

ISA MARIA OLIVEIRA DA SILVA

MODELOS FÍSICO-MATEMÁTICOS PARA DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DO
OZÔNIO TOTAL NO HEMISFÉRIO SUL

BIBLIOTECA
DEPTO. ENG. AGRÍCOLA

Tese Apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como Parte das
Exigências do Curso de Meteorologia
Agrícola, para Obtenção do Grau de
Magister Scientiae.

VIÇOSA - MINAS GERAIS


1983

MODELOS FÍSICO-MATEMÁTICOS PARA DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO
DO OZÔNIO TOTAL NO HEMISFÉRIO SUL

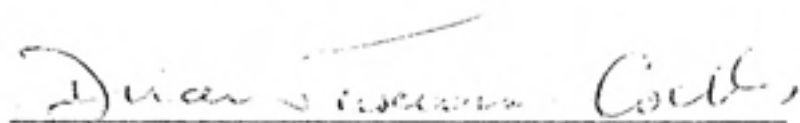
por

ISA MARIA OLIVEIRA DA SILVA

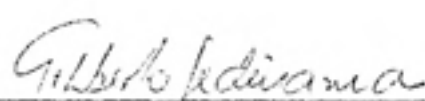
APROVADA:



Prof. Rubens Leite Vianello
Orientador



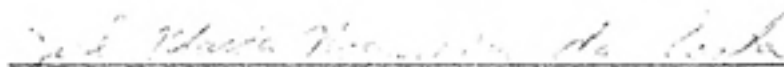
Prof. Dirceu Teixeira Coelho



Prof. Gilberto Chohaku Sedyama



Prof. Hélio Alves Vieira



Prof. José Maria Nogueira da Costa

Ao meu filho, André Luiz, privado do
meu convívio durante estes dois anos.

Aos meus pais, estímulo deste traba-
lho que ora me gratifica.

Aos meus irmãos, meus sobrinhos.

À Edemar Antônio, como prova de
grande afeto.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará (U.F.Pa), pela possibilidade de realizar e concluir este programa de Mestrado.

À Universidade Federal de Viçosa, pelas condições favoráveis à realização desta pesquisa, especialmente pelo apoio que me emprestou no interesse e esforço na consecução e aquisição dos dados necessários.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por seu suporte financeiro representado na bolsa de estudos.

Ao Professor Rubens Leite Vianello, pela orientação.

Aos Professores Dirceu Teixeira Coelho e Gilberto C. Sedyama, membros do Comitê de Orientação, pelas sugestões e colaboração constante durante todo o curso.

Aos Professores Hélio Alves Vieira e José Maria Nogueira da Costa pelas sugestões apresentadas por ocasião da defesa desta Tese.

Aos Professores e muito mais amigos, Adelina Moraes

de Souza e José Carvalho de Moraes da U.F.Pa por assumirem os encargos de minhas disciplinas neste período de ausência.

Aos colegas e amigos, pela compreensão, ajuda mútua e amizade que usufruímos durante estes anos de convívio no Curso em Viçosa.

À Edemar Antônio Rossetto, pela paciência, estímulo e companheirismo.

À minha família, especialmente meus queridos pais e meu filho André Luiz, pela paciência e sacrifício da separação e, sobretudo, pelo encorajamento e estímulo que me levaram a este trabalho.

Finalmente, a todos aqueles que contribuíram, quer aconselhando, quer auxiliando, na elaboração deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ISA MARIA OLIVEIRA DA SILVA, filha de Melchisedech César da Silva e Raimunda Oliveira da Silva, nasceu em Macapá, Território Federal do Amapá, no dia 29 de maio de 1953.

Em dezembro de 1975 graduou-se em Engenharia Elétrica, opção Eletrônica pela Universidade Federal do Pará (U.F.Pa).

Em 1975 frequentou curso de Especialização em Meteorologia Tropical pelo convênio SUDAM/UFPa.

De 1976 a 1978 cursou disciplinas na área de Meteorologia no Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) em São José dos Campos-SP.

Em outubro de 1978 foi contratada pela U.F.Pa para exercer a função de Auxiliar de Ensino junto ao Departamento de Geologia - Geofísica e Meteorologia. Atualmente é Professor Assistente 2 na mesma Universidade.

Em 1981 ingressou no curso de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola, ao nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa-MG, concluindo em julho de 1983.

CONTEÚDO

	PÁGINA
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE SÍMBOLOS	xiii
EXTRATO	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1. Aplicação do modelo de HEUKLON	27
3.2. Modelo modificado	29
3.3. Dados usados	31
3.4. Ajuste dos modelos	32
3.5. Aplicação dos modelos à América do Sul e ao Brasil	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1. Modelo de Heuklon ajustado ao Hemisfério Sul	35
4.2. Modelo modificado	43
4.2.1. Verificação da eficiência dos dois primeiros harmônicos da série de Fourier para representar a varia- ção sazonal na concentração média de ozônio	44

4.2.2. Verificação da eficiência dos doze primeiros harmônicos da série de Fourier para representar a variação longitudinal na concentração de ozônio	44
4.3. Comparações dos campos dos modelos de Heu klon e do modificado com campos obtidos de dados do satélite NIMBUS 4 BUV e com o obtido por TOLSON	52
4.4. América do Sul	54
4.5. Comparação dos modelos	61
5. CONCLUSÕES	67
6. LITERATURA CITADA	70
APÊNDICE	74

FIGURAS		PÁGINA
23	Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Perth	65
24	Perfis verticais de ozônio para Cachoeira Paulista	66

QUADROS	PÁGINA	
6	Valores dos parâmetros no modelo de ozônio	36
7	Conteúdo de ozônio estimado pelo modelo de Heuklon para o mês de abril em matm cm	39
8	Conteúdo de ozônio estimado pelo modelo de Heuklon para o mês de outubro em matm cm ..	40
9	Percentagens da variância de cada harmônico e da acumulada, para os cinco primeiros harmônicos da série de Fourier	44
10	Percentagens da variância de cada harmônico e da acumulada, para os dezessete primeiros harmônicos da série de Fourier	45
11	Coefficientes das séries de Fourier da variação sazonal e longitudinal	46
12	Conteúdo de ozônio estimado pelo modelo modificado para o mês de março	48
13	Conteúdo de ozônio estimado pelo modelo modificado para o mês de outubro em matm cm .	49
14	Valores da quantidade total de ozônio para Natal obtidos por diversas fontes (matm cm)	61
15	Erro padrão de estimativa, desvio da média estimada em relação à média observada, percentagem de erro em relação à média observada, médias estimadas e observadas para 18 estações	62

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		PÁGINA
1	O desenvolvimento da pesquisa de ozônio des- de 1920, DÜTSCH (11)	6
2	Distribuição do fluxo de radiação solar e secção transversal da fotoabsorção do oxigê- nio molecular e do ozônio, HOFFER e STEWART (23)	9
3	Perfil típico da distribuição vertical do ozônio, HOFFER e STEWART (23)	11
4	Perfis verticais do número de densidades dos menores constituintes na estratosfera, HOFFER e STEWART (23)	11
5	Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de abril, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm	41
6	Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de outubro, no Hemisfério Sul, estimado pe-	

FIGURAS	PÁGINA
lo modelo de Heuklon em matm cm	42
7 Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de março, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm	50
8 Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de outubro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm	51
9 Seção transversal da variação sazonal-latitudinal de ozônio total para o período de um ano, gerada de médias zonal mensais estimadas pelo modelo de Heuklon em matm cm ...	52
10 Seção transversal da variação sazonal-latitudinal de ozônio total para o período de um ano, gerada de médias zonal mensais estimadas pelo modelo modificado em matm cm ...	53
11 Seção transversal da variação sazonal-latitudinal de ozônio total para o período de abril de 1970 a maio de 1972, obtida de dados de satélite NIMBUS 4 BUV em matm cm, HILSEN RATH (21)	53
12 Seção transversal da variação sazonal-latitudinal estimada pelo modelo global de Tolson em matm cm, TOLSON (36)	54
13 Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de abril, na América do Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm	55
14 Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de outubro, na América do Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm	56

FIGURAS	PÁGINA
15	Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de março, na América do Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm 58
16	Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de outubro, na América do Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm 59
17	Conteúdo de ozônio para outubro de 1970 obtido de dados de satélite em matm cm, HILSEN RATH (21) 60
18	Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Cachoeira Paulista 63
19	Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Huancayo 63
20	Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Buenos Aires 64
21	Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Pretoria 64
22	Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Brisbane 65

FIGURAS		PÁGINA
23	Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Perth	65
24	Perfis verticais de ozônio para Cachoeira Paulista	66

LISTA DE SÍMBOLOS

- a - interceptação da curva de regressão linear
- b - inclinação da curva de regressão linear
- a_n - coeficiente da parte do co-seno do n-ésimo harmônico da série de Fourier que expressa a variação sazonal
- b_n - coeficiente da parte do seno do n-ésimo harmônico da série de Fourier que expressa a variação sazonal
- c_j - coeficiente da parte do co-seno do n-ésimo harmônico da série de Fourier que expressa a variação longitudinal
- d_j - coeficiente da parte do seno do n-ésimo harmônico da série de Fourier que expressa a variação longitudinal
- j - número de harmônico da série de Fourier que expressa a variação longitudinal
- m - número de dados disponíveis
- n - número de harmônico da série de Fourier que expressa a variação sazonal
- t - variável independente

t_1	- variável independente representando os 12 meses
t_2	- variável independente representando as longitudes
w	- freqüência angular da onda
w_1	- freqüência angular da onda de variação sazonal para o ciclo anual
w_2	- freqüência angular da onda de variação longitudinal, para o globo terrestre
A	- amplitude da variação latitudinal para o modelo de Heuklon (matm cm)
A_n	- amplitude do n-ésimo harmônico da série de Fourier
B	- fator de correção da latitude para o modelo de Heuklon
C	- semi-amplitude da variação sazonal do modelo de Heuklon (matm cm)
D	- constante que transforma o número de dias em graus
E	- dia do calendário Juliano
EPE	- erro padrão de estimativa (matm cm)
F	- fase da variação sazonal
G	- semi-amplitude máxima da variação longitudinal (matm cm)
H	- número de ondas da variação longitudinal
I	- fase da variação longitudinal
J	- valor médio anual do conteúdo de ozônio atmosférico na região do Equador para o modelo de Heuklon (matm cm)
L_1	- variação latitudinal do modelo de Heuklon (matm cm)
L_2	- variação sazonal do modelo de Heuklon (matm cm)
L_3	- variação longitudinal do modelo de Heuklon (matm cm)
O_3	- conteúdo total de ozônio estimado pelo modelo de Heuklon (matm cm)
O_2	- conteúdo total de ozônio estimado pelo modelo modi

ficado (matm cm)

- S_a^2 - variância acumulada até o n-ésimo harmônico da série de Fourier
- S_n^2 - variância do n-ésimo harmônico da série de Fourier
- S_1 - variação latitudinal do modelo modificado (matm cm)
- S_2 - variação sazonal do modelo modificado (matm cm)
- S_3 - variação longitudinal do modelo modificado (matm cm)
- Y_j - média mensal de ozônio observado (matm cm)
- \hat{Y}_j - média mensal de ozônio estimado (matm cm)
- ϕ - latitude para o modelo de Heuklon
- β - fator de correção da latitude para o modelo modificado
- γ - latitude para o modelo modificado
- ϕ - fase do n-ésimo harmônico da série de Fourier
- λ - longitude para o modelo de Heuklon

EXTRATO

SILVA, *Isa Maria Oliveira da*, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1983. *Modelos Físico-Matemáticos para Determinação do Conteúdo do Ozônio Total no Hemisfério Sul*. Professor Orientador: Rubens Leite Vianello. Professores Conselheiros: Gilberto Chohaku Sedyama e Dirceu Teixeira Coelho.

Esta pesquisa foi desenvolvida com dados obtidos diretamente do Centro Mundial de Dados de Ozônio, localizado em Ontário-Canadá, pertencente à Organização Meteorológica Mundial, com a finalidade de ajustar modelos físico-matemáticos para determinação do conteúdo de ozônio total em quaisquer local e época do ano, no Hemisfério Sul.

Dois modelos foram ajustados, ou seja, o modelo de Heuklon, usando técnica de regressão não-linear e o modelo modificado, mediante técnicas de regressão linear e série de Fourier. Como a distribuição de ozônio atmosférico varia com o tempo, com a latitude e com a longitude, os modelos ora estudados, incorporam tais fatores.

A partir desses modelos, estimou-se o conteúdo de ozônio para o Hemisfério Sul, seguindo-se da elaboração de quadros e de campos mensais, para o 15º dia de cada mês. Calcularam-se, também, valores médios mensais para toda a América do Sul. Esses valores foram comparados com as médias observadas para alguns pontos da América do Sul e foram traçados campos de conteúdo de ozônio atmosférico referentes aos meses de mínima e máxima quantidades de ozônio total.

Perfis sazonais de ozônio total foram traçados e comparados aos perfis observados para Cachoeira Paulista, Buenos Aires, Huancayo (América do Sul), Pretoria (África), Brisbane e Perth (Austrália).

A verificação da precisão dos modelos foi feita calculando-se, para o maior número possível de estações, o erro padrão de estimativa.

Finalmente, os modelos ajustados foram analisados e seus resultados comparados com aqueles obtidos por outros pesquisadores, a partir de dados de satélites meteorológicos.

1. INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, precedendo ao interesse pelo desenvolvimento da agricultura empresarial, altamente tecnológica, era comum a condução de trabalhos agrícolas isolados, sem a preocupação de associar fatores que pudessem sugerir justificativas para observações encontradas no campo. Entretanto, com o aprofundamento dos estudos agronômicos, o clima passou a ser considerado um importante elo para o entendimento dos agroecossistemas. A partir disso, incrementou-se o estudo da participação dos elementos climáticos no processo produtivo vegetal. Entre esses elementos, também o ozônio tem uma influência marcante nos processos metabólicos da planta que, em última análise, refletirão na produção.

O ozônio (O_3) é um estado alotrópico do oxigênio. Quando puro, é um gás de cor azul pálido, que se condensa sob a forma de um líquido azul escuro. É um composto instável, que pode retornar ao estado de oxigênio molecular sob

condições variadas de temperatura, choques de partículas rápidas ou certas faixas de radiações ultravioletas (UV). Conseqüentemente, há um processo de formação e destruição do ozônio na atmosfera (2). O ozônio é encontrado, principalmente, nas altas camadas da atmosfera (20-30 km) e é importante, também, por causa de suas características radiativas (19).

A existência de O_3 na atmosfera superior foi interpretada tendo por princípios a teoria fotoquímica de Sydney Chapman em 1940 (5), segundo a qual a distribuição vertical de O_3 pode ser explicada pela dissociação de moléculas de oxigênio em átomos de O, pela luz solar, que combinam com moléculas de O_2 para formar ozônio, que é, por sua vez, dissociado pela própria luz solar.

A quantidade média de ozônio encontrado na atmosfera é de 300 a 400 miliatmosfera centímetros (matm cm), ocorrendo máxima quantidade nas regiões subpolares e mínima nas regiões equatoriais, observando-se valores maiores sobre os continentes em relação aos oceanos. O conteúdo de ozônio é máximo na primavera e mínimo no outono, para todas as latitudes num hemisfério.

O ozônio é de grande importância no controle da chegada da radiação UV e, conseqüentemente, para diversas atividades humanas, destacando-se as atividades agrícolas e a saúde pública.

Em julho de 1957, durante o Ano Geofísico Internacional, foi organizada uma rede de estações com a finalidade de medir o ozônio atmosférico. Cerca de 80% dessas estações estão localizadas no Hemisfério Norte, e a maioria acha-se

sobre os continentes e nas latitudes médias (20).

Na décima terceira sessão do Comitê Executivo da Organização Meteorológica Mundial (O.M.M.), a Secretaria Geral foi direcionada para aproximar os membros ativos nos campos de Radioatividade Química e Atmosférica, de Radiação e de Ozônio, com vistas à coleta e publicação dos dados pertinentes, com apoio da O.M.M. Com isso, foi criado o Centro Mundial de Dados de Ozônio no Canadá que, em cooperação com a O.M.M., publica mundialmente os dados coletados (3).

Os dados de conteúdo de ozônio atmosférico, em todo o mundo, não são sequer, em parte, aproximados aos registros que existem para outros elementos atmosféricos, tais como temperatura, pressão, conteúdo de vapor, ou mesmo radiação solar (20).

Baseando-se em informações coletadas por satélites meteorológicos, inúmeras pesquisas têm sido realizadas para conhecer as distribuições espacial e temporal do ozônio atmosférico, principalmente para o Hemisfério Norte (21, 22, 24, 36).

No Brasil, exceto para localidades isoladas, como Cachoeira Paulista e Natal, por exemplo, onde se observa rotineiramente o conteúdo de ozônio atmosférico, não se conhece, sequer, uma única pesquisa que aborde a distribuição espacial de ozônio. Em razão disso, e considerando:

- 1) o crescente interesse pelo desenvolvimento de modelos de radiação solar, nos quais o conteúdo de ozônio se faz necessário conhecer, a fim de que tal parâmetro seja incluído, e os modelos resultantes se tornem mais realistas;
- 2) os testes nucleares e o uso de aviões supersônicos aumen

tam a cada dia, comprometendo, assim, o equilíbrio da camada de ozônio;

3) o aumento dos índices de poluentes atmosféricos, especialmente junto às grandes concentrações industriais, que também afetam diretamente o balanço de ozônio;

4) a influência do conteúdo de O_3 atmosférico no desenvolvimento de inúmeras culturas, destacando-se aquelas de grande interesse sócio-econômico para o Brasil;

torna-se, portanto, evidente o interesse em pesquisas que permitam estimar, de forma realista, a quantidade de O_3 na atmosfera, sobre o Brasil.

Para tanto, foram enfocados, neste trabalho, os seguintes objetivos específicos:

a) tomando-se por base os dados de O_3 , observados em todo o Hemisfério Sul, ajustar modelos físico-matemáticos para determinação do conteúdo de ozônio em qualquer local e época do ano, no Hemisfério Sul;

b) determinar os campos de ozônio para a América do Sul, destacando-se a distribuição espacial e temporal, com ênfase sobre o Brasil;

c) comparar os campos obtidos pelos modelos, com os valores observados no Hemisfério Sul.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A radiação solar, que atinge o topo da atmosfera da Terra, tem uma pequena componente na região UV do espectro eletromagnético que é potencialmente letal. Tal radiação UV é parcialmente filtrada por uma camada de ozônio localizada na estratosfera, que absorve a maioria dos raios nocivos, antes de estes atingirem a superfície terrestre (23).

Segundo DÜTSCH (11), as pesquisas sobre o ozônio atmosférico tiveram, inicialmente, duas origens aparentemente não relacionadas; mas, de fato, inter-relacionaram-se de maneira bastante complexa, como se vê na Figura 1, ou seja; Dobson relacionou-as com o tempo, considerando que os ciclones tropicais podem ser produzidos pelo excesso de aquecimento da estratosfera devido ao conteúdo de ozônio em algumas regiões; Götze, por outro lado, tornou-se interessado em ozônio por causa de seu estudo em radiação UV-B, que é uma função do conteúdo de O_3 em conexão com suas aplicações em medicina.

Conforme HOFFER e STEWART (23), existe evidência de

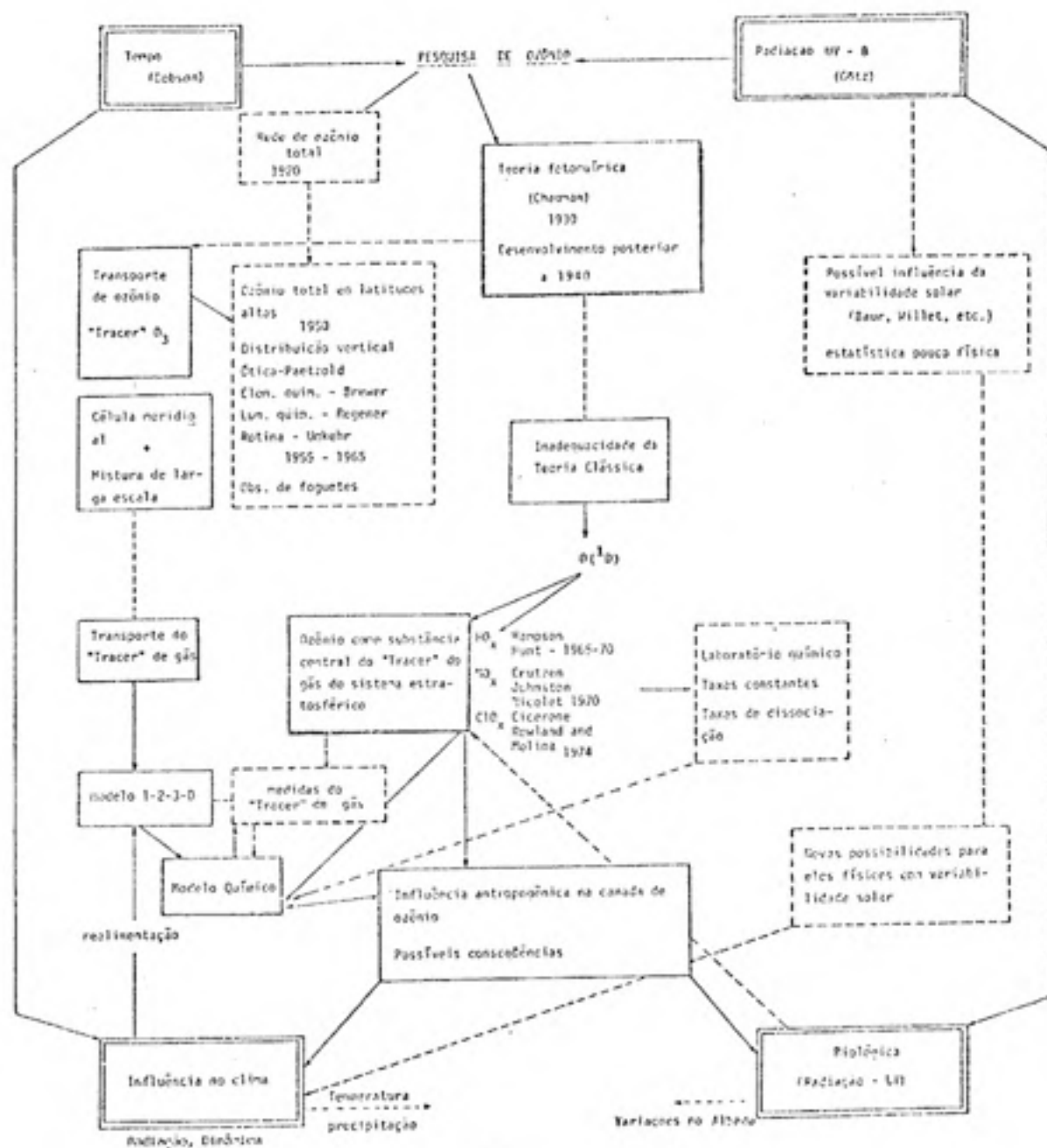


FIGURA 1- O desenvolvimento da pesquisa do ozônio desde 1920, DÜTSCH (11).

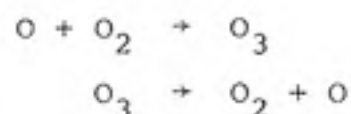
que o câncer de pele em animais é induzido pela banda de radiação UV no mesmo intervalo de comprimento de onda que causa eritema em humanos, e é absorvido pelas moléculas do ácido desoxirribonucléico (DNA) na faixa de 280-320 nm, chamada faixa B do ultravioleta.

De acordo com HEUKLON (20), quantidades médias do ozônio variam de 300 a 400 milésimos de centímetros na atmosfera, em condições normais de temperatura e pressão (matm cm NTP). As regiões polares apresentam médias anuais de 380 matm cm, enquanto em regiões equatoriais permanece um valor aproximadamente constante, em cerca de 240 matm cm durante todo o ano. As quantidades de O_3 são geralmente muito maiores sobre os continentes do que sobre os oceanos.

O conteúdo de ozônio é máximo na primavera e mínimo no outono, para todas as latitudes, num hemisfério; a amplitude dessas variações é maior nas latitudes subpolares, onde as quantidades são também maiores numa base anual. Variações sazonais e quantidade anual são mínimas nas regiões equatoriais (6, 7, 20, 27). O conteúdo de ozônio mostra uma variação diurna, sendo maior durante a noite ou, pelo menos, nunca menor do que durante o dia (27).

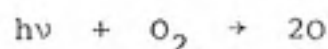
Segundo U.S. Public Health Service, 1970, citado por MACHTA e KOMBYR (26), concentrações de ozônio em torno de 0,3 parte por milhão (ppm), durante 8 horas, parecem ser suficientes para provocar irritação nasal e de garganta, enquanto entre 0,6 e 1,0 ppm, por 1 a 2 horas, podem enfraquecer as funções pulmonares. O mesmo autor afirma que as concentrações mais altas podem provocar acessos de tosse, asfixia e cansaço.

A existência de O_3 na atmosfera superior foi explicada tendo por princípios a teoria fotoquímica de Sydney Chapman em 1930 (5), que afirma que a distribuição de O_3 , na vertical, pode ser explicada pela formação de O_3 devido à dissociação de moléculas de oxigênio em átomos de O , pela luz solar, os quais combinam com moléculas de O_2 para formar ozônio, que é, por sua vez, dissociado pela própria luz solar:



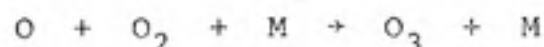
Diversos autores (6, 7, 23, 31, 32), baseados na teoria de Chapman, explicaram a conversão de O_2 em ozônio em termos de um sistema de 5 etapas de reações fotolíticas e de colisão:

1- fotodissociação do O_2 em oxigênio atômico (O) pelo UV, em comprimentos de onda abaixo de 240 nm, onde o oxigênio molecular tem uma grande fotoabsorção através da faixa contínua de Schumann-Runge, Figura 2:



onde $h\nu$ é a energia da radiação na faixa considerada, h é a constante de Planck e ν é a frequência;

2- abaixo de 80 km, os átomos de O , assim formados, tendem a combinar para formar ozônio:



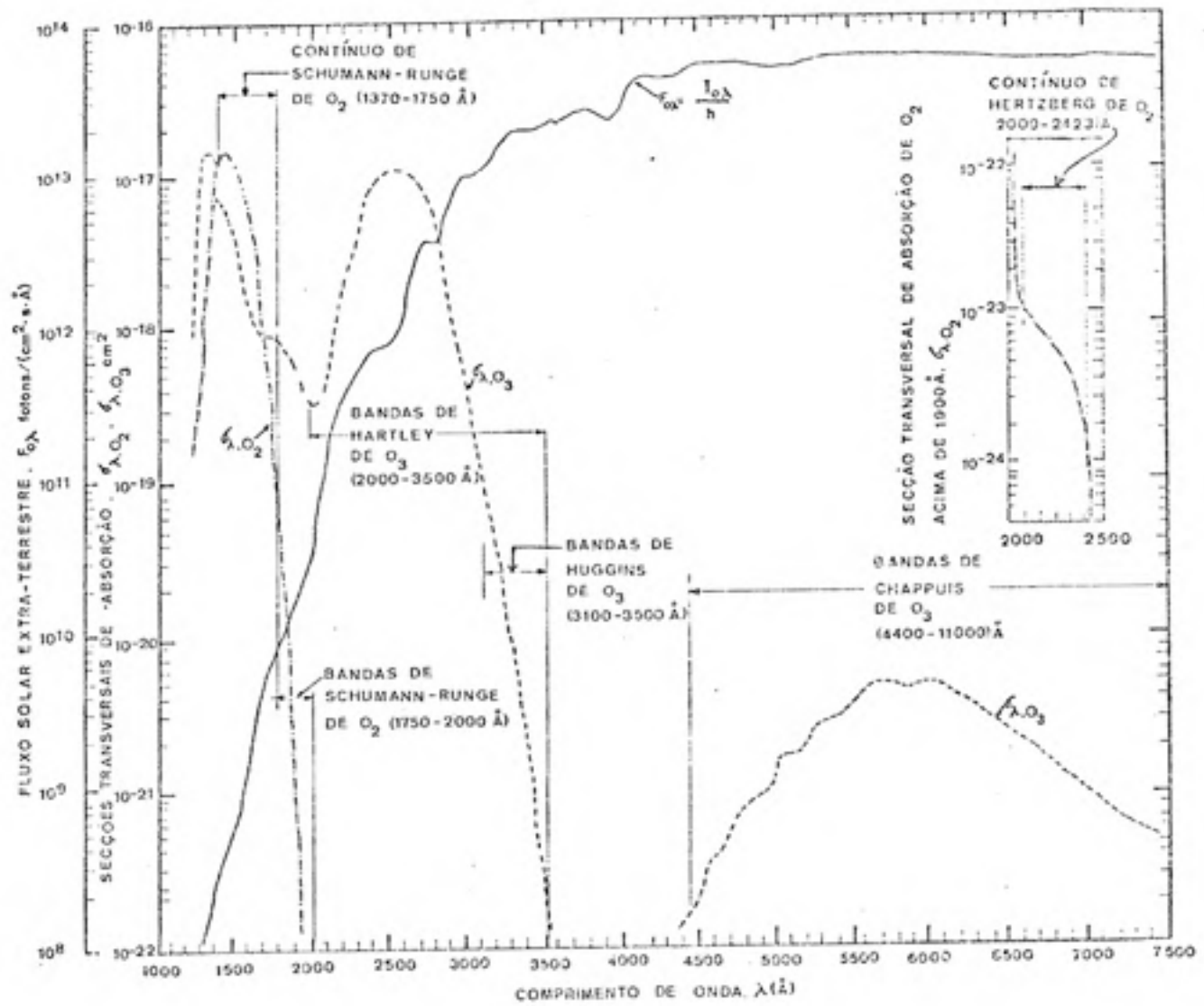


FIGURA 2- Distribuição do fluxo de radiação solar e secção transversal da fotoabsorção do oxigênio molecular e do ozônio, HOFFER e STEWART (23).

onde M é um terceiro elemento (N_2 ou O_2) (31);

3- ozônio pode ser fotodissociado tanto pela radiação UV, abaixo de 350 nm, quanto pela radiação visível:



A região entre 350 e 200 nm contém a forte banda de absorção de Hartley e as bandas de Huggins de O_3 , enquanto a luz visível é relativamente pouco absorvida pelo sistema Chappuis, Figura 2;

4- abaixo de 50 km, a recombinação, por colisão, para oxigênio molecular, ocorre primeiramente por $O + O_3 \rightarrow 2O_2$;

5- a reação do terceiro elemento $O + O + M \rightarrow O_2 + M$ ocorre em grandes altitudes.

O modelo de equilíbrio fotoquímico de Chapman prognostica, qualitativamente corretos, os perfis de O_3 , segundo os quais o número de densidades calculado é máximo na vizinhança de 25 km e diminui em altitudes mais altas e mais baixas, Figura 3 e Figura 4; porém, superestima a concentração e a quantidade total de ozônio, talvez devido ao fato de os valores medidos serem realizados em laboratório (23).

Medições mostraram que a densidade máxima de ozônio ocorre entre 20 e 30 km, diminuindo rapidamente acima do nível de máxima. A densidade de O_3 abaixo do nível de máxima é completamente variável, uma vez que as observações mostram que a quantidade total de ozônio, em sua maior parte, varia com a latitude, longitude e tempo, especialmente entre a tropopausa e o nível de máxima (6).

Os tipos de observações usados no mundo inteiro, na determinação da quantidade total de ozônio, são os seguin-

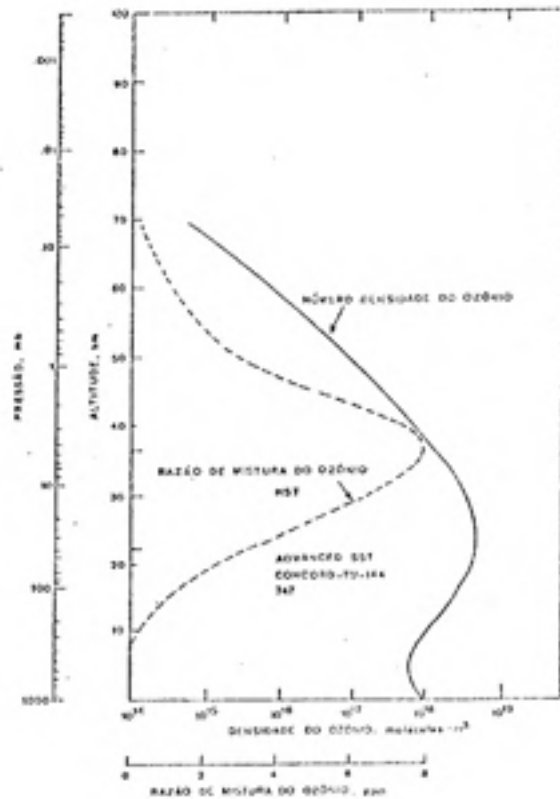


FIGURA 3- Perfil típico da distribuição vertical do ozônio, HOFFER e STEWART (23).

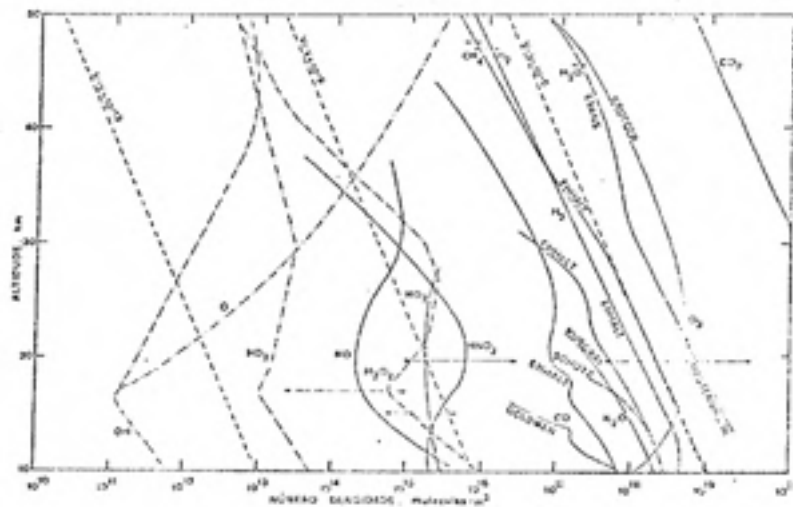


FIGURA 4- Perfis verticais do número de densidade dos menores constituintes na estratosfera, HOFFER e STEWART (23).

tes: ozônio total, distribuição vertical de ozônio de observações de Umkehr e ozôniosonda (3).

Segundo GÖTZ (17), a camada de ozônio é de grande importância no controle da chegada da radiação ultravioleta, numa certa faixa espectral, que se caracteriza por inúmeros efeitos biológicos tais como, a formação de eritema, a síntese de vitamina D, e efeitos bactericidas. Intensidades de radiação, na faixa UV do espectro solar, são altamente variáveis com o comprimento de onda; contudo, as medidas de ozônio podem ser inteiramente consideradas para essas variações em intensidade. Na ausência da camada de ozônio, queimaduras provocadas pelo sol, facilmente seriam cinquenta vezes mais intensas, à semelhança do que ocorre sob condições de sol muito elevado, no verão, em altas montanhas. Por outro lado, um aumento na camada de ozônio eliminaria completamente a estimulação da radiação que, em dosagem adequada, é essencial à vida; se isso acontecesse, não existiria nenhuma forma de vida, pelo menos ao nível conhecido.

Regener, citado por GÖTZ (17), mostrou que, biologicamente, o ozônio desempenha o importante papel de um purificador de ar.

VAN *et alii* (39) estudaram o efeito da radiação UV-B em 13 espécies de plantas cultivadas. Concluíram que determinadas espécies de plantas apresentam uma ampla faixa de susceptibilidade à diminuição da fotossíntese pelo aumento da radiação UV-B simulado por uma coluna de ozônio de 190 matm cm, ângulo solar de 55° , o que corresponde a um desvio de aproximadamente 50% do ozônio à 30° N de latitude. Os mesmos autores classificaram, com respeito à sensibilidade à

radiação UV-B, aquelas 13 espécies de plantas como "sensíveis" (ervilha, couve, repolho, soja, aveia), "moderadamente sensíveis" (tomate, sorgo, centeio, arroz), ou "tolerantes" (milho, grama, mileto, amendoim). Os Quadros 1, 2 e 3 servem para melhor visualização do exposto.

QUADRO 1- Efeito do reforçamento de UV-B nos pesos fresco e seco de alguns vegetais e campos de cultura, VAN (39), 1/

Planta ^{3/}	Peso Fresco ^{2/}		Peso Seco ^{2/}	
	Mylar (controle)	Acetato celulose (reforço UV-B)	Mylar (controle)	Acetato celulose (reforço UV-B)
	g/planta			
Ervilha	3,0	1,9*	0,4	0,3*
Repolho	50,0	41,3*	6,2	4,7*
Couve	45,8	42,3	7,6	6,1*
Tomate	56,9	52,7*	5,7	4,8*
Soja	29,4	25,9*	4,5	3,7*
Aveia	47,9	41,6*	7,6	5,9*
Sorgo	30,3	27,1	3,2	2,6*
Centeio	34,5	31,3	3,5	3,0*
Milho	35,1	33,5	3,6	3,0
Arroz	21,0	18,9	3,3	2,9
Arroz	20,1	19,3	2,8	2,5
Mileto	29,2	28,0	3,2	3,0
Grama	43,1	41,8	6,9	6,2
Amendoim	31,4	28,4	6,4	6,0

* Diferenças significantes de acordo com teste F, $p = 0,05$.

1 Reforço UV-B em estufa; simulação de uma variação de 50% de ozônio atmosférico. Duração da exposição UV-B foi de 250 a 300 horas, exceto para ervilha (200 horas).

