

MAPAS EM PROJEÇÃO AZIMUTAL EQUIDISTANTE E OBLÍQUA

JOÃO SOUKUP

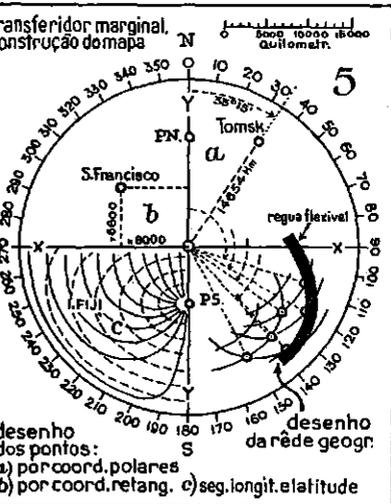
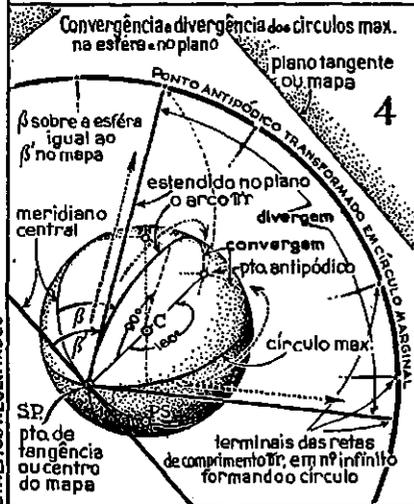
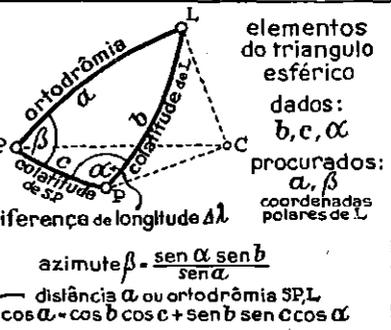
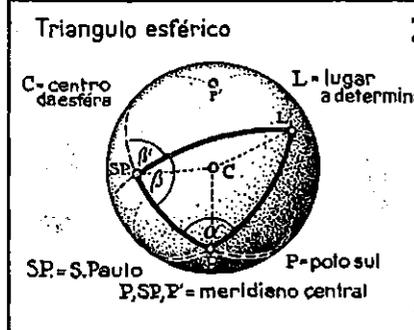
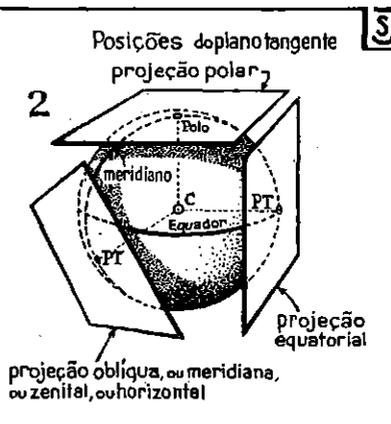
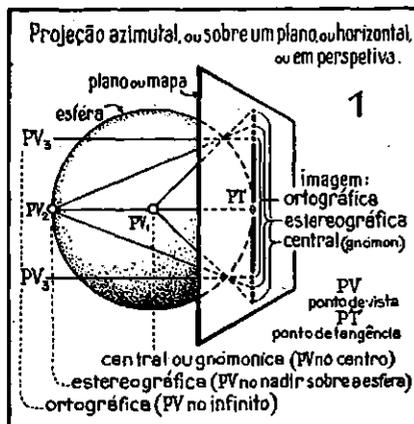
Os chamados aero-mapas, construídos em projeção azimutal equidistante e oblíqua, passaram a ter, nos últimos dez anos, uma importância toda especial, em virtude do serviço que podem prestar particularmente à aviação internacional e à rádio-difusão. Entretanto, não menor é o seu interesse para o ensino, desde que nos mostram a superfície terrestre sob um prisma incomum. Por isso mesmo, os mais modernos átlas escolares não deixam de incluí-los ao lado de outros construídos em projeções vulgares.

Ao prof. JOÃO SOUKUP, sócio cooperador da A. G. B. e professor de Cartografia na Universidade de São Paulo e na Pontifícia Universidade Católica, coube a honra de elaborar o primeiro desses mapas a ter por centro a cidade de São Paulo, publicando-o sob os auspícios do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, em meados do ano corrente.

Esbôço histórico. — Para se afastar a possibilidade de uma errônea apreciação a respeito dos aero-mapas do tipo mapa-mundi, publicados com frequência por países onde a aviação alcançou um grande desenvolvimento, cumpre acentuar, desde logo, que a *projeção azimutal equidistante e oblíqua* não é uma inovação da nossa época, mas remonta aos começos do século XVI. Suas formas primitivas já eram mesmo conhecidas dos cartógrafos antigos.

O primeiro mapa desenhado em projeção azimutal equidistante apareceu em 1510, quando o matemático *Henrique Loritz*, sob o nome de *Glareanus*, publicou seus planiglobos. Também a *João Vespucci* (1524) e a *Geraldo Mercator* (1569) são atribuídos mapas desse tipo. Em 1581, o francês *Guilherme Postel* publicou mapas nessa mesma projeção, que passou a ser conhecida, em França, pelo nome de "projeção de Postel".

Nos séculos seguintes, a projeção azimutal equidistante não caiu no esquecimento: em 1772, o grande matemático alsaciano *João Henrique Lambert*, que deu à cartografia um fundamento matemático, empregou-a como projeção oblíqua. Em 1800, *Antônio Caguoli* desenhou mapas nesta projeção, a que deu seu nome, julgando tratar-se



de um invento seu. Em fins do século XIX, seu emprêgo tornou-se bastante freqüente para as regiões polares e em cartas celestes, na variante de polar equidistante.

A partir do início do século XX e, principalmente, em nossos dias, o número de mapas desenhados na projeção azimutal equidistante e oblíqua tem aumentado cada vez mais, em consequência do notável desenvolvimento da aviação e do extraordinário aumento das estações rádio-emissoras de ondas-curtas, o que veio dar a êsse tipo de projeção um inestimável valor no terreno prático. Por isso mesmo, não há exagêro em afirmar-se que a projeção azimutal, em sua variante oblíqua, torna-se indispensável para a execução dos aero-mapas dos dias em que vivemos.

Classificação e características. — De acôrdo com os ensinamentos da Cartografia, a projeção dita “sobre um plano” ou “em perspectiva” apresenta três modalidades: *central* ou *gnomônica*, *este-reográfica* e *ortográfica*. Tal classificação tem por critério a posição do centro de projeção (ponto de vista) em relação à esfera (Fig. 1).

Decorrentes da projeção azimutal central ou gnomônica, existem duas projeções modificadas: 1. a azimutal, central e equivalente segundo *Lambert*; 2. a azimutal, central e equidistante segundo *Postel*. Trataremos, aqui, apenas desta última.

A projeção azimutal também pode ser chamada de *projeção sobre um plano*, porque a forma que fazemos tangenciar a esfera num ponto é um plano.

