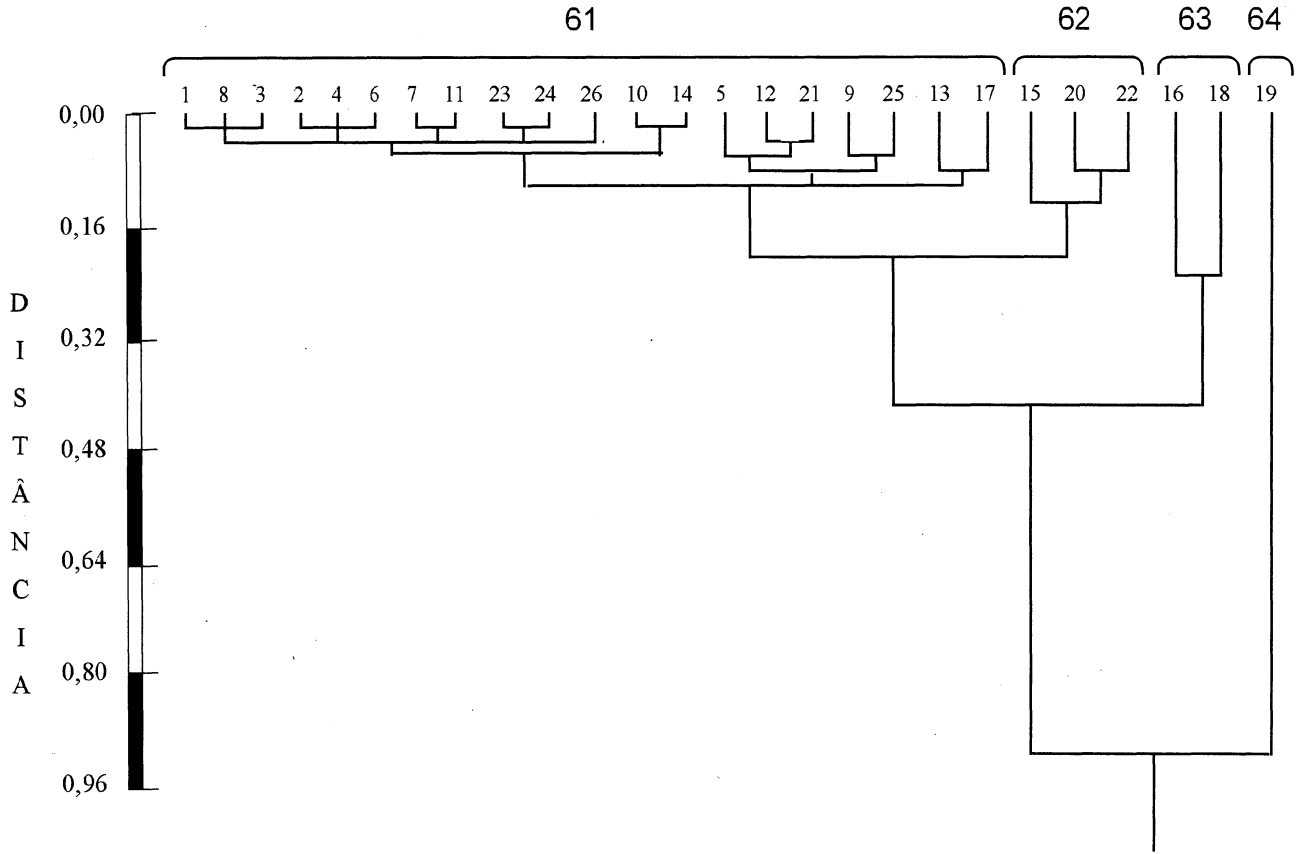


Figura 1 - Dendrograma dos agrupamentos de estados brasileiros, segundo sua produção e consumos totais de energia, no ano de 1984, utilizando-se a Distância Euclidiana Média entre as unidades e o algoritmo UPGMA.

