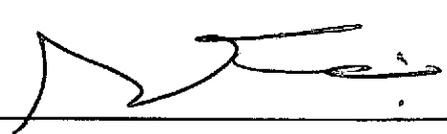


1. Publicação nº <i>INPE-2575-PRE/223</i>	2. Versão	3. Data <i>Nov., 1982</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DME/DAM</i>	Programa <i>RECAT/MET. APLIC.</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>NEBULOSIDADE SAZONAL</i>			
7. C.D.U.: <i>551.576.2(81)</i>			
8. Título <i>DISTRIBUIÇÃO DE NEBULOSIDADE TOTAL NO BRASIL</i>		10. Páginas: <i>15</i>	
		11. Última página: <i>14</i>	
		12. Revisada por <i>V.B. Rao</i> V.B. Rao	
9. Autoria <i>J.A. Torsani Y. Viswanadham</i>		13. Autorizada por <i>Nelson de Jesus Parada</i> Nelson de Jesus Parada Diretor	
Assinatura responsável 			
14. Resumo/Notas <i>A existência de dados climatológicos de superfície, obtidos durante o período de 1961 a 1970, para aproximadamente 300 estações do território brasileiro, propiciou elaborar um estudo sazonal da distribuição de nebulosidade total no Brasil, para o horário das 12:00 GMT. Neste trabalho foi verificado que nas regiões costeiras, onde o número de estações é grande, as análises foram melhores. Os resultados mostraram que a variabilidade espacial da cobertura total está relacionada com aspectos tais como: topografia, sazonalidade, forma da linha da costa e sistema local de ventos. Futuramente procurar-se-á obter dados digitalizados de coberturas médias, quando será, então, possível comparar os resultados ora obtidos. Além disso, estabelecer-se-ão correlações com outros parâmetros meteorológicos, tais como: temperatura, umidade e precipitação.</i>			
15. Observações <i>Trabalho apresentado no II Congresso Brasileiro de Meteorologia, em Pelotas, RS, 1982.</i>			

DISTRIBUTION OF TOTAL CLOUD AMOUNT IN BRAZIL

J.A. TORSANI
Y. VISWANADHAM

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPq
12200 - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP

ABSTRACT

The surface climatological data for approximately 300 Brazilian stations are available for a period of 10 years (1961 to 1970). From these data a study of the seasonal distribution of 1200 GMT total cloud amount over Brazil is made. The analysis for coastal regions is considered better due to the more number of surface stations network. The results showed that the total cloud amount variability is related with such factors like the topography, season, coast line formation and the local wind systems. Further attempts could be made to compare these results with digitally processed cloud amount from the satellite images. Correlations will be employed to evaluate the relationships between the total cloud amount and the others meteorological parameters like temperature, humidity and precipitation.

DISTRIBUIÇÃO DE NEBULOSIDADE TOTAL NO BRASIL

J.A. TORSANI
Y. VISWANADHAM

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPq
12200 - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP

RESUMO

A existência de dados climatológicos de superfície, obtidos durante o período de 1961 a 1970, para aproximadamente 300 estações do território brasileiro, propiciou elaborar um estudo sazonal da distribuição de nebulosidade total no Brasil, para o horário das 12:00 GMT. Neste trabalho foi verificado que nas regiões costeiras, onde o número de estações é grande, as análises foram melhores. Os resultados mostraram que a variabilidade espacial da cobertura total está relacionada com aspectos tais como: topografia, sazonalidade, forma da linha da costa e sistema local de ventos. Futuramente procurar-se-á obter dados digitalizados de coberturas médias, quando será, então, possível comparar os resultados ora obtidos. Além disso, estabelecer-se-ão correlações com outros parâmetros meteorológicos, tais como: temperatura, umidade e precipitação.

1. INTRODUÇÃO

A variabilidade espacial dos parâmetros meteorológicos é uma característica inerente ao clima. A distribuição espacial da nebulosidade sofre uma grande variabilidade devido a fatores tais como: características do relevo, localização geográfica, hora do dia e época do ano. Tem sido demonstrado que muitas reações no ser humano estão estritamente associadas com o estado da atmosfera. É geralmente aceito que o tempo é a mais importante variável na produção da agricultura. Landsberg (1968) indicou que a variável tempo entra de dois modos no problema do suprimento de alimentos. Um é através das adversidades do tempo durante a colheita, tais como as frentes. O outro é através do uso do solo; o qual tem o seu potencial diminuído no decorrer do tempo, pelo clima. Tem sido demonstrado que consideráveis benefícios podem advir de uma eficiente utilização dos dados climatológicos tanto no comércio como na agricultura.

O objetivo deste trabalho é verificar a distribuição sazonal de nebulosidade total no Brasil, a partir dos dados coletados, no período de 1961 a 1970, para o horário das 12:00 GMT. Com estas informações poder-se-ão, posteriormente, estabelecer correlações com outros parâmetros, tais como temperatura, umidade e precipitação e também comparar estes resultados com aqueles obtidos através de imagens de satélites.

2. DADOS

2.1 - DESCRIÇÃO

Neste trabalho, os dados de nebulosidade utilizados foram selecionados para aproximadamente 300 estações que fazem parte da rede do INEMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e que foram processados pelo Instituto de Pesquisas Espaciais. Uma relação com o número destas estações encontra-se na Tabela 1, e uma indicação geral da localização das mesmas encontra-se na Figura 1. Os dados são referentes ao período de 1961 a 1970, e neste trabalho foram utilizados somente aqueles do horário das 12:00 GMT.