A posição do ponto de tangência é importante, pois dela decorre a subdivisão dessa projeção em três tipos: 1. *polar*; 2. *equatorial*; 3. *meridiana*, também chamada *oblíqua* ou *zenital*.

Pela fig. 2, vê-se que para a posição *oblíqua* é possível fazer-se o plano tangenciar a esfera em qualquer ponto, exceto os polos e o equador. Êsse ponto de tangência será o *centro* da projeção e o meridiano central que por êle passa (meridiano do lugar) será uma reta, pois na projeção central todos os círculos máximos que passam pelo centro apresentam-se como retas.

Dessa propriedade decorre a denominação de *azimutal* dada à projeção sobre um plano, porquanto todos os círculos máximos que passam pelo centro da projeção formam com a linha norte (meridiano central) ângulos que são medidos como os azimutes, no sentido horário, de 0 a 360°.

Cálculo da rêde geográfica e demais pontos. — Para demonstrar o processo de construção da rêde geográfica de um aero-mapa, isto é, de um mapa em projeção azimutal equidistante e oblíqua,

consideremos como centro a *cidade de São Paulo*, que se encontra a 46°34' W Greenwich e a 23°33' S.

Como o mapa deverá ser equidistante, torna-se necessário determinar a distância e o azimute de cada uma das interseções de meridianos e paralelos e de outros pontos importantes (cidades, ilhas, picos, cabos, etc.), em relação à cidade de São Paulo. Esta determinação será feita, para cada caso, considerando-se o triângulo esférico que tem por vértices São Paulo, o polo Sul e o ponto visado. Resolvendo êste triângulo, obteremos os desejados elementos através das seguintes fórmulas (Fig. 3):

$$\text{Azimute} \dots \text{sen } \beta = \frac{\text{sen } a \text{ sen } b}{\text{sen } a}$$

$$\text{Distância ortodrômica} \dots \cos a = \cos b \cos c + \text{sen } b \text{ sen } c \cos \alpha$$

Para o cálculo da rêde geográfica, nos mapas com centro sôbre o primeiro meridiano (Greenwich), torna-se necessário calcular apenas metade dos pontos, porquanto as distâncias para pontos de longitudes numericamente iguais são as mesmas, tanto para L como para W do meridiano central; além disso, o valor numérico dos ângulos azimutais é também aproveitável para os dois semicírculos. Caso idêntico é o de um centro situado sôbre um meridiano que faz parte da rêde representada no mapa.

Com isso, são poucos os casos em que é possível a simplificação pela metade, acima referida, pois raros são os centros importantes que se localizam sôbre meridianos de número inteiro de graus, a partir de Greenwich.

Os mapas podem ser desenhados apresentando uma rêde com intervalos de 1° (como é o caso do elaborado pelo Almirantado Britânico, tendo Londres por centro) ou, mais comumente, de 10° ou mais.

Círculos máximos sôbre a esfera e o plano. — Do atrás exposto, verifica-se que os elementos construtivos, no caso da projeção oblíqua, são arcos de círculos máximos (ortodrômias) passando pelo centro e pelos diversos pontos, que formam com o centro e o polo (vértices fixos) diferentes triângulos esféricos.

Tais círculos máximos não se confundem com os meridianos, deixando, por isso, de figurar no mapa definitivo

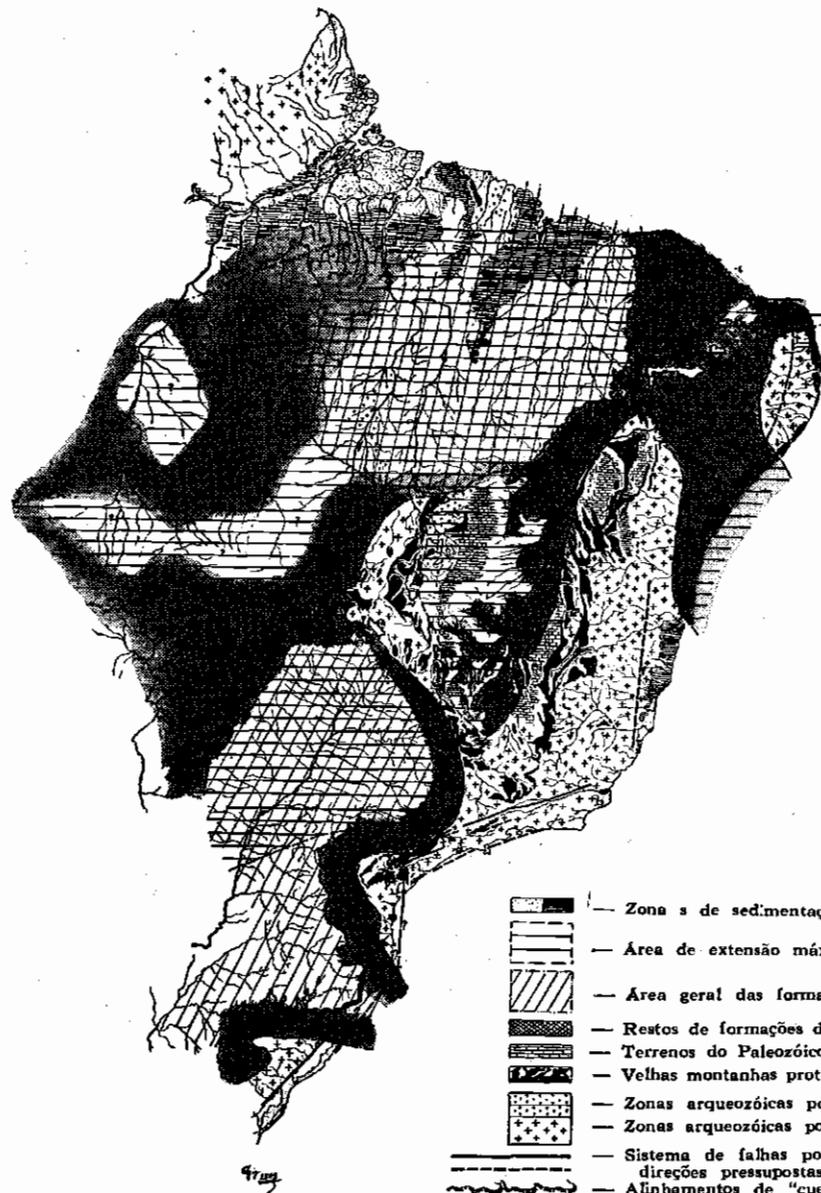
Os arcos dos círculos máximos, atingindo o ponto antipódico, compreendem um ângulo central 180° e têm o comprimento π da semicircunferência. Êste valor desenvolvido no mapa será o raio da circunferência marginal, que representa deformadamente o ponto antipódico. Dêste modo, dá-se a transformação de um *ponto* em