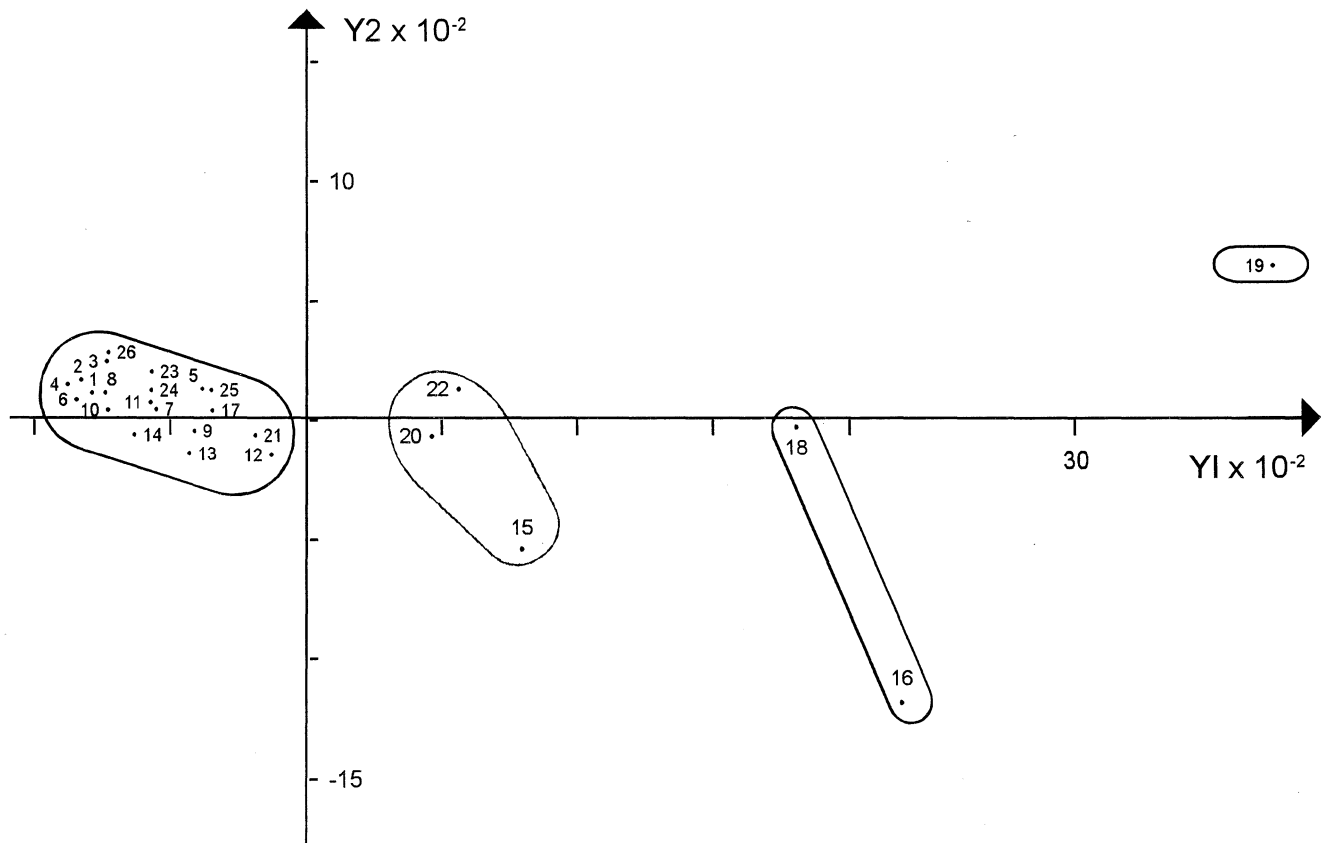


Figura 2 - Ordenação gráfica dos estados brasileiros, conforme a produção e o consumo totais de energia, utilizando-se os dois primeiros componentes principais ($Y1$ e $Y2$).