2 Média de 12 medidas.

3 Para cultivar e espécie, ver Quadro 2.

QUADRO 2- Efeito do reforçamento de UV-B na fotossíntese líquida de alguns vegetais e campos de culturas, VAN (39).^{1/}

Espécies, cultivar	Fotossíntese Líquida ^{2/}	
	Mylar (controle)	Acetato celulose (reforço UV-B)
	mg CO ₂ dm ⁻² h ⁻¹	
Ervilha "Little Marvel" (<i>Pisum sativum</i> L.)	27	22**
Repolho "Flat Dutch" (<i>Brassica oleracea</i> L., var. capitata)	31	29*
Couve "Georgia" (<i>Brassica oleracea</i> L., var. acephala)	29	26*
Tomate "Rutgers" (<i>Lycopersicon esculentum</i> L.)	26	23
Soja "Hutton" (<i>Glycine max.</i> L.)	37	28*
Aveia "Florida 501" (<i>Avena sativa</i> L.)	38	36*
Sorgo "ORO-T" (<i>Sorghum bicolor</i> L.)	37	35
Centeio "Gator" (<i>Secale cereale</i> L.)	35	33
Milho "Pioneer 3364A" (<i>Zea mays</i> L.)	41	43
Arroz "Caloro" (<i>Oryza sativa</i> L.)	36	33*
Arroz "Saturn" (<i>Oryza sativa</i> L.)	36	34
Mileto "Southgraze" (<i>Pennisetum american</i> L., K. Schum.)	41	44
Gramma "Pangola" (<i>Digitaria decumbens</i> stent.)	31	30
Arroz "Florunner" (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	37	35

*, ** Diferenças significantes de acordo com teste F, p = 0,05 e p = 0,01, respectivamente.

1 Reforçamento UV-B em estufa; simulação de uma variação de ozônio atmosférico 50%. Duração da exposição UV-B foi de 250 a 300 horas, exceto para ervilha (200 horas).

2 Média de 4 a 6 medidas.

QUADRO 3- Efeito do reforçamento UV-B na fotossíntese líquida de alguns vegetais e campos de culturas em condições de câmara de crescimento, VAN (39).^{1/}

Planta ^{3/}	Fotossíntese Líquida ^{2/}	
	Mylar (controle)	Ácetoato celulose (reforço UV-B)
	mg CO ₂ dm ⁻² h ⁻¹	
Ervilha	23	15**
Feijão "Harvest" (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	19	12**
Tomate	21	14*
Repolho	24	16*
Couve	22	16*
Milho	38	32*
Aveia	33	25*

*, ** Diferenças significantes de acordo com teste F, p = 0,05 e p = 0,01, respectivamente.

1 Simulação de uma variação de 50% de ozônio atmosférico. Duração da exposição UV-B foi 300 horas, exceto para ervilha (200 horas) e aveia (500 horas).

2 Média de 6 medidas.

3 Para cultivar e espécies, ver Quadro 2.

Hill *et alii*, citado por TRESHOW (37) descreveram a sensibilidade relativa de 32 espécies agronômicas ao O₃ em estudos de fumigação controlada. Esses dados estão sumariados no Quadro 4. As mais sensíveis espécies, dentre as estudadas, incluem *Nicotina tabaccum* L., *Pinus strobus* L., e *Phaseolus vulgaris* L. Essas plantas mostraram-se danificadas quando expostas a concentrações de O₃ tão baixas como a 2 a 5 ppm por 8 horas (34).

QUADRO 4- Sensibilidade relativa de espécies herbáceas ao ozônio, TRESHOW (37).

Sensível	Intermediária	Resistente
Espinafre	Nabo	Beterraba
Tabaco	Salsa	Gerânio
Alfafa	Cenoura	Gramma azul anual (<i>Poa annua</i>)
Trigo	Petúnia	Pepino
Aveia	Chicória	Algodão
Cevada	Cenoura branca	Alface
Centeio		
Gramma de pomar (<i>Dactylus glomerata</i>)		
Trevo Vermelho		
Rabanete		
Feijão		
Milho		
Tomate		
Brócolos		

Wedding e Erickson, citados por PERCHOROWICZ e TING (29), foram os primeiros a mostrar que o O_3 altera a membrana permeável do feijão e da batata (*Solanum tuberosum*).

Rich, citado por DUGGER e TING (10), sugeriu que uma das principais maneiras em que o O_3 pode prejudicar as células é "destruindo a semi-permeabilidade das membranas celulares". Ele reviu, cuidadosamente, as informações contidas nas observações, nas teorias e nas inferências dos efeitos do O_3 em membranas celulares.

Atribui-se também ao ozônio mudanças na permeabilidade da célula, conseqüentemente, causando murchamento das folhas após exposição (14).

Segundo DUGGER *et alii* (9), dependendo da concentração e do tempo de exposição, o O_3 pode produzir dano foliar agudo ou crônico em folhas de feijão.

Exposições com O_3 também demonstraram capazes de reduzir a taxa de crescimento relativo (18), o desenvolvimento da raiz, o acúmulo de matéria seca (12), a permeabilidade da célula (14, 29), e a atividade metabólica (10, 28).

TODD (35) observou que o aumento na respiração e a diminuição na fotossíntese em feijão estavam diretamente correlacionados com danos da folha, resultante de várias concentrações de O_3 , mostrando maior redução na fotossíntese para as plantas expostas em 10 dias após a semeadura. O conteúdo de clorofila, observado nas primeiras folhas, atingiu seu valor máximo durante esse período. Exposições de O_3 , aos 10 dias de idade, causou destruição da clorofila e uma diminuição da taxa fotossintética líquida (13, 35); o grau dessa destruição tem sido usado como um indicador quantitativo de danos nas plantas (1, 8, 13, 16).

A estimulação da taxa de respiração foi bem correlacionada com a quantidade de dano observado, e foi significativamente aumentada nas folhas nocivamente danificadas. Assim, quando o O_3 foi usado nas fumigações, a maioria dos danos das folhas foi devida à estimulação da respiração (35).

A produção total de biomassa é afetada pela exposição ao ozônio em cada estágio da planta. Concentrações de O_3 mais altas do que 15 ppm mostraram-se capazes de reduzir o acúmulo de matéria seca nas raízes e nas copas. Quando a concentração de O_3 foi aumentada, diminuiu o peso seco total da planta (33).

A resistência estomatal, em algumas espécies de plantas, aumenta com tratamento de O_3 (12, 14, 34, 38).

Tanto observações de laboratório, quanto de campo, reforçam a hipótese de que condições ambientais têm influências controladoras sobre a sensibilidade das plantas aos poluentes do ar. Isso é verdade tanto para o crescimento, quanto para os regimes de exposição. Respostas ao ozônio não podem ser propriamente interpretadas sem um entendimento do ambiente das plantas. Luz, temperatura e umidade parecem ser os mais importantes fatores atmosféricos que afetam a sensibilidade da planta ao ozônio (34).

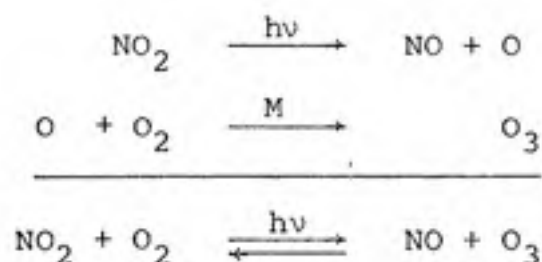
Elevadas concentrações de O_3 na atmosfera urbana, ou através de fumigações, induziram doenças, tais como: "grape sipple" (sintomas da doença: bronzeamento, amarelecimento, senescência prematura e queda da folha); "onion blight" (queimadura da extremidade da folha precedida pelo manchamento e quebra do tecido); "weather fleck" do tabaco (mancha necrótica desenvolvida sobre a folha que estraga severamente sua qualidade); "pine blight" (manchas róseas a mesma distância da extremidade numa dada folha; as manchas desaparecem na faixa do tecido morto) (37).

"Weather fleck", um sério problema na produção de tabaco, é causada por concentrações anormais de ozônio na atmosfera (9, 38). O ozônio penetra na folha através dos estômatos e ataca o tecido palissádico. Recentemente, Rich et alii, citados por TUNNER et alii [38], mostraram que a absorção do O_3 é, na realidade, regulado pelos mesmos fatores que controlam a troca do vapor de água entre a folha e a atmosfera.

Danos às plantações de tabaco e feijão têm sido diretamente correlacionados com concentrações de ozônio na atmosfera (1).

Atualmente, as concentrações de O_3 estão aumentando numa razão alarmante, ameaçando a saúde do homem e a produtividade de suas colheitas. Hortaliças, árvores ornamentais, frutíferas, florestas, cereais, forragens, têxteis, arbustos, todos têm sido extensivamente danificados (37).

Em geral, a existência de O_3 na baixa atmosfera pode ocorrer devido a descargas elétricas, ao transporte a partir das camadas mais elevadas, além de mecanismos normais de formação. Porém, a presença de ozônio, em nosso ambiente imediato, pode também resultar da ação da luz ultravioleta sobre o NO_2 , como segue:



A reação líquida é $NO_2 + O_2 \xrightleftharpoons{h\nu} NO + O_3$.

A reação de volta, teoricamente, ocorre mais rápido do que a reação inicial, tal que O_3 seria removido da atmosfera. Entretanto, a presença de hidrocarbonos na atmosfera reage com o NO , removendo-o; conseqüentemente, impede a reação de volta e, com isso, o ozônio é acumulado (37).

HOPPER e STEWART (23) afirmam que alguns elementos podem diminuir a proteção de ozônio. Johnston, citado por

HOPFER e STEWART (23), levanta a questão da diminuição catalítica do ozônio pelo óxido de nitrogênio, que reage com oxigênio atômico para formar o óxido nítrico ($O + N_2O \rightarrow 2NO$).

Crutzen *et alii*, citados por HOPFER e STEWART (23) e por ROWLAND (32), propuseram um ciclo catalítico que interconverte monóxido de nitrogênio e dióxido de nitrogênio, conservando a quantidade total de NO_x ($NO + NO_2$).



Recentemente, tem sido dada maior atenção às possíveis mudanças na camada de O_3 , causadas pela presença de vôos supersônicos que injetam NO_x na estratosfera (15, 23, 27, 32). Esses efeitos da poluição atmosférica, por aviões, são mostrados no Quadro 5.

Stolarski e Cicerone, citados por HOPFER e STEWART (23) e por ROWLAND (32), mais recentemente, mostraram que o O_3 é também destruído pelo ciclo catalítico dos óxidos de clorina.



o que pode conduzir aos mesmos resultados do ciclo de NO_x , ou seja, diminuir o ozônio atmosférico, porém cerca de cin-

QUADRO 5- Características das aeronaves e reduções estimadas da percentagem de ozônio por 100 aeronaves de tipos específicos, HOFFER e STEWART (23).

Tipo de aeronave	Combustível queimado por ano (kg/ano)	Altitude (km)	Índice de emissão de NO _x (EI) S/C* (g/kg de combustível)	Redução da percentagem de O ₃ no Hemisfério Norte		
				S/C	Controles EI	
					1/6 atual	1/60 atual
Subsônico						
707/DC 8	1,0 x 10 ⁹	11	6	0,0034	0,00070	0,000070
DC 10/L-1011	1,5 x 10 ⁹	11	15	0,010	0,0020	0,00020
747	2,0 x 10 ⁹	11	15	0,014	0,0025	0,00025
747 - SP	2,0 x 10 ⁹	13,5	15	0,079	0,014	0,0014
Supersônico						
Concorde/TU-144	4,0 x 10 ⁸	13,5	18	0,39	0,068	0,0068
	3,0 x 10 ⁹	16,5				
SST Avançado	3,0 x 10 ⁸	16,5	18	1,74	0,32	0,032
	6,0 x 10 ⁹	19,5				

* S/C (sem controle).

co vezes mais rapidamente.

Molina e Rowland, citados por HOFFER e STEWART (23) e por ROWLAND (32), afirmam que os problemas mais urgentes estão relacionados com o uso difundido dos hidrocarbonos (CF_xCl_y), sendo os mais importantes o Freon-11 ($CFCl_3$) e o Freon-12 (CF_2Cl_2), os quais se fotodissociariam na estratosfera e liberariam clorina, atuando como um sumidouro catalítico do O_3 estratosférico. Esses fluorcarbonos passaram a ser, comercialmente, usados há 50 anos, em refrigeradores, em condicionadores de ar e em propelentes de aerossóis.

Segundo Crutzen *et alii*, citados por ROWLAND (32), ao contrário do que se pensa, a fonte estratosférica de NO_x é predominantemente devida à difusão de baixo para cima, a partir da superfície, onde N_2O é liberado no processo natural de desnitrificação bacteriana, que ocorre tanto no continente quanto no oceano.

Segundo a U. S. Nat. Academy of Sciences, citada por ROWLAND (32), os efeitos de testes de bombas nucleares na camada de ozônio são apenas marginalmente detectáveis, porém uma guerra nuclear, realmente, causaria danos muito grandes ao O_3 , em ambos os hemisférios.

Segundo o relatório da WMO (41), a radiação UV é fortemente absorvida pelo ozônio. A temperatura da estratosfera, em sua maior parte, é mantida por um balanço entre absorção da radiação solar pelo ozônio e emissão de radiação infravermelha atmosférica pelo ozônio, dióxido de carbono e vapor de água. Alguma mudança na taxa de aquecimento terá uma influência direta na distribuição da temperatura na estratosfera e, possivelmente, na troposfera. Tais mudanças

de temperatura terão um efeito nos padrões de circulação atmosférica e, portanto, no tempo e clima. Contudo, tais mudanças termodinâmicas e dinâmicas, por si mesmas, terão significativas interações ou processos de realimentação na composição estratosférica.

Conforme DÜTSCH (11), possíveis influências no clima devem ser consideradas, as quais podem ser produzidas por mudanças no balanço de radiação na superfície da Terra, bem como através das mudanças esperadas nas dinâmicas estratosféricas e troposféricas; enquanto, por outro lado, a radiação UV-B, que atinge a superfície da Terra, seria alterada por possíveis conseqüências biológicas. Mudanças no clima certamente influenciarão a vida, enquanto a influência do UV na vida marinha pode alterar também o albedo e, assim, o clima, Figura 1.

RAMANATHAN e DICKINSON (30) afirmam que cerca de 20% do fluxo de onda longa da estratosfera para troposfera é diretamente devido ao ozônio. Uma variação na concentração de O_3 perturba os balanços de energia estratosférico e troposférico, à superfície, através de um conjunto de mecanismos que envolvem mudanças nos fluxos solar e de onda longa, os quais são separados em efeitos diretos, devido à variação de O_3 , e efeitos indiretos, devido à variação da temperatura estratosférica.

Embora já exista bastante conhecimento quanto aos efeitos do ozônio atmosférico sobre os seres vivos, o mesmo não ocorre quanto à distribuição espacial e temporal. Várias tentativas têm sido feitas neste sentido, especialmente utilizando-se de informações coletadas por satélites me-

teorológicos (21, 22, 24, 36).

Outra técnica que tem sido usada é o uso de modelos. Tais modelos baseiam-se em formulações matemáticas que procuram representar a distribuição espacial e temporal do ozônio atmosférico. Claramente, esses modelos alcançam maior validade na medida em que exista um maior conjunto de dados observados disponíveis, uma vez que o ajuste e a precisão dos modelos estão na dependência dessas informações. Neste sentido, HEUKLON (20) desenvolveu um modelo que considera a latitude, longitude e o tempo, e que pode ser usado para estimar a quantidade de ozônio atmosférico em matm cm para quaisquer dia do ano e local, no Hemisfério Norte, ou seja:

$$O_3 = J + \{A + C \text{sen}[D(E + F)] + G \text{sen}[H(\lambda + I)]\} \cdot \text{sen}^2(B\phi) \quad \text{Eq. 1}$$

em que $J = 235$ matm cm é o valor médio anual do conteúdo de ozônio atmosférico na região do Equador.

Heuklon adaptou esse modelo também para o Hemisfério Sul baseando-se nos dados de ozônio coletados durante o Ano Geofísico Internacional (AGI), em 1957.

Segundo HEUKLON (20), o conteúdo de ozônio total possui variações sazonal e longitudinal, quase senoidais. Assim, espera-se que a série trigonométrica em senos e co-senos possa representar fielmente tais variações, ou seja:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos(nx) + b_n \text{sen}(nx)) \quad \text{Eq. 2}$$

a equação 2 é a série de Fourier de senos e co-senos, cujos

coeficientes são expressos por

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx \quad \text{Eq. 3}$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos(nx) dx \quad (n > 0) \quad \text{Eq. 4}$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin(nx) dx \quad (n > 0) \quad \text{Eq. 5}$$

em que a_n e b_n são os coeficientes de Fourier de $f(x)$, e podem ser determinados para várias funções, desde que satisfaçam certas condições matemáticas. Esses coeficientes são usados para calcular a amplitude A_n e fase ϕ_n de cada harmônico, uma vez que a equação 2 pode ser expressa apenas em termos de seno ou co-seno, como segue (4)

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(nx - \phi_n) \quad \text{Eq. 6}$$

em que:

$$A_n = (a_n^2 + b_n^2)^{1/2} \quad \text{Eq. 7}$$

$$\phi_n = \text{tg}^{-1}(b_n/a_n) \quad \text{Eq. 8}$$

Se os dados disponíveis apresentam-se numa distribuição discreta, as equações 3, 4 e 5 podem ser expressas em forma de somatórios, ou seja:

$$a_0 = \frac{2}{m} \sum_{i=1}^m X_i \quad \text{Eq. 9}$$

$$a_n = \frac{2}{m} \sum_{i=1}^m X_i \cos(nwt) \quad \text{Eq. 10}$$

$$b_n = \frac{2}{m} \sum_{i=1}^m X_i \sin(nwt) \quad \text{Eq. 11}$$

em que:

$n = 1, 2, 3, \dots$ identifica o número de harmônicos;

m = número de dados disponíveis;

$w = \frac{2\pi}{T}$ = é a frequência angular da onda, T é o período;

t = é a variável independente;

X_i = é uma função periódica qualquer.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A distribuição de O_3 na atmosfera varia com o tempo, com a latitude e com a longitude. Conseqüentemente, um modelo que vise a simular tal distribuição, deverá necessariamente incluir tais fatores.

3.1. Aplicação do modelo de HEUKLON

HEUKLON (20) desenvolveu um modelo que considera a latitude, longitude e o tempo. A variação latitudinal foi considerada por meio da expressão

$$L_1 = A \text{ sen}^2(B\phi) \quad \text{Eq. 12}$$

em que A é um parâmetro que expressa a variação da amplitude latitudinal, ϕ é a latitude corrigida por um fator B , uma vez que o máximo não ocorre em 90° .

Quanto à variação sazonal, a quantidade total de O_3 é máxima nas latitudes subpolares e diminui em direção ao Polo e Equador; essa variação será introduzida como segue:

$$L_2 = C \text{sen}[D(E + F)] \quad \text{Eq. 13}$$

onde C é a metade da amplitude da onda da variação sazonal, E é o dia do calendário Juliano, corrigido por um fator F, pelo fato de o máximo e mínimo não ocorrerem em 90 e 180 dias respectivamente. D = 0,9856 é uma constante que transforma o número de dias em graus.

Quanto à variação longitudinal, será aproximadamente expressa por:

$$L_3 = G \text{sen}[H(\lambda + I)] \quad \text{Eq. 14}$$

em que G é a medida da amplitude da máxima variação longitudinal, H é o número da onda senoidal, λ é a longitude, que será positiva ou negativa, se a leste ou oeste de Greenwich, respectivamente e I é a fase.

Conseqüentemente, o modelo usado foi expresso pela equação 1 ou seja:

$$O_3 = J + \{A + C \text{sen}[D(E + F)] + G \text{sen}[H(\lambda + I)]\} \text{sen}^2(B\phi) \quad \text{Eq. 15}$$

em que J é o valor médio do conteúdo de ozônio atmosférico no Equador.

Esse modelo será ajustado para o Hemisfério Sul, utilizando-se de dados observados que serão detalhadamente discutidos oportunamente.

Para fins de ajuste, os parâmetros J, A, C, F, G, H, I e B serão considerados coeficientes de regressão a serem determinados mediante o programa de Regressão não Linear-

REGRENL; O_3 é a variável dependente e ϕ , λ e E são as variáveis independentes utilizadas.

Como os dados disponíveis não cobriam a mesma faixa de anos, foi obtido um ano médio para cada estação e, como o programa REGRENL opera somente até 1200 observações, prepararam-se médias decanais para cada estação, perfazendo um total de 962 e estas, em seguida, foram utilizadas no programa REGRENL, usando-se o método de GAUSS-NEWTON.

3.2. Modelo modificado

A partir de regressão linear e de série de Fourier foi ajustado um modelo para estimar o conteúdo de ozônio no Hemisfério Sul. Nesse modelo, a variação latitudinal e o valor médio equatorial foram encontrados por meio de regressão linear, expressa pela forma

$$S_1 = a + bx \quad \text{Eq. 16}$$

em que $x = \text{sen}^2(\beta\gamma)$, "a" é a interceptação da curva de regressão linear, que, nesse caso, representa o valor médio equatorial, e "b" é a inclinação da curva de regressão linear, que expressa a variação da amplitude latitudinal.

Tomando-se a média temporal dos dados observados e em seguida a média zonal de faixas de 10 em 10° de latitude, essas médias foram plotadas no ponto médio de cada faixa latitudinal; com isso, obteve-se um perfil meridional, determinando-se, assim, a latitude em que ocorre a máxima variação de ozônio e, conseqüentemente, β . Em seguida foram calculados os valores de x para cada 10° de latitude e, uti

lizando-se as médias zonais, foram encontrados, por meio de regressão linear, os parâmetros a e b.

Para a variação sazonal na concentração de ozônio, foi usada a série de Fourier. Para verificar a eficiência dessa série foi estabelecido que a variância acumulada deveria ser equivalente a 90%, ou mais, da variância dos dados observados. Calculou-se, então, para os cinco primeiros harmônicos da série de Fourier, os respectivos coeficientes, a partir da média mensal dos dados observados nas 27 estações localizadas no Hemisfério Sul. Para tal, a variação sazonal foi expressa por:

$$S_2 = \sum_{n=1}^5 [a_n \cos(nw_1 t_1) + b_n \sin(nw_1 t_1)] \quad \text{Eq. 17}$$

em que a_n e b_n foram obtidos, respectivamente, pelas equações 9 e 10, isto é:

$$a_n = \frac{2}{m} \sum_{n=1}^m S_2 \cos(nw_1 t_1)$$

$$b_n = \frac{2}{m} \sum_{n=1}^m S_2 \sin(nw_1 t_1)$$

em que:

t_1 = variável independente representando os 12 meses;

$n = 1, 2, \dots, 5$ identifica o número de harmônicos;

$w_1 = \frac{\pi}{6}$, refere-se à frequência angular da onda de

variação sazonal, para o ciclo anual;

$m = 12$, corresponde ao número de dados disponíveis, que representam as médias mensais de todas as estações.

Com a média meridional de faixas de longitudes de 10 em 10°, obtida a partir da média temporal dos dados observados, foram calculados, para os dezessete harmônicos da série de Fourier, os respectivos coeficientes, onde a variação longitudinal foi expressa por:

$$S_3 = \sum_{n=1}^{17} [c_j \cos(jw_2 t_2) + d_j \sin(jw_2 t_2)] \quad \text{Eq. 18}$$

os coeficientes c_j e d_j foram obtidos por analogia às equações 9 e 10.

t_2 = variável independente representando as longitudes;

$j = 1, 2, \dots, 17$ número de harmônicos;

$w_2 = \pi/180$, a frequência angular da onda longitudinal para o globo;

$m = 36$, o número de dados disponíveis, médias de ozônio de 10 em 10° de longitude.

Finalmente o modelo é expresso por:

$$O_2 = a + bx + \left\{ \sum_{n=1}^5 [a_n \cos(nw_1 t_1) + b_n \sin(nw_1 t_1)] \right\} \cdot x + \left\{ \sum_{j=1}^{17} [c_j \cos(jw_2 t_2) + d_j \sin(jw_2 t_2)] \right\} \cdot x \quad \text{Eq. 19}$$

3.3. Dados usados

Os dados de ozônio, em fita magnética, foram obtidos no

Centro Mundial de Dados de Ozônio, localizado em Ontário, Canadá. Após a deblocagem da fita, constatou-se que os dados gravados eram referentes a estações em todo o mundo; foram então compactados, em outra fita magnética, apenas os dados das 35 estações localizadas no Hemisfério Sul.

Os dados continham observações de 1957 a 1980, sendo identificadas algumas estações com apenas 1 ano de observação; enquanto outras possuíam, para alguns meses, observações durante um período de 24 anos. Devido à falta de homogeneidade dos dados, foi estimado um ano médio para cada estação. Constatou-se ainda que determinadas estações apresentavam poucas observações no período de inverno, em relação às outras épocas do ano, provavelmente devido às dificuldades de coleta de dados nesse período.

Das estações disponíveis para o Hemisfério Sul, oito foram excluídas, sendo três com menos de um ano completo de dados observados, enquanto as outras cinco foram excluídas devido à incoerência dos dados; acredita-se que tais incoerências tenham sido causadas por erros instrumentais ou então por erros observacionais.

3.4. Ajuste dos modelos

O modelo de Heuklon foi ajustado usando-se a técnica de regressão não linear, enquanto que no modelo modificado, o ajuste foi feito pela determinação do número de harmônicos da série de Fourier.

O programa de regressão não linear (REGRENL) tem sido usado em várias aplicações em meteorologia. Esse programa estima os parâmetros (B_i) de uma regressão não linear do tipo

$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_k; B_1, B_2, \dots, B_n)$$

usando N pontos observados (Y_i, X_{ik}) com i variando de 1 a N e k de 1 a K.

O programa REGRENL é composto de duas rotinas independentes, que correspondem ao método de GAUSS-NEWTON e o método de MARQUARDT (25).

O número de harmônicos necessários para representar o conteúdo de ozônio atmosférico pode ser determinado por meio de análise de variância de cada harmônico e, em seguida, calculando-se a percentagem da variância acumulada em relação à variância dos dados observados (40).

A variância de cada harmônico pode ser calculada pela expressão:

$$S_n^2 = (A_n^2)/2 \quad \text{Eq. 20}$$

em que A_n é a amplitude do n-ésimo harmônico. A variância acumulada S_a^2 é obtida pela soma das variâncias dos harmônicos:

$$S_a^2 = \sum_{n=1}^N S_n^2 \quad \text{Eq. 21}$$

em que N é o último harmônico em consideração.

A verificação da precisão dos modelos foi feita calculando-se, para o maior número possível de estações, o erro padrão de estimativa, EPE, expresso pela equação:

$$EPE = \left[\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (Y_j - \hat{Y}_j)^2 \right]^{1/2} \quad (\text{matm cm}) \quad \text{Eq. 22}$$

em que:

Y_j = é a média mensal de ozônio observado (matm cm)

\hat{Y}_j = é a média mensal de ozônio estimado pelos modelos (matm cm);

m = é o número de observações.

Finalmente foram traçados campos de conteúdo de ozônio mensais, obtidos mediante dados estimados a partir dos modelos de Heuklon e do modificado, para o 15º dia de cada mês.

3.5. Aplicação dos modelos à América do Sul e ao Brasil

A partir desses modelos, estimou-se o conteúdo de ozônio para a América do Sul. Os modelos foram usados para calcular valores anuais para 210 pontos de grades que cobriam de 30 a 95°W e de 15°N à 55°S (América do Sul e parte da América Central). A aplicação dos modelos à estreita faixa do Hemisfério Norte foi feita assumindo-se simetria entre os dois hemisférios.

As médias anuais calculadas pelos modelos foram comparadas com as médias anuais observadas para alguns pontos da América do Sul. Foram ainda traçados campos de conteúdo de ozônio atmosférico para os meses em que ocorrem mínimos e máximos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Modelo de Heuklon ajustado ao Hemisfério Sul

Conforme metodologia apresentada no item 3.1, com os dados de ozônio observados, os de latitude, os de longitude e os do dia do ano, ajustou-se o seguinte modelo:

$$O_3 = 255,8 + (70,7 + 36,0 \text{ sen } [0,9856(E-185,6)] + 9,4 \text{ sen } [3(\lambda-16,4)]) \cdot \text{sen}^2(1,54\phi)$$

cujo coeficiente de determinação é $r^2 = 0,74$. Esse coeficiente relata que 74% das variações totais no conteúdo de ozônio são explicadas pelas variáveis dia do ano (E), longitude (λ) e latitude (ϕ).

Como se discutiu anteriormente, HEUKLON (20) ajustou esse mesmo modelo, para os Hemisférios Norte e Sul, valendo-se de dados coletados durante o Ano Geofísico Internacional - AGI, em 1957.

Para fins de comparação, o Quadro 6 expressa os valo

res encontrados, para os diversos parâmetros do modelo, por Heuklon, para ambos os hemisférios, e os obtidos presente-mente, apenas para o Hemisfério Sul.

QUADRO 6- Valores dos parâmetros no modelo de ozônio.

Parâmetros	Valores encontrados por HEUKLON		Valores encontrados nes ta pesquisa (H. Sul)
	Hemisfério Norte	Hemisfério Sul	
A	150,0	100,0	70,7
B	1,28	1,5	1,54
C	40,0	30,0	36,0
D	0,9856	0,9856	0,9856
F	-30,0	152,625	-185,6
G	20,0	20,0	9,4
H	3,0	2,0	3,0
I	*20,0 se $\lambda = +$ * 0,0 se $\lambda = -$	-75,0	-16,41
J	235,0	235,0	255,8

* Longitude positiva Hemisfério Oriental e negativa Hemisfério Ocidental.

Como se depreende da análise do Quadro 6, apenas os parâmetros B e C, respectivamente, parâmetros que expressam a localização da máxima ocorrência meridional e amplitude da variação sazonal, aproximam-se satisfatoriamente.

Os parâmetros C e G correspondem, fisicamente, à semi-amplitude das variações sazonais e longitudinais, respectivamente. Matematicamente, C expressa a metade da diferença entre os valores máximos e mínimos obtidos ao longo do ano, enquanto G refere-se à metade da diferença entre os máximos

e mínimos ao longo de um círculo de latitude. Como se nota, a amplitude sazonal aqui encontrada acha-se em torno de 36 matm cm, enquanto Heuklon sugeriu apenas 30 matm cm, o que pode ser considerado como diferença pouco expressiva. Para G, entretanto, o mesmo não pode ser concluído, ou seja, no presente modelo esse parâmetro corresponde a 9,4 matm cm, enquanto Heuklon encontrou 20 matm cm. Isso mostra que, à luz dos dados observados durante o AGI, constatou-se uma superestimativa em torno de 100%, em relação aos valores ora encontrados. Considerando-se que os dados aqui utilizados são mais representativos, pode-se esperar que os resultados atuais sejam mais realistas.

O parâmetro F, por seu turno, expressando a fase de ocorrência dos máximos sazonais, apresenta-se com uma significativa diferença entre os dados observados no Quadro 6, isto é: Heuklon encontrou 152,625, contrastando com -185,6 obtidos atualmente. Isso implica na discordância entre a época de máxima sazonal. Segundo Heuklon, tais valores ocorrem no final de outubro, enquanto no modelo, ora em análise, ocorrem no início.

As localizações das cristas e cavados da onda zonal são expressas pelos parâmetros H e I, onde H identifica o número de ondas zonal e I a fase. Enquanto Heuklon localizou apenas duas ondas, o modelo atual prevê três, o que parece mais razoável, considerando-se a existência de três continentes no Hemisfério Sul e a premissa de que os máximos localizam-se prioritariamente sobre os mesmos.

Quanto aos valores médio equatorial e variação meridional, verifica-se pequeno desvio entre as cifras encontra

das nos dois ajustes. Utilizando-se dos dados do AGI, Heuklon encontrou 235 matm cm e 100 matm cm para a média equatorial e a amplitude meridional, respectivamente. No presente modelo, esses valores correspondem a 255,8 e 70,7, o que, percentualmente, não é muito expressivo. A localização de máxima ocorrência meridional, parâmetro B, encontra-se em boa concordância entre os dois ajustes discutidos, ou seja, ambos prevêm que ocorra em torno de 60° sul.

Com o modelo ajustado, geraram-se tabelas e campos de conteúdo de ozônio atmosférico para o 15º dia de cada mês, para o Hemisfério Sul, seguindo-se da análise para os meses de máxima e mínima quantidade total de ozônio. Os demais meses encontram-se no Apêndice.

Os Quadros 7 e 8 apresentam os valores estimados de ozônio para os meses de abril e outubro, respectivamente, meses de mínima e máxima quantidade total de ozônio.

Pela análise desses quadros, observa-se que a máxima amplitude sazonal é 71 matm cm, amplitude essa que decresce a partir de 60° em direção ao Pólo e ao Equador, deixando, praticamente, de existir na região do Equador. Esse resultado concorda com os obtidos por Heuklon, para o Hemisfério Norte. Observa-se, ainda, que a máxima amplitude zonal atinge 18,4 matm cm, o que corresponde à metade da sugerida por Heuklon, para o Hemisfério Sul, com base nos dados do AGI (20).

As figuras 5 e 6 mostram os campos de conteúdo de ozônio, estimados pelo modelo de Heuklon no Hemisfério Sul, para os meses de máxima e mínima, correspondendo aos Quadros 7 e 8, respectivamente.