REGIÕES DE CIRCUNDESNUDAÇÃO PÓS - CRETACEA NO PLANALTO BRASILEIRO

AZIZ NACIB AB'SÁBER

— 1949 —

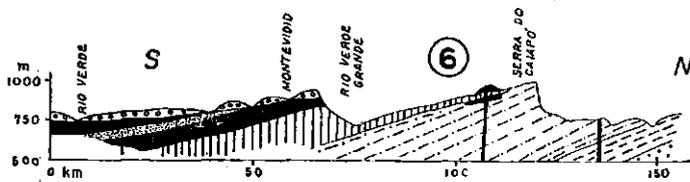
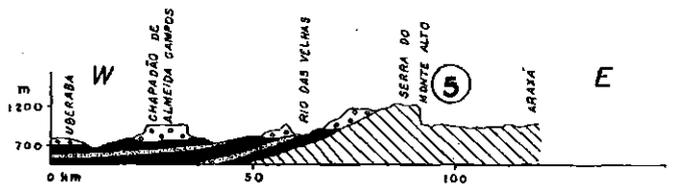
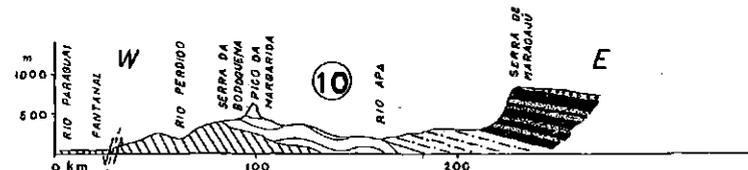
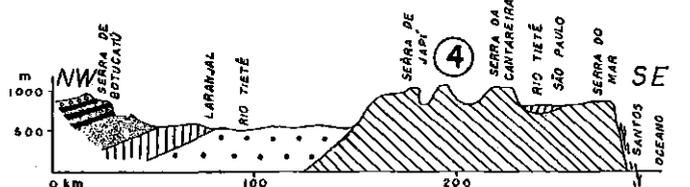
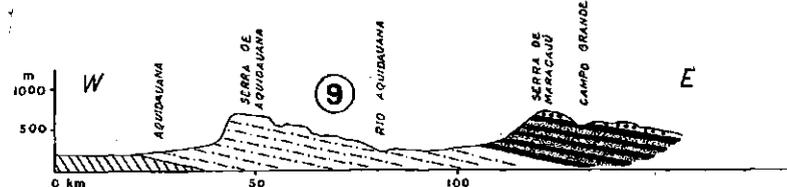
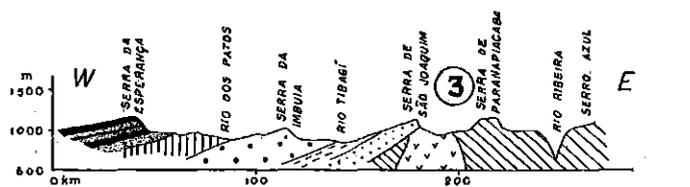
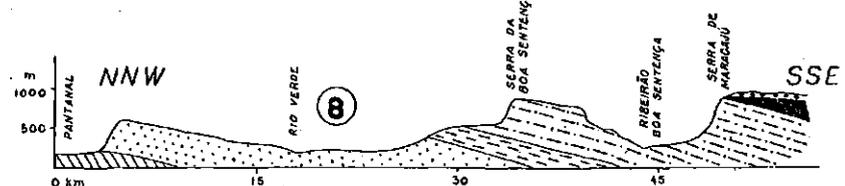
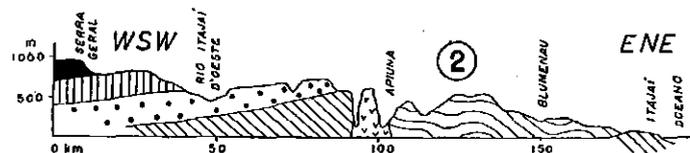
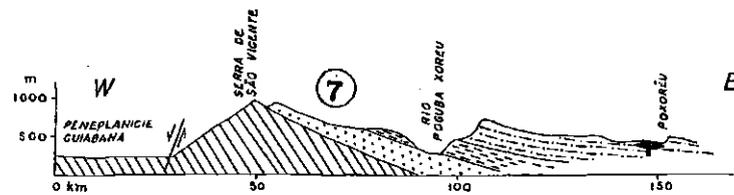
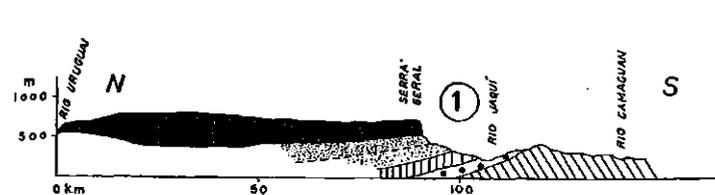
(As manchas escuras do mapa representam as áreas afetadas pelos fenômenos de desnudação periférica e circundesnudação).



- Zona s de sedimentação recente (Holoceno, Pleistoceno e Plioceno).
- Area de extensão máxima abrangida pelas formações do Cretáceo no Planalto Brasileiro.
- Area geral das formações depositadas desde o Carbonífero até o Triássico — Bacias do Paraná e do Meio Norte.
- Restos de formações devonianas do Paraná, Goiás e Mato Grosso.
- Terrenos do Paleozóico Inferior, aflorantes no Médio Vale do São Francisco (Série Bambuí).
- Velhas montanhas proterozóicas rejuvenescidas (Série Minas, Itacolomi, S. Roque, Açungui etc.).
- Zonas arqueozóicas postas a aflorar pela desnudação pós-cretácea.
- Zonas arqueozóicas positivas por excelência dos escudos: "Brasília" e "Guilândia"
- Sistema de falhas pós-triássicos, responsáveis pelos rebordos do Planalto Atlântico, com as direções pressupostas [As linhas descontinuas representam as zonas mais hipotéticas].
- Alinhamentos de "cuestas" resultantes dos fenômenos de desnudação periférica e circundesnudação no Planalto Brasileiro.

SECÇÕES ESTRUTURAIS ATRAVÉS DAS CUESTAS DA BACIA SEDIMENTAR DO RIO PARANÁ, NO BRASIL.

F. F. M. ALMEIDA — 1949



CONVENÇÕES

PLIOGENO	PERMIANO
Camadas de São Paulo	Série Passa Dois
NEO-CRETÁCEO	Arenito Aquidauana
Série Baurú	Série Tubarão
NEO-TRIÁSSICO	EO-DEVONIANO
Série de São Bento	Folhelho Ponta Grossa
Basaltos da Serra Geral	Arenito Furnas
intrusivas diabásicas	PALEOZOICO INFERIOR
Arenito Botucatu e Camadas Santa Maria.	Séries Itajaí, Bodoquena e Jacadigo
	Pórfiros
	Pré-cambriano

Falhas provadas Falhas prováveis

Copiado na Seção Regional Centro-Oeste.
I.B.G.E. - C.N.G.

Serviço de Geografia e Cartografia.



uma *circunferência*, quando o mapa chega a representar todo o globo (mapa-múndi), fato êste também notado na projeção azimutal equivalente.

O ponto antipódico é um ponto comum ao meridiano do lugar e ao paralelo simétrico do paralelo do centro. Por isso, a circunferência marginal no mapa faz parte, ao mesmo tempo, do meridiano central e do paralelo cuja curva se assenta sôbre os pontos 90° e 270° .