2.2 - PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

As análises foram sazonais, ou seja, para os períodos de dezembro a fevereiro (Verão); março a maio (Outono); junho a agosto (Inverno) e de setembro a novembro (Primavera). Os dados de nebulosidade, representados em décimos, foram divididos em 3 categorias, a saber:

- a) céu claro: cobertura $\leq 3/10$;
- b) cobertura Intermediária: $4/10 \leq$ cobertura $\leq 6/10$;
- c) cobertura total: cobertura $\geq 7/10$.

Neste trabalho selecionaram-se para cada estação todos os dados contidos na categoria de cobertura total ($\geq 7/10$), para o horário das 12:00 GMT, nos 4 períodos sazonais, durante os 10 anos (1961/70). Quando alguma estação não possuía os 10 anos completos de dados a mesma foi utilizada apenas para auxiliar no estudo, e nunca se considerou a estação que tivesse menos de 3 anos de dados. Para cada estação e período sazonal computou-se o número total de dados nos n anos disponíveis, o qual se chama NTD. Computaram-se também os dados que satisfaziam à condição "ser maior o igual a 7/10", e este número chama-se N. A partir daí calculou-se a frequência sazonal de cobertura total, dada pela razão N/NTD . Estas frequências foram plotados em termos de porcentagem e, a partir daí, procurou-se traçar as isolinhas de frequência de cobertura total, que estão apresentadas nas Figuras 2, 4, 5 e 6 da Seção 3.

3. RESULTADOS

Nesta Seção apresentar-se-ão os resultados baseados nas análises da frequência de cobertura total, para cada período sazonal. A Figura 3 mostra a distribuição horizontal da frequência de cobertura total para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro (Verão). Verificou-se que, nesta época do ano, são várias as regiões que apresentam alta frequência de cobertura total. Assim, pode-se destacar a Região Amazônica que atinge valor máximo de 91,1% e mínimo de 37,2%. Uma segunda região, localizada na costa norte-nordeste, nas faixas de 4° a 8° S e de 40° a 55° W, apresentou valor máximo de 97% e mínimo de 28,7%. Na Região Centro-oeste este trabalho ficou prejudicado devido à pequena densidade de estações existentes, razão pela qual deixou-se de traçar as isolinhas e procurou-se fazer análises pontuais. Notou-se um máximo de frequência de cobertura de 94,7% e mínimo de 32,3%. Foi possível realizar uma análise mais significativa ao longo da costa leste do Brasil, onde o número de estações é muito grande. Assim, puderam-se detalhar ao máximo as informações obtidas, conforme mostra a Figura 2.

TABELA 1

RELAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS NESTE TRABALHO

82017	82067	82093	82100	82103					
82106	82108	82113	82141	82184					
82191	82212	82240	82243	82279	82294	82303			
82331	82353	82390	82392	82397	82410	82418			
82425	82476	82486	82491	82533	82564	82568			
82571	82578	82583	82586	82588	82590	82594	82597	82598	
82683	82686	82689	82691	82693	82696	82704	82727		
82765	82777	82780	82781	82785	82789	82792	82795		
82797	82798	82799	82825	82861	82886	82892	82893	82895	
82897	82898	82900	82979	82983	82986	82987	82988		
82991	82992	82994	82995	82996	82997	83064	83076		
83090	83096	83097	83184	83186	83190	83192	83194	83195	
83221	83223	83225	83227	83229	83231	83235			
83236	83238	83244	83247	83249	83262	83295			
83297	83309	83337	83339	83348					
83360	83361	83365	83367	83374	83377	83379	83385		
83386	83405	83423	83437	83440	83442	83481			
83483	83488	83490	83492	83498	83524	83526	83531	83536	
83541	83543	83552	83574	83581					
83582	83586	83587	83588	83589	83591	83592	83593		
83608	83611	83618	83625	83626	83627	83629	83630		
83631	83637	83664	83665	83666					
83667	83668	83669	83670	83671	83672	83674	83676	83679	83680
83681	83683	83685	83686	83687	83688	83689			
83692	83695	83696	83698	83702	83704	83707	83708		
83709	83716	83719	83720	83722	83723				
83724	83726	83727	83729	83732					
83747									
83753									
83766	83767	83769	83773						
83775	83781	83781	83782	83783	83784	83786			
83788									
83809	83811	83812							
83813	83821	83826							
83834	83837	83842	83844	83845					
83858	83860	83864	83865	83867	83869				
83871	83881	83885	83887	83891					
83896	83897	83898	83901	83907	83909	83912	83914	83915	83916
83918	83921	83922	83923	83924	83925	83927	83929		
83931	83933	83936	83938	83940	83941	83942	83943	83948	
83953	83956	83957	83963	83964	83966	83967	83980	83983	
83985	83992	83995							