QUADRO 7- Conteúdo de ozônio estimado pelo modelo de Heu-
klon para o mês de abril em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	255.8	258.4	267.0	270.0	288.7	290.2	298.3	294.4	265.0	274.4
	10.	255.8	258.5	267.5	275.1	250.4	298.6	300.4	296.3	287.1	275.2
	20.	255.8	258.5	267.4	276.5	250.1	297.5	300.0	296.0	286.8	275.2
	30.	255.8	258.7	266.7	277.5	288.0	295.3	297.3	293.5	284.9	274.0
	40.	255.8	258.4	265.5	275.2	284.6	291.1	292.9	285.5	281.8	272.1
	50.	255.8	258.1	264.3	272.6	280.6	286.5	288.1	285.1	276.4	265.5
	60.	255.8	257.8	263.2	270.5	277.7	282.7	284.1	281.5	275.6	268.2
	70.	255.8	257.6	262.7	265.4	276.1	280.7	281.9	279.5	274.1	267.3
	80.	255.8	257.7	262.8	265.8	276.3	281.0	282.3	279.9	274.4	267.4
	90.	255.8	257.5	263.5	271.1	276.5	283.6	285.0	282.3	276.3	268.6
	100.	255.8	258.2	264.6	273.2	281.8	287.8	285.4	286.3	279.4	270.5
	110.	255.8	258.5	265.9	275.5	285.6	292.4	294.2	290.7	282.8	272.6
	120.	255.8	258.4	267.0	276.0	288.7	296.2	298.3	294.4	285.6	274.4
	130.	255.8	258.5	267.5	275.1	250.4	298.2	300.4	296.3	287.1	275.2
	140.	255.8	258.5	267.4	276.5	250.1	297.5	300.0	296.0	286.8	275.2
	150.	255.8	258.7	266.7	277.5	288.0	295.3	297.3	293.5	284.9	274.0
	160.	255.8	258.4	265.5	275.2	284.6	291.1	292.9	285.5	281.8	272.1
	170.	255.8	258.1	264.3	272.6	280.6	286.5	288.1	285.1	276.4	265.5
	180.	255.8	257.8	263.2	270.5	277.7	282.7	284.1	281.5	275.6	268.2
	-170.	255.8	257.6	262.7	265.4	276.1	280.7	281.9	279.5	274.1	267.3
	-160.	255.8	257.7	262.8	265.8	276.3	281.0	282.3	279.9	274.4	267.4
-150.	255.8	257.5	263.5	271.1	276.5	283.6	285.0	282.3	276.3	268.6	
-140.	255.8	258.2	264.6	273.2	281.8	287.8	285.4	286.3	279.4	270.5	
-130.	255.8	258.5	265.9	275.5	285.6	292.4	294.2	290.7	282.8	272.6	
-120.	255.8	258.6	267.0	276.0	288.7	296.2	298.3	294.4	285.6	274.4	
-110.	255.8	258.5	267.5	275.1	250.4	298.2	300.4	296.3	287.1	275.2	
-100.	255.8	258.5	267.4	276.5	250.1	297.5	300.0	296.0	286.8	275.2	
-90.	255.8	258.7	266.7	277.5	288.0	295.3	297.3	293.5	284.9	274.0	
-80.	255.8	258.4	265.5	275.2	284.6	291.1	292.9	285.5	281.8	272.1	
-70.	255.8	258.1	264.3	272.6	280.6	286.5	288.1	285.1	276.4	265.5	
-60.	255.8	257.8	263.2	270.5	277.7	282.7	284.1	281.5	275.6	268.2	
-50.	255.8	257.6	262.7	265.4	276.1	280.7	281.9	279.5	274.1	267.3	
-40.	255.8	257.7	262.8	265.8	276.3	281.0	282.3	279.9	274.4	267.4	
-30.	255.8	257.5	263.5	271.1	276.5	283.6	285.0	282.3	276.3	268.6	
-20.	255.8	258.2	264.6	273.2	281.8	287.8	285.4	286.3	279.4	270.5	
-10.	255.8	258.5	265.9	275.5	285.6	292.4	294.2	290.7	282.8	272.6	
0.	255.8	258.6	267.0	276.0	288.7	296.2	298.3	294.4	285.6	274.4	

QUADRO 8- Conteúdo de ozônio estimado pelo modelo de Heuklon para o mês de outubro em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	255.8	262.6	265.5	314.8	343.5	363.4	366.9	356.5	335.1	305.3
	10.	255.8	263.5	266.1	315.5	345.1	365.4	371.0	360.4	336.6	306.3
	20.	255.8	263.5	266.0	315.7	344.8	365.0	370.7	360.1	336.4	306.1
	30.	255.8	263.7	265.2	314.3	342.7	362.4	367.9	357.6	334.4	304.5
	40.	255.8	263.4	264.1	312.0	335.3	358.3	363.6	353.7	331.4	303.0
	50.	255.8	263.1	262.8	309.5	335.6	353.7	356.7	349.3	328.0	300.9
	60.	255.8	262.8	261.6	307.4	332.5	349.9	354.7	345.6	325.2	299.1
	70.	255.8	262.6	261.2	306.3	330.8	347.8	352.6	343.7	323.7	298.2
	80.	255.8	262.7	261.3	306.5	331.1	348.2	352.9	344.0	323.9	298.4
	90.	255.8	262.5	262.0	307.5	333.2	350.8	355.7	346.5	325.8	299.6
	100.	255.8	263.2	263.2	310.2	336.6	354.9	360.0	350.5	328.9	301.5
	110.	255.8	263.5	264.5	312.7	340.4	359.5	364.9	354.9	332.3	303.6
	120.	255.8	263.6	265.5	314.6	343.5	363.4	368.9	358.5	335.1	305.3
	130.	255.8	263.5	266.1	315.9	345.1	365.4	371.0	360.4	336.6	306.3
	140.	255.8	263.5	266.0	315.7	344.8	365.0	370.7	360.1	336.4	306.1
	150.	255.8	263.7	265.2	314.3	342.7	362.4	367.9	357.6	334.4	304.5
	160.	255.8	263.4	264.1	312.0	335.3	358.3	363.6	353.7	331.4	303.0
	170.	255.8	263.1	262.8	309.5	335.6	353.7	356.7	349.3	328.0	300.9
	180.	255.8	262.8	261.6	307.4	332.5	349.9	354.7	345.6	325.2	299.1
	-170.	255.8	262.6	261.2	306.3	330.8	347.8	352.6	343.7	323.7	298.2
	-160.	255.8	262.7	261.3	306.5	331.1	348.2	352.9	344.0	323.9	298.4
-150.	255.8	262.9	262.0	307.5	333.2	350.8	355.7	346.5	325.8	299.6	
-140.	255.8	263.2	263.2	310.2	336.6	354.9	360.0	350.5	328.9	301.5	
-130.	255.8	263.5	264.5	312.7	340.4	359.5	364.9	354.9	332.3	303.6	
-120.	255.8	263.6	265.5	314.6	343.5	363.4	368.9	358.5	335.1	305.3	
-110.	255.8	263.5	266.1	315.9	345.1	365.4	371.0	360.4	336.6	306.3	
-100.	255.8	263.5	266.0	315.7	344.8	365.0	370.7	360.1	336.4	306.1	
-90.	255.8	263.7	265.2	314.3	342.7	362.4	367.9	357.6	334.4	304.5	
-80.	255.8	263.4	264.1	312.0	335.3	358.3	363.6	353.7	331.4	303.0	
-70.	255.8	263.1	262.8	309.5	335.6	353.7	356.7	349.3	328.0	300.9	
-60.	255.8	262.8	261.6	307.4	332.5	349.9	354.7	345.6	325.2	299.1	
-50.	255.8	262.6	261.2	306.3	330.8	347.8	352.6	343.7	323.7	298.2	
-40.	255.8	262.7	261.3	306.5	331.1	348.2	352.9	344.0	323.9	298.4	
-30.	255.8	262.9	262.0	307.5	333.2	350.8	355.7	346.5	325.8	299.6	
-20.	255.8	263.2	263.2	310.2	336.6	354.9	360.0	350.5	328.9	301.5	
-10.	255.8	263.5	264.5	312.7	340.4	359.5	364.9	354.9	332.3	303.6	
0.	255.8	263.6	265.5	314.6	343.5	363.4	368.9	358.5	335.1	305.3	

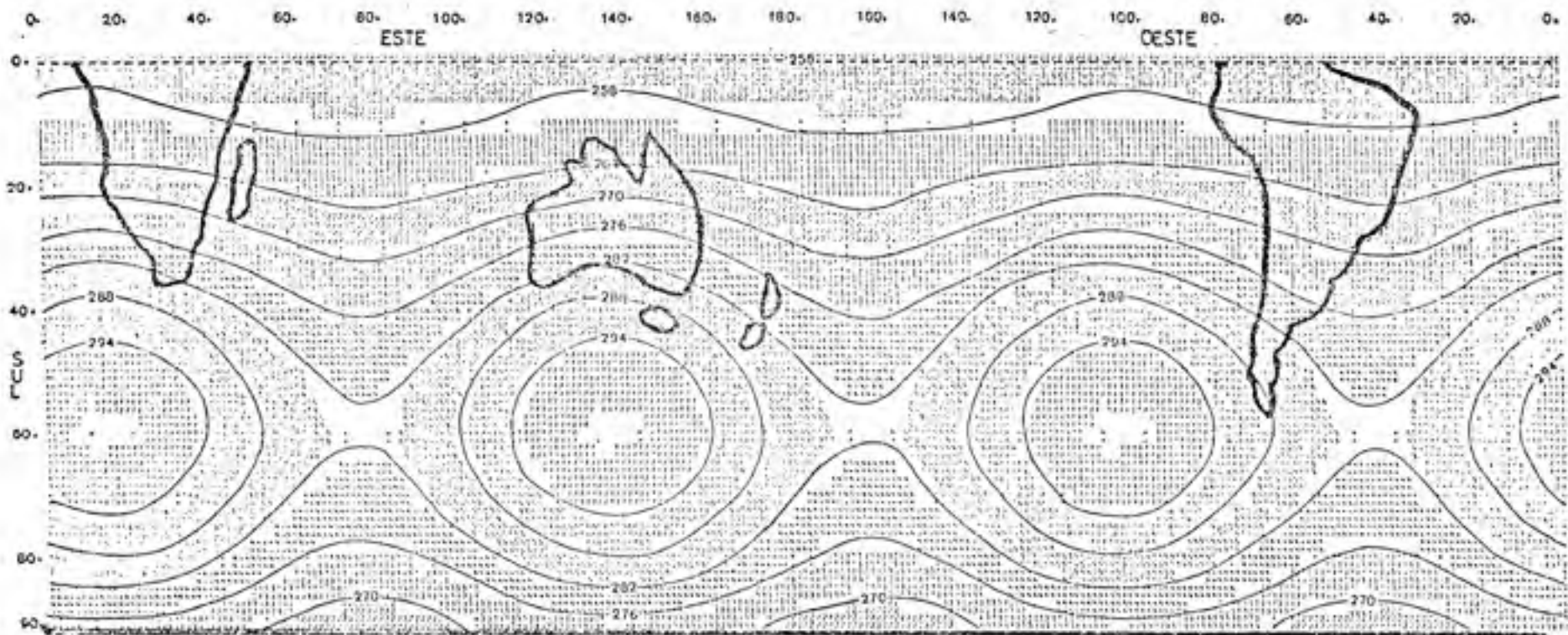


FIGURA 5- Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de abril, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

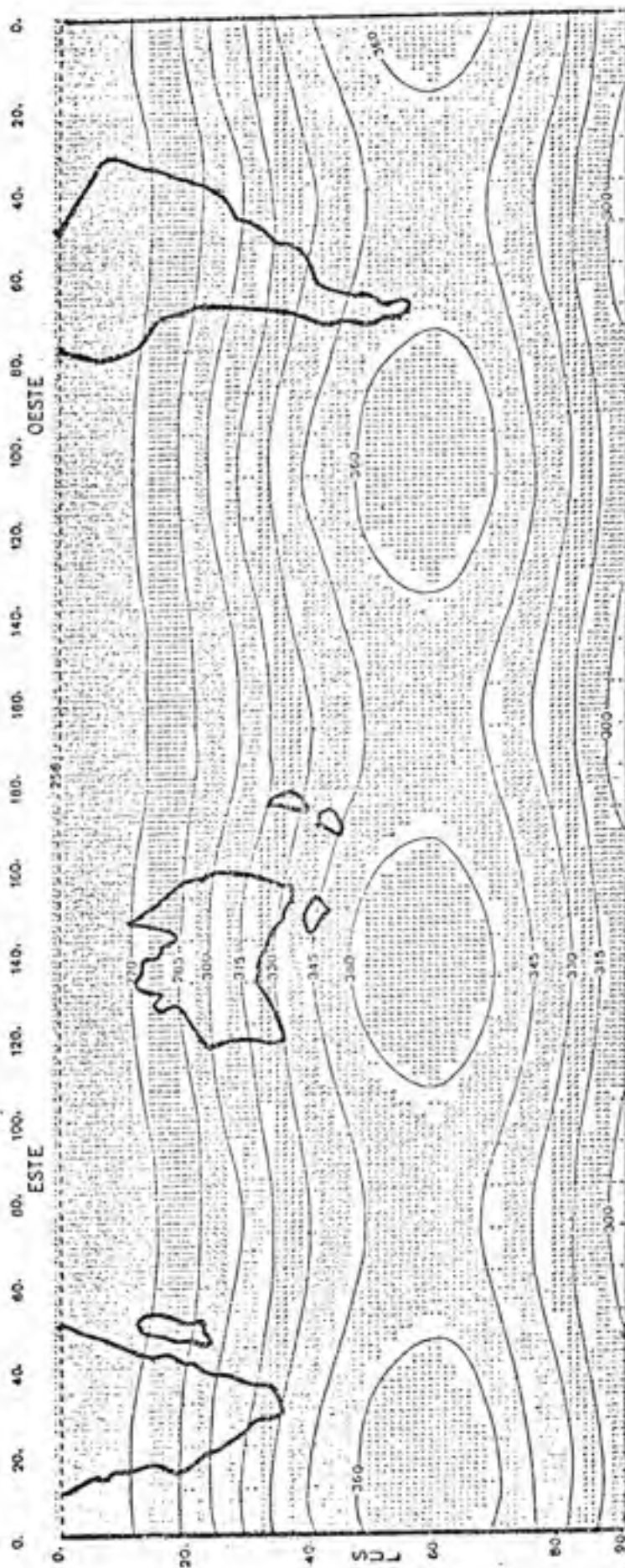


FIGURA 6- Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de outubro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

Analisando-se as Figuras 5 e 6, verifica-se a ocorrência de 3 ondas que se repetem a cada 120° de longitude, cujas cristas se localizam sobre os continentes, exceto sobre a América do Sul, onde se constata uma pequena defasagem na direção oeste. O mínimo conteúdo de ozônio ocorre no equador, com um valor aproximado de 256 matm cm, enquanto as regiões de máximos ocorrem em torno da latitude de 60° S, com valores mais altos ao sul da África, ao sul da Austrália e à sudoeste da América do Sul, diminuindo também para o pólo. Verifica-se ainda que a menor quantidade de ozônio ocorre no outono, no mês de abril, e a máxima na primavera, em outubro, para todas as latitudes, exceto para o equador, onde permanece constante. Observa-se, também, que, nas regiões tropicais, a quantidade total de ozônio e as variações sazonais são consideravelmente menores do que nas latitudes mais altas.

Nas Figuras 5, 6 e nas que seguem, torna-se possível conhecer os valores extremos nos centros de altas e baixas, sendo apenas necessário, para tal, que se consultem as respectivas tabelas, atentando-se para as correspondentes coordenadas geográficas.

4.2. Modelo modificado

4.2.1. Verificação da eficiência dos dois primeiros harmônicos da série de Fourier para representar a variação sazonal na concentração média de ozônio.

No Quadro 9 encontram-se as percentagens da variância de cada harmônico e das variâncias acumuladas, em relação à variância dos dados observados, para os cinco primei-

ros harmônicos da série de Fourier.

QUADRO 9- Percentagens da variância de cada harmônico e da acumulada, para os cinco primeiros harmônicos da série de Fourier.

Harmônicos	Variância (%)	Variância acumulada (%)
1º	89,97	89,97
2º	1,63	91,60
3º	0,19	91,79
4º	0,03	91,81
5º	0,04	91,86

Analisando o Quadro 9, pode-se verificar que os dois primeiros harmônicos apresentam variância acumulada superior a 90%, sendo, portanto, esses harmônicos, suficientes para representar a distribuição temporal de ozônio, segundo critérios expostos na metodologia.

4.2.2. *Verificação da eficiência dos doze primeiros harmônicos da série de Fourier para representar a variação longitudinal na concentração de ozônio.*

O Quadro 10 apresenta as percentagens da variância de cada harmônico e das variâncias acumuladas, em relação à variância dos dados observados, para os dezessete primeiros harmônicos da série de Fourier.

Verifica-se que os doze primeiros harmônicos apresentam variância acumulada superior a 90%, sendo, pois, suficientes para representar a distribuição longitudinal de ozônio.

QUADRO 10- Percentagens da variância de cada harmônico e da acumulada, para os dezessete primeiros harmônicos da série de Fourier.

Harmônicos	Variância total (%)	Variância acumulada (%)
1º	4,33	4,33
2º	9,84	14,17
3º	1,19	15,36
4º	8,36	23,72
5º	31,42	55,14
6º	13,97	69,11
7º	0,32	69,43
8º	7,95	77,38
9º	6,99	84,37
10º	4,77	88,84
11º	0,08	88,92
12º	2,98	91,90
13º	0,06	91,96
14º	1,52	93,48
15º	0,50	93,98
16º	0,21	94,19
17º	1,89	96,08

Finalmente, o modelo ajustado é expresso por:

$$O_z = 271,0 + \{58,69 + \sum_{n=1}^2 [a_n \cos(nw_1 t_1) + b_n \sin(nw_1 t_1)] + \sum_{j=1}^{12} [c_j \cos(jw_2 t_2) + d_j \sin(jw_2 t_2)]\} \cdot \text{sen}^2(1,588\gamma) \quad \text{Eq. 24}$$

Como se discutiu na metodologia, o primeiro e o segundo termos da direita expressam, respectivamente, a média

equatorial e a amplitude da variação latitudinal do conteúdo de ozônio no Hemisfério Sul.

Os coeficientes a_n e b_n ($n = 1,2$), obtidos por meio do ajuste da série, podem ser visualizados no Quadro 11. Nesse mesmo quadro, vêm-se também os coeficientes c_j e d_j ($j = 1,2,3,\dots,12$), os quais foram determinados de maneira análoga aos anteriores. O fator 1,58, associado à latitude, identifica o local de máxima concentração, no perfil meridional, que foi obtido por ajuste.

QUADRO 11- Coeficientes das séries de Fourier da variação sazonal e longitudinal.

n, j	a_n	b_n	c_j	d_j
1	-7,15	-22,68	5,49	- 2,20
2	-2,58	- 1,88	-4,60	- 7,57
3			1,15	2,88
4			-2,13	- 7,88
5			-9,46	-12,77
6			-9,81	- 3,90
7			0,39	- 1,55
8			-3,45	7,23
9			-7,44	0,39
10			5,98	0,14
11			-0,50	0,60
12			-4,69	1,40

A partir do modelo representado pela equação 24, e variando a latitude e a longitude de 10 em 10°, obtiveram-se os campos mensais de ozônio para todo o Hemisfério Sul.

Nos Quadros 12 e 13, acham-se os valores estimados, cujos campos podem ser vistos nas Figuras 7 e 8, respectivamente, para os meses de mínimo e máximo conteúdo (março e outubro).

Como se vê, a máxima variação sazonal é de 46,5 matm cm, ocorrendo nas latitudes médias, decrescendo nas direções do pólo e do equador. No pólo, tais variações se reduzem apreciavelmente, enquanto no equador predominam quantidades médias em torno de 271 matm cm, praticamente constantes durante todo o ano. Aliás, essa situação equatorial foi assumida como hipótese para o ajuste do modelo. Longitudinalmente, observa-se máxima variação de 79,6 matm cm, correspondente à latitude de 50° .

Uma característica importante desse modelo é o número de onda meridional. Como se nota nas Figuras 7 e 8, nada menos que seis ondas são observadas em ambos os períodos analisados. Embora algumas cristas se posicionem sobre os continentes, claramente se vê que outras se localizam sobre porções oceânicas. Embora esses campos reflitam, com bastante rigor, as configurações observadas, a formulação linear do modelo talvez se constitua na principal restrição aos seus resultados. Exceto no que tange aos valores das cristas e dos cavados, a configuração geral é praticamente a mesma para os períodos de máximo e mínimo conteúdo. Quanto aos valores, verifica-se que o máximo estimado localiza-se sobre a América do Sul, igual a 390 matm cm, mês de outubro, contrastando-se com o mínimo, ao sul da África, de 270 matm cm, em março.

QUADRO 12- Conteúdo de ozônio estimado pelo modelo modifica
do para o mês de março em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	271.0	274.6	281.9	288.4	304.7	320.3	324.7	295.4	283.9	274.6
	10.	271.0	272.6	280.7	286.5	295.2	297.6	295.2	286.5	280.3	273.6
	20.	271.0	272.1	278.0	279.5	281.4	282.5	291.4	278.5	275.0	272.1
	30.	271.0	270.4	278.7	269.7	265.1	264.5	265.1	266.7	268.7	270.4
	40.	271.0	271.3	272.2	273.3	274.2	274.5	274.2	273.3	272.2	271.3
	50.	271.0	274.0	281.5	291.4	299.5	302.5	299.5	291.6	281.9	274.0
	60.	271.0	274.4	283.2	294.1	303.0	306.3	302.0	294.1	283.2	274.4
	70.	271.0	274.6	284.7	297.3	306.9	310.7	306.9	297.0	284.7	274.6
	80.	271.0	276.8	281.3	304.4	324.0	329.6	324.0	309.4	291.3	276.6
	90.	271.0	275.4	287.0	301.3	312.9	317.3	312.9	301.3	287.0	275.4
	100.	271.0	273.3	278.4	286.9	292.9	295.3	292.9	286.9	279.4	273.3
	110.	271.0	274.4	283.5	284.0	303.7	307.1	303.7	284.0	283.5	274.4
	120.	271.0	275.2	286.3	289.9	311.0	315.2	311.0	289.9	286.3	275.2
	130.	271.0	274.4	283.2	284.2	303.0	306.4	303.0	284.2	283.2	274.4
	140.	271.0	275.2	286.3	303.0	311.1	315.3	311.1	300.0	286.3	275.2
	150.	271.0	276.9	282.4	311.5	327.0	332.9	327.0	311.5	292.4	276.9
	160.	271.0	277.4	284.7	315.1	332.0	338.4	332.0	315.1	294.3	277.4
	170.	271.0	276.0	289.3	305.6	318.6	321.9	318.6	305.6	289.3	276.0
	180.	271.0	272.7	277.2	282.7	287.1	285.8	287.1	282.7	277.2	272.7
	-170.	271.0	271.6	273.1	275.0	276.5	277.1	276.5	275.0	273.1	271.6
-160.	271.0	274.2	282.5	292.9	301.2	304.4	301.2	292.8	282.5	274.2	
-150.	271.0	275.7	285.0	303.2	315.5	320.2	315.5	303.2	285.0	275.7	
-140.	271.0	275.2	286.3	300.1	311.2	315.4	311.2	300.1	286.3	275.2	
-130.	271.0	274.8	284.6	286.7	306.5	310.7	306.5	286.7	284.6	274.8	
-120.	271.0	273.4	279.7	287.5	293.8	296.2	293.8	287.5	279.7	273.4	
-110.	271.0	272.8	277.4	283.2	287.8	285.6	287.8	283.2	277.4	272.8	
-100.	271.0	273.6	280.3	288.6	295.4	297.9	295.4	288.6	280.3	273.6	
-90.	271.0	273.5	283.2	288.3	295.0	297.5	295.0	288.3	283.2	273.5	
-80.	271.0	275.0	285.6	298.7	309.3	313.3	309.3	298.7	285.6	275.0	
-70.	271.0	275.0	286.3	318.9	337.1	344.1	337.1	318.8	286.3	275.0	
-60.	271.0	275.6	287.8	302.7	314.9	319.5	314.9	302.8	287.8	275.6	
-50.	271.0	270.7	270.0	269.2	268.5	269.2	268.5	269.2	270.0	270.7	
-40.	271.0	271.7	273.6	276.0	277.0	279.7	277.0	276.0	273.6	271.7	
-30.	271.0	275.7	283.1	303.1	315.7	320.4	315.7	303.3	283.1	275.7	
-20.	271.0	276.7	281.6	310.0	324.9	330.6	324.9	310.0	281.6	276.7	
-10.	271.0	275.7	287.9	303.0	315.3	319.0	315.3	303.0	287.9	275.7	
0.	271.0	274.6	283.9	295.4	304.7	308.3	304.7	295.4	283.9	274.6	

QUADRO 13- Conteúdo de ozônio estimado pelo modelo modifica
do para o mês de outubro em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	271.0	275.2	300.7	327.3	348.9	357.1	348.9	327.3	300.7	279.2
	10.	271.0	278.2	297.1	320.5	335.4	346.6	339.4	320.5	297.1	278.2
	20.	271.0	276.0	291.3	310.4	325.5	331.3	325.5	291.4	291.8	276.8
	30.	271.0	275.0	285.6	298.7	309.3	313.3	305.3	293.7	285.6	275.0
	40.	271.0	276.0	289.1	305.3	318.4	323.4	318.4	305.3	289.1	276.0
	50.	271.0	276.7	293.8	321.6	343.7	351.3	343.7	323.6	296.8	275.7
	60.	271.0	275.0	300.1	326.1	347.1	355.2	347.1	326.1	300.1	279.0
	70.	271.0	275.5	301.6	328.9	351.1	359.5	351.1	328.9	301.6	279.5
	80.	271.0	281.3	306.1	341.3	368.2	378.5	368.2	341.3	308.1	281.3
	90.	271.0	280.1	303.9	332.3	357.1	366.2	357.1	332.3	303.9	280.1
	100.	271.0	276.0	296.2	319.8	337.1	344.1	337.1	318.8	296.2	278.0
	110.	271.0	275.1	300.3	326.6	347.8	355.9	347.8	326.6	300.3	279.1
	120.	271.0	275.9	303.1	331.9	355.1	364.0	355.1	331.9	303.1	279.9
	130.	271.0	275.0	300.1	326.1	347.2	355.2	347.2	326.1	300.1	279.0
	140.	271.0	275.9	303.2	332.0	355.3	364.2	355.3	332.0	303.2	279.9
	150.	271.0	281.6	305.2	343.4	371.1	381.7	371.1	343.4	309.2	281.6
	160.	271.0	282.1	311.2	347.1	376.1	387.2	376.1	347.1	311.2	282.1
	170.	271.0	280.7	306.1	337.6	362.0	372.7	363.0	337.6	306.1	280.7
	180.	271.0	277.4	294.0	314.6	331.3	337.6	331.3	314.6	294.0	277.4
	-170.	271.0	276.2	290.0	306.9	320.6	325.9	320.6	306.9	290.0	276.2
	-160.	271.0	278.8	299.4	324.6	345.3	353.2	345.3	324.6	299.4	278.8
-150.	271.0	280.4	304.8	335.1	359.6	369.0	359.6	335.1	304.8	280.4	
-140.	271.0	276.9	303.2	332.0	355.3	364.2	355.3	332.0	303.2	279.9	
-130.	271.0	275.4	301.4	328.7	350.7	359.1	350.7	328.7	301.4	275.4	
-120.	271.0	278.1	296.6	319.5	338.0	345.1	338.0	319.5	296.6	278.1	
-110.	271.0	277.4	294.2	315.1	331.9	339.4	331.9	315.1	294.2	277.4	
-100.	271.0	278.2	297.2	320.6	339.5	346.8	339.5	320.6	297.2	278.2	
-90.	271.0	278.2	297.0	320.3	339.1	346.3	339.1	320.3	297.0	278.2	
-80.	271.0	275.7	302.5	330.6	353.4	362.1	353.4	330.7	302.5	275.7	
-70.	271.0	282.6	313.1	350.8	381.3	392.9	381.3	350.8	313.1	282.6	
-60.	271.0	280.3	304.6	334.7	356.1	363.4	356.1	334.7	304.6	280.3	
-50.	271.0	275.4	296.9	301.1	312.7	317.1	312.7	301.1	296.9	275.4	
-40.	271.0	278.6	290.5	308.0	327.1	327.5	322.1	308.0	290.5	278.6	
-30.	271.0	280.4	304.5	335.3	359.3	369.2	359.3	335.3	304.5	280.4	
-20.	271.0	281.3	308.4	341.9	365.0	379.4	369.0	341.9	308.4	281.3	
-10.	271.0	280.3	304.8	335.0	359.4	368.8	359.4	335.0	304.8	280.3	
0.	271.0	275.2	300.7	327.3	348.9	357.1	348.9	327.3	300.7	279.2	

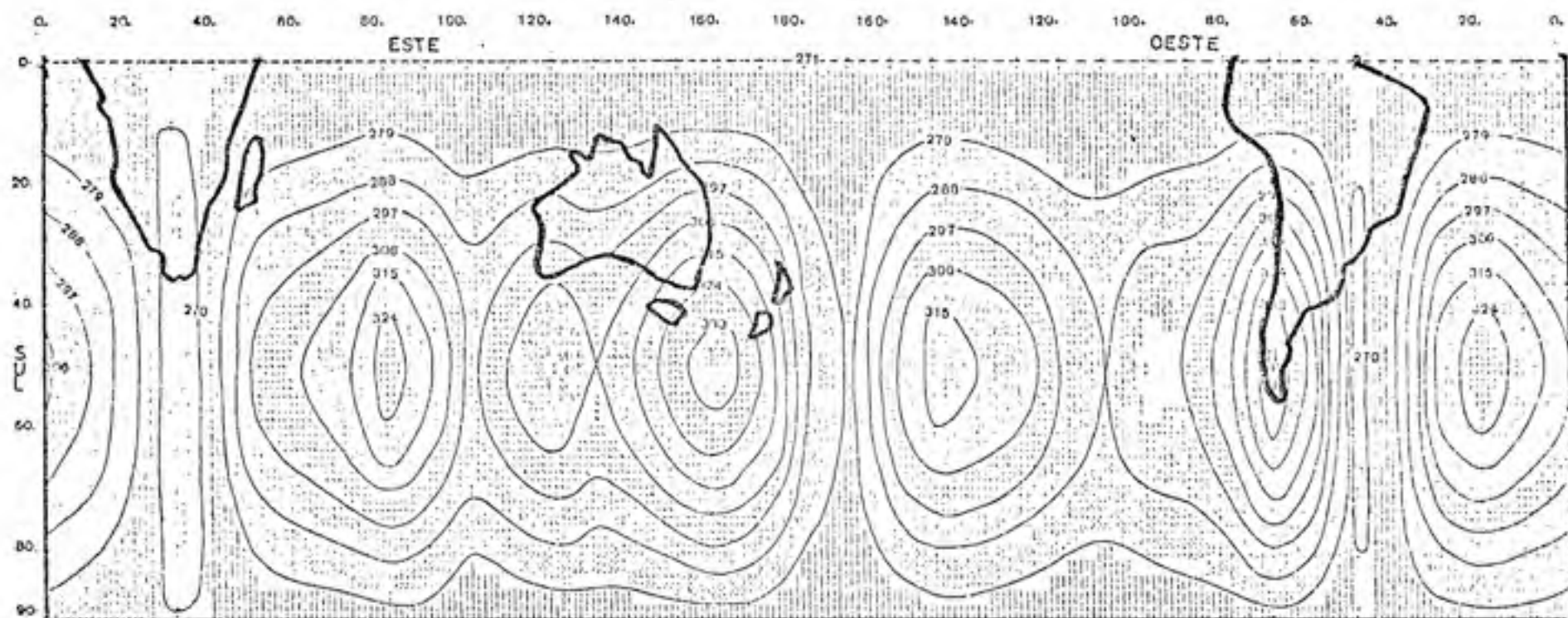


FIGURA 7- Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de março, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

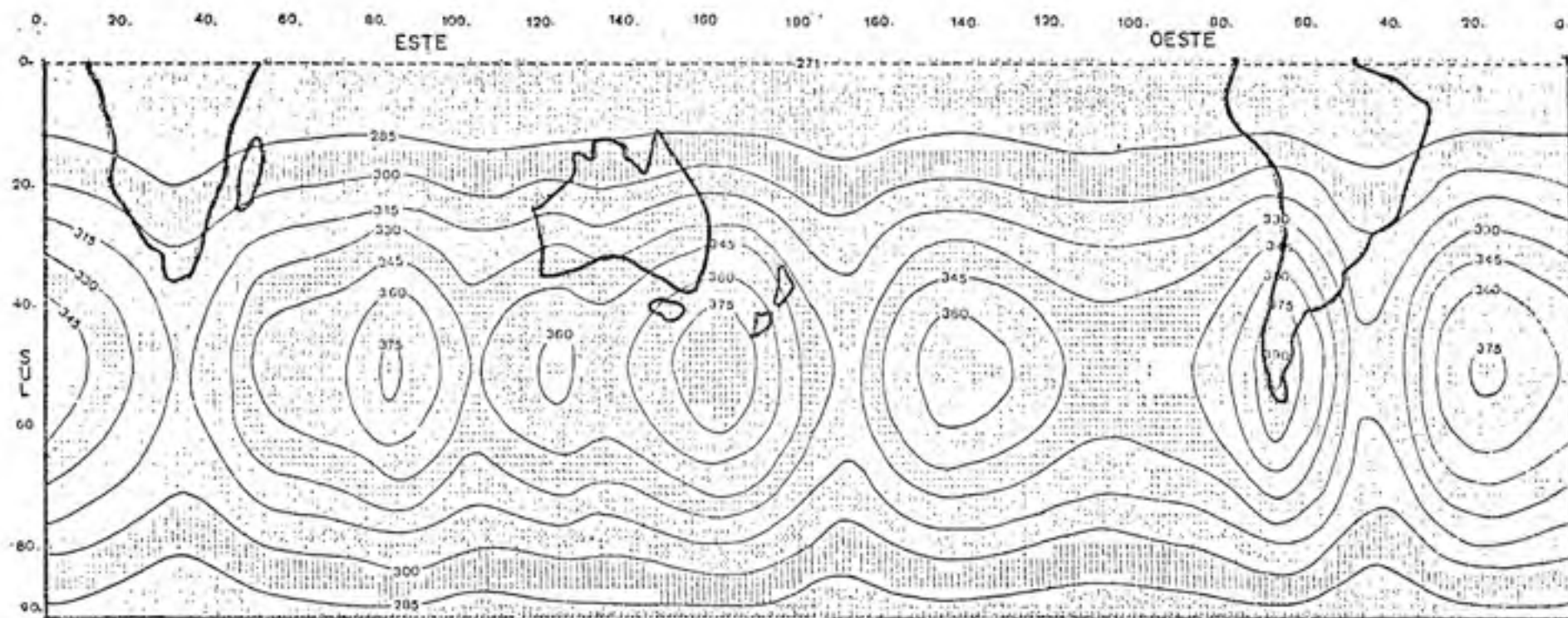


FIGURA 8- Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de outubro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

Os campos estimados para os demais meses do ano acham-se no Apêndice.

4.3. *Comparações dos campos dos modelos de Heuklon e do modelo modificado com campos obtidos de dados do satélite NIMBUS 4 BUV e com o campo obtido por TOLSON (36).*

As seções transversais representadas nas Figuras 9 e 10 foram obtidas a partir de médias zonais para cada 10° de latitude, com base nos valores estimados pelo modelo de Heuklon e pelo modelo modificado. Comparando-se essas figuras com aquela obtida com dados de satélite NIMBUS 4 BUV (21), período de 1970 a 1972, Figura 11, verifica-se boa concordância em forma, com um desvio máximo em torno de 8%.

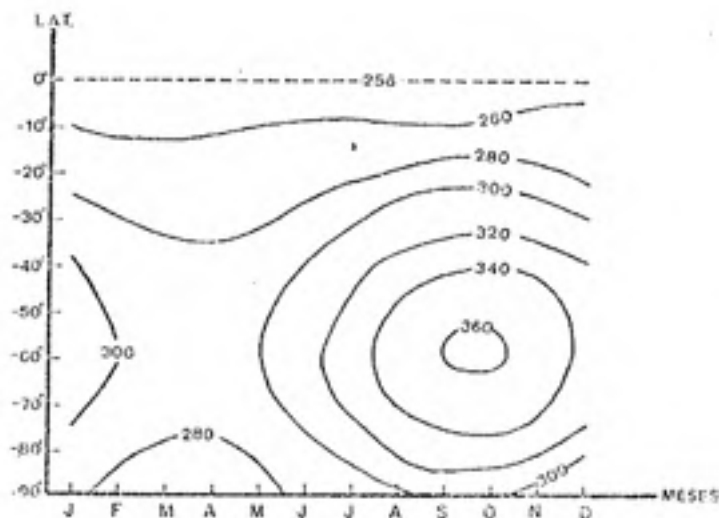


FIGURA 9- Seção transversal da variação sazonal - latitudinal de ozônio total para o período de um ano, gerada de médias zonal mensais estimadas pelo modelo de Heuklon em matm cm.

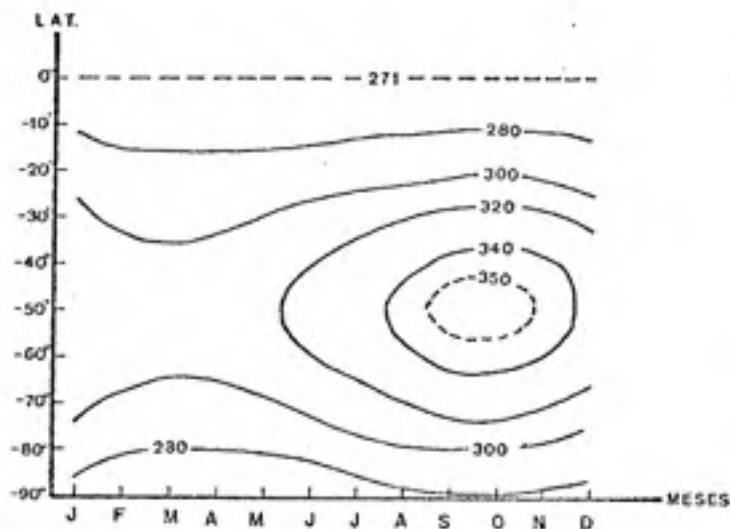


FIGURA 10- Seção transversal da variação sazonal- latitudi-
nal de ozônio total para o período de um ano, ge-
rada de médias zonal mensais estimadas pelo mode-
lo modificado em matm cm.

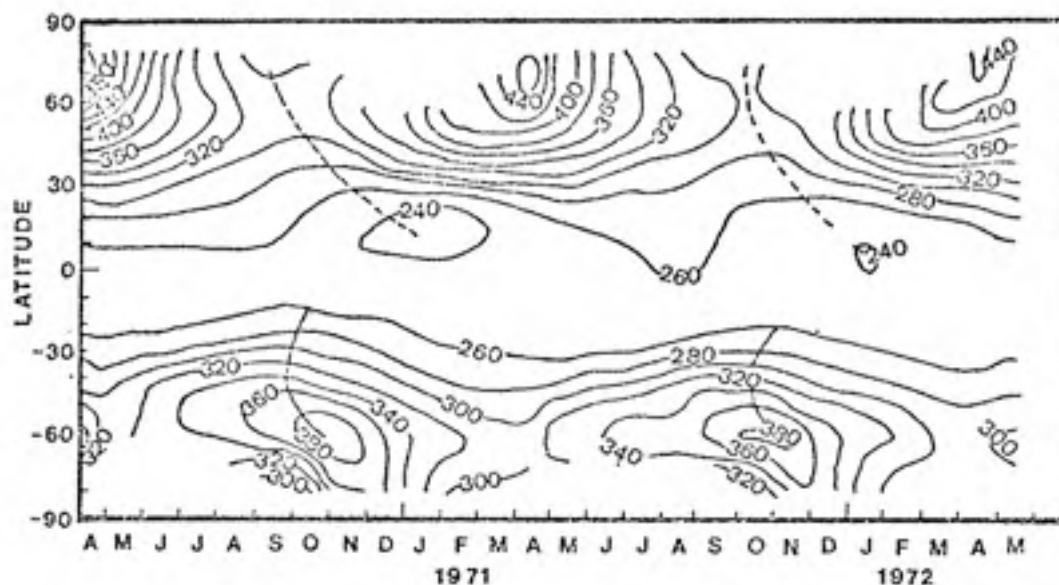


FIGURA 11- Seção transversal da variação sazonal- latitudi-
nal de ozônio total para o período de abril de
1970 a maio de 1972, obtida de dados de satélite
NIMBUS 4 BUV em matm cm, HILSENATH (21).

Valendo-se do campo de ozônio obtido por TOLSON (36),

Figura 12, nota-se uma concordância melhor, não só na forma como também nos valores, exceto para aqueles valores localizados próximos ao equador, onde se notam pequenos desvios.

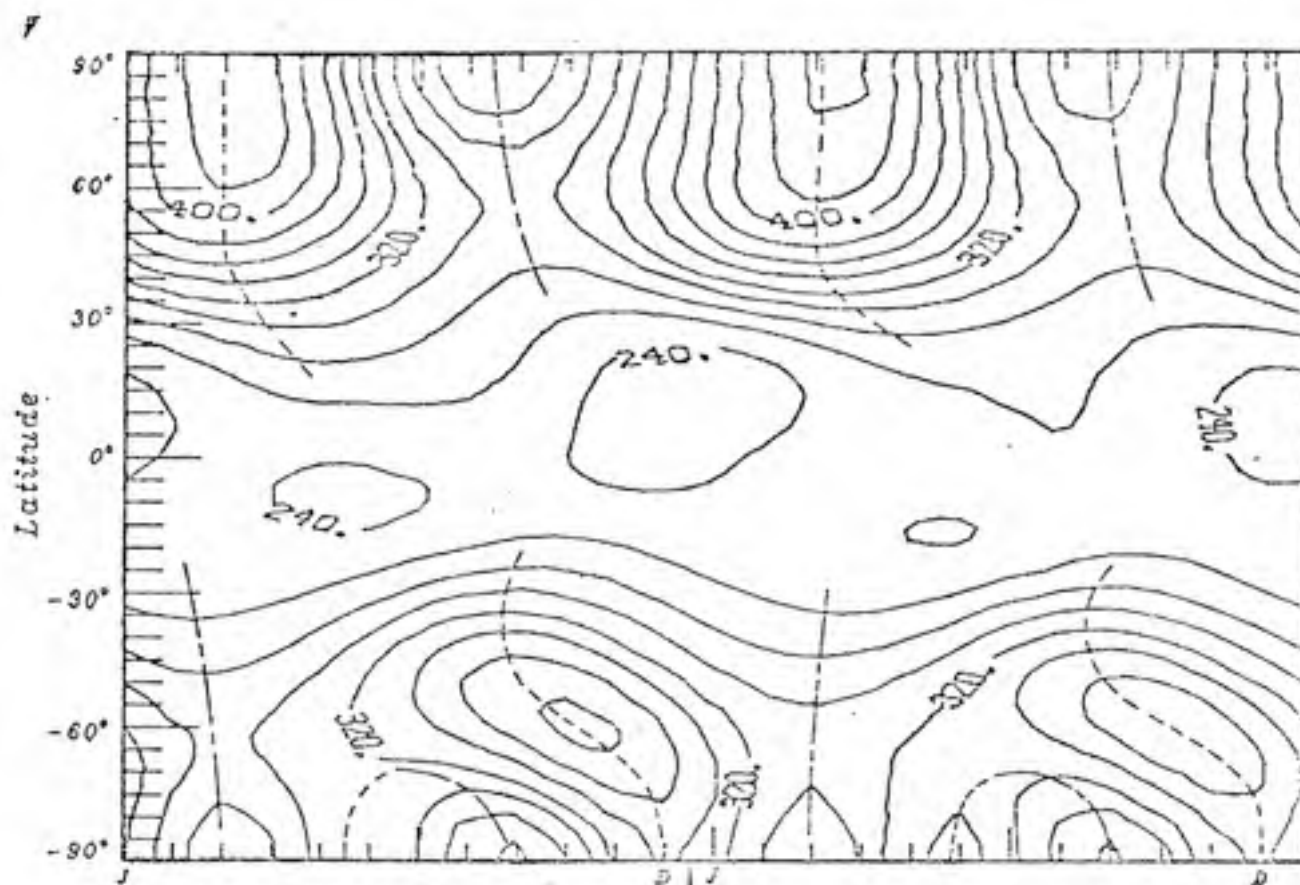


FIGURA 12- Seção transversal da variação sazonal - latitudinal estimada pelo modelo global de Tolson em matm cm, TOLSON (36).