Na esfera, todos os arcos dos círculos máximos, com origem no centro da projeção ou ponto de tangência, convergem para o ponto antipódico, conservando sempre o ângulo azimutal inicial. No mapa, entretanto, êsses arcos vão se projetar como retas divergentes, mesmo com um ângulo central maior de 90° , até perferzerem o comprimento π da semicircunferência, contado a partir do centro. Os extremos de tais retas formarão a circunferência marginal correspondente ao ponto antipódico (Fig. 4).

Desenho da rêde geográfica e demais pontos. — Calculados os azimutes e distâncias ortodrômicas pelas fórmulas atrás mencionadas, para um número suficiente de pontos destinados a possibilitar a construção do mapa, começa-se por desenhar a circunferência marginal (ponto antipódico) de raio π que, segundo Bessel, é de 20 012 km. Traça-se, a seguir, a linha N-S, que, passando pelo centro, representa o meridiano central. Divide-se, depois, a circunferência marginal em graus e suas frações, conforme permitir a escala empregada, começando no norte.

Obtém-se, dessa maneira, um transferidor completo, fixo e de grandes dimensões, que facilitará o desenho dos raios vetores sôbre os quais serão marcadas as distâncias ortodrômicas a partir do centro, com o que se obterão os diversos pontos da rêde geográfica do mapa.

Tais pontos podem também ser desenhados por coordenadas retangulares, obtidas por transformação das coordenadas polares primitivas, adotando-se o sistema que tenha por origem o centro do mapa; o eixo de ordenadas deverá coincidir com a linha N-S (meridiano central) e o eixo de abscissas com a reta que passa pelos pontos 90° e 270° no círculo marginal.

Ligando-se os pontos de interseção assim obtidos por curvas, teremos os meridianos e paralelos, que são a base para o desenho dos continentes, das divisões políticas, etc., assim como para a interpolação gráfica de outros pontos de interêsse, cuja latitude e longitude sejam conhecidas (Fig. 5).

Com os paralelos e meridianos teremos, ainda, a possibilidade de controlar os pontos desenhados por coordenadas, comparando suas coordenadas geográficas com as obtidas no desenho.

O mapa também pode ser desenhado por um processo gráfico baseado numa projeção oblíqua de uma das três formas azimutais (gnomônica, estereográfica ou ortográfica), construída geomètricamente para o mesmo centro. Desta projeção aproveitam-se os azimutes que são iguais para tôdas.

As distâncias são tiradas de um diagrama prèviamente desenhado. Dêste modo, evitam-se numerosos cálculos, embora a precisão fique restrita à dos trabalhos gráficos.

O mesmo podemos dizer das medidas tomadas diretamente sôbre um globo terrestre. Últimamente, têm sido construídos globos acompanhados de um dispositivo especial para medida de distâncias e azimutes, constituído de arcos metálicos, graduados e articulados, cujas extremidades pode-se fazer coincidir com um ponto do globo e seu ponto antipódico.

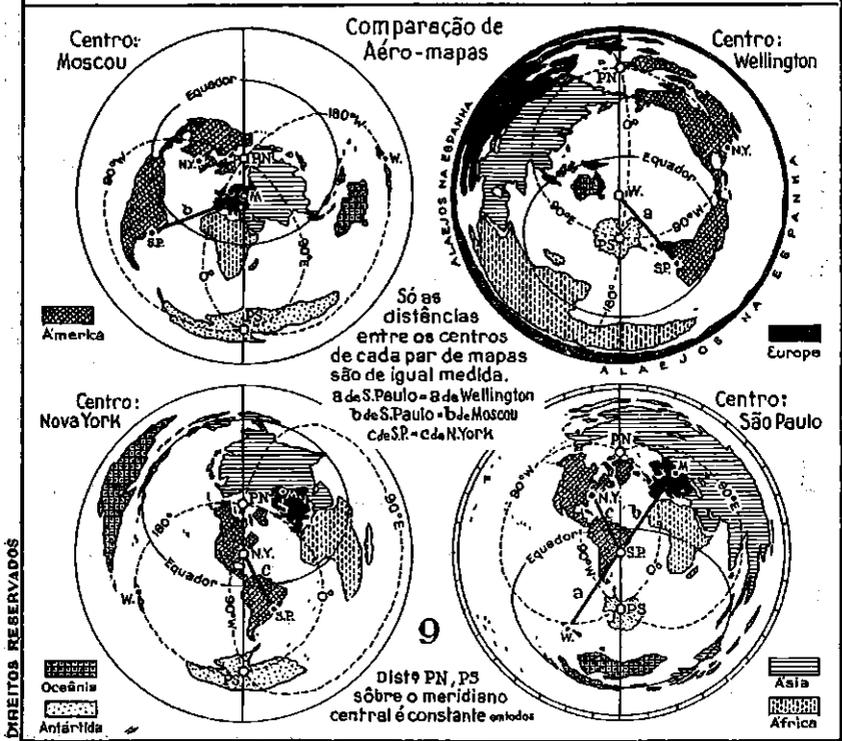
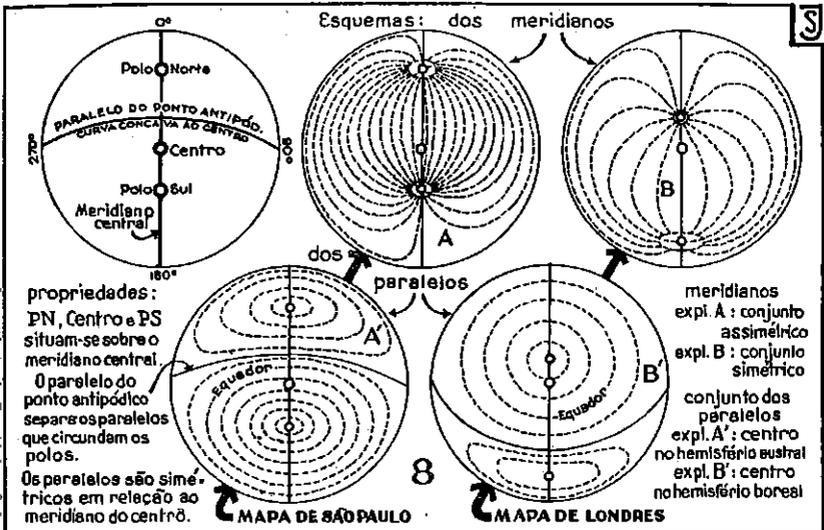
Características da rède geográfica. — Completado o desenho do mapa por qualquer dêsses processos, desde que abranja o globo terrestre em sua totalidade, resultará uma forma diferente daquela que estamos acostumados a vêr nos mapas-múndi anteriores à idade da aviação.