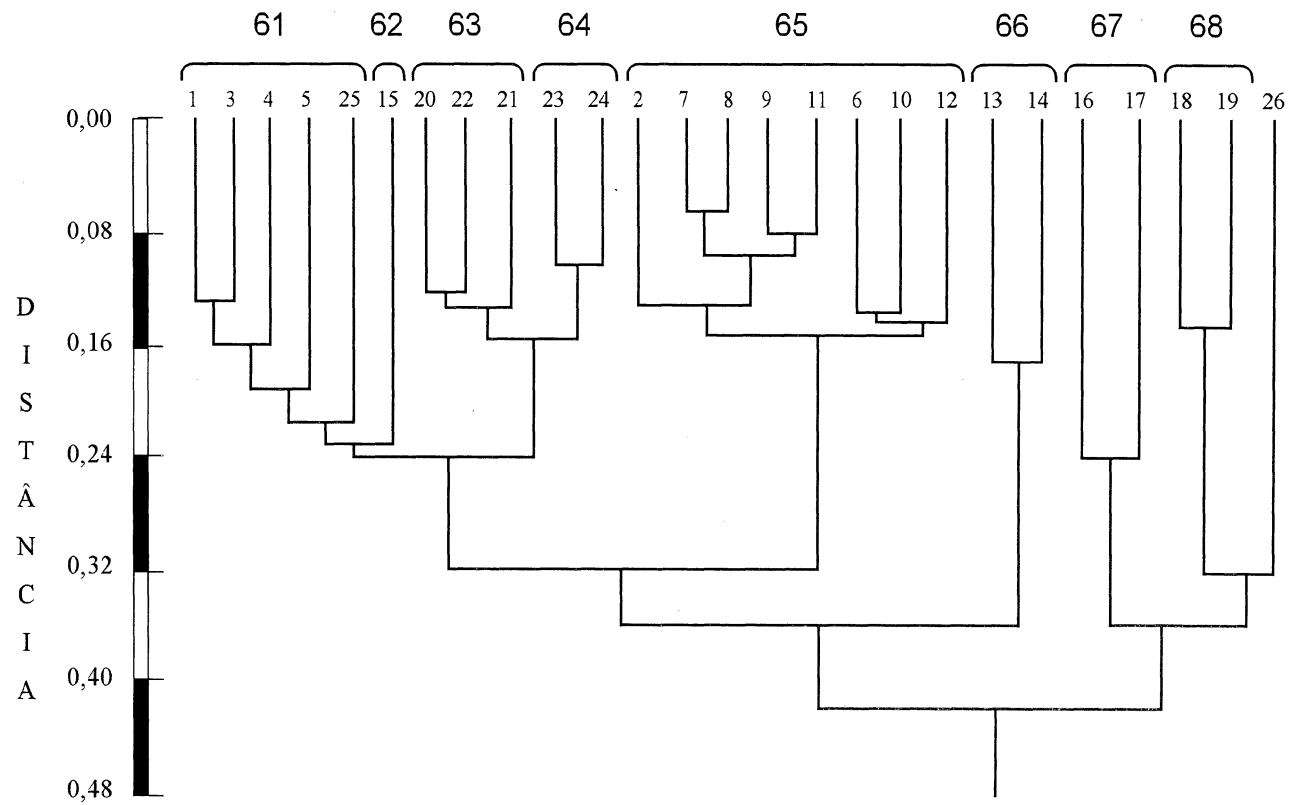


Figura 3 - Dendrograma dos agrupamentos de estados brasileiros, de acordo com a produção e os consumos de energia per capita, no ano de 1984, utilizando-se a Distância Euclidiana Média entre as unidades e o algoritmo UPGMA.