4.4. América do Sul

As Figuras 13 e 14 representam os campos de ozônio total, estimados pelo modelo de Heuklon, para a América do Sul, para os meses de mínimo e máximo, respectivamente. Para o mês de máxima quantidade total de ozônio, quase não existe variação longitudinal. Por outro lado, observa-se um forte gradiente meridional nas latitudes médias, na direção do pólo; quanto ao mês de mínima, o gradiente não se mostra

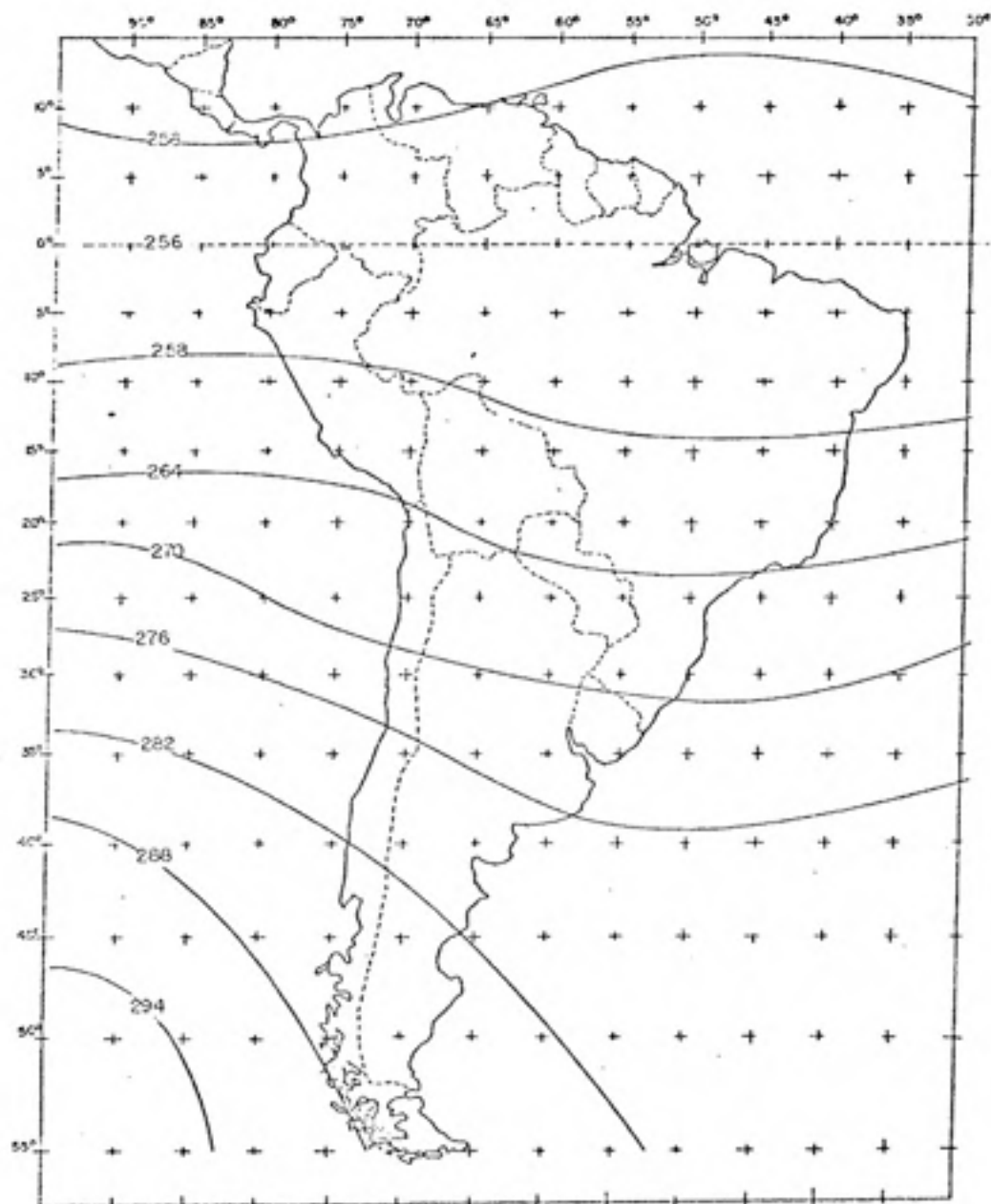


FIGURA 13- Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de abril, na América do Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

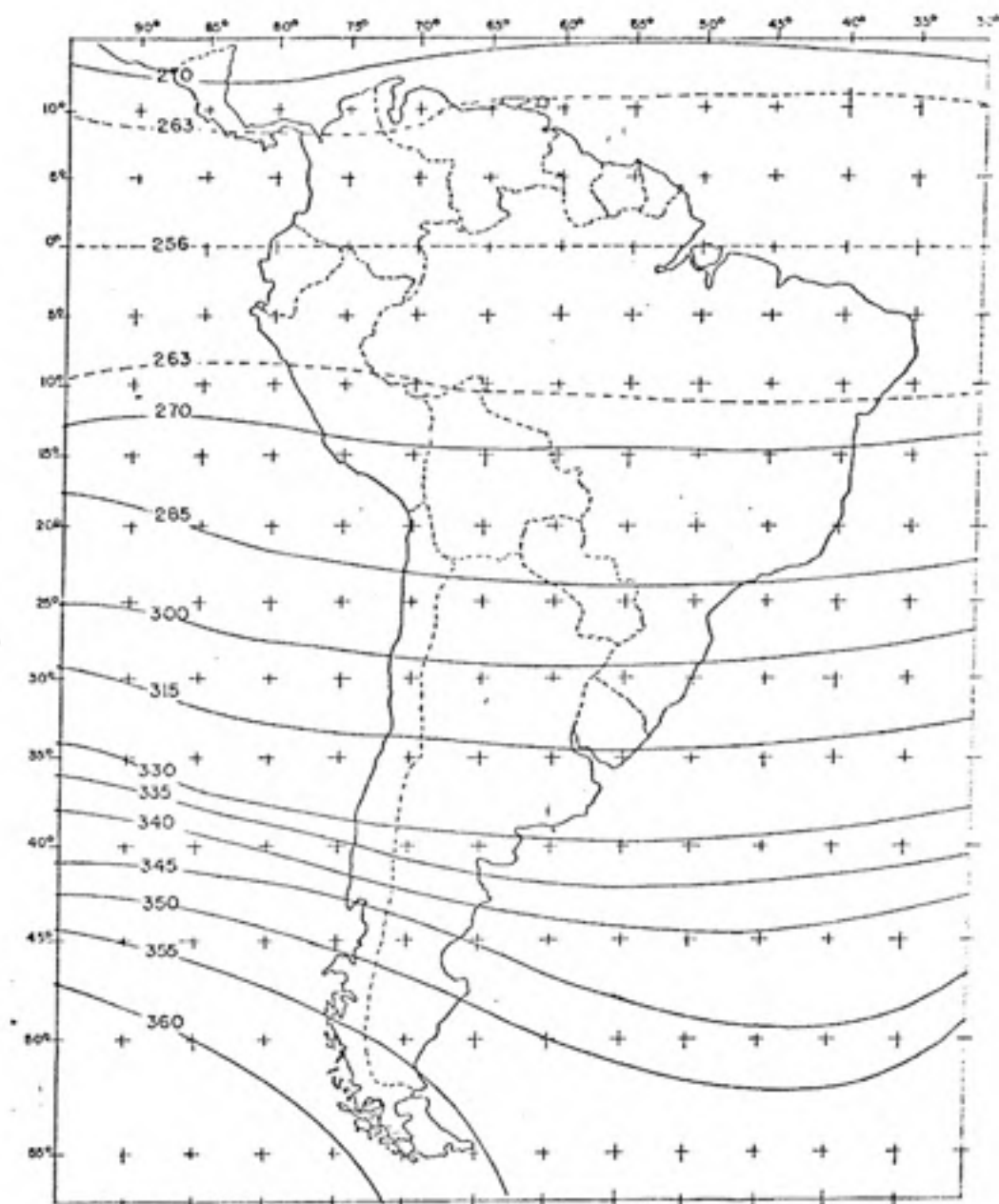


FIGURA 14- Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de outubro, na América do Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

tão expressivo.

Os maiores valores ocorrem sobre o Oceano Pacífico, decrescendo na direção do continente e do Oceano Atlântico. Esse fato parece expressar uma deficiência do modelo usado, conjuntamente com a pequena densidade de dados nessa região, pois esperava-se que o máximo zonal se posicionasse sobre o continente sul americano, como se constata em HILSENATH *et alii* (21). Entretanto, verifica-se ainda uma boa concordância nos valores sobre o continente, ou seja, também aqui as isolinhas situam-se entre 263 e 360 matm cm, concordando, praticamente, na íntegra com HILSENATH *et alii*, Figura 17.

Particularmente, os valores estimados pelo modelo, para as estações de Cachoeira Paulista, Huancayo e Buenos Aires, são consistentes com os valores observados. Essa consistência pode, ainda, ser evidenciada, comparando-se as Figuras 14 e 17.

Os campos de conteúdo de ozônio para a América do Sul, estimados pelo modelo modificado, são apresentados nas Figuras 15 e 16. O máximo conteúdo de ozônio ocorre sobre o continente, enquanto o mínimo ocorre numa região centrada em 45°W , tanto para o mês de máximo como para o de mínimo.

Como se nota, esse modelo posicionou melhor os centros de máxima sobre o continente; entretanto, os valores aparecem superestimados, em relação a HILSENATH *et alii* (21).

Comparando-se os valores estimados por esse modelo, com os valores observados para as mesmas localidades anteriormente citadas, verificam-se diferenças significativas.

Sobre o Brasil, sistematicamente, observa-se, em todos os campos, inclusive HILSENATH *et alii* (21), uma clara

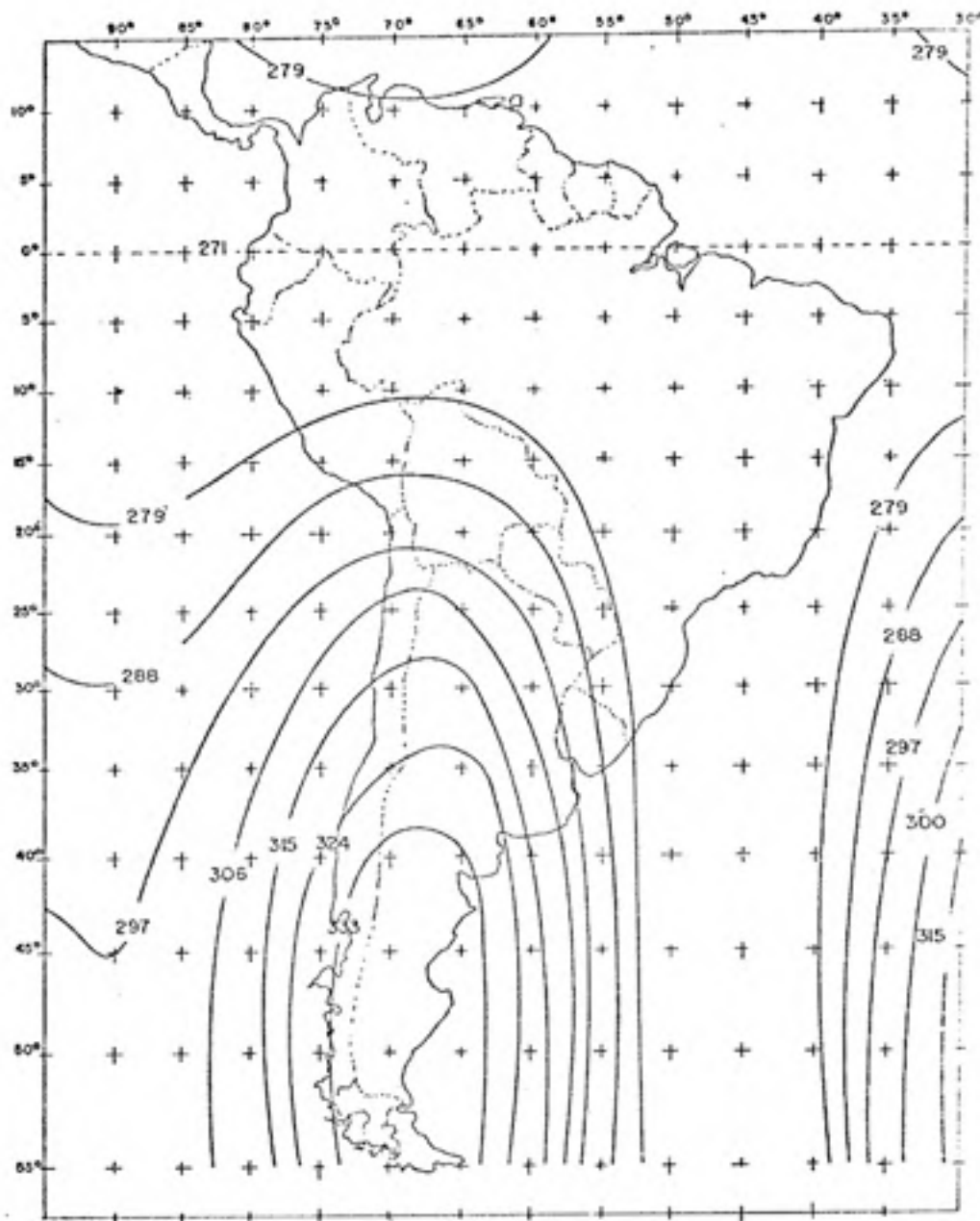


FIGURA 15- Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de março, na América do Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

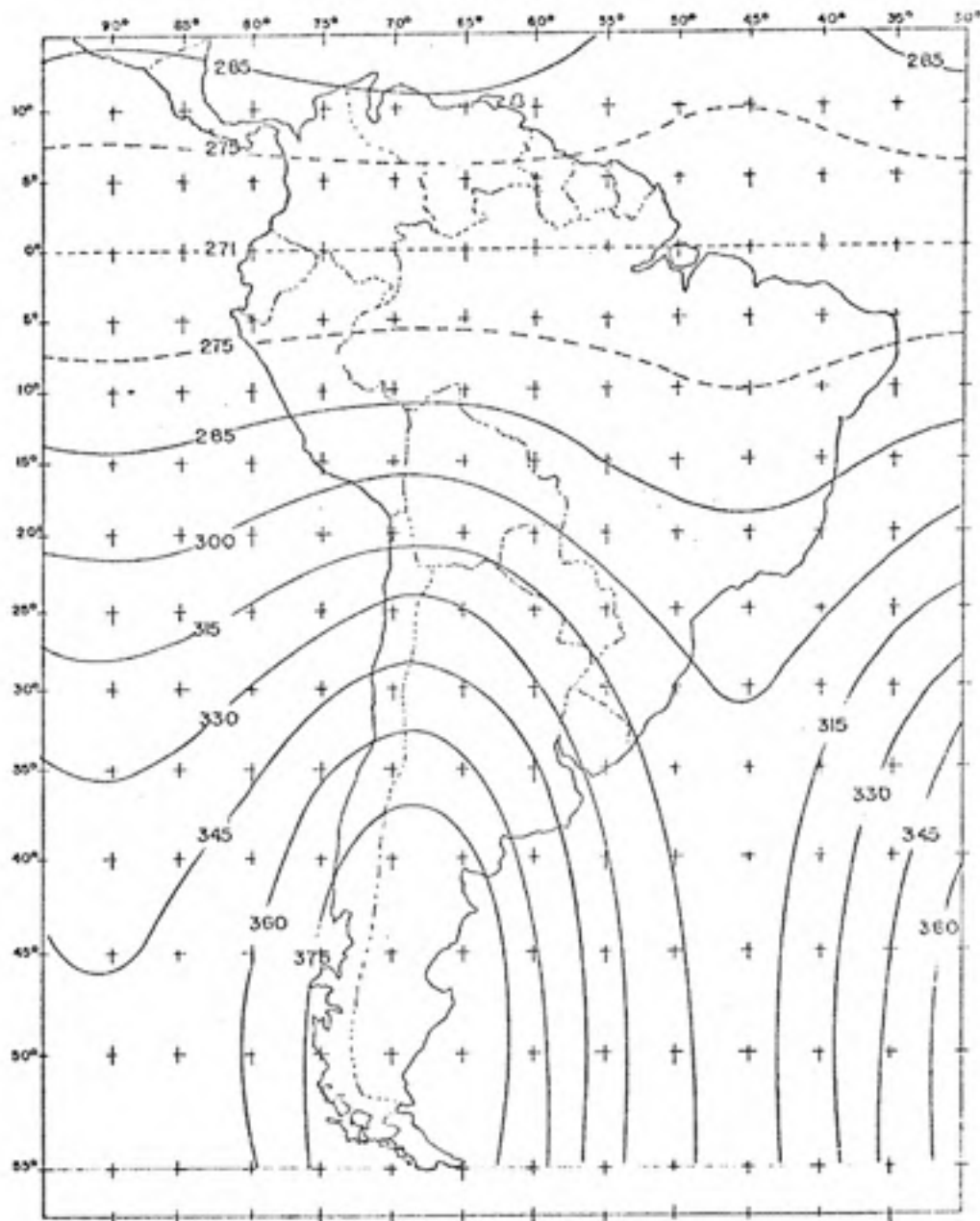


FIGURA 16- Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de outubro, na América do Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

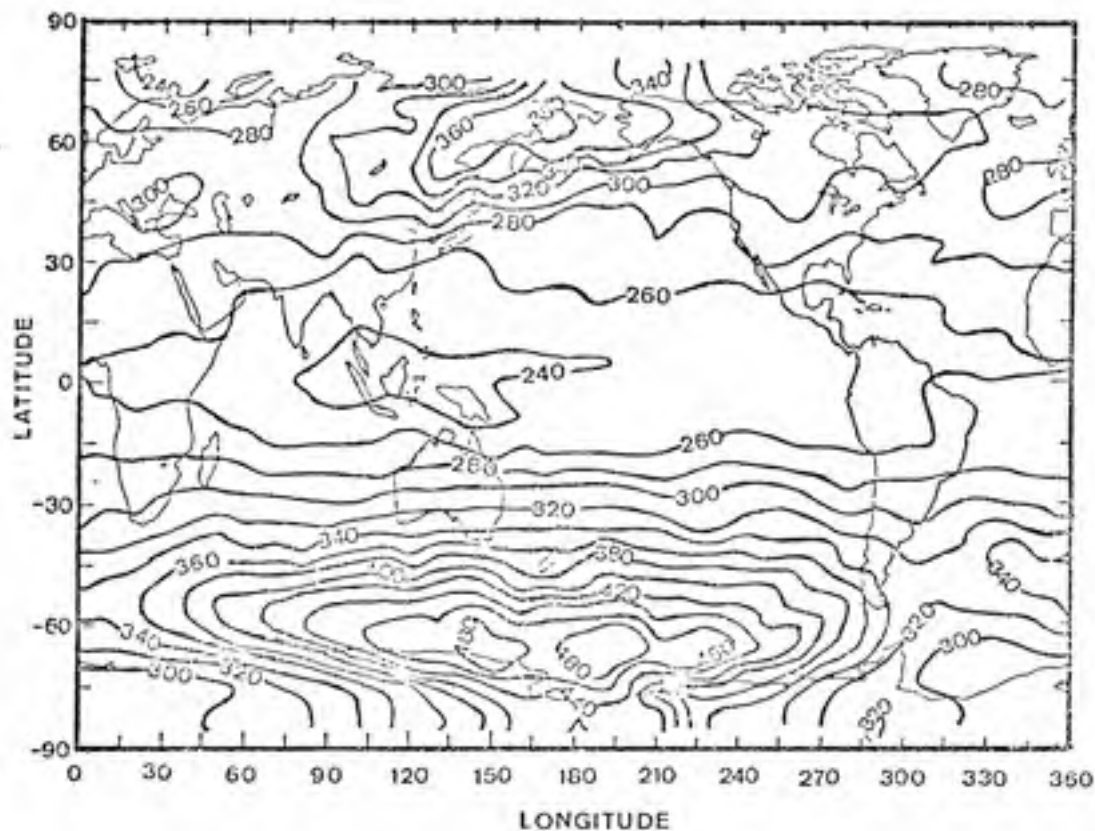


FIGURA 17- Conteúdo de ozônio para outubro de 1970 obtido de dados de satélite em matm cm, HILSENATH(21).

tendência para os valores mínimos, associados a modestos gradientes, tanto zonal quanto meridional. A quase inexistência de observações, excetuando-se apenas Cachoeira Paulista e Natal, certamente impede uma melhor caracterização do campos. Comparando-se, para Natal, os valores simulados pelo modelo de Heuklon, os observados por KIRCHHOFF *et alii* (24), Quadro 14, nota-se ligeira discordância entre as diversas fontes, inclusive no que se refere aos próprios valores medidos por métodos diferentes. Isso sugere a necessidade de medidas mais intensas, não só nessa localidade como também em outros pontos do território sul americano, especi

almente sobre o Brasil. Merece ainda atenção especial a necessidade de medições intensas na região equatorial, pois a hipótese de valores mínimos e aproximadamente constantes parece não se confirmar à luz dos resultados apresentados por diferentes pesquisadores, e mesmo no que tange aos valores observados. Segundo KIRCHHOFF *et alii* (24) e SAHAY^{1/}, as variações observadas em Natal são bastante surpreendentes em relação ao que classicamente se considera e às variações medidas em outras localidades do Globo, situadas na mesma faixa latitudinal.

QUADRO 14- Valores da quantidade total de ozônio para Natal obtidos por diversas fontes (matm cm).

Modelo Heuklon	KIRCHHOFF		HILSENATH	TOLSON	RAMANATHAN
	ECC	DOBSON			
258	286	276	248	250 ^{2/}	250 ^{2/}

^{2/} médias equatorial

4.5. Comparação dos modelos

No Quadro 15 encontram-se os EPE para uma amostra com 18 estações, assim como as médias observadas e estimadas, o desvio da média estimada em relação à média observada (DM), e a percentagem de erro em relação à média observada (PORC), para os modelos apresentados neste trabalho.

^{1/} V. SAHAY, Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, SP, (comunicação pessoal).

QUADRO 15- Erro padrão de estimativa, desvio da média estimada em relação à média observada, porcentagem de erro em relação à média observada, médias estimadas e observadas para 18 estações.

ESTACÃO	EPE (matm cm)		DM (%)		PORC (%)		\bar{x}_{est} (matm cm)		\bar{x}_{obs} (matm cm)
	H	M	H	M	H	M	H	M	
01	7,9	21,5	-2,84	-8,52	3,15	8,60	257	272	250
26	14,0	24,1	1,98	-6,01	4,40	7,55	313	338	319
27	6,0	33,2	-0,37	-11,22	2,06	11,46	290	322	290
29	19,7	25,6	3,82	-5,41	5,77	7,50	328	360	342
32	14,8	14,7	3,19	-2,21	4,64	4,60	308	327	320
71	27,9	22,3	-10,62	-8,46	10,74	8,62	287	281	260
80	10,2	9,9	2,94	-2,65	3,87	3,75	256	271	264
84	4,9	16,9	-0,35	-6,24	1,84	6,40	265	280	263
91	9,0	29,4	-1,22	-9,73	3,08	10,06	296	321	292
92	16,9	32,4	0,16	-8,34	5,28	10,08	321	349	322
110	2,3	18,7	0,22	-7,04	0,86	7,10	263	282	264
159	8,3	23,7	-0,90	-7,25	2,80	7,95	299	319	298
180	21,6	28,5	3,94	-6,02	6,53	8,62	317	351	331
191	4,3	15,7	-1,37	-5,97	1,65	6,03	264	277	261
193	6,8	23,8	-1,28	-8,59	2,54	8,87	271	291	268
200	5,2	6,7	-1,01	-1,55	1,91	2,43	276	278	274
204	8,6	15,7	1,53	-4,91	3,14	5,74	269	287	273
207	17,8	5,4	6,24	0,49	6,51	1,96	257	272	274
Média	11,5	20,5	2,44	6,14	3,93	7,07	285	304	287

H = modelo de Heuklon

M = modelo modificado

\bar{x}_{est} = média estimada

\bar{x}_{obs} = média observada

Ainda para fins comparativos, foram traçados perfis sazonais para seis estações, sendo três localizadas na América do Sul, uma na África e as outras duas na Austrália, Figuras 18, 19, 20, 21, 22 e 23.

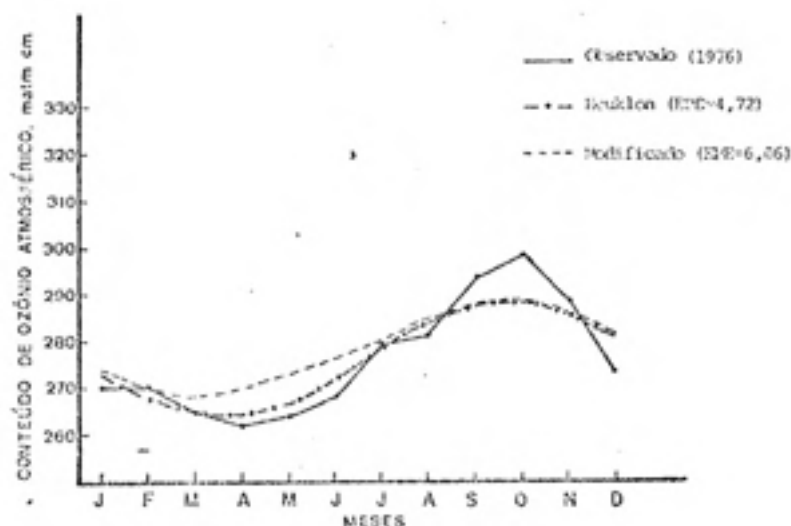


FIGURA 18- Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Cachoeira Paulista.

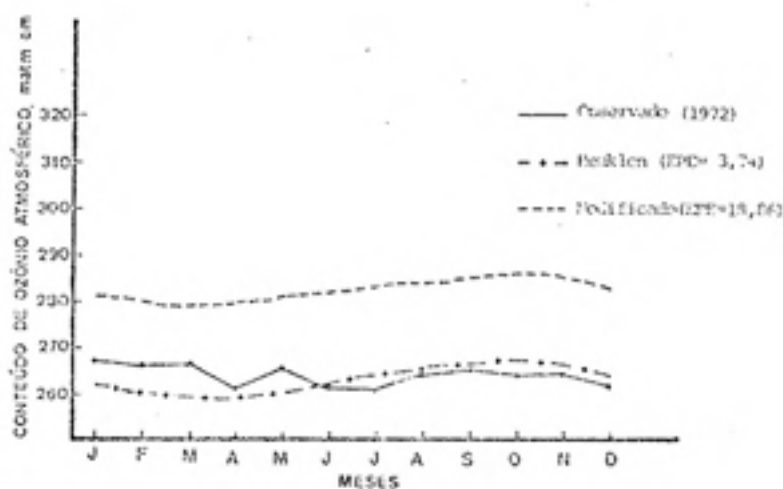


FIGURA 19- Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Huancayo.

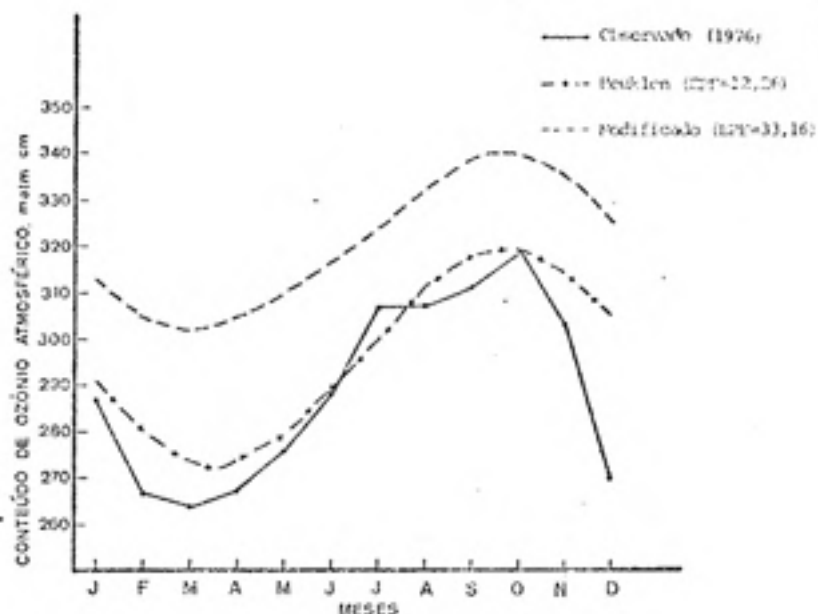


FIGURA 20- Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Buenos Aires.

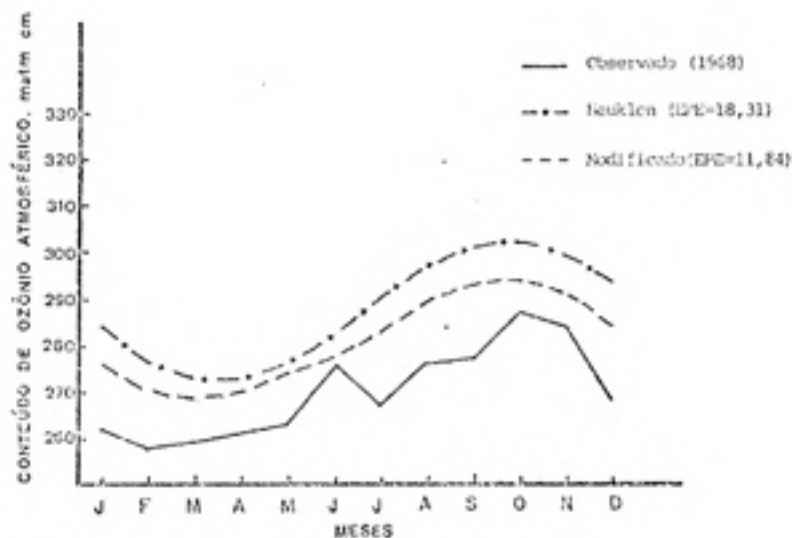


FIGURA 21- Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Pretoria.

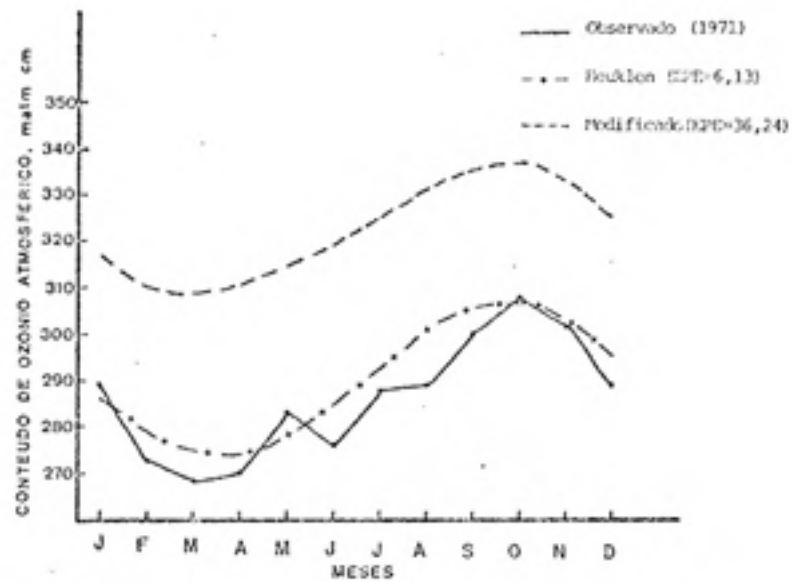


FIGURA 22- Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Brisbane.

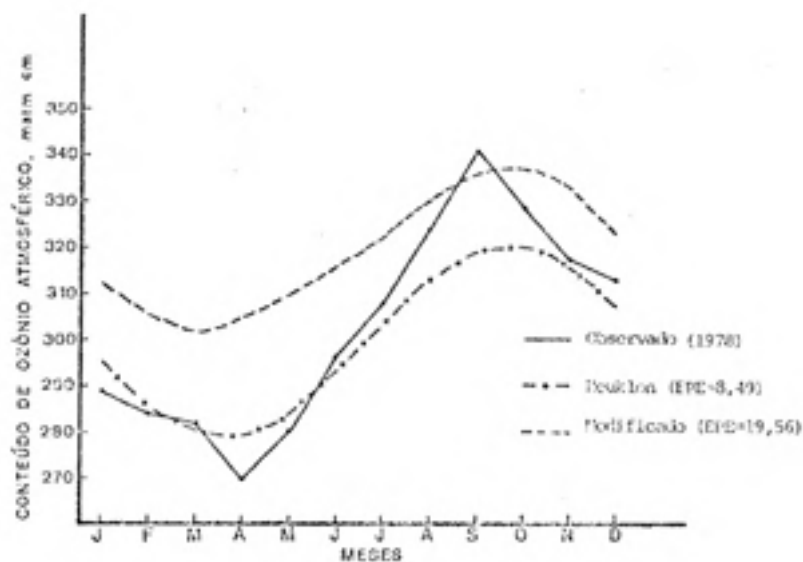


FIGURA 23- Perfis anuais do conteúdo de ozônio, gerados de médias mensais, do modelo de Heuklon, modelo modificado e de dados observados para a estação de Perth.

Pela análise dos EPE e dos perfis sazonais, pode-se verificar que o modelo que apresenta melhores resultados quantitativos é o de Heuklon, embora o modelo modificado apresente um bom desempenho em alguns casos, particularmente na forma dos perfis.

Na Figura 24 estão representados os perfis verticais de densidade de ozônio, em nanobar e 10^{-3} cm NTP km⁻¹, e da razão de mistura, em partes por milhão, para Cachoeira Paulista, SP. Esses perfis foram obtidos a partir da média anual do ozônio estimado para Cachoeira Paulista e do perfil vertical da concentração de ozônio da atmosfera padrão (30). Na razão de mistura, em particular, nota-se o valor de 0,058 ppm, à superfície, contrastando-se com 26 ppm a 36 km.

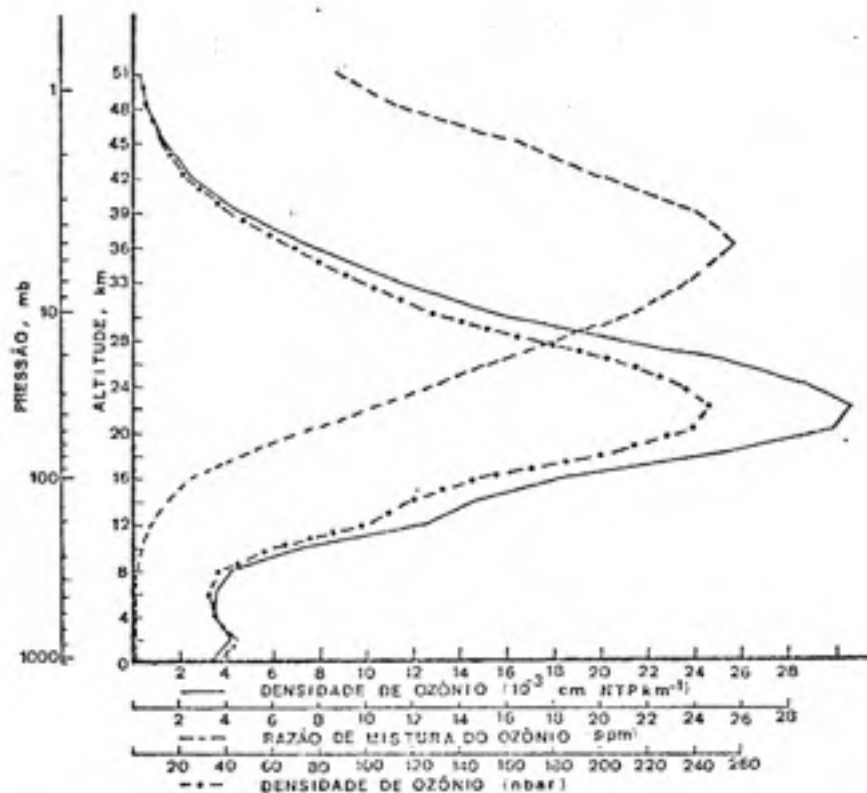


FIGURA 24- Perfis verticais de ozônio para Cachoeira Paulista.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O ajuste do modelo de Heuklon, para o Hemisfério Sul, tomando-se por base os dados observados em 27 estações, cujas séries temporais variam de 1 a 23 anos, apresentou coeficientes cujos valores concordaram razoavelmente com aqueles encontrados pelo mesmo autor, baseando-se em dados observados durante o Ano Geográfico Internacional. Foram traçados os campos de ozônio total, para o Hemisfério Sul, encontrando-se valores mínimos no mês de abril e máximo em outubro. Esses resultados concordam com aqueles obtidos por outros pesquisadores, principalmente na configuração, bem como valores, exceto em algumas regiões, onde a escassez de dados parece ter sido crítica. Verificaram-se máximos conteúdos sobre a África, Austrália e porção ocidental da América do Sul. Latitudinalmente, evidenciaram-se maiores valores em torno de 60°S , diminuindo em direção ao pólo e equa-

dor, com valores mínimos e constantes, ao longo do ano, sobre este último paralelo.

Modificou-se o modelo de Heuklon, expressando em série de Fourier suas variações longitudinais e temporais. Esse modelo modificado foi ajustado mediante o uso do mesmo conjunto de dados, embora, tratados distintamente. Os resultados encontrados apresentaram maiores variações longitudinais, chegando a exibirem seis ondas, em contraste com o modelo original que mostrou apenas três. Quanto aos valores, o modelo modificado superestimou o campo, de modo geral. No que se refere às variações meridionais e temporais, os resultados foram semelhantes. O ajuste do modelo modificado foi conduzido linearmente, contrastando-se, uma vez mais, com o modelo original, cujo ajuste foi não-linear. Esse fato parece ter sido determinante na diferenciação dos resultados.