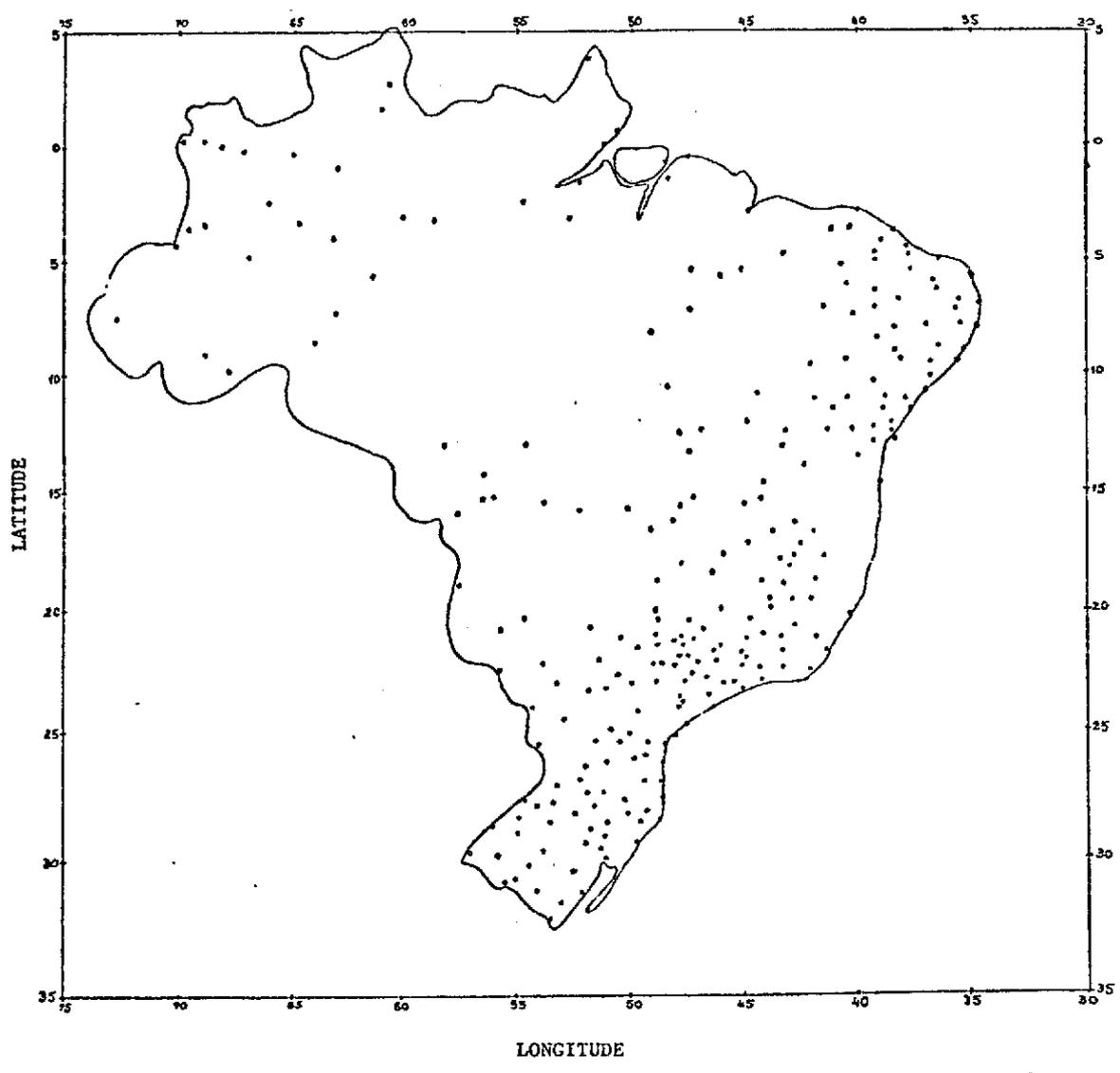


Fig. 1 - Localização das estações utilizadas neste trabalho.