Com referência às características dos aero-mapas, eis as mais notáveis (Figs. 8 e 9):

1. o centro de projeção e os polos situam-se sempre sôbre a linha N-S (meridiano central), que divide o mapa em dois semicírculos;
2. os demais meridianos são linhas cuja curvatura aumenta com o afastamento do meridiano central;
3. os paralelos apresentam-se como curvas fechadas e, de acôrdo com a relação das distâncias do centro da projeção aos polos, circundam em maior número êste ou aquêle polo;
4. cada paralelo é simétrico em relação ao meridiano central;
5. o paralelo do ponto antipódico é uma curva côncava em relação ao centro e seus extremos estão sôbre os pontos em que a horizontal (L-W), passando pelo centro, corta a circunferência marginal, isto é, junto a 90° e 270° ; êste paralelo separa os que circundam o polo Norte dos que circundam o polo Sul.

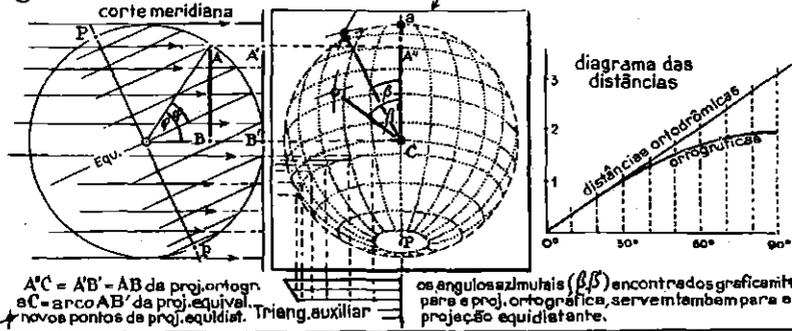
Cumpre ainda notar que, em direção às bordas do mapa, as malhas da rède geográfica são cada vez mais deformadas, chegando a apresentar-se como quadriláteros estreitos, excessivamente curvos, em que é difícil distinguirem-se paralelos e meridianos.

As áreas e os ângulos, nessas faixas próximas à margem, divergem bastante da realidade, fazendo com que os continentes e os países apresentem-se tão deformados, que só com um cuidadoso

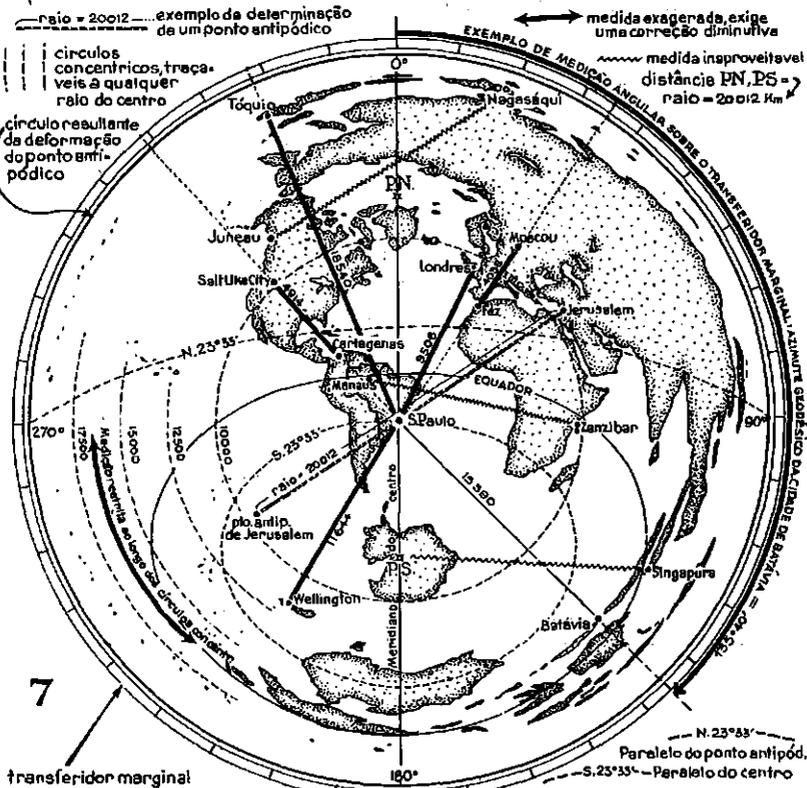


Transformação de uma projeção ortográfica oblíqua em projeção equidistante de igual centro

6



Possibilidades de medição em aéro-mapas



7

DIREITOS RESERVADOS

exame torna-se possível reconhecer detalhes característicos de seus contornos e limites, que nos são familiares em virtude do manuseio de mapas noutras projeções.

Tal distorção, que chega a ser desagradável e rapidamente acentua-se uma vez ultrapassada a distância de 10.000 km. do centro do mapa, constitui um defeito inevitável, mas sobejamente compensado pela propriedade que tais mapas oferecem, com exclusividade, de permitirem a medição direta de distâncias e azimutes entre o centro e qualquer ponto do mapa.

Cartometria. — Como ficou acentuado na explicação das diferentes fases da construção do mapa, são reais as distâncias (ortodrômicas) medidas entre quaisquer pontos situados sobre a mesma reta que passe pelo centro.

No caso em aprêço, sendo a cidade de São Paulo o centro, pode-se medir diretamente sobre o mapa, respeitada a escala, distâncias tais como: São Paulo — Wellington (Nova-Zelândia), São Paulo — Tóquio (Japão); e ainda outras, como: Cartagena (Colômbia) — Salt Lake City (U. S. A.) ou Fez (Marrocos) — Moscou (U. R. S. S.), cidades que se situam sobre a mesma reta que passa por São Paulo (Fig. 7).

Pode-se também medir distâncias ao longo de circunferências concêntricas, traçadas com qualquer raio, tendo por centro o da projeção; nesta hipótese, porém, os números obtidos deverão ser corrigidos por um fator que varia com o afastamento do centro e que pode figurar em tabela ou obtido através de um diagrama.

Outra qualquer medição, que não se enquadre nos dois casos acima citados, não poderá ser feita sobre tais mapas. De fato, num aero-mapa que tenha por centro São Paulo, não será possível medir-se distâncias tais como: Manaus (Brasil) — Zanzibar (África Oriental), Polo Sul — Singapura (Malásia), Juneau (Alasca) — Nagasaki (Japão) (Fig. 7).

Dados dois mapas azimutais equidistantes e oblíquos de centros diferentes, o único elemento comum a ambos é a distância entre seus respectivos centros, excluída a distância Polo Sul — Polo Norte, que é constante para todos os mapas desse tipo e vale $\pi r = 20\,012$ km.

A possibilidade de medida de ângulos sobre o mapa restringe-se, por sua vez, à medida dos azimutes dos diferentes pontos. Tal medida será feita ligando-se o centro ao ponto visado por uma linha reta e prolongando-a até o transferidor marginal, sobre o qual ler-se-á, então, o azimute. Além desses azimutes, que são de suma importância para os fins a que se destina o mapa, nenhum outro ângulo poderá ser medido.

Quanto à avaliação de áreas continentais ou oceânicas, não será possível obtê-la em virtude do próprio aspecto das malhas da rede geográfica, que se deformam em ritmo crescente do centro para a periferia; qualquer superfície nelas contida sofre, *ipso facto*, a correspondente deformação.