Os perfis anuais de ozônio total, obtidos para diversas localidades do Hemisfério Sul, mostraram que os modelos ajustados simulam bem aquele parâmetro, tanto na forma do perfil, quanto nos valores mensais, quando comparados com os perfis observados. Para a América do Sul, em particular, os campos traçados mostraram configurações e valores comparáveis, satisfatoriamente, com outros campos obtidos de informações de satélites, embora a confiabilidade dos modelos seja limitada pela escassez dos dados originais, especialmente sobre o Brasil. O erro padrão de estimativa, médio para 18 estações, apresentou valores de 11,5 matm cm, e 20,5 matm cm para o modelo de Heuklon e para o modelo modificado, respectivamente. Os desvios médios desses erros, em re-

lação à média observada, foram de 2,44% e 6,15%, observando-se, portanto, um melhor desempenho do modelo de Heuklon.

Com base nos resultados alcançados e suas limitações, sugerem-se, para futuros estudos, as seguintes atividades: aumentar a intensidade das observações de ozônio total e de distribuição vertical, especialmente no que tange à densidade de estações. A América do Sul e, em especial, o Brasil devem merecer atenção especial nesse particular. Conduzir medições mais freqüentes sobre as áreas equatoriais, uma vez que a hipótese de pequena variabilidade nessa região parece contestável. Estabelecer rotinas de observações nas áreas de maiores concentrações humanas e industriais, com a finalidade de quantificar a contribuição dos agentes antropogênicos na concentração de ozônio à superfície, considerando-se a grande relevância desse parâmetro para as atividades humanas e, em particular, para fins agrícolas. Os modelos, futuramente ajustados, deverão incluir essas fontes em suas formulações. Os modelos usados nessa pesquisa também deverão ser reajustados mediante o uso de dados que melhor representem as variações espaciais e temporais de ozônio no Hemisfério Sul.

6. LITERATURA CITADA

1. ADEDIPE, N.O., HOFSTRA, C. & ORMROD, D.P. Effects of sulfur nutrition phytotoxicity and growth responses of bean plants to ozone. *Canadian Journal of Botany*. 50(9/10): 1789-1793. 1972
2. ARGENTIÈRE, R. *A atmosfera*. São Paulo, Pincar, 1957. 248 p.
3. ATMOSPHERIC ENVIRONMENT SERVICE. Ozone data for the world
4. BUTKOV, E. *Física matemática*. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara. 1958. 725 p.
5. CHAPMAN, S. Photochemical processes in the upper atmosphere and resultant composition. In: Malone, T.F., ed. *Compendium of meteorology*. Baltimore, Waverly Press, Inc., 1951. p. 262-274.
6. CRAIG, R.A. Radiative temperature changes in the ozone layer. In: Malone, T.F., ed. *Compendium of meteorology*. Baltimore, Waverly Press, Inc., 1951. p. 292-302.
7. CRAIG, R.A. *The upper atmosphere meteorology and physics*. New York, Academic Press Inc., 1965. 509 p.
8. CRAKER, L.E. Effects of mineral nutrients on ozone susceptibility of *Lemna minor*. *Canadian Journal of Botany*. 49(7/8): 1411-1414. 1971.

9. DUGGER JR., W.M., TAYLOR, O.C. CARDIFF, E. & THOMPSON, C. R. Relationship between carbohydrate and susceptibility of Pinto Bean plants to ozone damage. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 81:304-315. 1962.
10. DUGGER, W.M. & TING, I.P. Air pollution oxidants-Their effects on metabolic processes in plants. *Annual Review of Plant Physiology*. 21: 215-234. 1970.
11. DÜTSCH, H.U. Ozone Research- Past Present - Future. *Bulletin American Meteorological Society*. 62(2): 213 -217. 1981.
12. ENGLE, R.L. & GABELMAN, W.H. The effects of low levels of ozone on Pinto Beans, (*Phaseolus vulgaris* L.). *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 91: 304-309. 1967.
13. ERICKSON, L.C. & WEDDING, R.T. Effects of ozonated hexene on photosynthesis and respiration of *Lemna minor* *American Journal of Botany*. 43: 32-36. 1956.
14. EVANS, L.S. & TING, I.P. Ozone sensitivity of leaves : Relationship to leaf water content, gas transfer resistance, and anatomical characteristics. *American Journal of Botany*. 61(6): 592-597. 1974.
15. FERRI, A. Stratospheric ozone. *Astronautics & Aeronautics*. 40-41. Oct., 1975.
16. FLETCHER, R.A., ADEDIPE, N.O. & ORMROD, D.P. Abscisic acid protects bean leaves from ozone-induced phytotoxicity. *Canadian Journal of Botany*. 50(11): 2389-2391 1972.
17. GÖTZ, F.W.P. Ozone in the atmosphere. In: Malone, T.F. ed. *Compendium of meteorology*. Baltimore, Waverly Press, Inc., 1951. p. 275-291.
18. HAAS, J.H. Relation of crops maturity and physiology to air pollution incited bronzing of *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology*. 60(1/6): 407-410. 1970.
19. HESS, S.L. *Introduction to theoretical meteorology*. New York, Holt, Rinehart e Winston, 1959. 363 p.
20. HEUKLON, T.K. Estimating atmospheric ozone for solar radiation models. *Solar Energy*. 22: 63-68. 1979.
21. HILSEN RATH, E., HEATH, D.F. & SCHLESINGER, B.M. Seasonal and interannual variations in total ozone revealed by the Nimbus 4 backscattered ultraviolet experiment. *Journal of Geophysical Research*. 84: 6969 - 6979. 1979.
22. HILSEN RATH, E. & SCHLESINGER, B.M. Total ozone seazo -

- nal and interannual variations derived from the 7 year Nimbus 4 BUW data set. *Journal of Geophysical Research*. 86: 12087-12096. 1981.
23. HOFFER, M.I., & STEWART, R.W. Stratospheric ozone. *Astronautics & Aeronautics*. 42-55. Oct., 1975.
 24. KIRCHHOFF, V.W.J.H., HILSENATH, E., MOTTA, A.G., SAHAI, Y. & MEDRANO-B, R.A. *Equatorial ozone characteristics as measured at Natal (5.9°S, 35.2°W)*. São José dos Campos, INPE, 1982. 28 p. (INPE-2365-PRE/098).
 25. LUDWIG, A. & EUCLYDES, R.F. *Programa REGRENL*. Viçosa-CPD-UFV, 1981. 15p. (Relatório 004/81).
 26. MACHTA, L. & KOMHYR, W.D. Ozone in aircraft cabins. *WMO Bulletin*. 22(4): 222-236. 1973.
 27. MITRA, S.K. General aspects of upper atmospheric physics. In: Malone, T.F., ed. *Compendium of meteorology* Baltimore. Waverly Press, Inc., 1951. p. 245-261.
 28. PELL, E.J. & BRENNAN, E. Changes in respiration, photosynthesis, adenosine 5'-triphosphate, and total adenylate content of ozonated Pinto Bean foliage as they relate to symptom expression. *Plant Physiology*. 51: 378-381. 1973.
 29. PERCHOROWICZ, J.T. & TING, I.P. Ozone effects on plant cell permeability. *American Journal of Botany*. 61(7): 783-793. 1974.
 30. RAMANATHAN, V. & DICKINSON, R.E. The role of stratospheric ozone in the zonal and seasonal radiative energy balance of the earth-troposphere system. *Journal of the Atmospheric Sciences*. 36: 1084-1103. 1979.
 31. ROBINSON, N. *Solar energy*. Amsterdam, Elsevier Publishing Company, 1966. 347 p.
 32. ROWLAND, F.S. Possible influences of human activities on stratospheric ozone. *WMO Bulletin*. 25(2): 78 - 86. 1976.
 33. SAHAI, Y. & TEIXEIRA, N.R. *Atmospheric ozone measurements in Brazil*. São José dos Campos, INPE, 1981. 15p. (Bulletin nº 1 - INPE - 1985 RPE/282).
 34. SILVA, E.A.M. *Correlation of various developmental and physiological variables of Phaseolus vulgaris L. "bush blue lake 290" with ozone sensitivity*. North Carolina, State University, 1981. 146 p. (Degree of Doctor of Philosophy).
 35. TODD, G.W. Effects of ozone and ozonated 1-hexene on respiration and photosynthesis of leaves. *Plant Physiology*. 33: 416-420. 1958.

36. TOLSON, R.H. Spatial and temporal variations of monthly mean total columnar ozone derived from 7 years of BUW data. *Journal of Geophysical Research*. 86:7312-7330. 1981.
37. TRESHOW, M. *Environment and plant response*. New York , McGraw-Hill Book Company, 1970. 422 p.
38. TURNER, N.C., RICH, S. & TOMLINSON, H. Stomatal conductance, fleck injury, and growth of tobacco cultivars varying in ozone tolerance. *Phytopathology*. 62 (1/6) : 63-67. 1972.
39. VAN, T.K., GARRARD, L.A. & WEST, S.H. Effects of UV - B radiation on net photosynthesis of some crop plants. *Crop Science*. 16: 715-718. 1976.
40. VIANELLO, R.L., RAO, T.V.R. & NOGUEIRA, J.M. *Comportamento Térmico do Solo de Viçosa-MG, Ciclo Anual, 1971*. São José dos Campos, INPE, 1977. 26 p. (Relatório - INPE - 1107- PE/081).
41. WMO statement on modification of the ozone layer due to man's activities and some possible geophysical consequences. *WMO Bulletin*. 25(1): 59-63. 1976.

APENDICE

QUADRO 1 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de janeiro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	255.6	266.7	273.5	251.9	305.4	321.5	324.5	316.5	304.3	280.1
	10.	255.6	266.8	274.5	253.0	311.0	323.5	327.0	320.5	303.7	287.0
	20.	255.6	266.8	274.4	252.9	310.7	323.2	326.6	320.1	303.5	286.6
	30.	255.6	266.6	273.7	251.3	308.6	320.6	323.5	317.7	303.6	285.6
	40.	255.6	266.3	272.5	249.1	305.2	316.4	315.5	313.7	300.5	283.7
	50.	255.6	266.0	271.3	248.5	301.5	311.8	314.7	304.3	297.1	281.6
	60.	255.6	255.7	270.2	244.4	298.2	308.0	310.7	305.6	294.2	279.8
	70.	255.6	255.5	269.7	243.3	296.7	306.0	308.6	303.7	292.6	278.5
	80.	255.6	255.6	269.6	243.5	297.0	306.3	308.5	304.0	293.1	279.1
	90.	255.6	255.7	270.5	244.5	299.1	308.5	311.7	306.5	295.0	280.3
	100.	255.6	266.1	271.6	247.2	302.5	313.1	316.0	310.5	298.0	282.2
	110.	255.6	266.4	272.5	249.8	306.2	317.7	320.5	314.5	301.4	284.3
	120.	255.6	266.7	273.5	251.5	309.4	321.5	324.5	318.5	304.3	286.1
	130.	255.6	266.8	274.5	252.0	311.0	323.5	327.0	320.5	305.7	287.0
	140.	255.6	266.6	274.4	252.9	310.7	323.2	326.6	320.1	305.5	286.8
	150.	255.6	266.6	273.7	251.3	308.6	320.6	323.5	317.7	303.6	285.6
	160.	255.6	266.2	272.5	249.1	305.2	316.4	315.5	313.7	300.5	283.7
	170.	255.6	266.0	271.3	248.5	301.5	311.8	314.7	305.3	297.1	281.6
	180.	255.6	255.7	270.2	244.4	298.2	308.0	310.7	305.6	294.2	279.8
	-170.	255.6	255.5	269.7	243.3	296.7	306.0	308.6	303.7	292.6	278.5
	-160.	255.6	255.6	269.6	243.5	297.0	306.3	308.5	304.0	293.1	279.1
-150.	255.6	255.7	270.5	244.5	299.1	308.5	311.7	306.5	295.0	280.3	
-140.	255.6	266.1	271.6	247.2	302.5	313.1	316.0	310.5	298.0	282.2	
-130.	255.6	266.4	272.5	249.8	306.2	317.7	320.5	314.5	301.4	284.3	
-120.	255.6	266.7	273.5	251.5	309.4	321.5	324.5	318.5	304.3	286.1	
-110.	255.6	266.8	274.5	253.0	311.0	323.5	327.0	320.5	305.7	287.0	
-100.	255.6	266.8	274.4	252.9	310.7	323.2	326.6	320.1	305.5	286.8	
-90.	255.6	266.6	273.7	251.3	308.6	320.6	323.5	317.7	303.6	285.6	
-80.	255.6	266.3	272.5	249.1	305.2	316.4	315.5	313.7	300.5	283.7	
-70.	255.6	266.0	271.3	248.5	301.5	311.8	314.7	305.3	297.1	281.6	
-60.	255.6	255.7	270.2	244.4	298.2	308.0	310.7	305.6	294.2	279.8	
-50.	255.6	255.5	269.7	243.3	296.7	306.0	308.6	303.7	292.6	278.5	
-40.	255.6	255.6	269.6	243.5	297.0	306.3	308.5	304.0	293.1	279.1	
-30.	255.6	255.7	270.5	244.5	299.1	308.5	311.7	306.5	295.0	280.3	
-20.	255.6	266.1	271.6	247.2	302.5	313.1	316.0	310.5	298.0	282.2	
-10.	255.6	266.4	272.5	249.8	306.2	317.7	320.5	314.5	301.4	284.3	
0.	255.6	266.7	273.5	251.5	309.4	321.5	324.5	318.5	304.3	286.1	

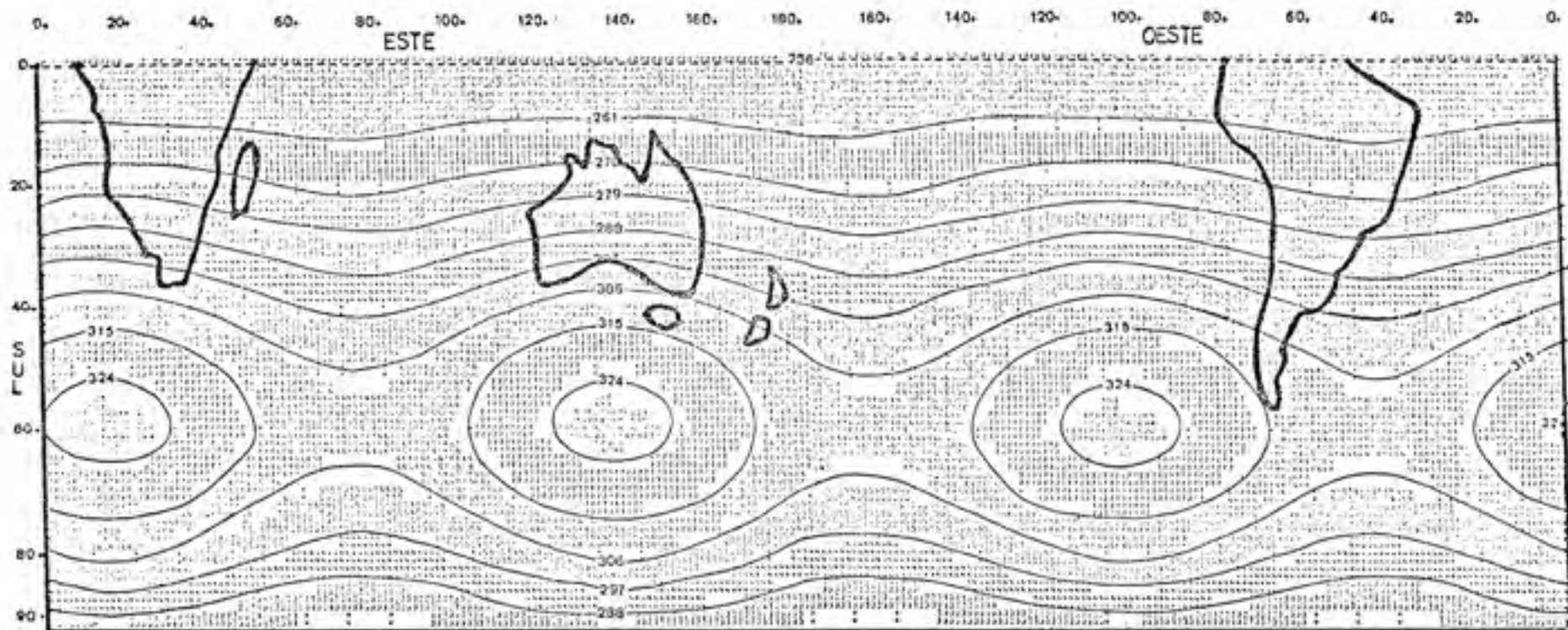


FIGURA 1 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de janeiro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

QUADRO 2 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de fevereiro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	255.8	255.5	265.0	282.3	298.7	305.9	308.5	303.7	292.8	278.5
	10.	255.8	255.7	270.2	284.4	298.3	307.9	310.6	305.4	294.2	279.0
	20.	255.8	255.6	270.1	284.2	298.0	307.6	310.3	305.3	294.0	279.7
	30.	255.8	255.5	265.4	282.8	299.9	305.0	307.5	302.8	292.1	278.5
	40.	255.8	255.1	268.2	280.5	292.5	300.8	303.2	298.8	289.0	276.5
	50.	255.8	258.8	267.0	278.0	288.8	296.2	298.3	294.4	285.8	274.4
	60.	255.8	258.5	265.9	275.9	285.8	292.4	294.3	290.6	282.8	272.7
	70.	255.8	258.4	265.4	274.8	284.0	290.4	292.2	288.8	281.3	271.7
	80.	255.8	258.4	265.4	275.0	284.3	290.7	292.5	289.2	281.6	271.5
	90.	255.8	258.6	266.2	276.4	286.4	293.3	295.3	291.6	283.5	273.1
	100.	255.8	258.5	267.3	278.7	289.8	297.5	299.4	295.6	288.6	279.0
	110.	255.8	258.2	268.6	281.2	293.5	302.1	304.5	300.0	290.0	277.1
	120.	255.8	258.3	269.6	283.3	296.7	305.9	308.5	303.7	292.8	278.5
	130.	255.8	258.7	270.2	284.4	298.3	307.9	310.6	305.6	294.2	279.8
	140.	255.8	258.6	270.1	284.2	298.0	307.6	310.3	305.3	294.0	279.7
	150.	255.8	258.5	269.4	282.8	299.9	305.0	307.5	302.8	292.1	278.5
	160.	255.8	258.1	268.2	280.5	292.5	300.8	303.2	298.8	289.0	276.5
	170.	255.8	258.8	267.0	278.0	288.8	296.2	298.3	294.4	285.8	274.4
	180.	255.8	258.5	265.9	275.9	285.8	292.4	294.3	290.6	282.8	272.7
	-170.	255.8	258.4	265.4	274.8	284.0	290.4	292.2	288.8	281.3	271.7
	-160.	255.8	258.4	265.4	275.0	284.3	290.7	292.5	289.2	281.6	271.5
-150.	255.8	258.6	266.2	276.4	286.4	293.3	295.3	291.6	283.5	273.1	
-140.	255.8	258.5	267.3	278.7	289.8	297.5	299.4	295.6	288.6	279.0	
-130.	255.8	258.2	268.6	281.2	293.5	302.1	304.5	300.0	290.0	277.1	
-120.	255.8	258.3	269.6	283.3	296.7	305.9	308.5	303.7	292.8	278.5	
-110.	255.8	258.7	270.2	284.4	298.3	307.9	310.6	305.6	294.2	279.8	
-100.	255.8	258.6	270.1	284.2	298.0	307.6	310.3	305.3	294.0	279.7	
-90.	255.8	258.5	269.4	282.8	299.9	305.0	307.5	302.8	292.1	278.5	
-80.	255.8	258.1	268.2	280.5	292.5	300.8	303.2	298.8	289.0	276.5	
-70.	255.8	258.8	267.0	278.0	288.8	296.2	298.3	294.4	285.8	274.4	
-60.	255.8	258.5	265.9	275.9	285.8	292.4	294.3	290.6	282.8	272.7	
-50.	255.8	258.4	265.4	274.8	284.0	290.4	292.2	288.8	281.3	271.7	
-40.	255.8	258.4	265.4	275.0	284.3	290.7	292.5	289.2	281.6	271.5	
-30.	255.8	258.6	266.2	276.4	286.4	293.3	295.3	291.6	283.5	273.1	
-20.	255.8	258.5	267.3	278.7	289.8	297.5	299.4	295.6	288.6	279.0	
-10.	255.8	258.2	268.6	281.2	293.5	302.1	304.5	300.0	290.0	277.1	
0.	255.8	258.5	269.6	283.3	296.7	305.9	308.5	303.7	292.8	278.5	

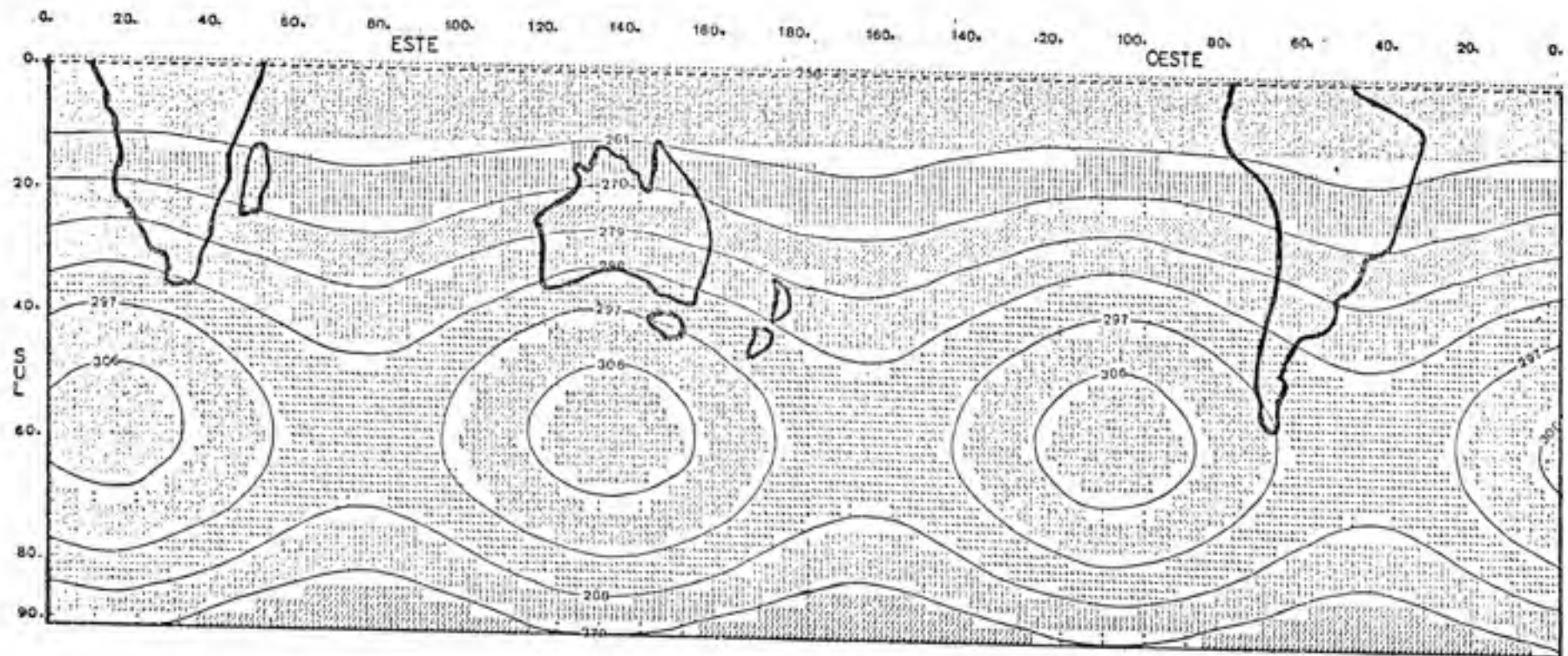


FIGURA 2 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de fevereiro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

QUADRO 3 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de março, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	255.6	256.5	267.2	278.0	285.6	297.3	295.4	295.4	266.4	274.5
	10.	255.6	255.0	267.6	275.7	281.2	295.2	301.6	297.4	267.9	275.6
	20.	255.6	255.0	267.7	275.5	281.0	295.0	301.2	297.0	267.6	275.7
	30.	255.6	256.8	267.0	278.1	286.5	296.4	298.5	294.5	265.7	274.5
	40.	255.6	256.5	265.9	275.6	285.5	292.2	294.1	290.6	262.7	272.6
	50.	255.6	256.2	264.6	273.3	281.7	287.6	285.2	286.2	279.3	270.5
	60.	255.6	257.5	263.5	271.2	278.6	283.8	285.2	282.5	276.4	266.7
	70.	255.6	257.7	263.0	270.1	277.0	281.6	283.1	280.9	275.0	267.6
	80.	255.6	257.8	263.1	270.2	277.2	282.1	283.5	280.9	275.2	267.5
	90.	255.6	257.9	263.8	271.7	279.4	284.7	286.2	283.4	277.1	269.1
	100.	255.6	258.2	264.5	274.0	282.8	288.9	290.6	287.4	280.2	271.0
	110.	255.6	258.6	266.2	276.5	286.5	293.5	295.4	291.8	283.6	273.2
	120.	255.6	258.5	267.3	278.6	285.6	297.3	295.4	295.4	286.4	274.9
	130.	255.6	259.0	267.6	279.7	281.3	299.3	301.6	297.4	287.9	275.6
	140.	255.6	259.0	267.7	279.5	281.0	299.0	301.2	297.0	287.6	275.7
	150.	255.6	258.6	267.0	278.1	286.5	296.4	298.5	294.5	265.7	274.5
	160.	255.6	258.5	265.5	275.6	285.5	292.2	294.1	290.6	262.7	272.6
	170.	255.6	258.2	264.6	273.3	281.7	287.6	285.2	286.2	279.3	270.5
	180.	255.6	257.9	263.5	271.2	278.6	283.8	285.2	282.5	276.4	266.7
	-170.	255.6	257.7	263.0	270.1	277.0	281.6	283.1	280.9	275.0	267.6
-160.	255.6	257.8	263.1	270.2	277.2	282.1	283.5	280.9	275.2	267.5	
-150.	255.6	257.9	263.8	271.7	279.4	284.7	286.2	283.4	277.1	269.1	
-140.	255.6	258.2	264.5	274.0	282.8	288.9	290.6	287.4	280.2	271.0	
-130.	255.6	258.6	266.2	276.5	286.5	293.5	295.4	291.8	283.6	273.2	
-120.	255.6	258.5	267.3	278.6	285.6	297.3	295.4	295.4	286.4	274.9	
-110.	255.6	259.0	267.6	279.7	281.3	299.3	301.6	297.4	287.9	275.6	
-100.	255.6	259.0	267.7	279.5	281.0	299.0	301.2	297.0	287.6	275.7	
-90.	255.6	258.6	267.0	278.1	286.5	296.4	298.5	294.5	265.7	274.5	
-80.	255.6	258.5	265.5	275.6	285.5	292.2	294.1	290.6	262.7	272.6	
-70.	255.6	258.2	264.6	273.3	281.7	287.6	285.2	286.2	279.3	270.5	
-60.	255.6	257.5	263.5	271.2	278.6	283.8	285.2	282.5	276.4	266.7	
-50.	255.6	257.7	263.0	270.1	277.0	281.6	283.1	280.9	275.0	267.6	
-40.	255.6	257.8	263.1	270.2	277.2	282.1	283.5	280.9	275.2	267.5	
-30.	255.6	257.9	263.8	271.7	279.4	284.7	286.2	283.4	277.1	269.1	
-20.	255.6	258.2	264.5	274.0	282.8	288.9	290.6	287.4	280.2	271.0	
-10.	255.6	258.6	266.2	276.5	286.5	293.5	295.4	291.8	283.6	273.2	
0.	255.6	258.5	267.3	278.6	285.6	297.3	295.4	295.4	286.4	274.9	

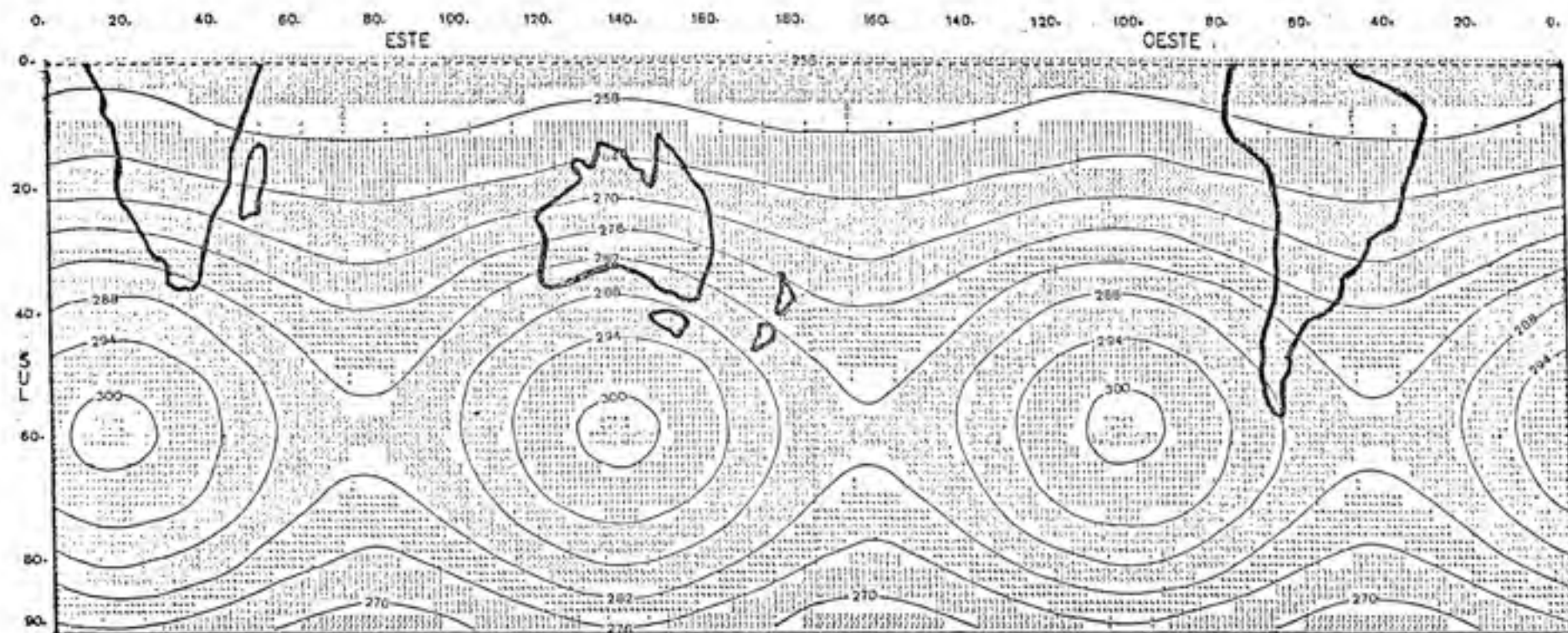


FIGURA 3 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de março, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

QUADRO 4 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de maio, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

LONGITUDE	LATITUDE									
	0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
0.	255.8	255.4	265.0	282.1	294.5	303.8	306.2	301.6	291.2	277.9
10.	255.8	255.5	265.6	283.2	296.5	305.8	308.4	303.5	292.7	278.6
20.	255.8	255.5	265.5	283.0	296.3	305.4	308.0	303.2	292.4	278.7
30.	255.8	255.3	268.8	281.6	294.1	302.8	305.3	300.7	290.5	277.5
40.	255.8	255.0	267.6	275.3	290.8	298.7	300.9	296.8	287.4	275.6
50.	255.8	256.6	266.4	276.8	287.0	294.1	296.0	292.4	284.0	273.4
60.	255.8	256.4	265.3	274.7	282.5	290.3	292.0	288.7	281.2	271.7
70.	255.8	256.2	264.8	273.6	282.2	288.2	294.9	286.8	279.7	270.7
80.	255.8	256.2	264.5	273.6	282.5	288.6	290.3	287.1	280.0	270.9
90.	255.8	256.4	265.6	275.2	284.6	291.2	293.0	289.6	281.9	272.1
100.	255.8	256.7	266.7	277.5	288.0	295.3	297.4	293.6	285.0	274.0
110.	255.8	255.1	268.0	280.0	291.8	300.0	302.2	298.0	288.4	276.1
120.	255.8	255.4	265.0	282.1	294.5	303.8	306.2	301.6	291.2	277.9
130.	255.8	255.8	265.6	283.2	296.5	305.8	308.4	303.5	292.7	278.6
140.	255.8	255.5	265.5	283.0	296.3	305.4	308.0	303.2	292.4	278.7
150.	255.8	255.3	268.8	281.6	294.1	302.8	305.3	300.7	290.5	277.5
160.	255.8	255.0	267.6	275.3	290.8	298.7	300.9	296.8	287.4	275.6
170.	255.8	256.6	266.4	276.8	287.0	294.1	296.0	292.4	284.0	273.4
180.	255.8	256.4	265.3	274.7	282.5	290.3	292.0	288.7	281.2	271.7
-170.	255.8	256.2	264.8	273.6	282.2	288.2	294.9	286.8	279.7	270.7
-160.	255.8	256.2	264.5	273.6	282.5	288.6	290.3	287.1	280.0	270.9
-150.	255.8	256.4	265.6	275.2	284.6	291.2	293.0	289.6	281.9	272.1
-140.	255.8	256.7	266.7	277.5	288.0	295.3	297.4	293.6	285.0	274.0
-130.	255.8	255.1	268.0	280.0	291.8	300.0	302.2	298.0	288.4	276.1
-120.	255.8	255.4	265.0	282.1	294.5	303.8	306.2	301.6	291.2	277.9
-110.	255.8	255.5	265.5	283.0	296.3	305.4	308.0	303.5	292.7	278.6
-100.	255.8	255.5	265.5	283.0	296.3	305.4	308.0	303.2	292.4	278.7
-90.	255.8	255.3	268.8	281.6	294.1	302.8	305.3	300.7	290.5	277.5
-80.	255.8	255.0	267.6	275.3	290.8	298.7	300.9	296.8	287.4	275.6
-70.	255.8	256.6	266.4	276.8	287.0	294.1	296.0	292.4	284.0	273.4
-60.	255.8	256.4	265.3	274.7	282.5	290.3	292.0	288.7	281.2	271.7
-50.	255.8	256.2	264.8	273.6	282.2	288.2	294.9	286.8	279.7	270.7
-40.	255.8	256.2	264.5	273.6	282.5	288.6	290.3	287.1	280.0	270.9
-30.	255.8	256.4	265.6	275.2	284.6	291.2	293.0	289.6	281.9	272.1
-20.	255.8	256.7	266.7	277.5	288.0	295.3	297.4	293.6	285.0	274.0
-10.	255.8	255.1	268.0	280.0	291.8	300.0	302.2	298.0	288.4	276.1
0.	255.8	255.4	269.0	282.1	294.5	303.8	306.2	301.6	291.2	277.9

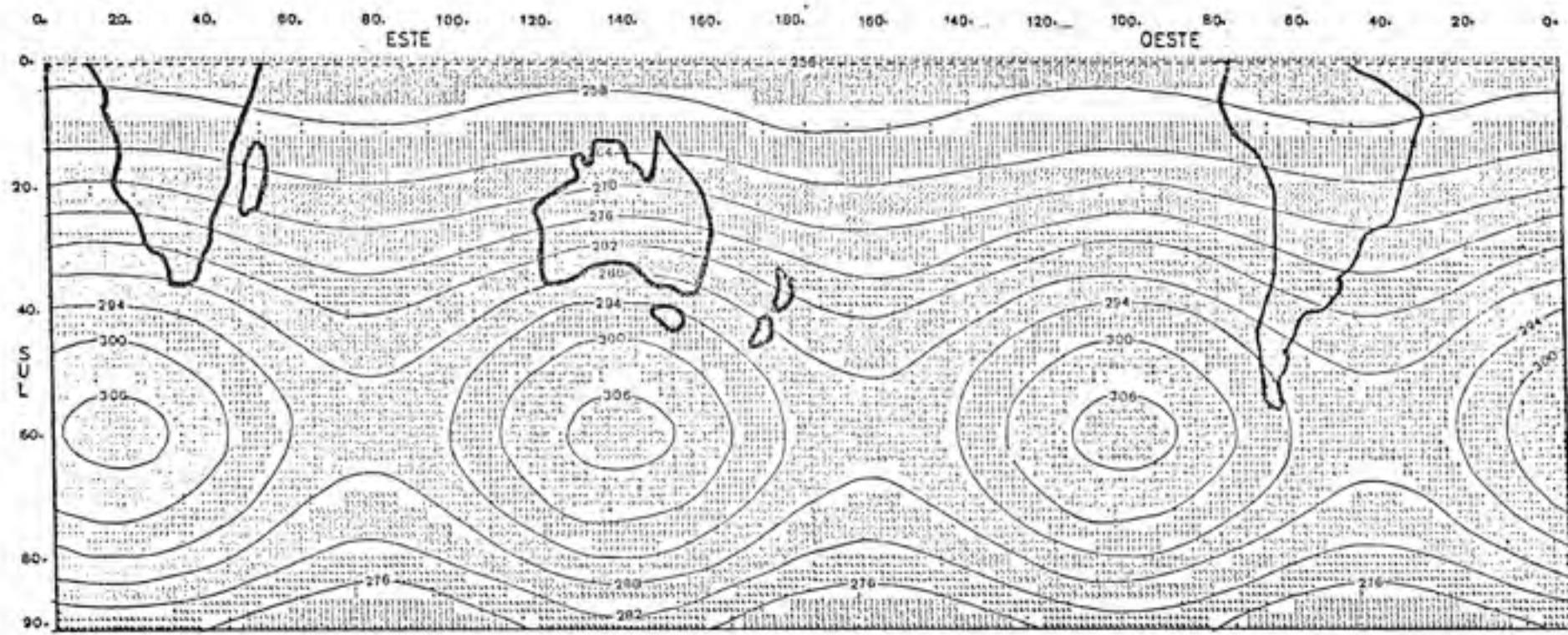


FIGURA 4 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de maio, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