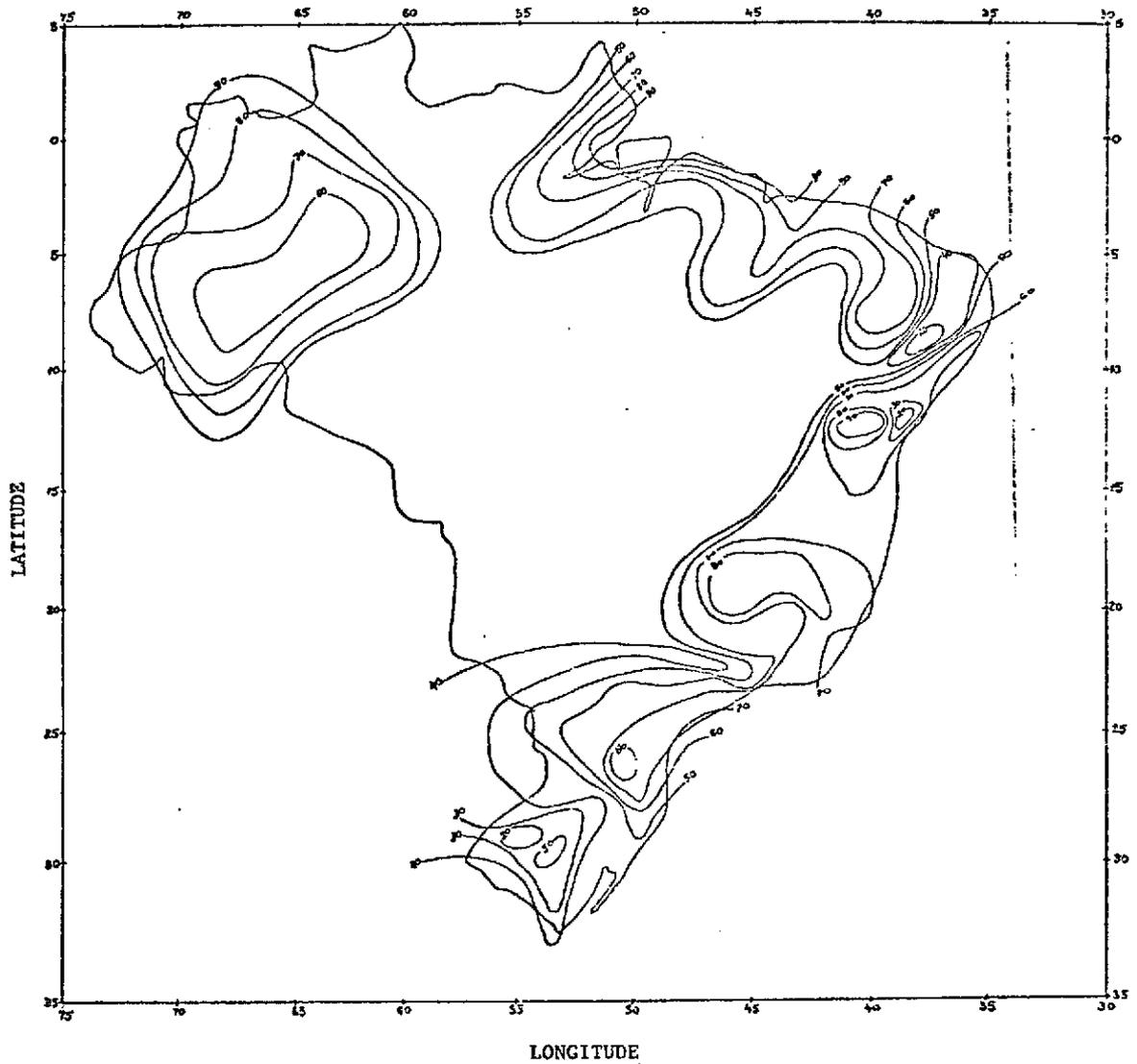


Fig. 2 - Distribuição horizontal da frequência de cobertura total (%), para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro (Verão). - Período de 1961 a 1970 - Horário das 12:00 GMT.

Como neste trabalho não se tem a intenção de investigar todos os fatores que influenciam na variabilidade da distribuição de nebulosidade, indicar-se-á apenas a posição aproximada dos relevos mais significativos ao longo da costa e que podem exercer uma certa influência, conforme mostra a Figura 3. Assim, ao longo da costa leste verificou-se a existência de uma região de baixa frequência de cobertura total, localizada no extremo nordeste e que tem seus valores que varia de 20 a 40%; e que tem o centro de mínima localizado ao sul da chapa da do Araripe. A oeste desta região notaram-se altos valores de frequência, em torno de 75%, localizados na região da Serra Grande e da Chapada do Araripe. Uma segunda região, com alta frequência de nebulosidade, está localizada entre 10° e 15° S e 38° e 43° W e apresenta um máximo de 94%, sendo que a leste do centro de máxima existe uma região de baixa frequência e que apresenta um mínimo de 14,2%. Nesta região encontra-se, mais ao norte, a Chapada do Araripe; a oeste a Chapada da Diamantina; e a sudoeste parte da Serra do Espinhaço. O centro de máxima frequência encontra-se próximo de uma região denominada Morro do Chapéu. Uma terceira região, localizada entre 17° e 22° S e 40° e 48° W, apresenta um máximo de 91,2% e um fraco gradiente horizontal, de tal forma que os valores mínimos estão em torno de 50%. Nesta região temos a leste a Serra do Espinhaço; a sudeste a Serra da Mantiqueira e a oeste a Serra da Canastra. Na quarta região, considerada ao sul de 22° S, existe um máximo de cobertura total de 90,0%, localizada em 26° S, 51° W e que apresenta a leste as Serras do Mar e da Bocaina; a nordeste a Serra do Paranapiacaba; a oeste a Serra da Esperança e ao sul as Serras do Espigão e Geral. Nesta faixa ficaram evidentes duas regiões com baixa frequência de nebulosidade, sendo que uma está localizada sobre o interior do Estado de São Paulo e a outra sobre grande parte do Estado do Rio Grande do Sul, ambos com valores menores do que 40%. Ficou evidente, neste trabalho, que nesta época o Estado do Rio Grande do Sul apresenta menor frequência de cobertura total, chegando a ter um mínimo de 20% na parte oeste do estado.

A Figura 4 mostra a mesma distribuição para os meses de março, abril e maio (outono). Verificou-se que, nesta época, a distribuição para a Região Amazônica tem a mesma configuração que aquela mostrada na Figura 2, tendo, entretanto, os valores das frequências acrescidas em quase toda a região; atingindo valor máximo de 97,0% e valor mínimo de 32,2%. A região Centro-oeste apresentou valores, em média, 20% mais baixos do que aqueles do período de dezembro a fevereiro, apresentando máximo de 74,7% e mínimo de 25,5%. Na costa Norte-nordeste a situação é análoga à Região Amazônica, ou seja, a configuração é idêntica àquela da Figura 2 e as frequências são maiores do que aquelas apresentadas para o período anterior. Na costa leste houve o desaparecimento daquela região de baixa frequência de cobertura total, localizada no extremo nordeste (Figura 3), enquanto uma grande região de baixa nebulosidade se estende desde o interior do Estado de São Paulo até o norte do Estado de Minas Gerais, apresentando valores abaixo de 30%, com mínimo de 7,6%. Esta região de baixa nebulosidade localiza-se a oeste do complexo montanhoso desses dois Estados (Figura 3), que tem um papel predominante na grande variabilidade existente nesta região, apresentando um gradiente horizontal de cobertura total bastante forte. Na região Sul, os centros de máxima e mínima permanecem inalterados, variando apenas as suas intensidades, com a região dos Estados do Paraná e Santa Catarina tendo um decréscimo e a região do Estado do Rio Grande do Sul um acréscimo.