Pontos antipódicos. — Fácil se torna, nesses mapas, determinar o ponto antipódico de um ponto dado: basta traçar uma reta passando pelo centro e pelo ponto em questão e, a partir deste, marcar sobre aquela o comprimento do raio $\pi r = 20.012$ km; o outro extremo de tal segmento será o ponto antipódico.

No caso vertente, estando o centro em São Paulo e o ponto antipódico no oceano Pacífico, a forma de circunferência marginal que este ponto assume não apresenta inconvenientes sérios. O mesmo já não acontece com outros mapas, como é o caso do que tem por centro Wellington, na Nova Zelândia; o ponto antipódico situa-se na cidade de Alaejos, no interior da Espanha, o que ocasiona uma total deformação deste país, que passa a figurar na circunferência marginal, com um desenvolvimento de 125.700 km sobre o mapa (Fig. 9).

Outros exemplos idênticos podem ser citados: um mapa que tiver por centro a cidade de Lima (Peru) terá o seu ponto antipódico na costa sul-ocidental da Indo-China Francesa; se o centro estiver em Manilha (Filipinas), o ponto antipódico cairá próximo à cidade de Cuiabá, em Mato-Grosso. Nesta última hipótese, o sudoeste de Mato-Grosso extender-se-á completamente distorcido e irreconhecível ao longo da circunferência marginal.

Agrupamento dos continentes nos diferentes mapas. — Comparando-se vários mapas azimutais equidistantes e oblíquos, cujos centros sejam diferentes, verifica-se que os mais harmoniosos em relação às massas continentais e que apresentam menor deformação são os que tenham por centro qualquer cidade da velha Europa.

Entretanto, o que traz São Paulo como centro, apesar de referir-se a um ponto do hemisfério austral, apresenta também um aspecto, sem dúvida, ainda harmonioso: a África e a Europa aparecem quase tal como nos habituamos a imaginá-las, só havendo uma deformação exagerada*relativamente ao Extremo-Oriente. O agrupamento dos continentes é nele bastante feliz, de preferência no que concerne à Antártida e à Austrália, situadas ambas sobre a linha N-S, em continuação ao continente Americano (Fig. 7).

A Antártida, que vem sendo objeto ultimamente de tantas disputas, apresenta-se com o contorno aproximadamente verdadeiro

e dá margem, em tal mapa, a considerações de natureza geopolítica altamente interessantes para os países que a circundam.

Também o oceano Atlântico, localizado em posição sensivelmente central e envolvido pelas terras da América, da Europa e da África, não só se apresenta pouco deformado como sugere importantes considerações nesse terreno delicado da Geopolítica.

Finalidade e utilização do mapa. — Os mapas azimutais equidistantes e oblíquos são de grande utilidade para o planejamento ou a análise de fenômenos em que o centro possa atuar como irradiador ou receptor para todas as direções ou que assumem valores distribuídos ao redor desse centro.

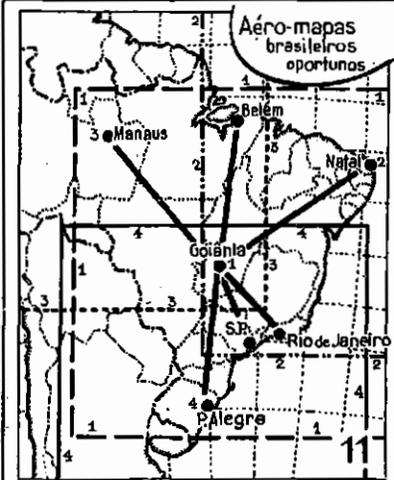
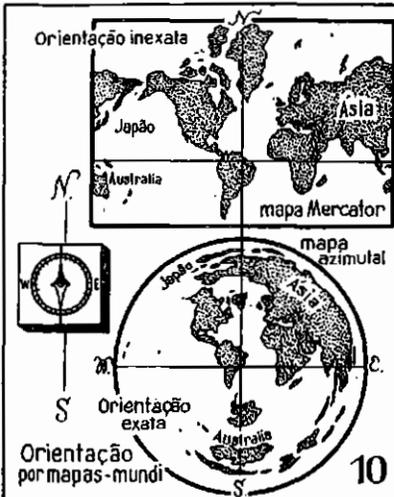
Assim, para fazer circular aviões, dirigir mensagens através das ondas hertzianas ou conduzir navios por sobre os mares, segundo rotas pré-determinadas, torna-se necessário conhecerem-se a distância e o rumo do trajeto a percorrer; ora, tais mapas e somente eles fornecem com facilidade esses elementos. Como já ficou dito, o rumo exato é obtido pela leitura sobre o transferidor marginal e a distância pela medida direta, obedecida a escala.

Servem, também, para determinar ou registrar a distância e a direção de transmissões radiotelegráficas e radiofônicas, como ainda a aproximação de aviões ou embarcações que se dirijam para o centro do mapa.

No caso de aeronaves e de navios, a posição geográfica transmitida permite sua localização sobre o mapa, através da rede de coordenadas geográficas e, feito isto, ter-se-á o rumo seguido ou a distância em que se encontram. Um exemplo expressivo de mapa para esta finalidade encontra-se no elaborado pelo Almirantado Britânico, sob n.º 5.085 e intitulado "The World on the Azimuthal Equidistant Projection"; nele aparecem, apenas, a rede de coordenadas de grau em grau e o contorno dos continentes, sem nenhum outro detalhe geográfico, a não ser, é claro, a cidade de Londres.

Os mapas em estudo prestam grandes serviços para a Meteorologia, pois servem para o registro dos dados recebidos pelas estações meteorológicas situadas ao redor de seu centro. Nos dias atuais, quando já é possível voar à volta do Mundo em menos de cinco dias sem interrupção e quando já é praticamente possível atingir qualquer ponto da Terra em 40 horas de vôo, torna-se sumamente importante ter-se em mãos um mapa que apresente as condições meteorológicas da rota a ser vencida em apenas três dias e poucas horas.

Cumpre, também, não esquecer a utilidade de tais mapas para a Sismologia: a fixação dos epicentros dos abalos sísmicos, das linhas isosseistas (igual intensidade) e cosseistas ou homosseistas (mesmo



DIREITOS RESERVADOS

JOÃO SOUKUP

Corte da folha de cálculo usada para o mapa de São Paulo

Centro: São Paulo - W. 46° 34', S. 23° 33'

Elementos	Ponto →	Estocolmo
Posição geograf.	E. 18° 05', N. 59° 20'	
colatitude ΔL	b	149° 20'
colatitude ΔS.P.	c	66° 27'
Δλ dif. de longitude	α	64° 34'
<hr/>		
lg cos b	n	9,93457
lg cos c		9,60157
lg cos bc	n	9,53614
bc	n	0,34367
lg sen b		9,70761
lg sen c		9,96223
lg cos α		9,63292
lg bcα		9,30276
bcα		0,20080
bc	n	0,34367
bcα		0,20080
cosa		0,14287
lg cos a		9,15494
a		180° 00' - 81° 47'
		- 98° 13' ou 98,217°
lg a		1,99219
lg (1°) III.182		2,04603
lg a III.182		4,03822
ortodromia a		10 920 Km
<hr/>		
lg sen α		9,95573
lg sen b		9,70761
lg sen ab		9,66334
lg sen a		9,99552
lg sen β		9,66782
β		152° 16'
azimute β'		27° 44'

Coord. polares de Estocolmo: 27° 44' 10920 Km

12

tempo), sobre cartas desse tipo, permite verificar a relação de direção e de distância entre a estação observadora (centro do mapa) e os abalos registrados pelos sismógrafos ou comunicados por outras estações.