QUADRO 5 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de junho, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

LONGITUDE	LATITUDE									
	0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
0.	255.8	260.5	273.1	280.2	300.5	318.5	321.7	315.7	302.0	284.7
10.	255.8	260.6	272.7	281.2	300.5	320.5	323.8	317.6	303.5	285.6
20.	255.8	260.6	273.6	281.1	300.3	320.2	323.5	317.3	303.2	285.5
30.	255.8	260.4	272.9	280.7	300.1	317.6	320.8	314.8	301.4	284.2
40.	255.8	260.1	271.7	287.4	302.8	313.4	316.4	310.8	298.3	282.2
50.	255.8	259.7	270.4	284.9	299.0	308.6	311.5	308.4	294.9	280.2
60.	255.8	259.5	269.4	282.8	299.9	309.0	307.5	302.8	292.1	278.5
70.	255.8	259.2	268.8	281.7	294.2	303.0	305.4	300.8	290.6	277.5
80.	255.8	259.7	268.9	281.5	294.5	303.3	305.8	301.2	290.8	277.7
90.	255.8	259.5	269.6	283.3	296.6	305.9	308.5	303.7	292.8	278.9
100.	255.8	259.8	270.8	285.6	300.0	310.1	312.9	307.6	295.8	280.8
110.	255.8	260.2	272.1	288.1	303.6	314.7	317.7	312.0	299.2	282.5
120.	255.8	260.5	273.1	290.2	306.5	318.5	321.7	315.7	302.0	284.7
130.	255.8	260.6	273.7	291.3	308.5	320.5	323.8	317.6	303.5	285.6
140.	255.8	260.6	273.6	291.1	308.3	320.2	323.5	317.3	303.3	285.5
150.	255.8	260.4	272.5	289.7	306.1	317.6	320.8	314.8	301.4	284.2
160.	255.8	260.1	271.7	287.4	302.8	313.4	316.4	310.8	298.3	282.2
170.	255.8	259.7	270.4	284.9	299.0	308.6	311.5	308.4	294.9	280.2
180.	255.8	259.5	269.4	282.8	299.9	309.0	307.5	302.8	292.1	278.5
-170.	255.8	259.2	268.8	281.7	294.2	303.0	305.4	300.8	290.6	277.5
-160.	255.8	259.5	268.9	281.5	294.5	303.3	305.8	301.2	290.8	277.7
-150.	255.8	259.5	269.6	283.3	296.6	305.9	308.5	303.7	292.8	278.9
-140.	255.8	259.8	270.8	285.6	300.0	310.1	312.9	307.6	295.8	280.8
-130.	255.8	260.2	272.1	288.1	303.6	314.7	317.7	312.0	299.2	282.5
-120.	255.8	260.5	273.1	290.2	306.5	318.5	321.7	315.7	302.0	284.7
-110.	255.8	260.6	273.7	291.3	308.5	320.5	323.8	317.6	303.5	285.6
-100.	255.8	260.6	273.6	291.1	308.3	320.2	323.5	317.3	303.3	285.5
-90.	255.8	260.4	272.9	289.7	306.1	317.6	320.8	314.8	301.4	284.2
-80.	255.8	260.1	271.7	287.4	302.8	313.4	316.4	310.8	298.3	282.2
-70.	255.8	259.7	270.4	284.9	299.0	308.6	311.5	308.4	294.9	280.2
-60.	255.8	259.5	269.4	282.8	299.9	309.0	307.5	302.8	292.1	278.5
-50.	255.8	259.2	268.8	281.7	294.2	303.0	305.4	300.8	290.6	277.5
-40.	255.8	259.5	268.9	281.5	294.5	303.3	305.8	301.2	290.8	277.7
-30.	255.8	259.5	269.6	283.3	296.6	305.9	308.5	303.7	292.8	278.9
-20.	255.8	259.8	270.8	285.6	300.0	310.1	312.9	307.6	295.8	280.8
-10.	255.8	260.2	272.1	288.1	303.6	314.7	317.7	312.0	299.2	282.5
0.	255.8	260.5	273.1	280.2	300.5	318.5	321.7	315.7	302.0	284.7

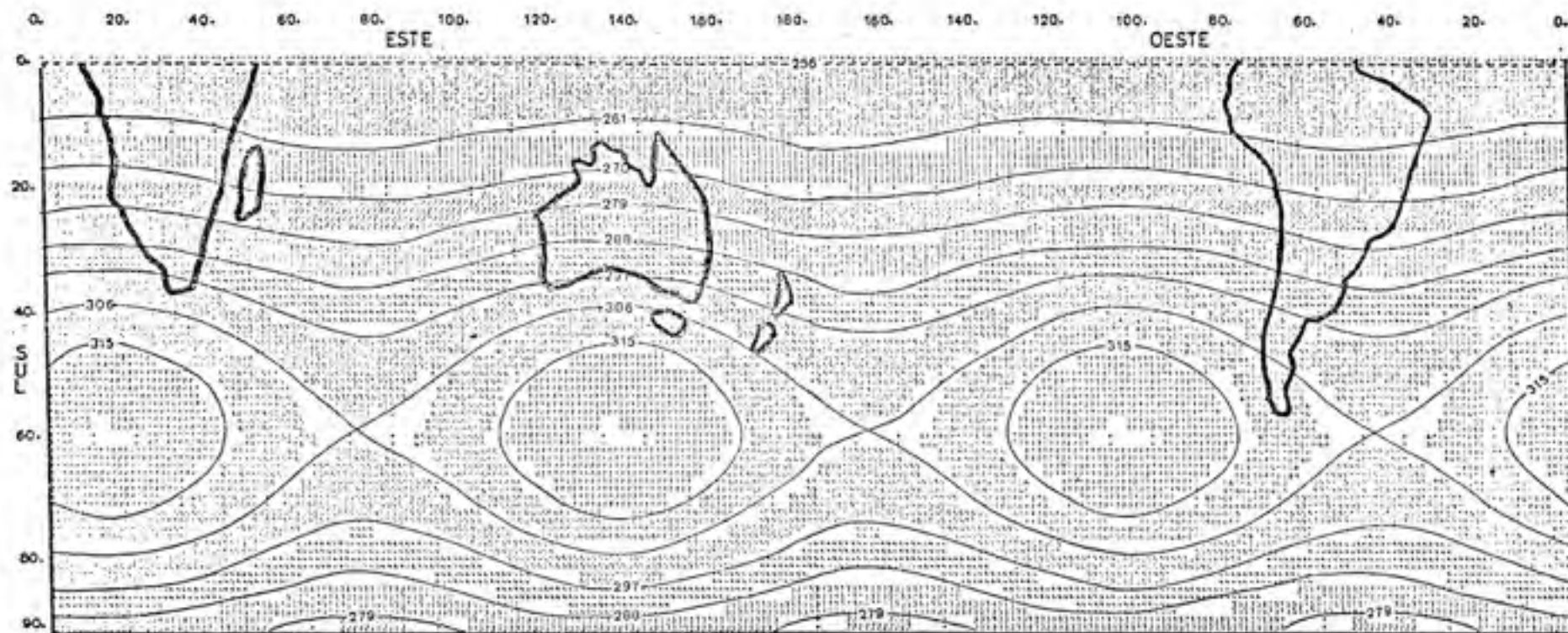


FIGURA 5 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de junho, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

QUADRO 6 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de julho, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	255.6	261.7	277.9	255.6	320.9	335.7	335.8	332.1	314.7	292.6
	10.	255.6	261.5	276.4	300.7	322.6	337.7	341.9	334.0	316.2	293.5
	20.	255.6	261.5	276.3	300.6	322.2	337.4	341.6	333.7	316.0	293.4
	30.	255.6	261.7	277.6	255.1	320.2	334.8	338.8	331.2	314.0	292.2
	40.	255.6	261.4	276.5	256.8	316.8	330.6	334.5	327.2	311.0	290.3
	50.	255.6	261.0	275.2	254.3	313.0	326.0	325.6	322.8	307.6	286.1
	60.	255.6	260.7	274.1	252.2	305.9	322.2	325.6	315.2	304.6	286.4
	70.	255.6	260.6	273.6	251.1	306.3	320.2	323.5	317.3	303.3	285.5
	80.	255.6	260.6	273.7	251.3	306.5	320.5	323.8	317.6	303.5	285.6
	90.	255.6	260.6	274.4	252.7	310.7	323.1	326.6	320.1	305.4	286.8
	100.	255.6	261.1	275.5	255.0	314.0	327.3	330.9	324.0	308.5	288.7
	110.	255.6	261.5	276.8	257.5	317.6	331.9	335.8	328.4	311.9	290.6
	120.	255.6	261.7	277.9	259.6	320.9	335.7	339.8	332.1	314.7	292.6
	130.	255.6	261.5	276.4	300.7	322.6	337.7	341.9	334.0	316.2	293.5
	140.	255.6	261.5	276.3	300.6	322.2	337.4	341.6	333.7	316.0	293.4
	150.	255.6	261.7	277.6	255.1	320.2	334.8	338.8	331.2	314.0	292.2
	160.	255.6	261.4	276.5	256.8	316.8	330.6	334.5	327.2	311.0	290.3
	170.	255.6	261.0	275.2	254.3	313.0	326.0	325.6	322.8	307.6	286.1
	180.	255.6	260.7	274.1	252.2	305.9	322.2	325.6	315.2	304.6	286.4
	-170.	255.6	260.6	273.6	251.1	306.3	320.2	323.5	317.3	303.3	285.5
	-160.	255.6	260.6	273.7	251.3	306.5	320.5	323.8	317.6	303.5	285.6
-150.	255.6	260.8	274.4	252.7	310.7	323.1	326.6	320.1	305.4	286.8	
-140.	255.6	261.1	275.5	255.0	314.0	327.3	330.9	324.0	308.5	288.7	
-130.	255.6	261.5	276.8	257.5	317.6	331.9	335.8	328.4	311.9	290.6	
-120.	255.6	261.7	277.9	259.6	320.9	335.7	339.8	332.1	314.7	292.6	
-110.	255.6	261.5	276.4	300.7	322.6	337.7	341.9	334.0	316.2	293.5	
-100.	255.6	261.9	276.3	300.6	322.2	337.4	341.6	333.7	316.0	293.4	
-90.	255.6	261.7	277.6	259.1	320.2	334.8	338.8	331.2	314.0	292.2	
-80.	255.6	261.4	276.5	256.8	316.8	330.6	334.5	327.2	311.0	290.3	
-70.	255.6	261.0	275.2	254.3	313.0	326.0	325.6	322.8	307.6	286.1	
-60.	255.6	260.7	274.1	252.2	305.9	322.2	325.6	315.2	304.6	286.4	
-50.	255.6	260.6	273.6	251.1	306.3	320.2	323.5	317.3	303.3	285.5	
-40.	255.6	260.6	273.7	251.3	306.5	320.5	323.8	317.6	303.5	285.6	
-30.	255.6	260.6	274.4	252.7	310.7	323.1	326.6	320.1	305.4	286.8	
-20.	255.6	261.1	275.5	255.0	314.0	327.3	330.9	324.0	308.5	288.7	
-10.	255.6	261.5	276.8	257.5	317.6	331.9	335.8	328.4	311.9	290.6	
0.	255.6	261.7	277.9	259.6	320.9	335.7	339.8	332.1	314.7	292.6	

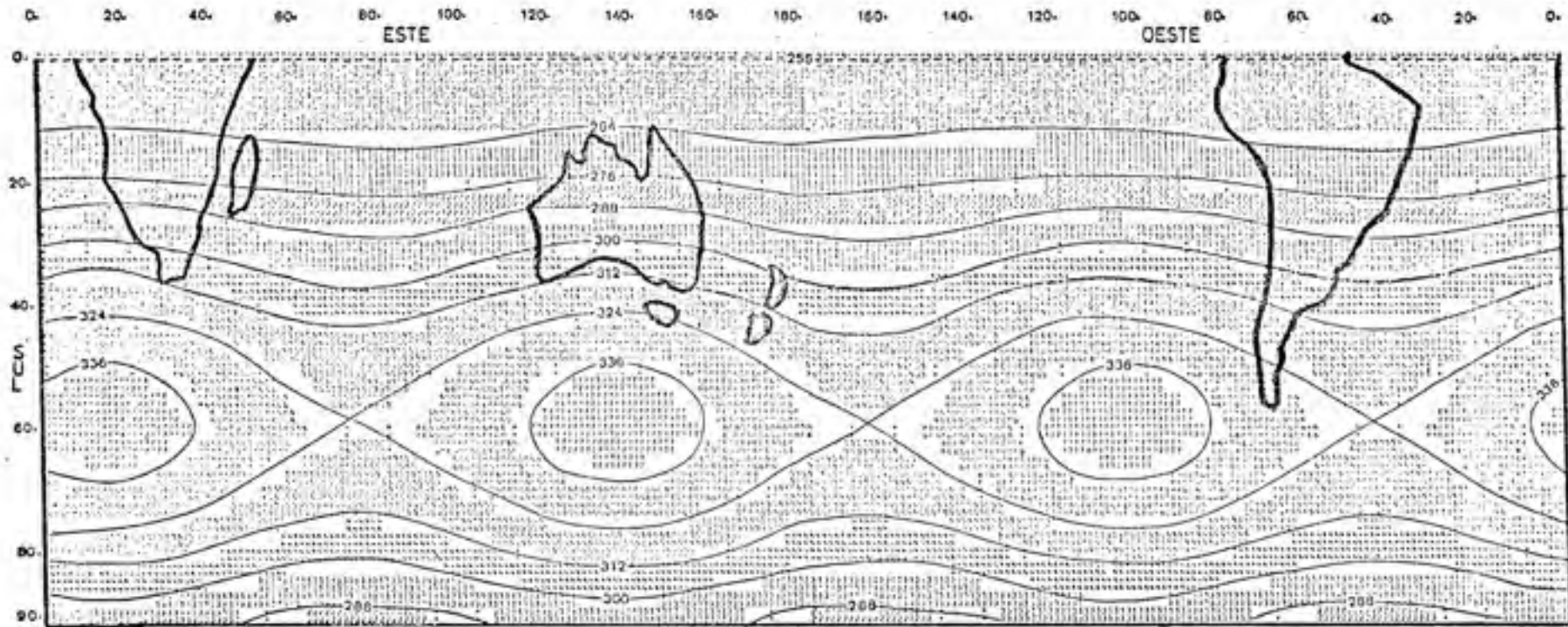


FIGURA 6 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de julho, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

QUADRO 7 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de agosto, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	255.8	262.5	262.3	308.5	334.0	351.6	356.7	347.5	326.6	300.0
	10.	255.8	262.1	262.9	309.4	325.7	353.5	358.8	349.4	328.1	300.5
	20.	255.8	263.1	262.8	309.4	325.4	353.5	356.5	349.1	327.8	300.8
	30.	255.8	262.5	262.1	308.0	323.3	350.9	355.8	346.8	325.5	299.6
	40.	255.8	262.6	260.9	305.7	325.5	346.7	351.4	342.6	322.8	297.7
	50.	255.8	262.2	275.6	303.2	326.1	342.1	346.5	338.2	319.4	295.6
	60.	255.8	261.5	276.6	301.1	323.0	338.3	342.5	334.6	316.6	293.8
	70.	255.8	261.6	276.0	300.0	321.4	336.3	340.4	332.6	315.1	292.9
	80.	255.8	261.8	278.1	300.1	321.7	336.6	340.8	333.0	315.4	293.0
	90.	255.8	262.0	278.8	301.6	323.8	339.2	343.5	335.4	317.3	294.2
	100.	255.8	262.3	260.0	303.8	327.2	343.4	347.9	339.4	320.4	296.1
	110.	255.8	262.6	261.3	306.4	330.5	348.0	352.7	343.8	323.8	298.3
	120.	255.8	262.9	262.3	308.5	334.0	351.6	356.7	347.5	326.6	300.0
	130.	255.8	263.1	262.9	309.4	335.7	353.8	358.8	349.4	328.1	300.5
	140.	255.8	262.1	262.8	309.4	335.4	353.5	356.5	349.1	327.8	300.8
	150.	255.8	262.9	262.1	308.0	333.3	350.9	355.8	346.8	325.5	299.6
	160.	255.8	262.6	260.9	305.7	325.5	346.7	351.4	342.6	322.8	297.7
	170.	255.8	262.2	275.6	303.2	326.1	342.1	346.5	338.2	319.4	295.6
	180.	255.8	261.5	276.6	301.1	323.0	338.3	342.5	334.6	316.6	293.8
	-170.	255.8	261.8	278.1	300.0	321.4	336.3	340.4	332.6	315.1	292.9
	-160.	255.8	261.6	278.0	300.1	321.7	336.6	340.8	333.0	315.4	293.0
-150.	255.8	262.0	278.8	301.6	323.8	339.2	343.5	335.4	317.3	294.2	
-140.	255.8	262.3	260.0	303.8	327.2	343.4	347.9	339.4	320.4	296.1	
-130.	255.8	262.6	261.3	306.4	330.5	348.0	352.7	343.8	323.8	298.3	
-120.	255.8	262.9	262.3	308.5	334.0	351.6	356.7	347.5	326.6	300.0	
-110.	255.8	263.1	262.9	309.4	335.7	353.8	358.8	349.4	328.1	300.5	
-100.	255.8	262.1	262.8	309.4	335.4	353.5	356.5	349.1	327.8	300.8	
-90.	255.8	262.5	262.1	308.0	333.3	350.9	355.8	346.8	325.5	299.6	
-80.	255.8	262.6	260.9	305.7	325.5	346.7	351.4	342.6	322.8	297.7	
-70.	255.8	262.2	275.6	303.2	326.1	342.1	346.5	338.2	319.4	295.6	
-60.	255.8	261.5	276.6	301.1	323.0	338.3	342.5	334.6	316.6	293.8	
-50.	255.8	261.8	278.1	300.0	321.4	336.3	340.4	332.6	315.1	292.9	
-40.	255.8	261.6	278.0	300.1	321.7	336.6	340.8	333.0	315.4	293.0	
-30.	255.8	262.0	278.8	301.6	323.8	339.2	343.5	335.4	317.3	294.2	
-20.	255.8	262.3	260.0	303.8	327.2	343.4	347.9	339.4	320.4	296.1	
-10.	255.8	262.6	261.3	306.4	330.5	348.0	352.7	343.8	323.8	298.3	
0.	255.8	262.5	262.3	308.5	334.0	351.6	356.7	347.5	326.6	300.0	

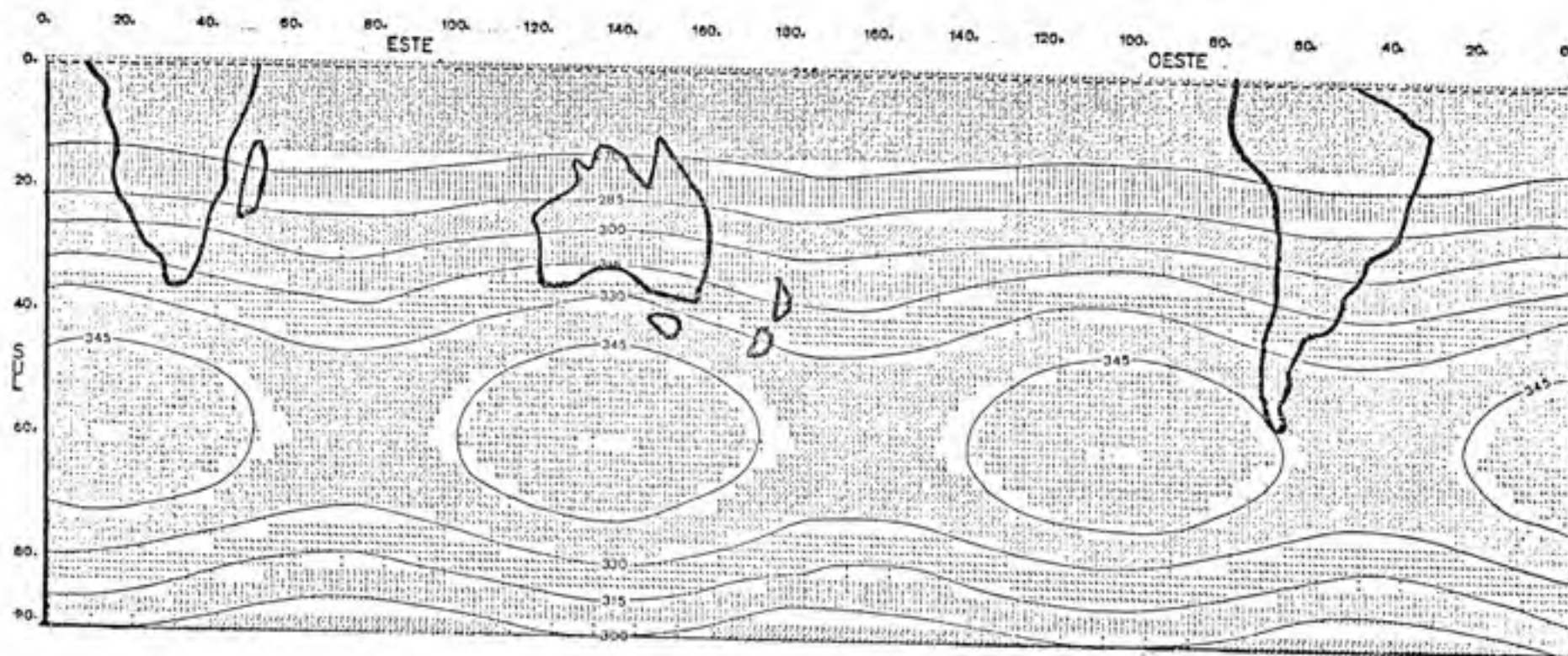


FIGURA 7 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de agosto, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

QUADRO 8 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de setembro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	255.8	262.7	265.1	314.0	342.3	361.9	367.4	357.1	324.0	304.7
	10.	255.8	262.8	265.7	315.1	343.5	363.5	365.5	359.0	325.5	305.6
	20.	255.8	262.8	265.6	314.5	342.6	363.0	365.1	358.7	325.3	305.4
	30.	255.8	262.6	264.8	313.5	341.5	361.0	366.4	356.2	323.4	304.2
	40.	255.8	262.3	263.7	311.2	338.1	356.8	362.0	352.3	320.3	302.3
	50.	255.8	262.0	262.4	308.7	334.4	352.2	357.2	347.9	326.9	300.2
	60.	255.8	262.7	261.4	306.6	331.3	348.4	353.2	344.2	324.1	298.4
	70.	255.8	262.5	260.8	305.5	329.6	346.4	351.0	342.3	322.6	297.5
	80.	255.8	262.6	260.9	305.7	329.5	346.7	351.4	342.6	322.5	297.7
	90.	255.8	262.7	261.6	307.1	332.0	349.3	354.1	345.1	324.8	298.9
	100.	255.8	262.1	262.8	305.4	335.4	353.5	358.5	349.1	327.8	300.6
	110.	255.8	262.4	264.0	311.5	339.2	358.1	363.3	353.5	331.2	302.5
	120.	255.8	262.7	265.1	314.0	342.3	361.9	367.4	357.1	324.0	304.7
	130.	255.8	262.8	265.7	315.1	343.5	363.5	365.5	359.0	325.5	305.6
	140.	255.8	262.8	265.6	314.5	342.6	363.0	365.1	358.7	325.3	305.4
	150.	255.8	262.6	264.8	313.5	341.5	361.0	366.4	356.2	323.4	304.2
	160.	255.8	262.3	263.7	311.2	338.1	356.8	362.0	352.3	320.3	302.3
	170.	255.8	262.0	262.4	308.7	334.4	352.2	357.2	347.9	326.9	300.2
	180.	255.8	262.7	261.4	306.6	331.3	348.4	353.2	344.2	324.1	298.4
	-170.	255.8	262.5	260.8	305.5	329.6	346.4	351.0	342.3	322.6	297.5
	-160.	255.8	262.6	260.9	305.7	329.5	346.7	351.4	342.6	322.5	297.7
-150.	255.8	262.7	261.6	307.1	332.0	349.3	354.1	345.1	324.8	298.9	
-140.	255.8	262.1	262.8	305.4	335.4	353.5	358.5	349.1	327.8	300.6	
-130.	255.8	262.4	264.0	311.5	339.2	358.1	363.3	353.5	331.2	302.5	
-120.	255.8	262.7	265.1	314.0	342.3	361.9	367.4	357.1	324.0	304.7	
-110.	255.8	262.8	265.7	315.1	343.5	363.5	365.5	359.0	325.5	305.6	
-100.	255.8	262.8	265.6	314.5	342.6	363.0	365.1	358.7	325.3	305.4	
-90.	255.8	262.6	264.8	313.5	341.5	361.0	366.4	356.2	323.4	304.2	
-80.	255.8	262.3	263.7	311.2	338.1	356.8	362.0	352.3	320.3	302.3	
-70.	255.8	262.0	262.4	308.7	334.4	352.2	357.2	347.9	326.9	300.2	
-60.	255.8	262.7	261.4	306.6	331.3	348.4	353.2	344.2	324.1	298.4	
-50.	255.8	262.5	260.8	305.5	329.6	346.4	351.0	342.3	322.6	297.5	
-40.	255.8	262.6	260.9	305.7	329.5	346.7	351.4	342.6	322.5	297.7	
-30.	255.8	262.7	261.6	307.1	332.0	349.3	354.1	345.1	324.8	298.9	
-20.	255.8	262.1	262.8	305.4	335.4	353.5	358.5	349.1	327.8	300.6	
-10.	255.8	262.4	264.0	311.5	339.2	358.1	363.3	353.5	331.2	302.5	
0.	255.8	262.7	265.1	314.0	342.3	361.9	367.4	357.1	324.0	304.7	

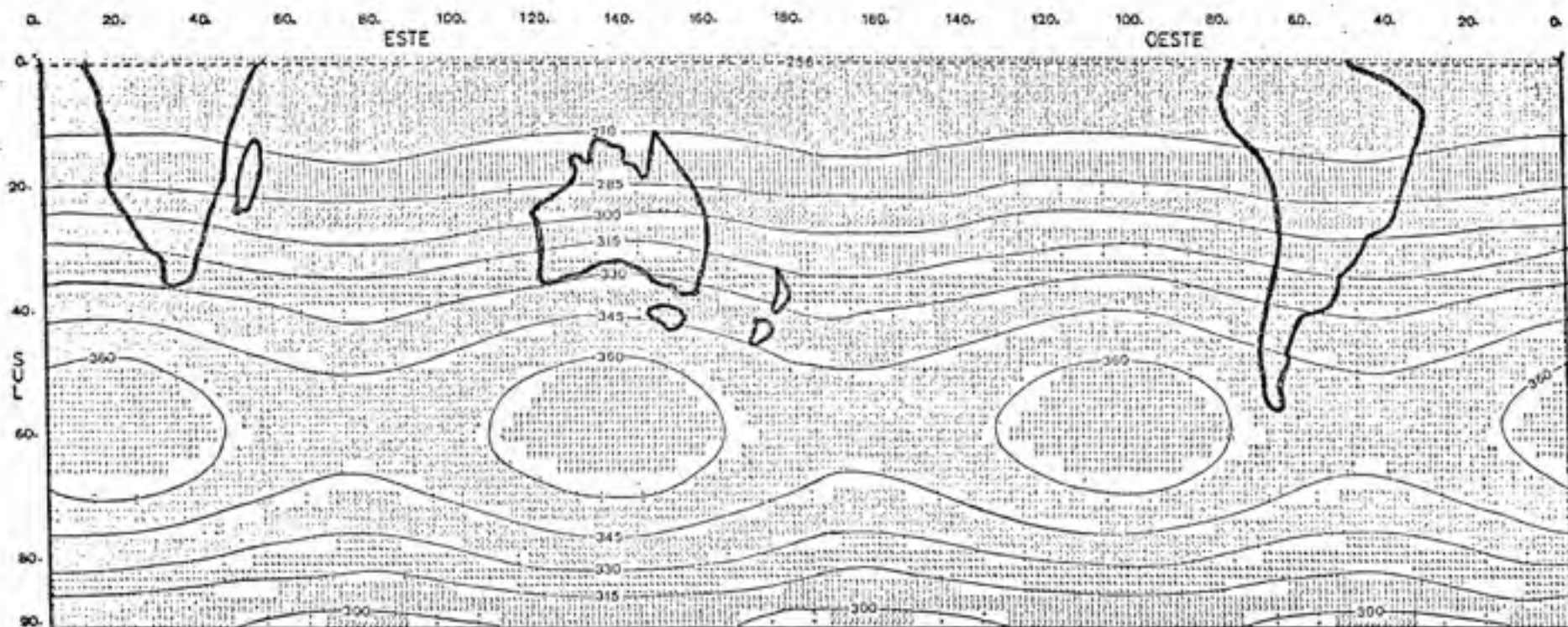


FIGURA 8 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de setembro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

QUADRO 9 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de novembro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	255.8	261.2	263.4	310.7	337.4	355.9	361.0	351.4	325.6	301.5
	10.	255.8	263.4	264.0	311.8	335.0	357.5	363.1	353.3	331.1	302.8
	20.	255.8	263.4	263.5	311.6	338.7	357.6	362.8	353.0	330.8	302.7
	30.	255.8	263.2	263.2	310.2	336.6	355.0	360.1	350.5	328.5	301.5
	40.	255.8	262.9	262.0	307.9	332.2	350.8	355.7	346.5	325.9	295.6
	50.	255.8	262.5	260.8	305.4	325.5	346.2	350.8	342.1	322.5	297.4
	60.	255.8	262.2	275.7	303.3	326.4	342.4	346.8	338.5	319.6	295.7
	70.	255.8	262.1	275.2	302.2	324.7	340.4	344.7	336.5	318.2	294.8
	80.	255.8	262.1	275.2	302.4	325.0	340.7	345.1	336.9	318.4	294.9
	90.	255.8	262.3	280.0	303.6	327.1	343.3	347.8	335.4	320.3	296.1
	100.	255.8	262.6	281.1	306.1	330.5	347.5	352.2	343.3	323.4	298.0
	110.	255.8	263.0	282.4	308.6	334.3	352.1	357.0	347.7	326.8	300.1
	120.	255.8	263.2	283.4	310.7	337.4	355.9	361.0	351.4	329.6	301.5
	130.	255.8	263.4	284.0	311.8	339.0	357.5	363.1	353.3	331.1	302.8
	140.	255.8	263.4	283.5	311.6	338.7	357.6	362.8	353.0	330.8	302.7
	150.	255.8	263.2	283.2	310.2	336.6	355.0	360.1	350.5	328.5	301.5
	160.	255.8	262.9	282.0	307.9	332.2	350.8	355.7	346.5	325.9	295.6
	170.	255.8	262.5	280.8	305.4	325.5	346.2	350.8	342.1	322.5	297.4
	180.	255.8	262.2	275.7	303.3	326.4	342.4	346.8	338.5	319.6	295.7
	-170.	255.8	262.1	275.2	302.2	324.7	340.4	344.7	336.5	318.2	294.8
	-160.	255.8	262.1	275.2	302.4	325.0	340.7	345.1	336.9	318.4	294.9
-150.	255.8	262.3	280.0	303.6	327.1	343.3	347.8	335.4	320.3	296.1	
-140.	255.8	262.6	281.1	306.1	330.5	347.5	352.2	343.3	323.4	298.0	
-130.	255.8	263.0	282.4	308.6	334.3	352.1	357.0	347.7	326.8	300.1	
-120.	255.8	263.2	283.4	310.7	337.4	355.9	361.0	351.4	329.6	301.5	
-110.	255.8	263.4	284.0	311.8	339.0	357.5	363.1	353.3	331.1	302.8	
-100.	255.8	263.4	283.5	311.6	338.7	357.6	362.8	353.0	330.8	302.7	
-90.	255.8	263.2	283.2	310.2	336.6	355.0	360.1	350.5	328.5	301.5	
-80.	255.8	262.9	282.0	307.9	332.2	350.8	355.7	346.5	325.9	295.6	
-70.	255.8	262.5	280.8	305.4	325.5	346.2	350.8	342.1	322.5	297.4	
-60.	255.8	262.2	275.7	303.3	326.4	342.4	346.8	338.5	319.6	295.7	
-50.	255.8	262.1	275.2	302.2	324.7	340.4	344.7	336.5	318.2	294.8	
-40.	255.8	262.1	275.2	302.4	325.0	340.7	345.1	336.9	318.4	294.9	
-30.	255.8	262.3	280.0	303.6	327.1	343.3	347.8	335.4	320.3	296.1	
-20.	255.8	262.6	281.1	306.1	330.5	347.5	352.2	343.3	323.4	298.0	
-10.	255.8	263.0	282.4	308.6	334.3	352.1	357.0	347.7	326.8	300.1	
0.	255.8	263.2	283.4	310.7	337.4	355.9	361.0	351.4	329.6	301.5	

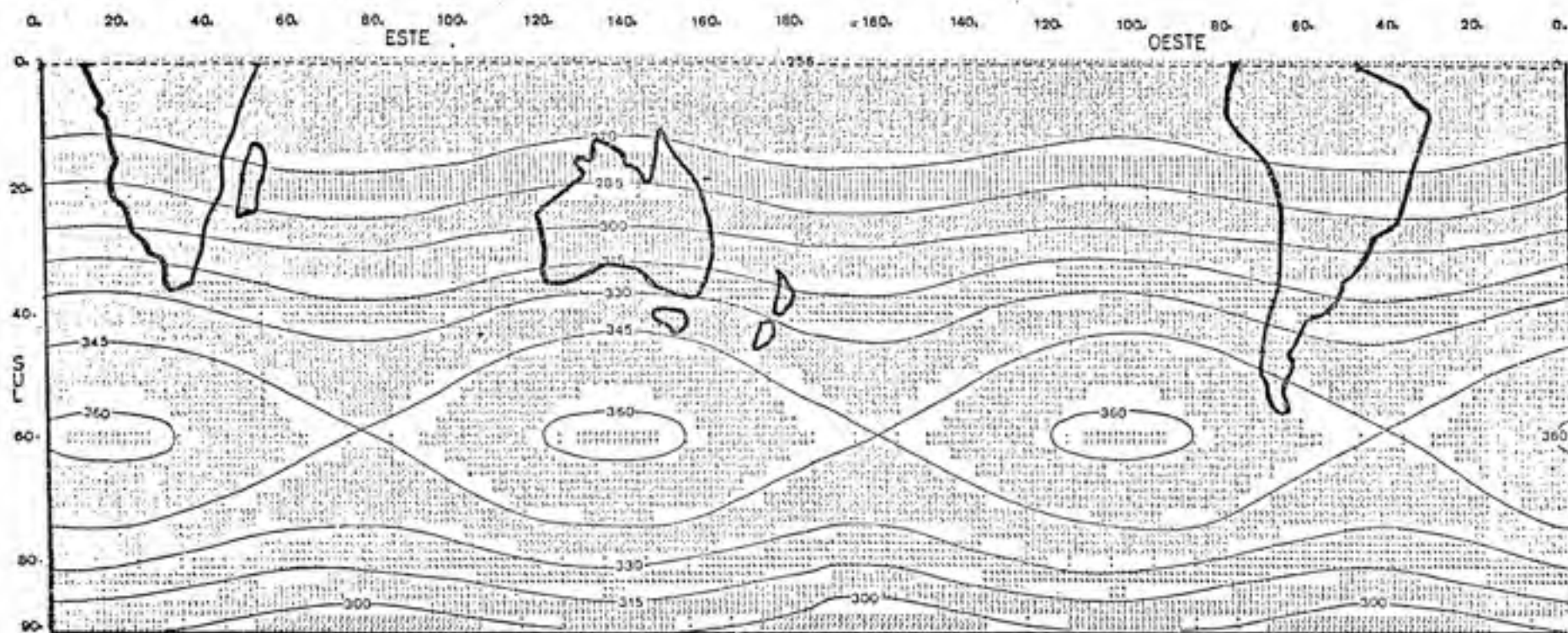


FIGURA 9 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de novembro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

QUADRO 10 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de dezembro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

LONGITUDE	LATITUDE									
	0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
0.	255.8	262.2	275.6	303.0	325.5	341.8	346.3	338.0	319.3	295.4
10.	255.8	262.3	266.1	304.1	327.6	343.5	348.4	335.9	320.7	296.4
20.	255.8	262.3	266.0	303.5	327.3	343.5	348.0	335.6	320.5	296.2
30.	255.8	262.1	275.2	302.5	325.2	340.9	345.3	337.1	318.6	295.0
40.	255.8	261.8	278.2	300.2	321.8	336.8	340.9	333.1	315.5	292.1
50.	255.8	261.5	276.9	297.7	318.0	332.1	336.1	328.7	312.1	291.0
60.	255.8	261.2	275.8	295.6	314.5	328.3	332.1	325.1	309.3	289.2
70.	255.8	261.0	275.3	294.5	313.3	326.3	329.9	323.1	307.8	288.2
80.	255.8	261.1	275.4	294.7	313.5	326.7	330.3	323.5	306.1	288.4
90.	255.8	261.3	276.1	296.1	315.7	329.3	333.0	325.9	310.0	289.6
100.	255.8	261.6	277.2	298.4	319.1	333.4	337.4	329.9	313.0	291.6
110.	255.8	261.5	278.5	300.9	322.8	338.0	342.3	334.3	316.4	293.7
120.	255.8	262.2	275.6	303.0	325.5	341.8	346.3	338.0	319.3	295.4
130.	255.8	262.3	266.1	304.1	327.6	343.5	348.4	335.9	320.7	296.4
140.	255.8	262.3	266.0	303.5	327.3	343.5	348.0	335.6	320.5	296.2
150.	255.8	262.1	275.2	302.5	325.2	340.9	345.3	337.1	318.6	295.0
160.	255.8	261.8	278.2	300.2	321.8	336.8	340.9	333.1	315.5	292.1
170.	255.8	261.5	276.9	297.7	318.0	332.1	336.1	328.7	312.1	291.0
180.	255.8	261.2	275.8	295.6	314.5	328.3	332.1	325.1	309.3	289.2
-170.	255.8	261.0	275.3	294.5	313.3	326.3	329.9	323.1	307.8	288.2
-160.	255.8	261.1	275.4	294.7	313.5	326.7	330.3	323.5	306.1	288.4
-150.	255.8	261.3	276.1	296.1	315.7	329.3	333.0	325.9	310.0	289.6
-140.	255.8	261.6	277.2	298.4	319.1	333.4	337.4	329.9	313.0	291.6
-130.	255.8	261.5	278.5	300.9	322.8	338.0	342.3	334.3	316.4	293.7
-120.	255.8	262.2	275.6	303.0	325.5	341.8	346.3	338.0	319.3	295.4
-110.	255.8	262.3	266.1	304.1	327.6	343.5	348.4	335.9	320.7	296.4
-100.	255.8	262.3	266.0	303.5	327.3	343.5	348.0	335.6	320.5	296.2
-90.	255.8	262.1	275.2	302.5	325.2	340.9	345.3	337.1	318.6	295.0
-80.	255.8	261.8	278.2	300.2	321.8	336.8	340.9	333.1	315.5	292.1
-70.	255.8	261.5	276.9	297.7	318.0	332.1	336.1	328.7	312.1	291.0
-60.	255.8	261.2	275.8	295.6	314.5	328.3	332.1	325.1	309.3	289.2
-50.	255.8	261.0	275.3	294.5	313.3	326.3	329.9	323.1	307.8	288.2
-40.	255.8	261.1	275.4	294.7	313.5	326.7	330.3	323.5	306.1	288.4
-30.	255.8	261.3	276.1	296.1	315.7	329.3	333.0	325.9	310.0	289.6
-20.	255.8	261.6	277.2	298.4	319.1	333.4	337.4	329.9	313.0	291.6
-10.	255.8	261.5	278.5	300.9	322.8	338.0	342.3	334.3	316.4	293.7
0.	255.8	262.2	275.6	303.0	325.5	341.8	346.3	338.0	319.3	295.4

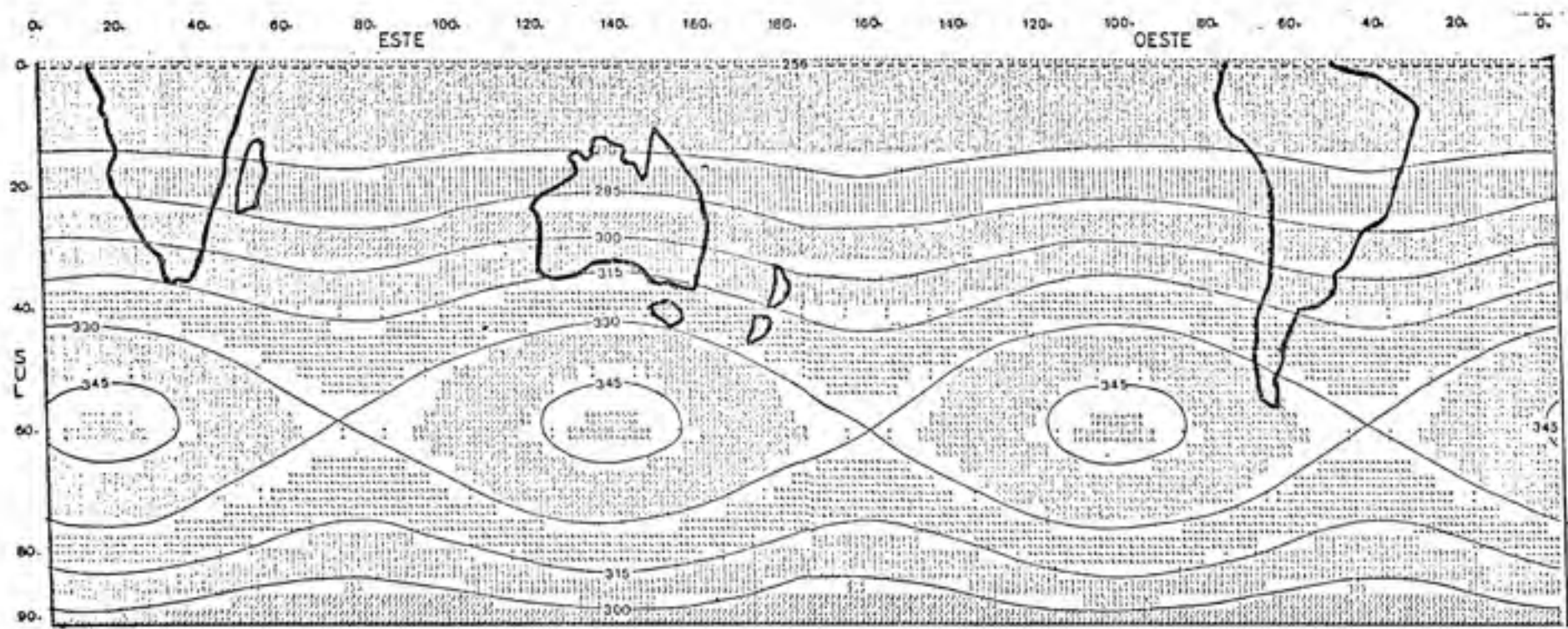


FIGURA 10 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de dezembro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo de Heuklon em matm cm.