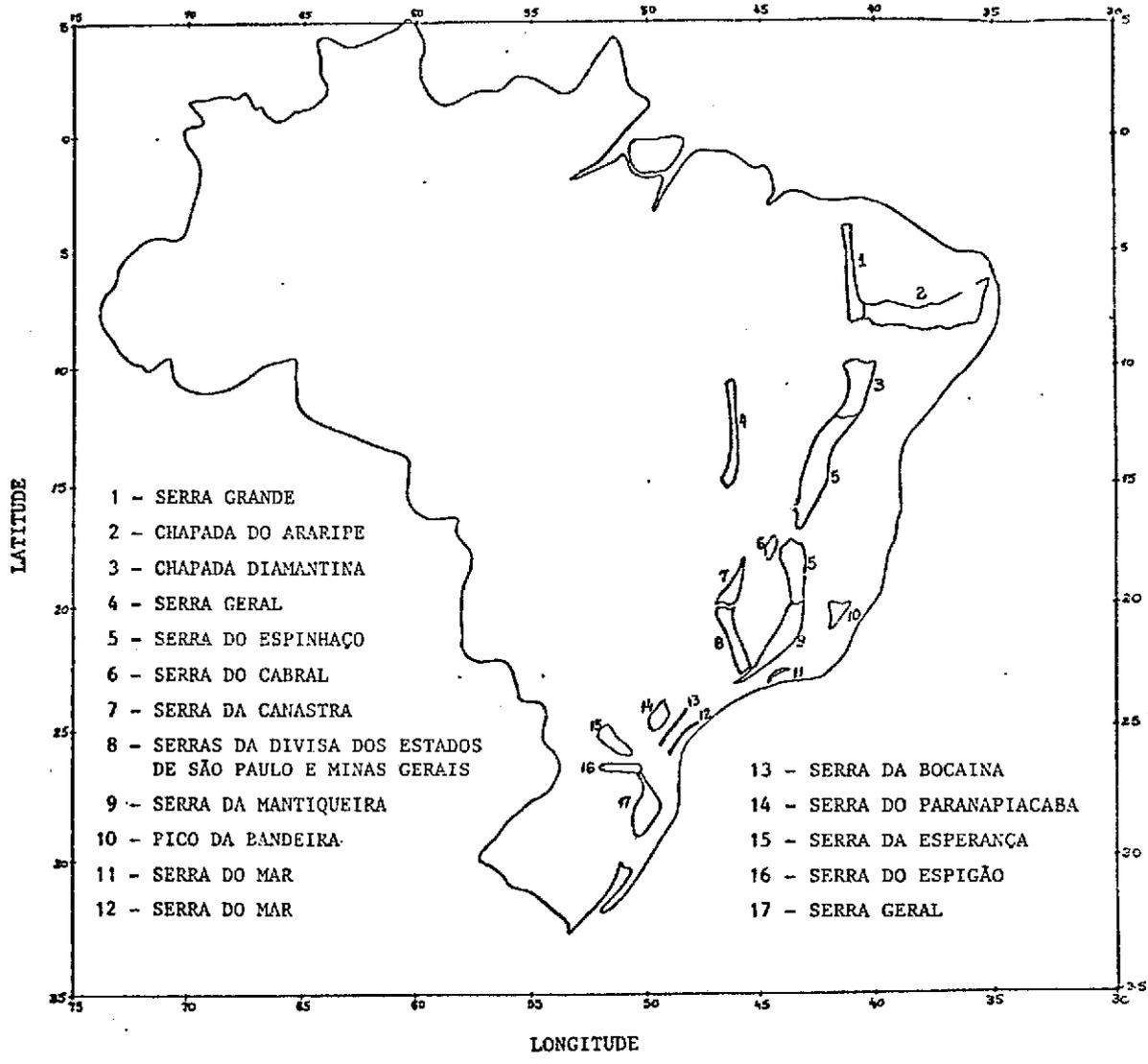


Fig. 3 - Posição dos relevos mais significativos.