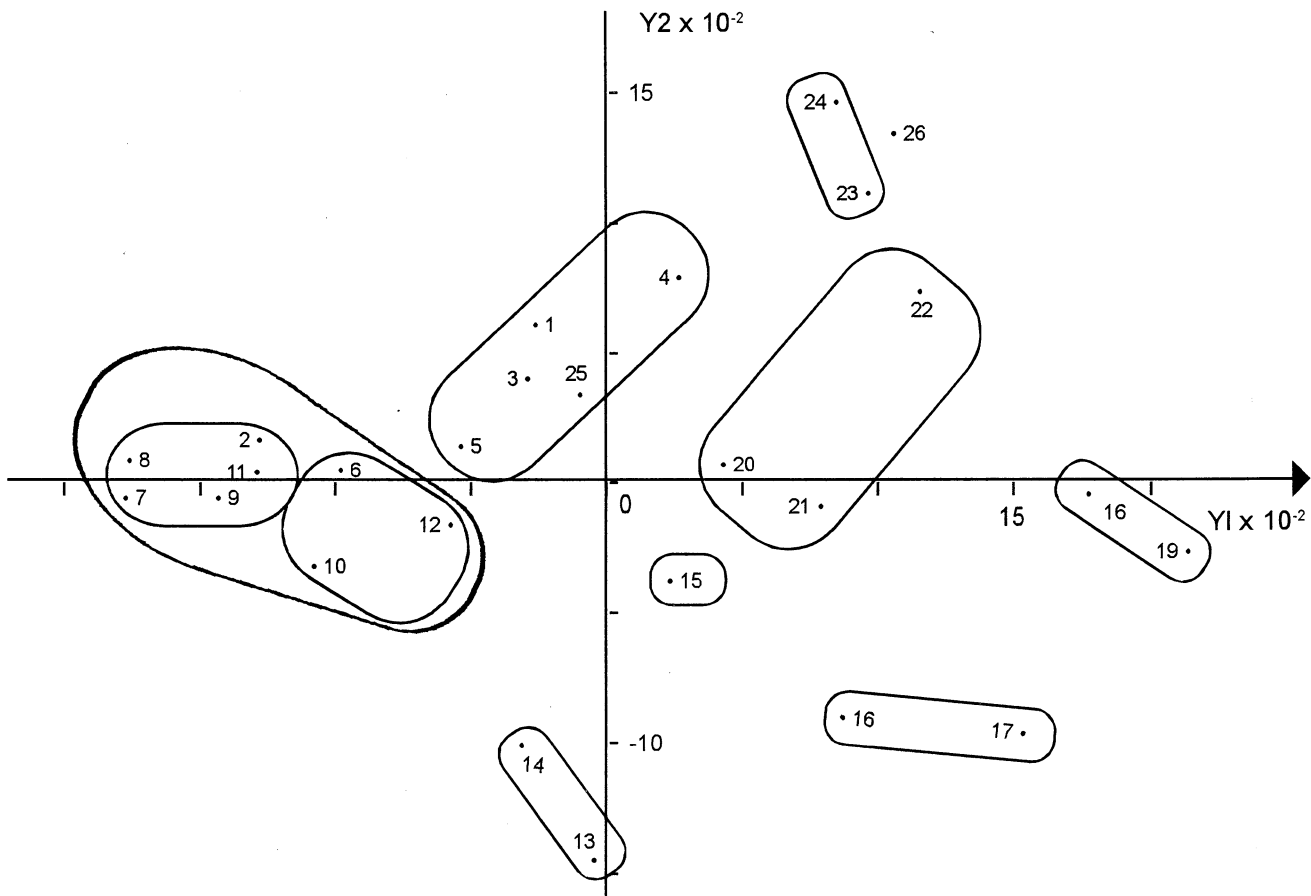


Figura 4 - Ordenação dos estados brasileiros, de acordo com a sua produção e consumo de energia per capita, no ano de 1984, utilizando os dois primeiros componentes principais (Y1 e Y2)