QUADRO 11 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de janeiro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

LONGITUDE	LATITUDE										
	0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.	
0.	271.0	275.5	288.9	304.4	317.2	322.1	317.2	304.4	288.6	275.9	
10.	271.0	274.9	285.0	297.6	307.7	311.6	307.7	297.6	285.0	274.9	
20.	271.0	273.4	279.7	287.5	293.9	296.3	293.9	287.5	279.7	273.4	
30.	271.0	271.7	273.5	275.6	277.6	278.3	277.6	275.8	273.5	271.7	
40.	271.0	272.7	277.0	282.4	286.7	289.4	286.7	282.4	277.0	272.7	
50.	271.0	275.3	286.7	300.7	312.0	316.3	312.0	300.7	286.7	275.3	
60.	271.0	279.7	286.0	303.2	315.5	320.2	315.5	303.2	286.0	279.7	
70.	271.0	276.1	289.5	306.0	319.4	324.5	319.4	306.0	289.5	276.1	
80.	271.0	277.9	296.0	318.4	336.6	343.5	336.6	318.4	296.0	277.9	
90.	271.0	276.7	291.8	310.4	325.4	331.2	325.4	310.4	291.8	276.7	
100.	271.0	274.6	284.2	295.9	305.5	309.1	305.5	295.9	284.2	274.6	
110.	271.0	275.8	288.3	303.7	316.2	320.9	316.2	303.7	288.3	275.8	
120.	271.0	276.5	291.1	309.0	323.5	329.0	323.5	309.0	291.1	276.5	
130.	271.0	275.7	288.0	303.2	315.5	320.2	315.5	303.2	288.0	275.7	
140.	271.0	276.6	291.1	309.1	323.6	329.2	323.6	309.1	291.1	276.6	
150.	271.0	278.2	297.2	320.5	339.5	346.7	339.5	320.5	297.2	278.2	
160.	271.0	278.8	299.1	324.2	344.5	352.2	344.5	324.2	299.1	278.8	
170.	271.0	277.4	294.0	314.7	331.3	337.7	331.3	314.7	294.0	277.4	
180.	271.0	274.0	281.9	291.7	299.6	302.7	299.6	291.7	281.9	274.0	
-170.	271.0	272.9	277.9	284.0	289.0	290.9	289.0	284.0	277.9	272.9	
-160.	271.0	275.5	287.3	301.9	313.7	318.2	313.7	301.9	287.3	275.5	
-150.	271.0	277.0	292.3	312.2	328.0	334.0	328.0	312.2	292.8	277.0	
-140.	271.0	276.6	291.1	309.1	323.7	329.2	323.7	309.1	291.1	276.6	
-130.	271.0	276.1	289.4	305.8	319.0	324.1	319.0	305.8	289.4	276.1	
-120.	271.0	274.7	284.5	296.6	306.3	310.1	306.3	296.6	284.5	274.7	
-110.	271.0	274.1	282.2	292.2	300.3	303.4	300.3	292.2	282.2	274.1	
-100.	271.0	274.9	285.1	297.7	307.9	311.0	307.9	297.7	285.1	274.9	
-90.	271.0	274.8	284.9	297.4	307.5	311.3	307.5	297.4	284.9	274.8	
-80.	271.0	276.4	290.4	307.7	321.8	327.1	321.8	307.7	290.4	276.4	
-70.	271.0	275.3	301.0	327.9	349.6	357.9	349.6	327.9	301.0	275.3	
-60.	271.0	277.0	292.5	311.5	327.4	333.4	327.4	311.5	292.5	277.0	
-50.	271.0	272.1	274.8	278.2	281.0	282.1	281.0	278.2	274.8	272.1	
-40.	271.0	273.1	278.4	285.1	290.4	292.5	290.4	285.1	278.4	273.1	
-30.	271.0	277.0	292.8	312.4	328.2	334.2	328.2	312.4	292.8	277.0	
-20.	271.0	278.0	296.4	319.0	337.4	344.4	337.4	319.0	296.4	278.0	
-10.	271.0	277.0	292.7	312.1	327.8	333.8	327.9	312.1	292.7	277.0	
0.	271.0	275.9	288.6	304.4	317.2	322.1	317.2	304.4	288.6	275.9	

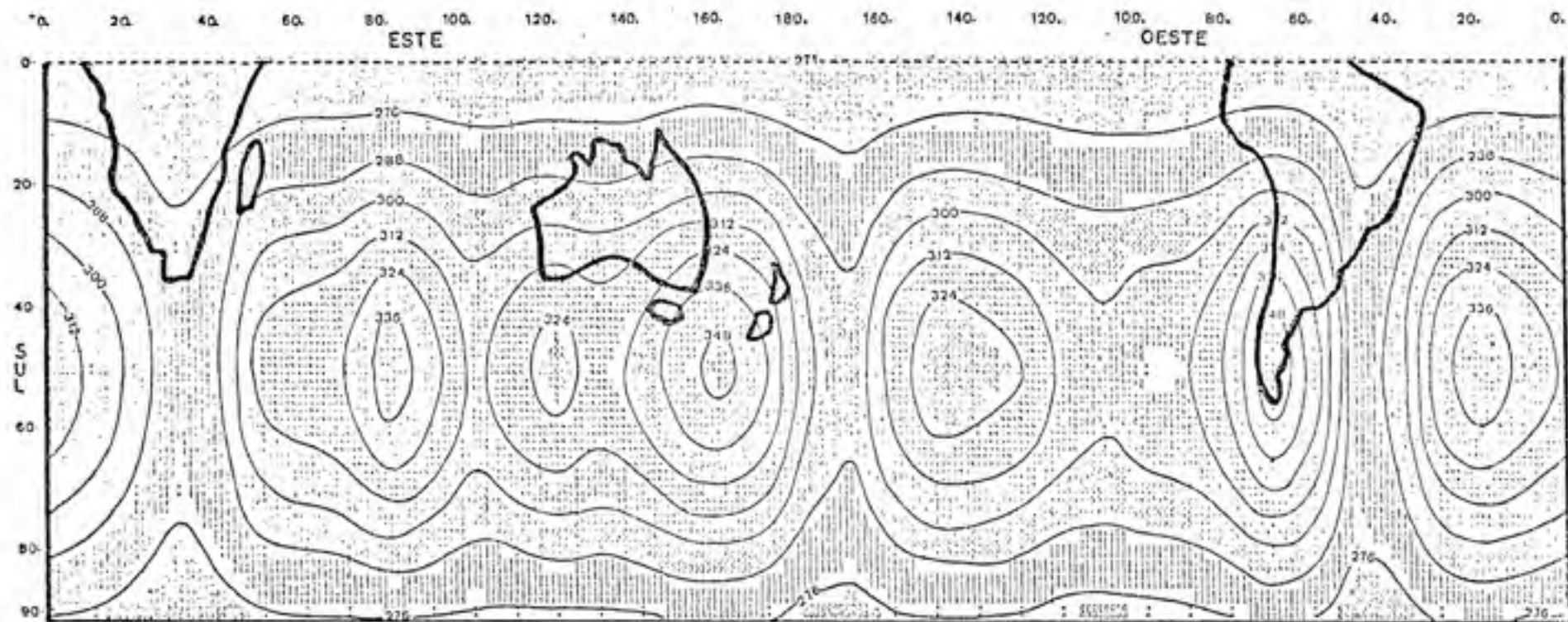


FIGURA 11 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de janeiro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

QUADRO 12 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de fevereiro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	271.0	274.5	284.5	297.4	307.5	311.4	307.5	297.4	284.9	274.9
	10.	271.0	273.9	281.3	290.6	298.1	303.9	298.1	290.6	281.3	273.9
	20.	271.0	272.4	276.0	280.5	284.2	295.6	284.2	280.5	276.0	272.4
	30.	271.0	270.7	269.8	268.8	267.9	267.6	267.9	268.8	269.8	270.7
	40.	271.0	271.6	273.3	275.4	277.0	277.6	277.0	275.4	273.3	271.6
	50.	271.0	274.3	283.0	291.7	302.3	305.6	302.3	293.7	283.0	274.3
	60.	271.0	274.7	284.3	296.2	305.8	309.4	305.8	296.2	284.3	274.7
	70.	271.0	275.1	285.8	299.0	309.7	313.8	309.7	299.0	285.8	275.1
	80.	271.0	276.5	292.3	311.4	326.9	332.8	326.9	311.4	292.3	276.5
	90.	271.0	275.7	289.1	303.4	315.7	320.4	315.7	303.4	289.1	275.7
	100.	271.0	273.6	280.5	289.9	295.8	298.4	295.8	289.9	280.5	273.6
	110.	271.0	274.7	284.6	296.7	306.5	310.2	306.5	296.7	284.6	274.7
	120.	271.0	275.5	287.3	302.0	313.8	318.3	313.8	302.0	287.3	275.5
	130.	271.0	274.7	284.3	296.2	305.8	309.5	305.8	296.2	284.3	274.7
	140.	271.0	275.5	287.4	302.1	313.9	318.4	313.9	302.1	287.4	275.5
	150.	271.0	277.2	293.4	313.5	329.8	336.0	329.8	313.5	293.4	277.2
	160.	271.0	277.7	295.4	317.2	334.8	341.5	334.8	317.2	295.4	277.7
	170.	271.0	276.3	290.3	307.6	321.6	327.0	321.6	307.6	290.3	276.3
	180.	271.0	273.0	278.2	284.7	289.9	291.9	291.9	284.7	278.2	273.0
	-170.	271.0	271.9	274.2	277.0	279.3	280.2	279.3	277.0	274.2	271.9
	-160.	271.0	274.5	283.6	294.9	304.0	307.5	304.0	294.9	283.6	274.5
-150.	271.0	276.0	289.1	305.2	318.3	323.3	318.3	305.2	289.1	276.0	
-140.	271.0	275.5	287.4	302.1	314.0	318.5	314.0	302.1	287.4	275.5	
-130.	271.0	275.0	285.6	298.8	309.4	313.4	309.4	298.8	285.6	275.0	
-120.	271.0	273.7	280.8	289.6	296.6	299.4	296.6	289.6	280.8	273.7	
-110.	271.0	273.1	278.5	285.2	290.6	292.7	290.6	285.2	278.5	273.1	
-100.	271.0	273.9	281.4	290.7	298.2	301.1	298.2	290.7	281.4	273.9	
-90.	271.0	273.8	281.2	290.4	297.8	300.6	297.8	290.4	281.2	273.8	
-80.	271.0	275.3	286.7	300.7	312.1	316.4	312.1	300.7	286.7	275.3	
-70.	271.0	276.3	297.3	320.9	339.9	347.2	339.9	320.9	297.3	276.3	
-60.	271.0	275.9	289.8	304.6	317.7	322.6	317.7	304.6	289.8	275.9	
-50.	271.0	271.0	271.1	271.2	271.3	271.4	271.3	271.2	271.1	271.0	
-40.	271.0	272.0	274.7	278.1	280.7	281.8	280.7	278.1	274.7	272.0	
-30.	271.0	276.0	285.1	305.4	316.5	323.5	316.5	305.4	285.1	276.0	
-20.	271.0	277.0	292.7	312.0	327.7	333.7	327.7	312.0	292.7	277.0	
-10.	271.0	276.0	289.0	305.1	318.1	323.0	318.1	305.1	289.0	276.0	
0.	271.0	274.9	284.9	297.4	307.5	311.4	307.5	297.4	284.9	274.9	

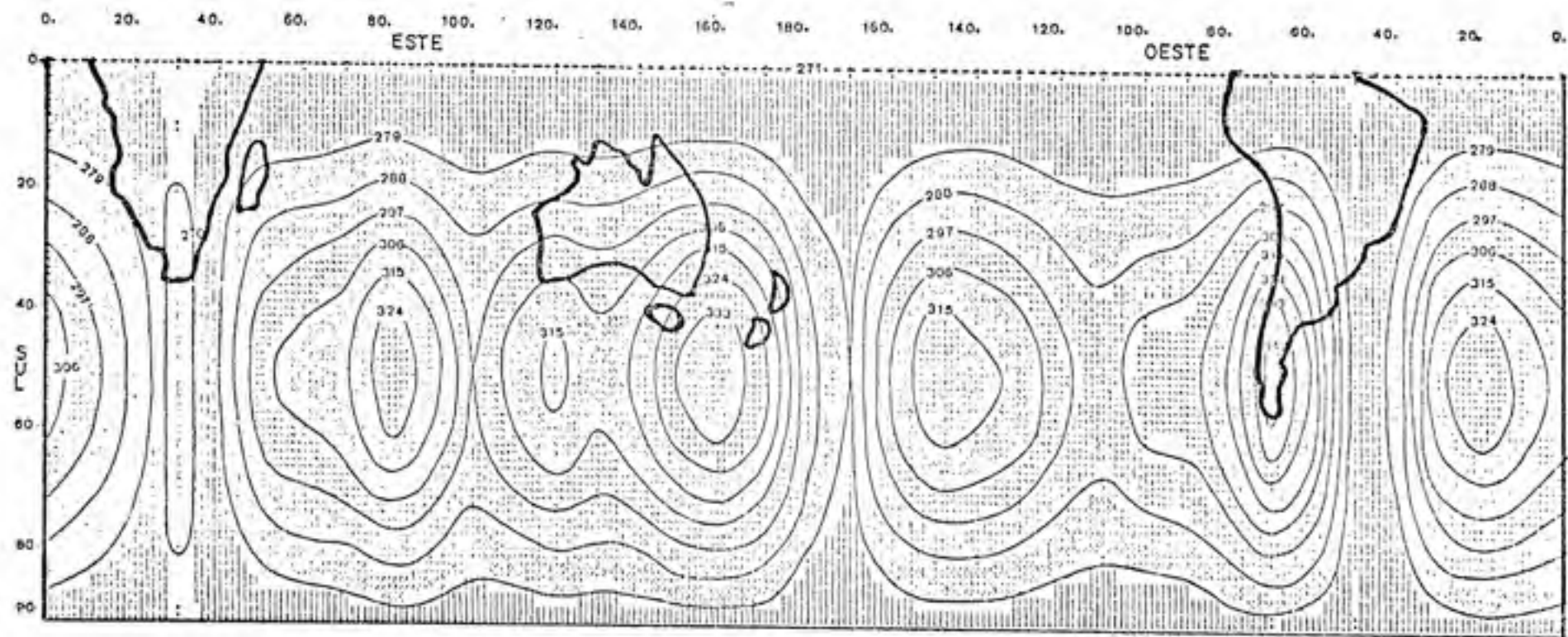


FIGURA 12 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de fevereiro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

QUADRO 13 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de abril, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	271.0	274.9	285.1	297.6	307.8	311.7	307.8	297.6	285.1	274.9
	10.	271.0	273.9	281.5	290.8	298.4	301.3	298.4	290.8	281.5	273.9
	20.	271.0	272.4	276.2	280.8	284.5	285.9	284.5	280.8	276.2	272.4
	30.	271.0	270.7	269.9	269.0	268.2	267.9	268.2	269.0	269.9	270.7
	40.	271.0	271.7	273.4	275.6	277.3	278.0	277.3	275.6	273.4	271.7
	50.	271.0	274.3	283.1	293.9	302.6	306.0	302.6	293.9	283.1	274.3
	60.	271.0	274.7	284.4	296.4	306.1	309.8	306.1	296.4	284.4	274.7
	70.	271.0	275.1	285.9	299.3	310.0	314.2	310.1	299.3	285.9	275.1
	80.	271.0	276.0	292.5	311.6	327.2	333.1	327.2	311.6	292.5	276.0
	90.	271.0	275.8	288.2	303.6	316.0	320.8	316.0	303.6	288.2	275.8
	100.	271.0	273.6	280.6	289.1	296.1	298.7	296.1	289.1	280.6	273.6
	110.	271.0	274.8	284.7	296.9	306.8	310.6	306.8	296.9	284.7	274.8
	120.	271.0	275.6	287.5	302.2	314.1	318.7	314.1	302.2	287.5	275.6
	130.	271.0	274.7	284.4	296.4	306.1	309.9	306.1	296.4	284.4	274.7
	140.	271.0	275.6	297.5	302.3	314.2	318.8	314.2	302.3	297.5	275.6
	150.	271.0	277.2	293.6	313.8	330.1	336.3	330.1	313.8	293.6	277.2
	160.	271.0	277.8	295.5	317.4	335.1	341.9	335.1	317.4	295.5	277.8
	170.	271.0	276.4	290.5	307.9	321.9	327.3	321.9	307.9	290.5	276.4
	180.	271.0	273.0	278.4	284.9	290.3	297.3	290.3	284.9	278.4	273.0
	-170.	271.0	271.9	274.3	277.2	279.6	280.5	279.6	277.2	274.3	271.9
	-160.	271.0	274.5	283.7	295.1	304.3	307.8	304.3	295.1	283.7	274.5
-150.	271.0	276.0	289.2	305.4	318.6	323.6	318.6	305.4	289.2	276.0	
-140.	271.0	275.6	287.5	302.3	314.3	318.9	314.3	302.3	287.5	275.6	
-130.	271.0	275.1	285.8	299.0	309.7	313.8	309.7	299.0	285.8	275.1	
-120.	271.0	273.7	280.9	289.8	297.0	299.7	297.0	289.8	280.9	273.7	
-110.	271.0	273.1	278.6	285.4	290.9	293.0	290.9	285.4	278.6	273.1	
-100.	271.0	273.5	281.5	290.9	298.5	301.4	298.5	290.9	281.5	273.5	
-90.	271.0	273.9	281.3	290.6	298.1	301.0	298.1	290.6	281.3	273.9	
-80.	271.0	275.4	286.8	301.0	312.4	316.8	312.4	301.0	286.8	275.4	
-70.	271.0	276.3	297.4	321.1	340.2	347.6	340.2	321.1	297.4	276.3	
-60.	271.0	276.0	289.0	305.0	318.0	323.0	318.0	305.0	289.0	276.0	
-50.	271.0	271.1	271.2	271.5	271.6	271.7	271.6	271.5	271.2	271.1	
-40.	271.0	272.1	274.8	278.3	281.1	282.1	281.1	278.3	274.8	272.1	
-30.	271.0	276.0	289.3	305.6	318.8	323.9	318.8	305.6	289.3	276.0	
-20.	271.0	277.0	292.6	312.3	326.0	334.0	326.0	312.2	292.8	277.0	
-10.	271.0	276.0	289.1	305.3	318.4	323.4	318.4	305.3	289.1	276.0	
0.	271.0	274.9	285.1	297.6	307.8	311.7	307.8	297.6	285.1	274.9	

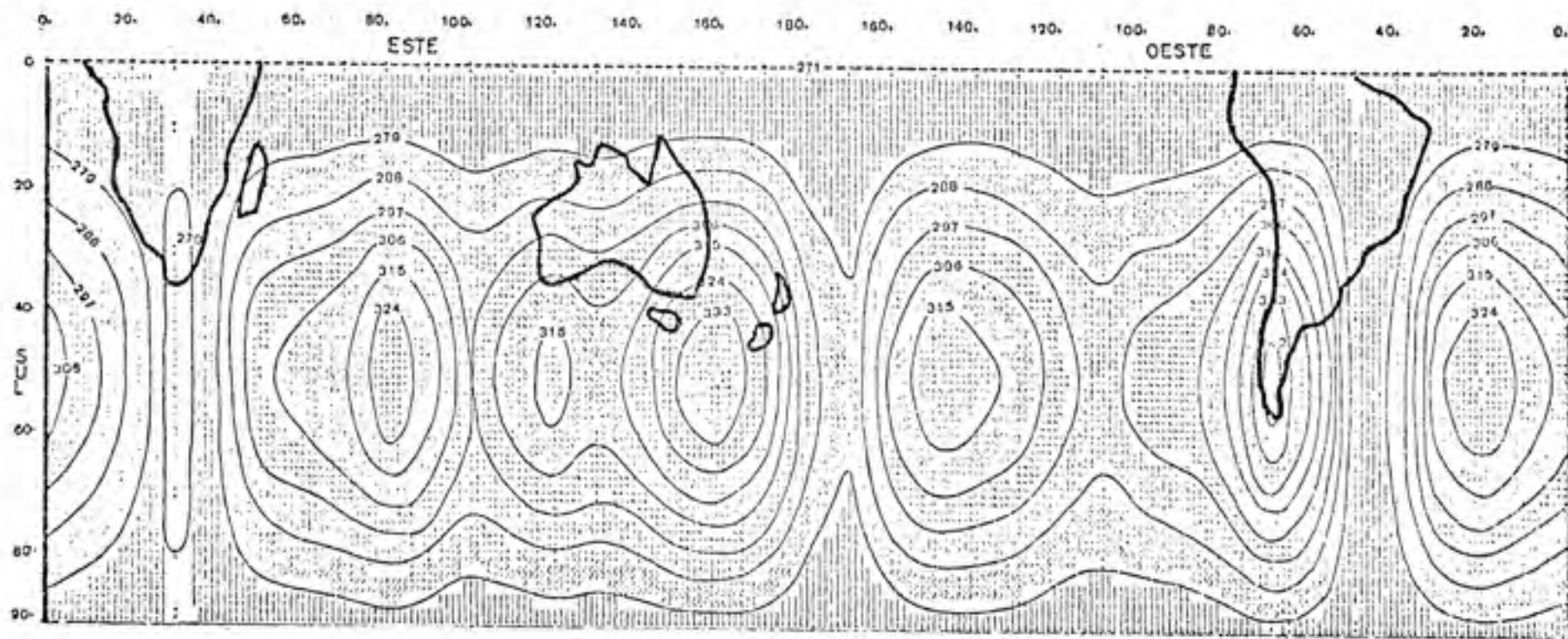


FIGURA 13 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de abril, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

QUADRO 14 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de maio, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	271.0	275.5	287.5	302.2	314.1	319.7	314.1	302.2	287.5	275.5
	10.	271.0	274.6	283.9	295.4	304.7	306.2	304.7	295.4	283.9	274.6
	20.	271.0	273.1	278.6	285.3	290.8	292.9	290.8	285.3	278.6	273.1
	30.	271.0	271.4	272.3	273.5	274.5	274.9	274.5	273.5	272.3	271.4
	40.	271.0	272.3	275.8	280.1	293.6	295.0	293.6	280.1	275.8	272.3
	50.	271.0	275.0	285.5	293.4	308.9	312.9	308.9	278.4	285.5	275.0
	60.	271.0	275.4	285.8	300.9	312.4	316.7	312.4	300.9	285.8	275.4
	70.	271.0	275.8	288.3	303.8	316.3	321.1	316.3	303.8	288.3	275.8
	80.	271.0	277.6	294.9	316.2	333.5	340.1	333.5	316.2	294.9	277.6
	90.	271.0	276.4	290.6	308.1	322.3	327.7	322.3	308.1	290.6	276.4
	100.	271.0	274.3	283.0	293.7	302.4	305.7	302.4	293.7	283.0	274.3
	110.	271.0	275.4	287.1	301.5	313.1	317.5	313.1	301.5	287.1	275.4
	120.	271.0	276.2	289.9	306.8	320.4	325.6	320.4	306.8	289.9	276.2
	130.	271.0	275.4	286.8	301.0	312.4	316.8	312.4	301.0	286.8	275.4
	140.	271.0	276.2	289.9	306.8	320.5	325.7	320.5	306.8	289.9	276.2
	150.	271.0	277.9	296.0	313.3	326.4	343.3	336.4	313.3	296.0	277.9
	160.	271.0	278.4	297.9	321.9	341.4	348.8	341.4	321.9	297.9	278.4
	170.	271.0	277.0	292.9	312.4	328.2	334.3	328.2	312.4	292.9	277.0
	180.	271.0	273.7	286.8	289.5	296.5	299.2	296.5	289.5	286.8	273.7
	-170.	271.0	272.6	276.7	281.1	285.9	287.5	285.9	281.1	276.7	272.6
	-160.	271.0	275.2	286.1	299.7	310.6	314.8	310.6	299.7	286.1	275.2
-150.	271.0	276.7	291.6	310.0	324.9	330.6	324.9	310.0	291.6	276.7	
-140.	271.0	276.2	289.9	306.9	320.6	325.8	320.6	306.9	289.9	276.2	
-130.	271.0	275.7	288.2	303.5	316.0	320.7	316.0	303.5	288.2	275.7	
-120.	271.0	274.4	283.3	294.3	303.2	306.7	303.2	294.3	283.3	274.4	
-110.	271.0	273.8	281.0	290.0	297.2	300.0	297.2	290.0	281.0	273.8	
-100.	271.0	274.6	283.9	295.4	304.8	308.4	304.8	295.4	283.9	274.6	
-90.	271.0	274.5	283.7	295.2	304.4	307.9	304.4	295.2	283.7	274.5	
-80.	271.0	276.0	289.2	305.5	316.7	323.7	316.7	305.5	289.2	276.0	
-70.	271.0	275.0	290.8	325.7	346.5	354.5	346.5	290.8	275.0	279.0	
-60.	271.0	276.6	291.4	309.6	324.3	330.0	324.3	309.6	291.4	276.6	
-50.	271.0	271.7	273.6	276.0	277.9	278.7	277.9	276.0	273.6	271.7	
-40.	271.0	272.7	277.2	292.8	287.4	289.1	287.4	292.8	277.2	272.7	
-30.	271.0	276.7	291.7	310.1	325.1	330.8	325.1	310.1	291.7	276.7	
-20.	271.0	277.7	295.2	316.8	334.3	341.0	334.3	316.8	295.2	277.7	
-10.	271.0	276.7	291.5	309.8	324.7	330.3	324.7	309.8	291.5	276.7	
0.	271.0	275.5	287.5	302.2	314.1	318.7	314.1	302.2	287.5	275.5	

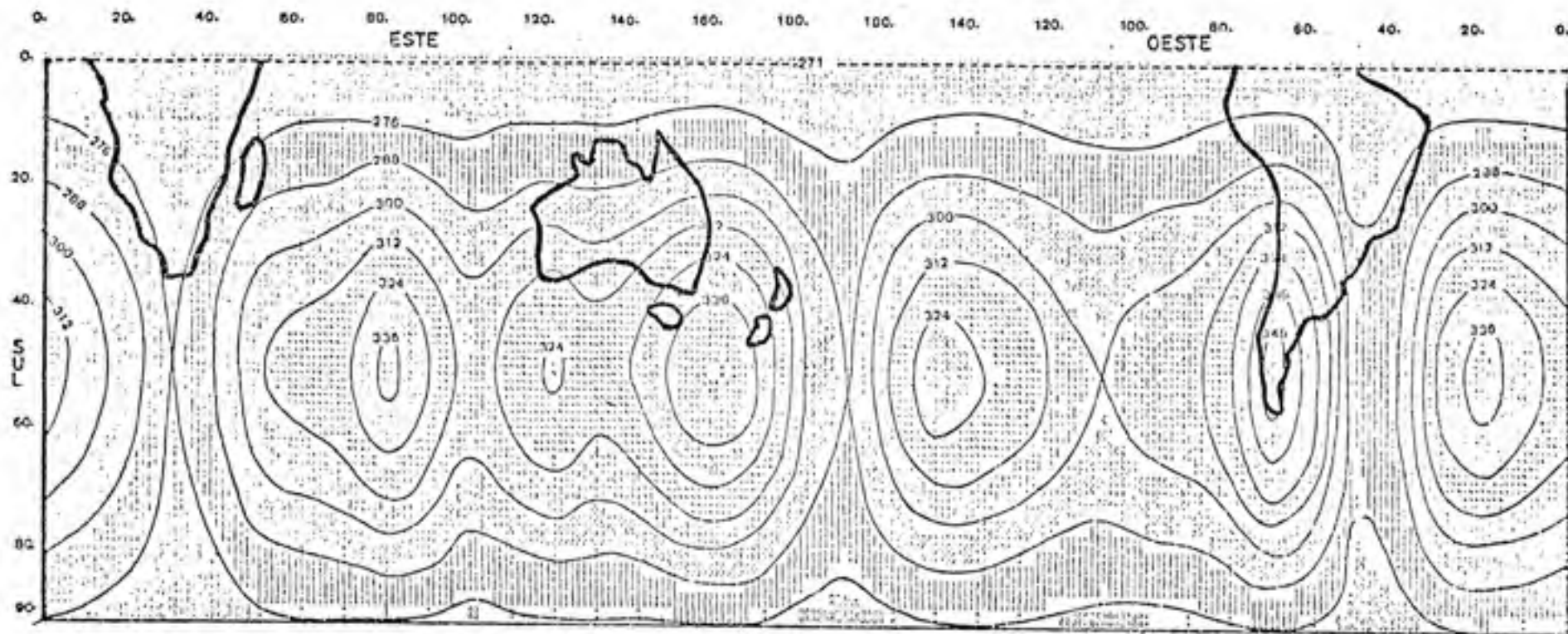


FIGURA 14 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de maio, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

QUADRO 15 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de junho, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	271.0	276.3	290.3	307.7	321.7	327.0	321.7	307.7	290.3	276.3
	10.	271.0	275.3	286.7	300.8	312.2	316.5	312.2	300.8	286.7	275.3
	20.	271.0	273.9	281.4	290.2	298.3	301.2	298.3	290.8	281.4	273.9
	30.	271.0	272.2	275.2	279.0	282.1	283.2	282.1	279.0	275.2	272.2
	40.	271.0	273.1	278.7	285.6	291.2	293.3	291.2	285.6	278.7	273.1
	50.	271.0	275.8	288.4	303.9	316.5	321.3	316.5	303.9	288.4	275.8
	60.	271.0	276.2	289.7	306.4	319.9	325.1	319.9	306.4	289.7	276.2
	70.	271.0	276.6	291.2	309.3	323.9	329.5	323.9	309.3	291.2	276.6
	80.	271.0	276.4	287.7	321.7	341.0	348.4	341.0	321.7	287.7	276.4
	90.	271.0	277.2	293.5	313.6	329.9	336.1	329.9	313.6	293.5	277.2
	100.	271.0	275.1	285.9	299.1	309.9	314.0	309.9	299.1	285.9	275.1
	110.	271.0	276.2	290.0	306.9	320.6	325.9	320.6	306.9	290.0	276.2
	120.	271.0	277.0	292.8	312.2	327.9	334.0	327.9	312.2	292.8	277.0
	130.	271.0	276.2	289.7	306.4	320.0	325.1	320.0	306.4	289.7	276.2
	140.	271.0	277.0	292.8	312.3	328.1	334.1	328.1	312.3	292.8	277.0
	150.	271.0	276.7	290.9	323.8	343.9	351.6	343.9	323.8	290.9	276.7
	160.	271.0	275.2	300.8	327.4	348.9	357.2	348.9	327.4	300.8	275.2
	170.	271.0	277.8	295.7	317.9	335.8	342.6	335.8	317.9	295.7	277.8
	180.	271.0	274.5	283.6	296.9	304.1	307.6	304.1	296.9	283.6	274.5
	-170.	271.0	273.4	275.6	287.2	293.4	295.8	293.4	287.2	275.6	273.4
	-160.	271.0	276.0	289.0	305.1	318.2	323.1	318.2	305.1	289.0	276.0
-150.	271.0	277.5	294.5	315.4	332.4	338.9	332.4	315.4	294.5	277.5	
-140.	271.0	277.0	292.8	312.3	328.1	334.1	328.1	312.3	292.8	277.0	
-130.	271.0	276.5	291.1	309.0	323.5	329.0	323.5	309.0	291.1	276.5	
-120.	271.0	275.2	286.2	299.8	310.8	315.0	310.8	299.8	286.2	275.2	
-110.	271.0	274.6	283.9	295.4	304.7	308.3	304.7	295.4	283.9	274.6	
-100.	271.0	275.4	286.8	300.9	312.3	316.7	312.3	300.9	286.8	275.4	
-90.	271.0	275.7	286.6	300.6	311.9	316.2	311.9	300.6	286.6	275.7	
-80.	271.0	276.9	292.1	311.0	326.2	332.1	326.2	311.0	292.1	276.9	
-70.	271.0	275.8	302.7	331.1	354.1	362.8	354.1	331.1	302.7	275.8	
-60.	271.0	277.4	294.2	315.0	331.9	338.3	331.9	315.0	294.2	277.4	
-50.	271.0	272.5	276.5	281.5	285.5	287.0	285.5	281.5	276.5	272.5	
-40.	271.0	273.5	280.1	288.3	294.9	297.4	294.9	288.3	280.1	273.5	
-30.	271.0	277.5	294.5	315.6	332.6	339.2	332.6	315.6	294.5	277.5	
-20.	271.0	276.5	298.1	322.3	341.8	349.3	341.8	322.3	298.1	276.5	
-10.	271.0	277.5	294.4	315.3	332.2	338.7	332.2	315.3	294.4	277.5	
0.	271.0	276.3	290.3	307.7	321.7	327.0	321.7	307.7	290.3	276.3	