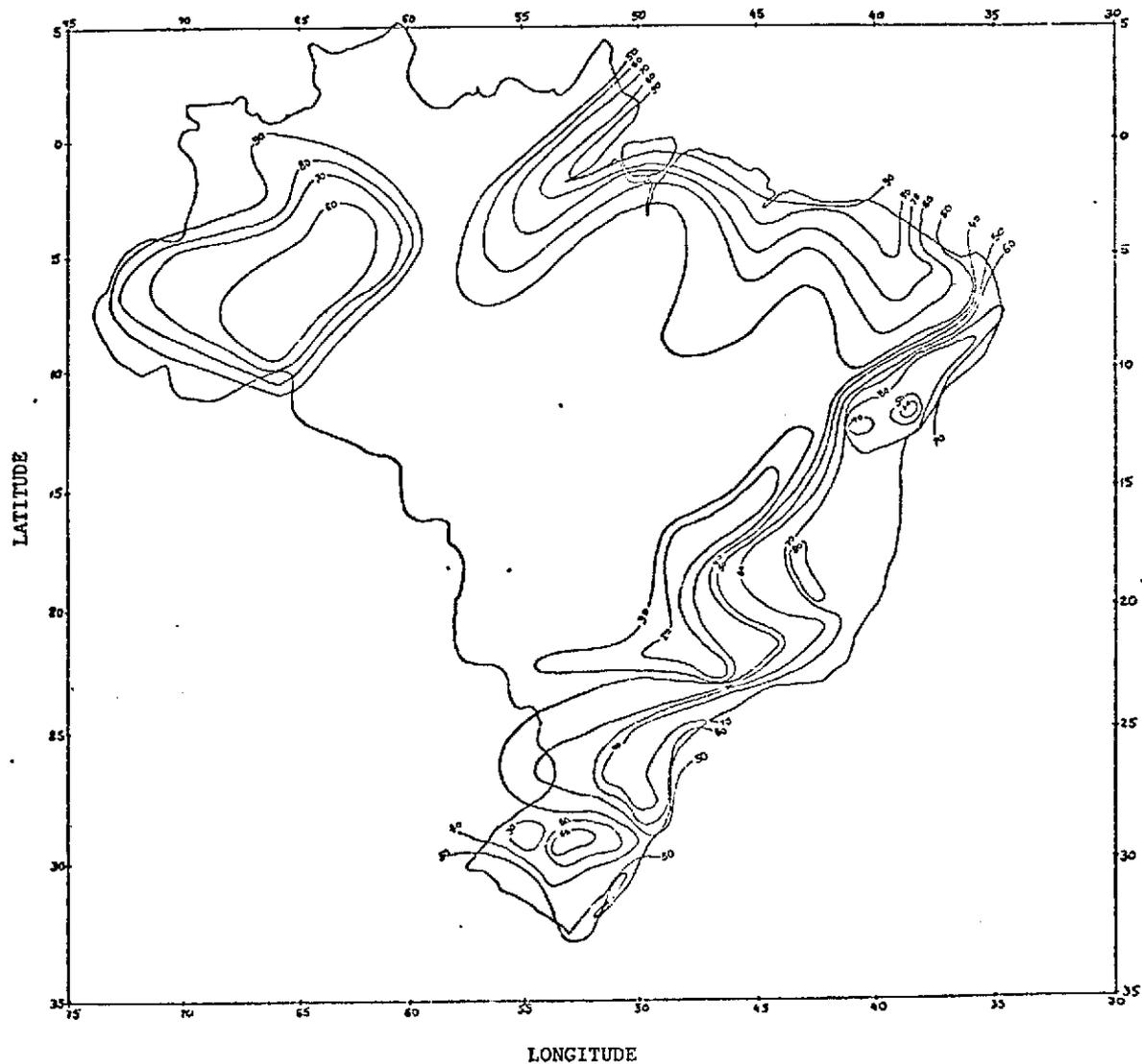


Fig. 4 - Distribuição horizontal da frequência de cobertura total (%), para os meses de março, abril e maio (Outono). - Período de 1961 a 1970 - Horário das 12:00 GMT.

A Figura 5 é referente ao período de junho, julho e agosto (Inverno). Nesta época do ano os céus claros espalham-se através de grande parte do continente, associados com as condições secas e a predominância de anticiclones. Entretanto, algumas regiões, como ao norte da Amazônia, apresentam valores altos de frequência de cobertura total. Os altos valores dessa região, com máximo de 94,0%, estariam relacionados com o verão do Hemisfério Norte (Oliveira, 1982). A região da costa norte-nordeste apresenta um forte gradiente horizontal, com máximo de 97,0% e mínimo de 18%. Toda a região Centro-oeste apresentou baixas frequências de cobertura total (máximo de 37,0% e mínimo de 11,0%) e chega a ligar com outras regiões, tais como o interior do Estado de São Paulo, o oeste dos Estados de Minas Gerais e Bahia e parte do Estado do Piauí, apresentando em média valores menores do que 20,0%. Em toda a costa leste verifica-se um forte gradiente horizontal, com valores que variam de 90,0 a 20,0%. Os fortes gradientes, verificados em toda a região costeira, até aqui mencionados, devem estar relacionados com uma forte convergência na região costeira. Nesta época, fica evidente uma mudança no comportamento da nebulosidade para a região Sul; ou seja, enquanto para grande parte do continente a frequência de cobertura total diminui, para aqueles Estados, principalmente o Rio Grande do Sul, as frequências deste período foram as maiores, apresentando mais de 50% do Estado com frequência de cobertura total acima de 60,0%. A região de Santa Maria e Cachoeira do Sul, que sempre apresenta as maiores frequências do Estado, chegou a 70,0% neste período e a região de Santiago - oeste do Estado - que é uma região de baixa frequência apresentou 50,0%.

A Figura 6 refere-se ao período de setembro, outubro e novembro (Primavera). Ela mostra que na região Amazônica, em comparação com o período de Inverno, as estações que estão abaixo do eixo orientado na direção leste-oeste e que passa pelo centro da região de mínima frequência (4°S , 62°W) apresentam valores mais altos, enquanto aquelas que se localizam acima deste eixo têm valores menores. Na região Centro-oeste os valores estão entre 35,0% e 70,0%, próximos dos valores apresentados para o período de março a maio. A costa norte-nordeste apresentou os menores valores com um máximo de 82,0% e um mínimo de 30,0%; apesar de apresentar um forte gradiente horizontal, menos intenso apenas àquela referente ao período de junho a agosto. Na costa leste, verificou-se a existência, no extremo nordeste, de uma região com baixas frequências, a exemplo do que ocorreu no período de dezembro a fevereiro. Em sua maior extensão apresenta um gradiente horizontal que é superior apenas ao do período de dezembro a fevereiro, com valores que variam entre 30,0% e 90,0%. Na região do interior do Estado de São Paulo prevalece a baixa frequência de cobertura total com valores que chegam a 30,0%, e que se assemelha ao período de dezembro a fevereiro. Na região sul a situação é aproximadamente igual ao período de março a maio, visto que nesta região existe um máximo nas frequências no período de junho a agosto e um mínimo no período de dezembro a fevereiro.