Cartas isocrônicas, baseadas nessa projeção, são ideais para a representação do tempo gasto a fim de atingir-se determinado ponto por qualquer meio de transporte, a partir do centro do mapa.

Muitas outras cartas, em que iso-curvas sejam o meio de expressão do fenômeno estudado, seriam certamente mais expressivas se representadas na projeção azimutal equidistante e oblíqua, como também cartogramas estatísticos ou econômicos.

Interesse para o ensino da Geografia. — Para o estadista, o professor e o geógrafo, a utilização de aero-mapas traz vantagens apreciáveis. Uma delas é a possibilidade que oferecem para a orientação rigorosa pelos pontos cardeais e colaterais.

Se fizermos coincidir a linha N-S do mapa com a da bússola, estaremos habilitados a usar esse tipo de mapa-mundi tal como uma planta ou uma carta topográfica, na determinação de rumos. Tal propriedade é característica dos mapas azimutais, sendo impossível conseguir o mesmo com outros mapas-múndi de projeção diferente (Mercator, Mollweide, Goode, etc.).

Tendo sob os olhos uma carta em projeção azimutal, podemos contemplar o Mundo de uma forma panorâmica, como se estivesse num plano ao redor do nosso ponto de observação (centro do mapa). No caso de São Paulo, as terras mais distantes aparecem em sua verdadeira posição: ao norte, a Groenlândia, a Sibéria e o Japão; ao sul, a Antártida, a Austrália e a Nova-Guiné; a leste, a África, a Índia e a China meridional; e a oeste, o oceano Pacífico em toda sua imensidão. Tais fatos bastam para mostrar como a posição difere da dos mapas de uso comum, sem que as distâncias em que tais regiões se encontram deixem de figurar com rigorosa exatidão (Fig. 10).

No campo do ensino, o aero-mapa oferece ao aluno uma compreensão mais real das distâncias e das direções, relativamente à cidade escolhida como centro, evitando os erros a que muitas vezes sente-se conduzido pelos mapas-múndi utilizados comumente.

Considerando todas as vantagens que acabamos de apontar, pode-se concluir que o aero-mapa substitui muito bem o globo terrestre, quer para o estudante e o professor, quer para o estadista, quando pretenderem resolver problemas reais ou fictícios em que se torne necessário localizar aspectos físicos ou culturais em relação ao centro.

Importância para a aviação. — Inegavelmente, é a aviação que maiores proveitos pode colher com o uso de tais mapas e a ela se deve, sem dúvida, o renascimento dessa modalidade de projeção sobre um plano.

De fato, o planejamento de qualquer rota aérea exige, antes de mais nada, o conhecimento exato das distâncias e das possíveis escalas, o que pode ser dado imediatamente pelo mapa em projeção azimutal equidistante. Somente depois, para o estudo dos pormenores, deverão ser utilizados mapas em escala maior e noutras projeções.

É claro que, quando existirem mapas dessa natureza para um elevado número de cidades de importância comercial, cultural, política e estratégica, a fixação das rotas aéreas tornar-se-á mais fácil e mais cômoda, pois, então, os mapas não precisarão abranger o Mundo todo, podendo limitar-se a um determinado raio de ação. Nesta última hipótese, as cartas serão em formato menor, sob maiores escalas e não apresentarão, em seus bordos, uma deformação excessiva dos elementos geográficos.

Nos atlas escolares recentemente publicados na Grã-Bretanha, já aparecem mapas desse tipo, o que se justifica em virtude da imensa extensão do "Commonwealth of Nations", com sua admirável rede de linhas aéreas, sem falar na necessidade de preparar a juventude para a resolução dos problemas da hora presente. Também figuram eles em atlas publicados nos Estados-Unidos, na última década, ao lado de outros concebidos dentro dessa mesma orientação moderna e intuitiva.

O Mapa-Múndi tendo por centro a cidade de São Paulo. — Levado por tôdas essas razões, deliberou o autor elaborar um Mapa-Múndi tendo por centro a capital paulista, de maneira a contribuir com sua parcela para o aumento do número das grandes cidades mundiais que já possuem o seu aero-mapa.

Concluído o trabalho, foi o mesmo apresentado ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo, acompanhado do respectivo relatório; e graças à boa vontade das autoridades superiores foi, afinal, dado à publicidade, em meados do ano corrente.

São desse relatório, as palavras que se seguem e onde podem ser encontrados alguns detalhes a respeito de sua execução:

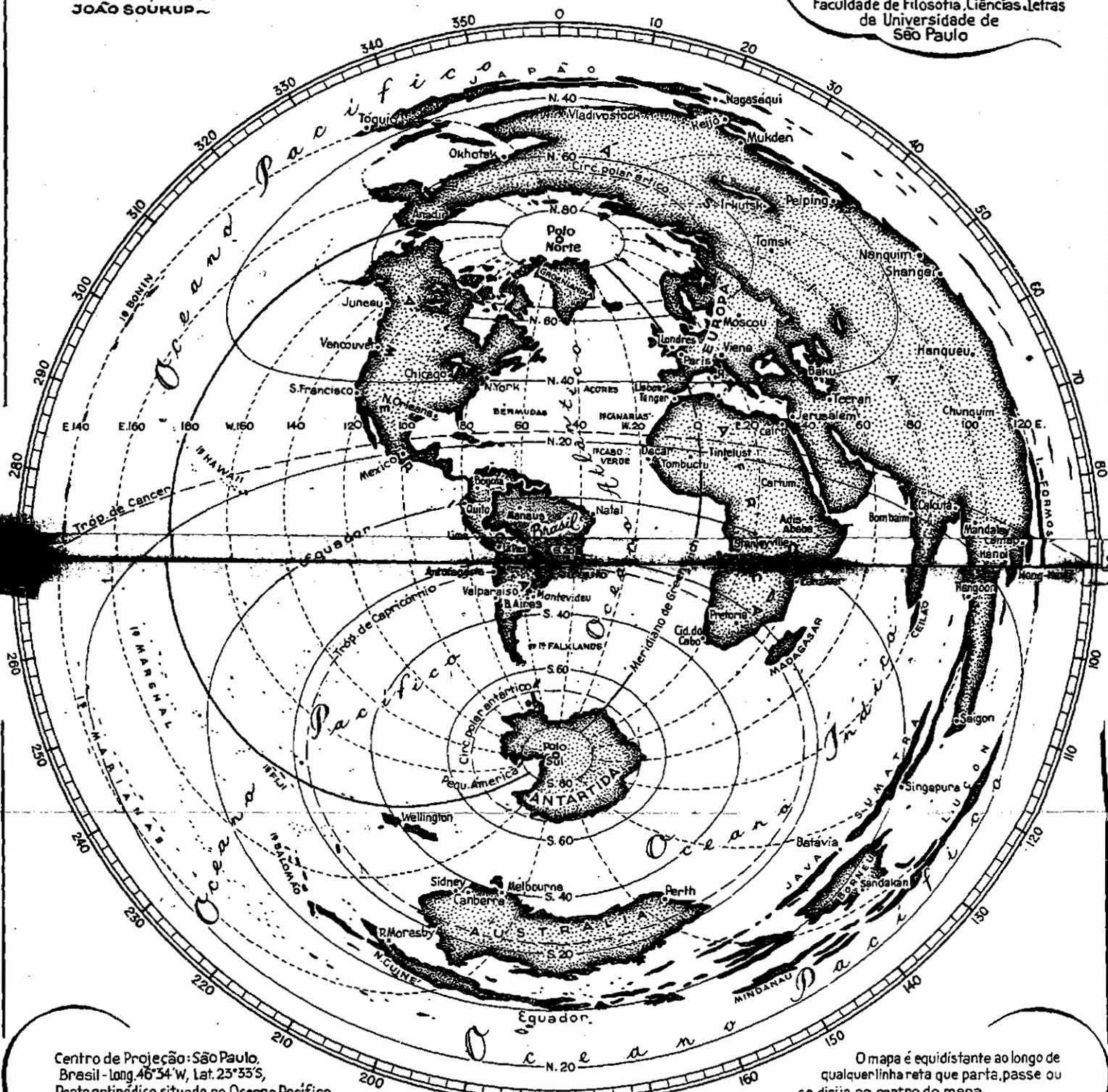
"O mapa elaborado, que tem por centro a cidade de São Paulo, representa tôda a superfície do globo e seu antípoda, que é um ponto situado no oceano Pacífico, figurado como círculo de diâme-