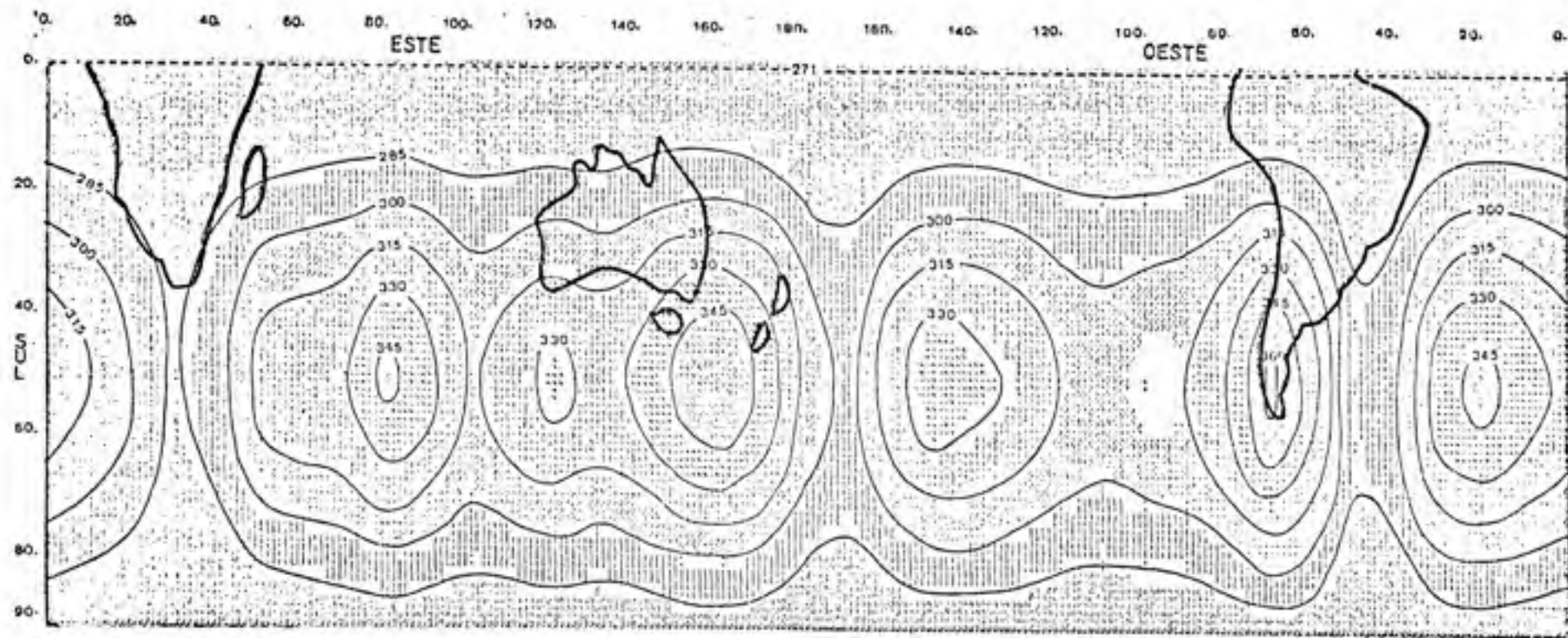


FIGURA 15 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de junho, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

QUADRO 16 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de julho, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

	0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
9.	271.0	277.2	293.6	313.8	330.1	336.4	330.1	313.8	293.6	277.2
10.	271.0	276.2	290.0	307.0	320.7	325.9	320.7	307.0	290.0	276.2
20.	271.0	274.8	284.7	296.9	306.8	310.6	306.8	296.9	284.7	274.8
30.	271.0	273.1	278.5	285.1	290.5	292.6	290.5	285.1	278.5	273.1
40.	271.0	274.0	281.9	291.7	299.6	307.7	299.6	291.7	281.9	274.0
50.	271.0	276.7	291.6	310.0	324.9	330.6	324.9	310.0	291.6	276.7
60.	271.0	277.1	292.9	312.5	328.4	334.5	328.4	312.5	292.9	277.1
70.	271.0	277.5	294.4	315.4	332.4	338.8	332.4	315.4	294.4	277.5
80.	271.0	275.3	301.0	327.8	349.5	357.8	349.5	327.8	301.0	279.3
90.	271.0	276.1	296.7	319.7	338.4	345.5	338.4	319.7	296.7	278.1
100.	271.0	276.0	285.1	305.3	318.4	323.4	318.4	305.3	285.1	276.0
110.	271.0	277.1	293.2	313.0	325.1	335.2	325.1	313.0	293.2	277.1
120.	271.0	277.5	296.0	318.3	326.4	343.3	326.4	318.3	296.0	277.9
130.	271.0	277.1	292.9	312.6	328.5	334.5	328.5	312.6	292.9	277.1
140.	271.0	277.9	296.0	318.4	336.5	343.5	336.5	318.4	296.0	277.9
150.	271.0	275.6	302.1	329.9	352.4	361.0	352.4	329.9	302.1	279.6
160.	271.0	280.1	304.0	333.5	357.4	366.5	357.4	333.5	304.0	280.1
170.	271.0	278.7	299.0	324.0	344.3	352.0	344.3	324.0	299.0	278.7
180.	271.0	275.4	286.9	301.1	312.6	317.0	312.6	301.1	286.9	275.4
-170.	271.0	274.3	287.8	293.4	301.9	305.2	301.9	293.4	282.8	274.3
-160.	271.0	276.5	292.3	311.3	326.6	332.5	326.6	311.3	292.3	276.5
-150.	271.0	276.4	297.7	321.6	340.5	345.3	340.5	321.6	297.7	276.4
-140.	271.0	277.9	296.1	318.5	336.6	343.5	336.6	318.5	296.1	277.9
-130.	271.0	277.4	294.3	315.1	332.0	338.4	332.0	315.1	294.3	277.4
-120.	271.0	276.1	289.4	305.9	319.3	324.4	319.3	305.9	289.4	276.1
-110.	271.0	275.5	287.1	301.6	313.2	317.7	313.2	301.6	287.1	275.5
-100.	271.0	276.3	290.0	307.0	320.8	326.1	320.8	307.0	290.0	276.3
-90.	271.0	276.2	289.9	306.7	320.4	325.6	320.4	306.7	289.9	276.2
-80.	271.0	277.7	295.3	317.1	334.7	341.4	334.7	317.1	295.3	277.7
-70.	271.0	280.7	306.0	337.3	362.6	372.2	362.6	337.3	306.0	280.7
-60.	271.0	278.3	297.5	321.2	340.3	347.7	340.3	321.2	297.5	278.3
-50.	271.0	273.4	279.8	287.6	294.0	298.4	294.0	287.6	279.8	273.4
-40.	271.0	274.4	283.4	294.4	303.4	306.8	303.4	294.4	283.4	274.4
-30.	271.0	278.4	297.5	321.7	341.1	349.5	341.1	321.7	297.5	278.4
-20.	271.0	275.4	301.3	328.4	350.3	358.7	350.3	328.4	301.3	279.4
-10.	271.0	278.4	297.6	321.4	340.7	348.1	340.7	321.4	297.6	278.4
0.	271.0	277.2	293.6	313.8	330.1	336.4	330.1	313.8	293.6	277.2

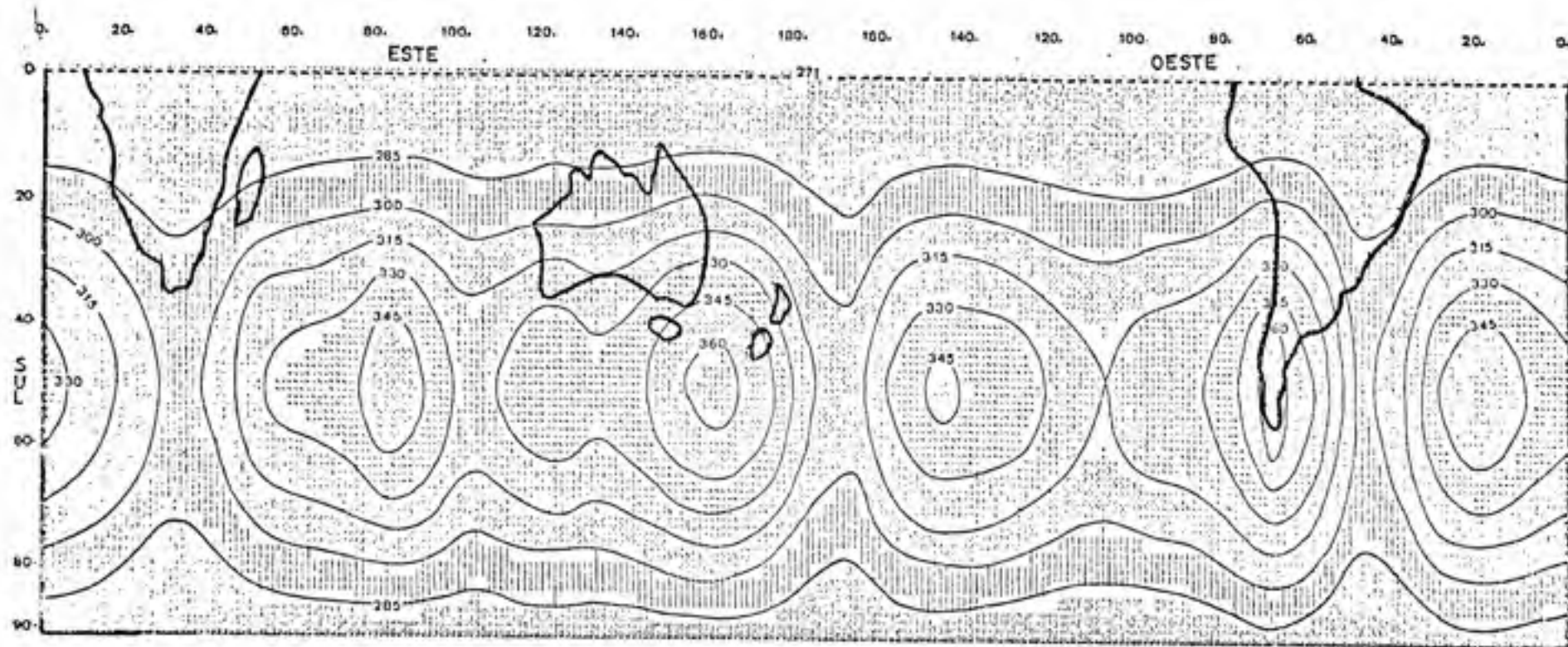


FIGURA 16 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de julho, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

QUADRO 17 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de agosto, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	271.0	276.2	257.1	320.4	379.2	346.4	339.2	320.4	297.1	278.2
	10.	271.0	277.2	263.4	313.5	329.8	336.0	329.8	313.5	293.4	277.2
	20.	271.0	275.7	268.1	303.5	315.9	320.6	315.9	303.5	288.1	275.7
	30.	271.0	274.0	281.9	291.7	295.6	307.7	299.6	291.7	281.9	274.0
	40.	271.0	275.0	285.4	298.3	308.7	312.7	308.7	298.3	285.4	275.0
	50.	271.0	277.7	295.1	316.6	334.0	340.7	334.0	316.6	295.1	277.7
	60.	271.0	278.0	296.4	319.1	337.5	344.5	337.5	319.1	296.4	278.0
	70.	271.0	278.4	297.9	322.0	341.4	348.9	341.4	322.0	297.9	278.4
	80.	271.0	280.2	304.4	334.4	358.6	367.8	358.6	334.4	304.4	280.2
	90.	271.0	275.1	300.2	326.3	347.4	355.5	347.4	326.3	300.2	279.1
	100.	271.0	277.0	292.6	311.5	327.5	333.4	327.5	311.5	292.6	277.0
	110.	271.0	278.1	296.7	319.6	338.2	345.3	338.2	319.6	296.7	278.1
	120.	271.0	278.9	299.5	324.9	345.5	352.4	345.5	324.9	299.5	278.9
	130.	271.0	278.0	296.4	319.2	337.5	344.6	337.5	319.2	296.4	278.0
	140.	271.0	278.9	299.5	325.0	345.6	353.5	345.6	325.0	299.5	278.9
	150.	271.0	280.6	305.6	336.5	361.5	371.0	361.5	336.5	305.6	280.6
	160.	271.0	281.1	307.5	340.1	366.5	376.6	366.5	340.1	307.5	281.1
	170.	271.0	275.7	302.5	330.6	353.3	362.0	353.3	330.6	302.5	275.7
	180.	271.0	276.3	290.3	307.7	321.7	327.0	321.7	307.7	290.3	276.3
	-170.	271.0	275.2	286.3	299.9	311.0	315.2	311.0	299.9	286.3	275.2
	-160.	271.0	277.8	295.7	317.8	335.7	342.6	335.7	317.8	295.7	277.8
-150.	271.0	275.3	301.2	328.2	350.0	359.3	350.0	328.2	301.2	279.3	
-140.	271.0	278.9	299.5	325.0	345.7	353.6	345.7	325.0	299.5	278.9	
-130.	271.0	278.4	297.8	321.7	341.1	348.5	341.1	321.7	297.8	278.4	
-120.	271.0	277.1	292.5	312.5	328.4	334.4	328.4	312.5	292.5	277.1	
-110.	271.0	276.4	290.6	308.1	322.3	327.7	322.3	308.1	290.6	276.4	
-100.	271.0	277.2	293.5	313.6	329.9	336.1	329.9	313.6	293.5	277.2	
-90.	271.0	277.2	293.3	313.3	329.5	335.7	329.5	313.3	293.3	277.2	
-80.	271.0	278.7	298.8	323.7	343.8	351.5	343.8	323.7	298.8	278.7	
-70.	271.0	281.6	309.4	343.8	371.6	382.3	371.6	343.8	309.4	281.6	
-60.	271.0	275.3	301.0	327.8	349.4	357.7	349.4	327.8	301.0	275.3	
-50.	271.0	274.4	283.2	294.2	303.0	306.4	303.0	294.2	283.2	274.4	
-40.	271.0	275.4	286.8	301.0	312.5	316.8	312.5	301.0	286.8	275.4	
-30.	271.0	275.4	301.3	328.3	350.2	358.6	350.2	328.3	301.3	279.4	
-20.	271.0	280.3	304.8	335.0	359.4	368.7	359.4	335.0	304.8	280.3	
-10.	271.0	275.3	301.1	328.0	349.8	358.1	349.8	328.0	301.1	279.3	
0.	271.0	278.2	297.1	320.4	339.2	346.4	339.2	320.4	297.1	278.2	

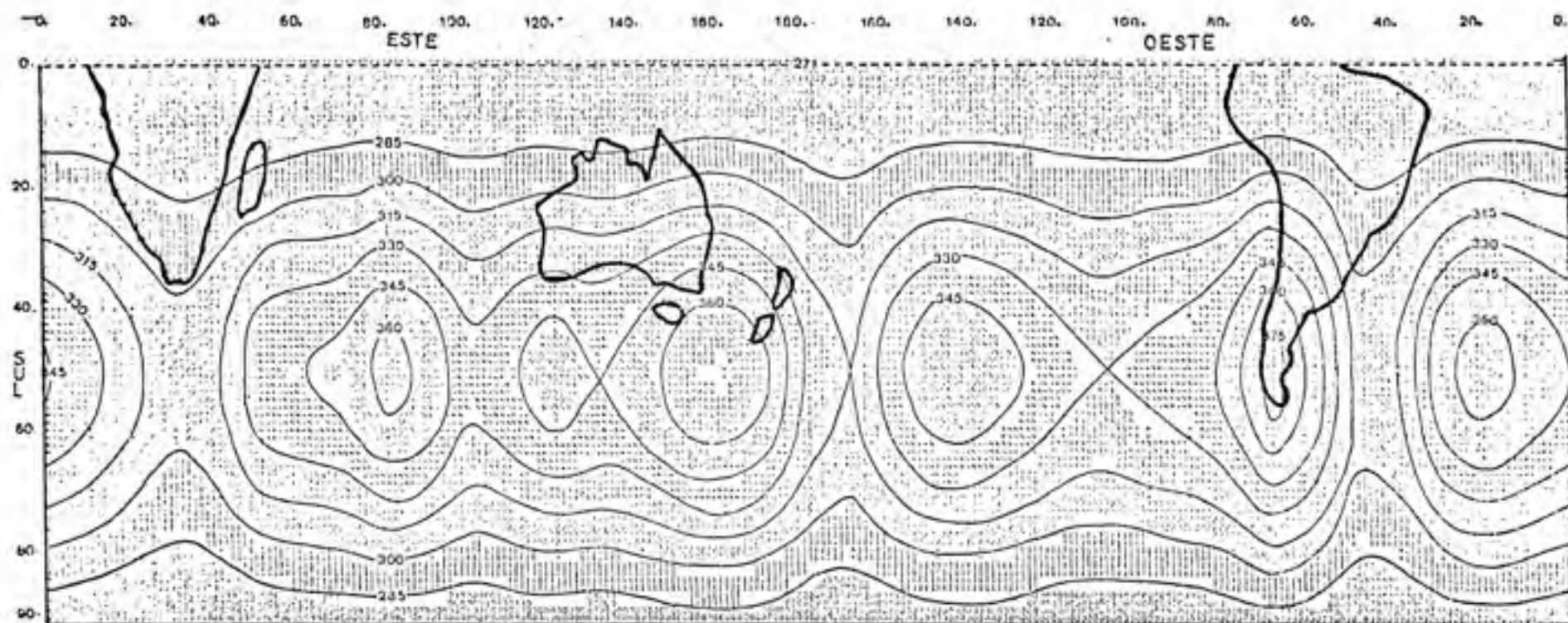
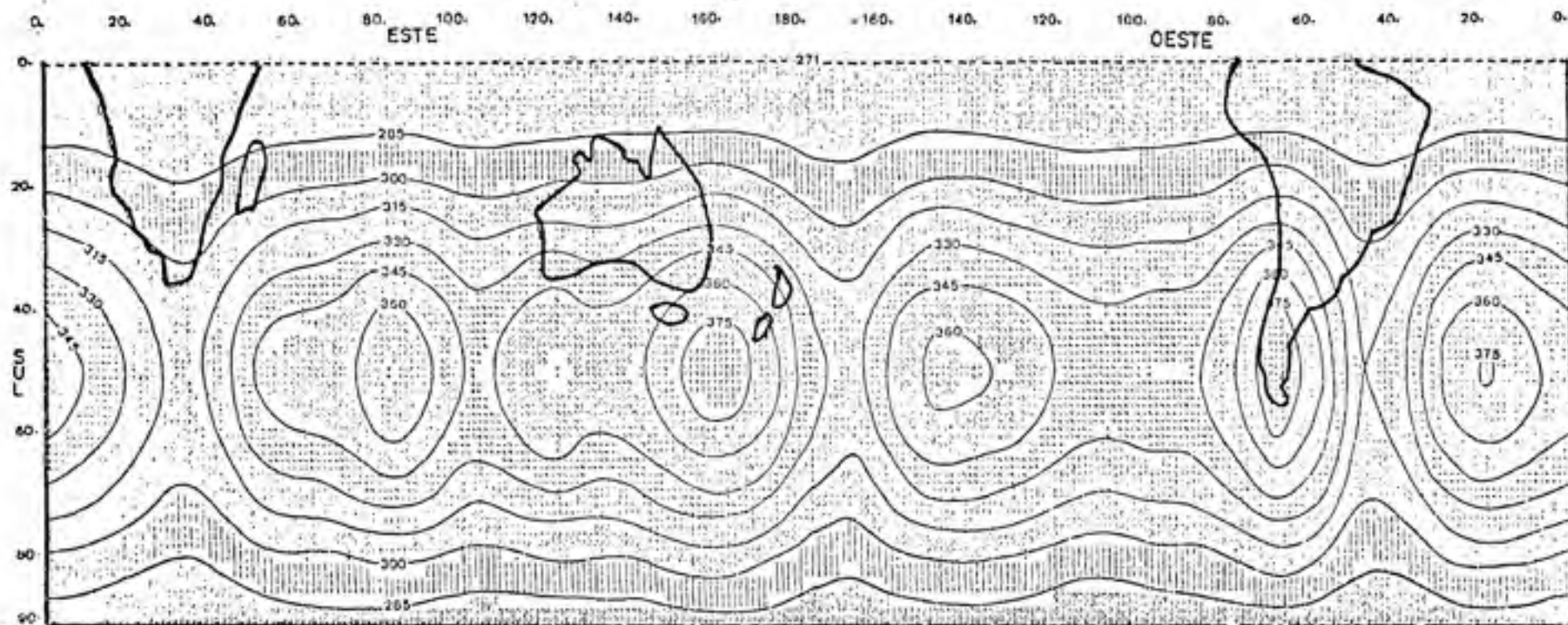


FIGURA 17 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de agosto, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

QUADRO 18 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de setembro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	271.0	275.0	259.0	325.3	346.7	354.7	346.7	325.8	259.9	279.0
	10.	271.0	276.0	256.3	318.9	337.2	344.2	337.2	318.9	256.3	278.0
	20.	271.0	276.5	251.0	308.9	323.4	328.9	323.4	308.9	251.0	276.5
	30.	271.0	276.8	254.0	297.1	307.1	310.9	307.1	297.1	254.8	276.8
	40.	271.0	275.8	268.3	303.7	316.2	321.0	316.2	303.7	268.3	275.8
	50.	271.0	278.4	257.9	322.0	341.5	348.9	341.5	222.0	257.9	278.4
	60.	271.0	278.8	259.3	324.5	345.0	352.8	345.0	324.5	259.3	278.8
	70.	271.0	275.2	300.8	327.4	348.9	357.2	348.9	327.4	300.8	279.2
	80.	271.0	281.0	307.3	335.8	366.0	376.1	366.0	339.8	307.3	281.0
	90.	271.0	275.9	303.1	331.7	354.9	363.8	354.9	331.7	303.1	279.9
	100.	271.0	277.7	255.4	317.3	334.9	341.7	334.9	317.3	255.4	277.7
	110.	271.0	276.9	255.5	325.0	345.7	353.6	345.7	325.0	255.5	276.9
	120.	271.0	275.7	302.3	330.3	353.0	361.6	353.0	330.3	302.3	279.7
	130.	271.0	278.8	259.3	324.6	345.0	352.9	345.0	324.6	259.3	278.8
	140.	271.0	275.7	302.4	330.4	353.1	361.8	353.1	330.4	302.4	279.7
	150.	271.0	281.3	308.4	341.9	369.0	379.3	369.0	341.9	308.4	281.3
	160.	271.0	281.9	310.3	345.5	374.0	394.9	374.0	345.5	310.3	281.9
	170.	271.0	260.5	305.3	336.0	360.8	370.3	360.8	336.0	305.3	280.5
	180.	271.0	277.1	253.2	313.1	329.1	335.3	329.1	313.1	253.2	277.1
	-170.	271.0	276.0	289.1	305.4	318.5	323.5	318.5	305.4	289.1	276.0
	-160.	271.0	278.6	298.6	323.2	343.2	350.8	343.2	323.2	298.6	278.6
-150.	271.0	280.1	304.0	333.6	357.5	366.6	357.5	333.6	304.0	280.1	
-140.	271.0	275.7	302.4	330.4	353.2	361.8	353.2	330.4	302.4	279.7	
-130.	271.0	275.2	300.6	327.1	348.5	356.7	348.5	327.1	300.6	279.2	
-120.	271.0	277.8	255.8	317.9	335.8	342.7	335.8	317.9	255.8	277.8	
-110.	271.0	277.2	253.5	313.5	329.8	336.0	329.8	313.5	253.5	277.2	
-100.	271.0	278.0	256.4	319.0	337.4	344.4	337.4	319.0	256.4	278.0	
-90.	271.0	278.0	256.2	318.7	337.0	343.9	337.0	318.7	256.2	278.0	
-80.	271.0	275.5	301.7	329.1	351.3	359.6	351.3	329.1	301.7	279.5	
-70.	271.0	282.4	312.3	349.2	379.1	390.5	379.1	349.2	312.3	282.4	
-60.	271.0	260.1	303.8	333.2	356.9	366.0	356.9	333.2	303.8	280.1	
-50.	271.0	275.2	286.1	299.6	310.5	314.7	310.5	299.6	286.1	275.2	
-40.	271.0	276.2	289.7	306.4	319.9	325.1	319.9	306.4	289.7	276.2	
-30.	271.0	260.2	304.1	333.7	357.7	366.8	357.7	333.7	304.1	280.2	
-20.	271.0	281.1	307.6	340.4	366.9	377.0	366.9	340.4	307.6	281.1	
-10.	271.0	260.1	303.9	333.4	357.3	366.4	357.3	333.4	303.9	280.1	
0.	271.0	275.0	259.9	325.8	346.7	354.7	346.7	325.8	259.9	279.0	



.FIGURA 18 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de setembro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

QUADRO 19 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de novembro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	271.0	278.6	258.6	323.2	343.2	350.8	343.7	323.2	298.6	278.6
	10.	271.0	277.6	255.0	316.4	333.7	340.3	332.7	316.4	295.0	277.6
	20.	271.0	276.2	289.7	306.3	319.8	325.0	319.8	306.3	289.7	276.2
	30.	271.0	274.4	283.4	294.6	303.6	307.0	303.6	294.6	283.4	274.4
	40.	271.0	275.4	286.9	301.7	312.7	317.1	312.7	301.2	286.9	275.4
	50.	271.0	278.1	296.6	319.5	338.0	345.1	338.0	319.5	296.6	278.1
	60.	271.0	278.4	297.9	322.0	341.4	349.9	341.4	322.0	297.9	278.4
	70.	271.0	278.5	299.4	324.8	345.4	353.3	345.4	324.8	299.4	278.5
	80.	271.0	280.7	306.0	337.2	362.5	372.2	362.5	337.2	306.0	280.7
	90.	271.0	279.5	301.7	329.2	351.4	359.9	351.4	329.2	301.7	279.5
	100.	271.0	277.4	294.1	314.7	331.4	337.8	331.4	314.7	294.1	277.4
	110.	271.0	278.5	298.2	322.5	342.1	349.7	342.1	322.5	298.2	278.5
	120.	271.0	279.3	301.0	327.8	349.5	357.8	349.5	327.8	301.0	279.3
	130.	271.0	278.4	297.9	322.0	341.5	348.9	341.5	322.0	297.9	278.4
	140.	271.0	279.3	301.0	327.9	349.6	357.9	349.6	327.9	301.0	279.3
	150.	271.0	281.0	307.1	339.3	365.4	375.4	365.4	339.3	307.1	281.0
	160.	271.0	281.5	309.0	343.0	370.5	381.0	370.5	343.0	309.0	281.5
	170.	271.0	280.1	304.0	333.4	357.3	366.4	357.3	333.4	304.0	280.1
	180.	271.0	278.8	291.9	310.5	329.6	331.4	329.6	310.5	291.9	278.8
	-170.	271.0	275.6	287.8	302.8	315.0	319.6	315.0	302.8	287.8	275.6
	-160.	271.0	278.2	297.2	320.7	339.7	346.9	339.7	320.7	297.2	278.2
-150.	271.0	279.8	302.7	331.0	353.9	362.7	353.9	331.0	302.7	279.8	
-140.	271.0	279.3	301.0	327.9	349.6	357.9	349.6	327.9	301.0	279.3	
-130.	271.0	278.8	299.3	324.6	345.0	352.8	345.0	324.6	299.3	278.8	
-120.	271.0	277.5	294.4	315.4	332.3	338.8	332.3	315.4	294.4	277.5	
-110.	271.0	276.8	292.1	311.0	326.3	332.1	326.3	311.0	292.1	276.8	
-100.	271.0	277.6	295.0	316.5	333.9	340.5	333.9	316.5	295.0	277.6	
-90.	271.0	277.6	294.8	316.2	333.4	340.0	333.4	316.2	294.8	277.6	
-80.	271.0	279.1	300.3	326.5	347.8	355.9	347.8	326.5	300.3	279.1	
-70.	271.0	282.0	311.0	346.7	375.6	386.6	375.6	346.7	311.0	282.0	
-60.	271.0	279.7	302.5	330.6	353.4	362.1	353.4	330.6	302.5	279.7	
-50.	271.0	274.8	284.7	297.0	307.0	310.8	307.0	297.0	284.7	274.8	
-40.	271.0	279.8	288.3	303.9	316.4	321.2	316.4	303.9	288.3	279.8	
-30.	271.0	279.8	302.8	331.2	354.2	362.9	354.2	331.2	302.8	279.8	
-20.	271.0	280.7	306.3	337.8	363.4	373.1	363.4	337.8	306.3	280.7	
-10.	271.0	279.7	302.6	330.9	353.7	362.5	353.7	330.9	302.6	279.7	
0.	271.0	278.6	298.6	323.2	343.2	350.8	343.2	323.2	298.6	278.6	

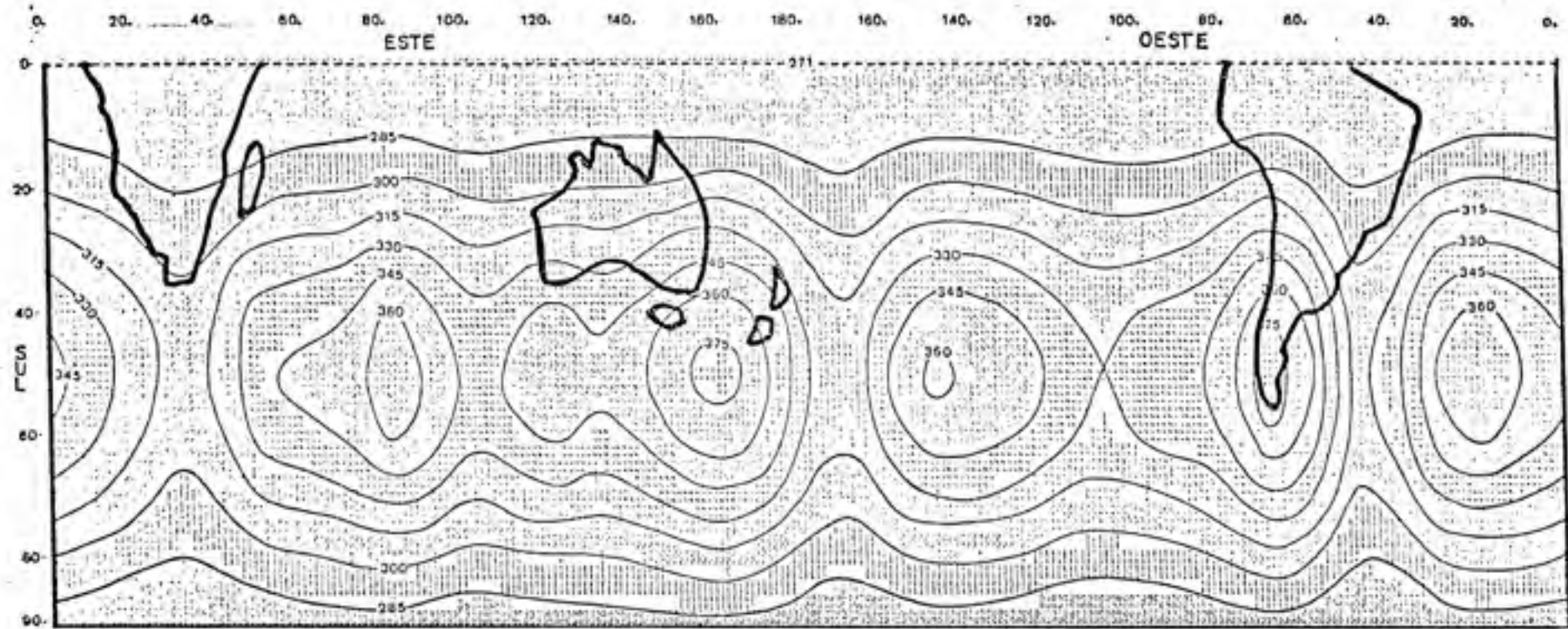


FIGURA 19 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de novembro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

QUADRO 20 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de dezembro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.

		LATITUDE									
		0.	-10.	-20.	-30.	-40.	-50.	-60.	-70.	-80.	-90.
LONGITUDE	0.	271.0	277.3	293.9	314.4	331.0	337.3	331.0	314.4	293.9	277.3
	10.	271.0	276.3	290.3	307.6	321.5	326.8	321.5	307.6	290.3	276.3
	20.	271.0	274.9	285.0	297.5	307.6	311.5	307.6	297.5	285.0	274.9
	30.	271.0	273.1	278.8	285.7	291.4	293.5	291.4	285.7	278.8	273.1
	40.	271.0	274.1	282.3	292.3	300.5	303.6	300.5	292.3	282.3	274.1
	50.	271.0	276.8	291.9	310.6	325.8	331.6	325.8	310.6	291.9	276.8
	60.	271.0	277.1	293.2	313.1	329.2	335.4	329.2	313.1	293.2	277.1
	70.	271.0	277.6	294.8	316.0	333.2	339.8	333.2	316.0	294.8	277.6
	80.	271.0	276.4	301.3	328.4	350.3	358.7	350.3	328.4	301.3	276.4
	90.	271.0	278.2	297.0	320.3	335.2	346.4	339.2	320.3	297.0	278.2
	100.	271.0	276.1	289.4	305.9	319.2	324.3	319.2	305.9	289.4	276.1
	110.	271.0	277.2	293.5	313.6	329.9	336.2	329.9	313.6	293.5	277.2
	120.	271.0	278.0	296.3	318.9	337.3	344.3	337.3	318.9	296.3	278.0
	130.	271.0	277.2	293.3	313.2	325.3	335.4	329.3	313.2	293.3	277.2
	140.	271.0	278.0	296.4	319.0	337.4	344.4	337.4	319.0	296.4	278.0
	150.	271.0	276.7	302.4	330.5	353.2	361.9	353.2	330.5	302.4	276.7
	160.	271.0	280.2	304.3	334.1	358.3	367.5	358.3	334.1	304.3	280.2
	170.	271.0	278.8	299.3	324.6	345.1	352.9	345.1	324.6	299.3	278.8
	180.	271.0	276.5	287.2	301.7	313.4	317.9	313.4	301.7	287.2	276.5
	-170.	271.0	274.4	283.1	294.0	302.8	306.1	302.8	294.0	283.1	274.4
	-160.	271.0	277.0	292.6	311.9	327.5	333.4	327.5	311.9	292.6	277.0
-150.	271.0	276.5	298.0	322.2	341.7	349.2	341.7	322.2	298.0	276.5	
-140.	271.0	278.0	296.4	319.1	337.4	344.4	337.4	319.1	296.4	278.0	
-130.	271.0	277.5	294.6	315.7	332.8	339.3	332.8	315.7	294.6	277.5	
-120.	271.0	276.2	289.8	309.5	320.1	325.3	320.1	306.5	289.8	276.2	
-110.	271.0	275.5	287.4	302.2	314.1	318.6	314.1	302.2	287.4	275.5	
-100.	271.0	276.3	290.3	307.6	321.6	327.0	321.6	307.6	290.3	276.3	
-90.	271.0	276.3	290.2	307.3	321.2	326.5	321.2	307.3	290.2	276.3	
-80.	271.0	277.8	295.7	317.7	335.5	342.4	335.5	317.7	295.7	277.8	
-70.	271.0	280.5	306.3	327.8	363.4	373.1	363.4	327.8	306.3	280.5	
-60.	271.0	278.4	297.8	321.8	341.2	348.6	341.2	321.8	297.8	278.4	
-50.	271.0	277.5	280.1	288.2	294.8	297.3	294.8	288.2	280.1	277.5	
-40.	271.0	274.5	283.7	295.0	304.2	307.7	304.2	295.0	283.7	274.5	
-30.	271.0	278.5	290.1	322.3	342.0	349.5	342.0	322.3	290.1	278.5	
-20.	271.0	276.5	301.6	329.0	351.1	359.6	351.1	329.0	301.6	276.5	
-10.	271.0	278.4	297.9	322.0	341.5	349.0	341.5	322.0	297.9	278.4	
0.	271.0	277.3	293.9	314.4	331.0	337.3	331.0	314.4	293.9	277.3	

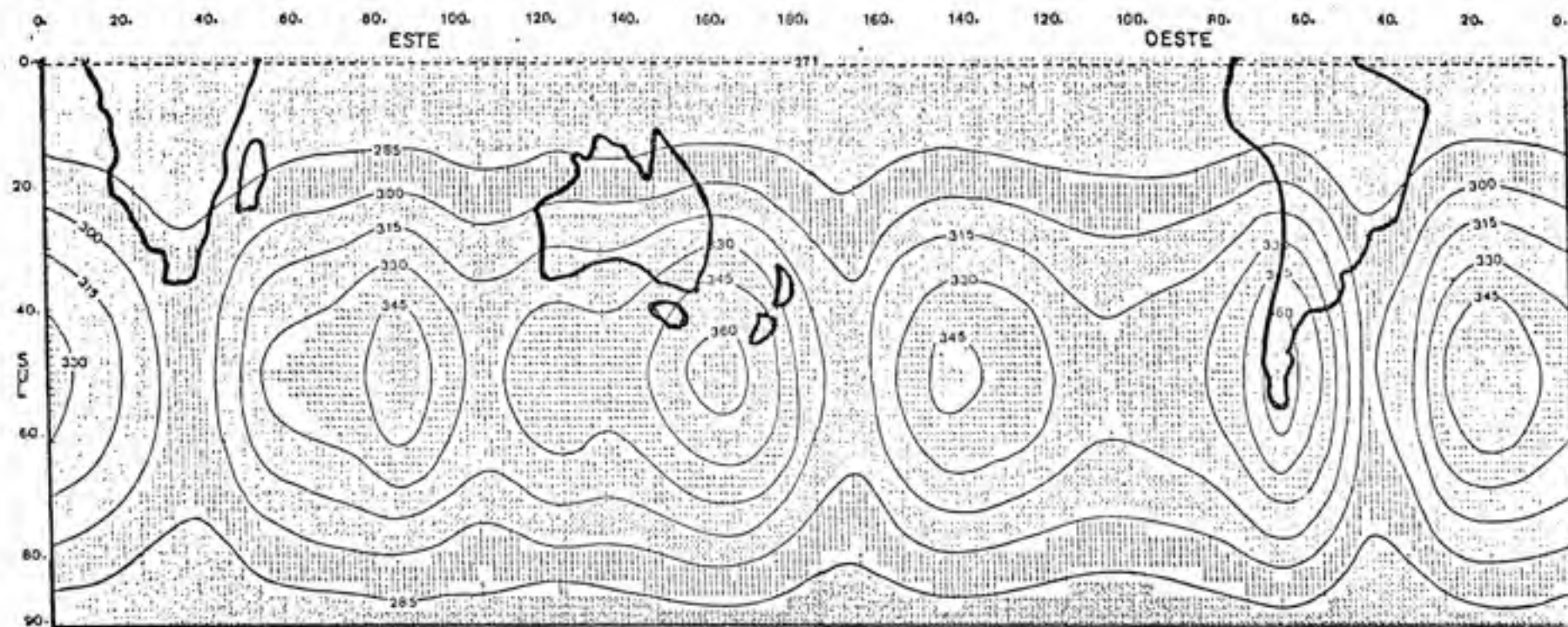


FIGURA 20 - Conteúdo de ozônio atmosférico, para o mês de dezembro, no Hemisfério Sul, estimado pelo modelo modificado em matm cm.