Descrevem-se, acima, as características gerais dos resultados, com base nas análises feitas a partir das cartas de frequência de cobertura total. Em geral, a região da costa norte-nordeste apresentou altos valores de frequências em praticamente todos os períodos. Esta região sofre influências da circulação local típica das áreas litorâneas. Aí verifica-se o desenvolvimento de uma linha de cumulonimbi ao longo da brisa marítima (Cavalcanti, 1982). A atividade a ela associada é responsável por uma quantidade apreciável de precipitação, podendo-se propagar como um linha de instabilidade em direção ao interior do continente. O escoamento médio é estabelecido pelos alísios que sofrem mudanças sazonais, interagindo com a circulação das brisas marítima e terrestre (Kousky, 1980). As baixas frequências, verificadas na faixa de 20° a 25°S , devem ser causadas devido aos movimentos subsidentes provavelmente associadas com a alta subtropical. A região costeira mostra uma variação na frequência de cobertura total que depende da forma da linha da costa, sistema local de ventos, topografia e características das ocorrências das massas de ar.

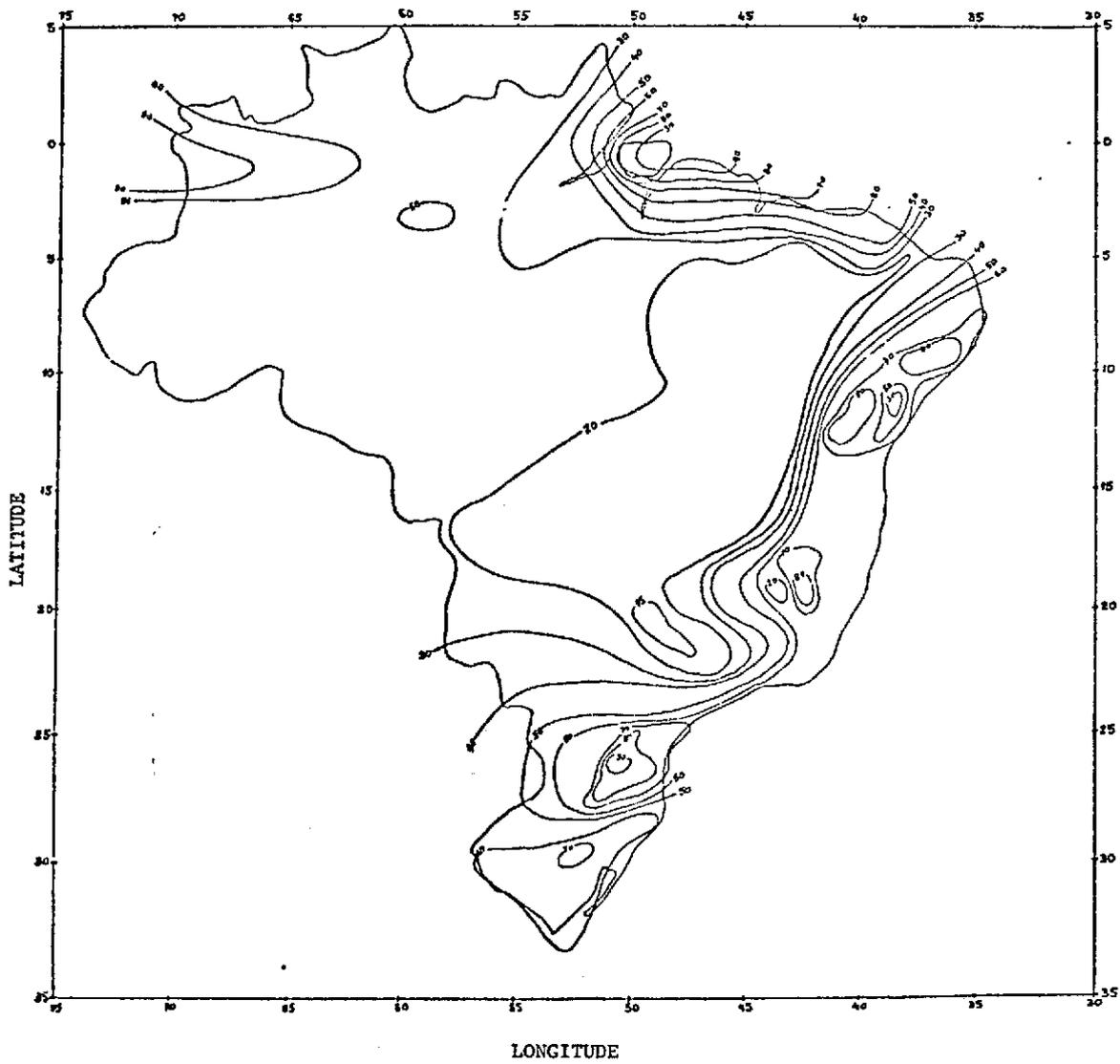


Fig. 5 - Distribuição horizontal da frequência de cobertura total (%), para os meses de junho, julho e agosto (Inverno). - Período de 1961 a 1970 - Horário das 12:00 GMT.