Mapa-Mundi

em projecção azimutal, equidistante e oblíqua, tendo por centro a cidade de São Paulo

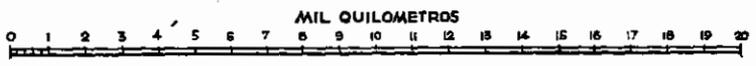
Elaboração de JOÃO SOUKUP~

Redução e simplificação do mapa de escala 1 : 75 000 000, editado em impressão multicolor, pelo Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo



Centro de Projecção: São Paulo, Brasil - Long. 46° 54' W, Lat. 23° 33' S, Ponto antipódico situado no Oceano Pacífico Long. 133° 26' E, Lat. 23° 33' N, representado no mapa pelo círculo marginal.

O mapa é equidistante ao longo de qualquer linha reta que parta, passe ou se dirija ao centro do mapa. O azimute de qualquer lugar em relação ao centro pode ser lido no círculo externo graduado.



tro igual ao de um círculo máximo, em consequência da projecção utilizada.

Para a construção da rede de coordenadas geográficas, tornou-se necessário o cálculo de 350 pontos de intersecção dos meridianos com os paralelos, o que significa que foi preciso calcular as coordenadas polares destes pontos em relação ao centro ou suas distâncias ortodrômicas e os azimutes. Os 350 pontos do hemisfério boreal foram construídos gráficamente, aproveitando-se a situação antipódica. Também foi necessário o cálculo para cerca de 290 lugares, tais como cidades e pequenas ilhas.

Todos esses cálculos foram realizados com o emprêgo de tábuas de logaritmos de 5 e, quando necessário, de 7 e mais decimais, a fim de ser obtida uma precisão razoável, levando em consideração que a escala da construção é de 1 : 50.000.000 (1mm = 50 km). O nosso planeta, como de costume em tais casos, foi considerado rigorosamente esférico.

A fim de diminuir o número de prováveis erros, foi organizada uma folha especial héliografada, destinada a facilitar o cálculo.

O primeiro desenho constou da construção da rede de coordenadas geográficas, isto é, do desenho dos meridianos e paralelos com suas curvas características. Isto feito, desenhou-se o correspondente original em papel vegetal para a obtenção de uma cópia héliográfica. Sobre tal cópia foram desenhados, então, os contornos dos continentes e as fronteiras políticas, trabalho este que se tornou difícil e fatigante para as regiões bastante afastadas do centro, devido à crescente deformação dos contornos. Serviram, para tal desenho, mapas regionais de confiança.

Ilhas isoladas, de certo destaque, foram localizadas por suas coordenadas polares, o que se deu também com as cidades que aparecem no mapa.

Concluída essa fase da elaboração cartográfica, foi o mapa pantografado, reduzido à escala de 1 : 75.000.000. Começou-se, então, o desenho definitivo sobre cartão apropriado, desta vez na escala de 1 : 75.000.000, repetindo-se a construção dos pontos e aproveitando-se, em parte, a redução para o traçado das formas.

O mapa definitivo, para ser apresentado e servir à impressão, foi desenhado em cores de tinta "gouache" e aquarela, de maneira a poder ser impresso a 8 cores, na técnica de impressão offset, muito recomendável para a reprodução de trabalhos dessa natureza.

O trabalho foi executado em todas as suas fases, na parte matemática como na artística, exclusivamente pelo autor; e são as seguintes as notas com referência ao tempo despendido na sua execução:

Começado em agosto de 1946, foi, pouco depois, prejudicado por outros afazeres do autor. Em seguida, trabalhou-se nos meses de novembro de 1947 a fevereiro de 1948, de abril a setembro e em dezembro de 1948, ficando a tarefa concluída no começo do mês de janeiro do ano corrente.

Ao todo, foram gastas 768 horas de trabalho intensivo, sendo 320 horas para os cálculos das ortodrômias e dos azimutes, 230 horas para a construção do mapa na escala de 1 : 50.000.000, e cerca de 218 horas para a elaboração do mapa definitivo, na escala de 1 : 75.000.000."

Outras cidades brasileiras que necessitam possuir seu aeromapa. — A elaboração de outros aeromapas brasileiros, tendo por centros Manáus, Belém, Natal, Goiânia, Rio de Janeiro ou Pôrto-Alegre, por exemplo, seria de alto interêsse e de grande utilidade não só para os nossos homens de ciência, como para aviação e para as estações rádio-transmissoras (de emprêsas comerciais ou de amadores). Na fig. 11, em que focalizamos tais exemplos, os lados dos mapas identificam-se pelo número do respectivo centro.

Infelizmente, a construção de cada um dêsses mapas, que devem ser precisos e exatos, implica numa série demorada de cálculos e uma verdadeira programação preliminar para a boa marcha dos trabalhos. Mesmo assim, estamos certos de que outros hão de compreender o valor de tal tarefa e a levarão a têrmo, seguindo o nosso exemplo.

Ao escrever as presentes linhas e ao elaborar os desenhos que as acompanham, tivemos em mira oferecer a nossa pequena contribuição no sentido da mais fácil interpretação dos aeromapas e da melhor avaliação das vantagens práticas e culturais que apresentam para todos quantos compreendam com exatidão o atual momento da história da Humanidade.