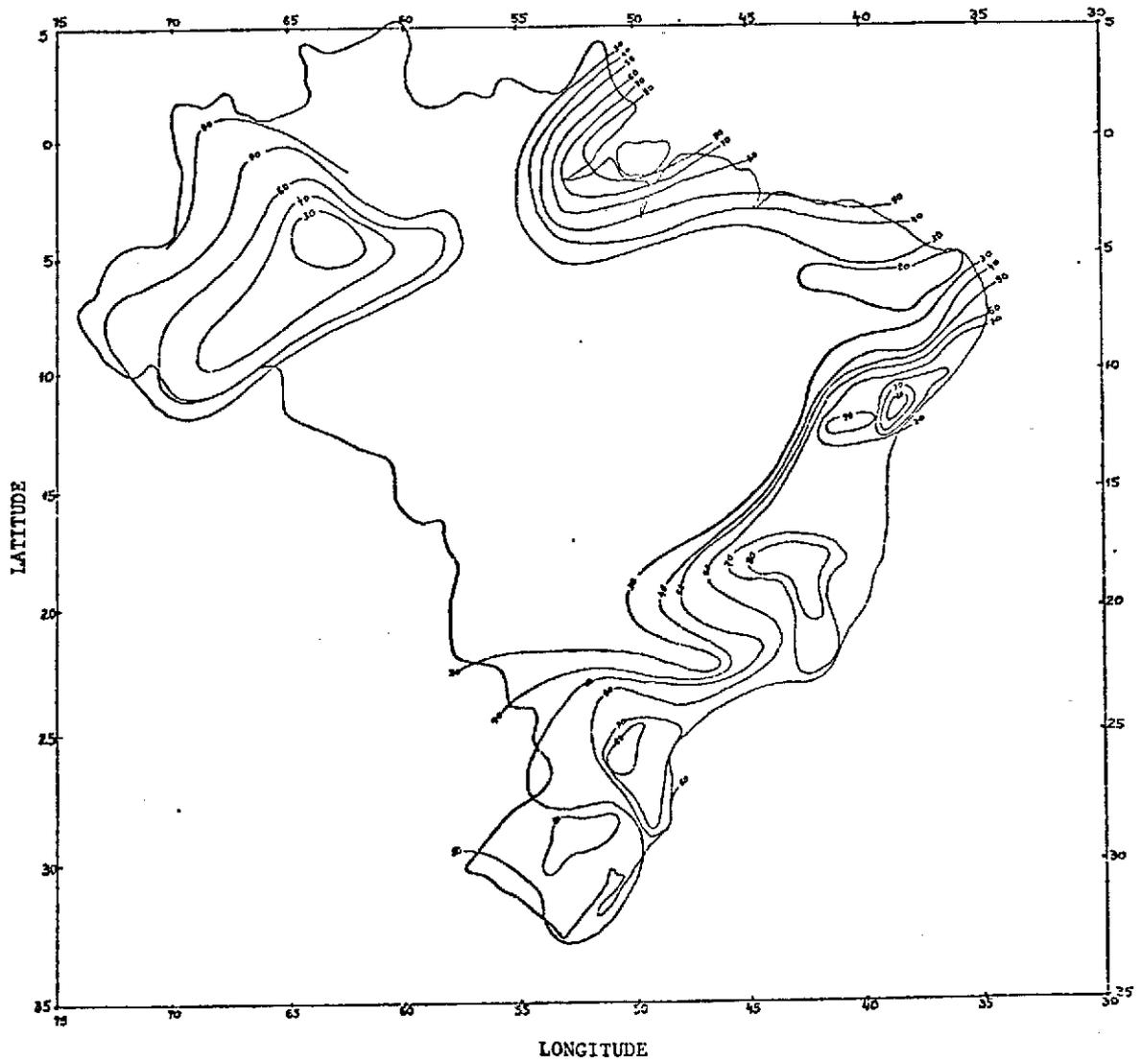


Fig. 6 - Distribuição horizontal da frequência de cobertura total (%), para os meses de setembro, outubro e novembro (Primavera). - Período de 1961 a 1970 - Horário das 12:00 GMT.

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este trabalho é simplesmente um estudo preliminar e o seu intuito é uma tentativa de entender a distribuição de nebulosidade no Brasil. Puderam-se fazer análises razoáveis nas regiões Amazônica, costa norte-nordeste e costa leste; isto, porém, não foi possível na região centro-oeste que conta com grande falta de dados. As análises obtidas refletem, de um modo geral, as observações climatológicas, principalmente nas regiões onde o número de dados é satisfatório. Pelo caráter deste trabalho, seria importante se se pudesse contar com dados digitalizados de coberturas médias, que são possíveis através das imagens dos satélites meteorológicos, a fim de que se pudesse comparar os resultados obtidos. A cobertura de nuvens também pode ser correlacionada com vários parâmetros de superfície, tais como temperatura, precipitação e umidade. Estes aspectos poderão ser estudados como continuação deste trabalho e darão maiores subsídios para as conclusões finais. Salienta-se que os resultados aqui apresentados representam uma verdade terrestre.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos aos Drs. Nelson de Jesus Parada, Diretor, e Antonio Divino Moura, Chefe do Departamento de Meteorologia do INPE, pelo apoio. Agradecem, também, ao Dr. V.B. Rao a revisão do texto; aos Drs. Fausto Carlos de Almeida e V.E. Kousky pelas sugestões; ao Sr. Paulo Seiji Nakaya pela ajuda na parte computacional; à Sra. Maria do Carmo S. Soares a correção da linguagem, e a Luiza M. Yamashita a datilografia do texto.

Este trabalho foi parcialmente patrocinado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), sob contrato B-28-79-001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTI, I.F.A. *Um estudo sobre interações entre sistemas de circulação de escala sinótica e circulações locais*. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. São José dos Campos, INPE, 1982. (INPE-2494-TDL/097).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, Dados climatológicos de 1961 a 1970 para várias estações e processados no Instituto de Pesquisas Espaciais. Banco de Dados - Depto de Meteorologia.

KOUSKY, V.E. Diurnal rainfall variations in northeast Brazil. *Monthly Weather Review*, 108(4):488-498, Apr., 1980.

LANDSBERG, H.E. A comment on land utilization with reference to weather factors. *Agricultural Meteorology*, 5:135-137, 1968.

OLIVEIRA, L.L. *Zonas de convergência no Atlântico Sul e suas influências no regime de precipitação no Nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. São José dos Campos, INPE, 1982. (INPE-2307-TDL/074).

C.D.U. - 551.576.2(81)