

N. 1-60

Coordenador: Cel AYRTON SALGUEIRO DE FREITAS

## ENGENHOS-FOGUETES E SATÉLITES

Revistas estrangeiras relatam, com alguns pormenores, os resultados a que chegaram os cientistas de astronáutica, reunidos em Congresso realizado em Londres, em setembro, próximo passado. Embora, ainda achando cedo para tirar conclusões dos relatórios apresentados, "A Defesa Nacional" julgou por bem levar ao conhecimento de seus leitores alguns dos resultados do Congresso e a opinião de alguns dos conceituados participantes.

### I — A VIAGEM À LUA — NÃO SERÁ AMANHÃ!

Cel AYRTON SALGUEIRO DE FREITAS

1. Sob o patrocínio da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço, cuja sigla, em português seria ANAE, reuniram-se, em Londres, cientistas americanos e europeus, para discutirem problemas referentes ao assunto. Os americanos foram os mais positivos em suas declarações. Os soviéticos falaram pouco e não disseram o que deles era esperado e os franceses cooperaram, modestamente, abordando algumas medidas científicas, particularmente sobre a propulsão nuclear. Os demais países, que se fizeram presentes agiram como meros espectadores, mas o Congresso de Astronáutica alcançou o fim desejado, qual seja, uma primeira

articulação entre os homens de ciência em busca da solução de um problema comum.

2. O Dr. H. Dryden, americano, presidente da ANAE, por ocasião da abertura do Congresso, discursou demoradamente. Sua tese baseou-se na procura de soluções científicas, através de intensa colaboração internacional, asseverando que os objetivos que se propõe a exploração do espaço, ultrapassarão, em breve, as possibilidades e os meios de uma única Nação, por mais poderosa que seja e por mais evoluídos que estejam os estudos de seus cientistas.

O Dr. Dryden, quando dizia que os meios de uma só Nação seriam insuficientes para a conquista do espaço cósmico, baseava sua afirmação, particularmente nas despesas que a ANAE tem feito e vai ter que fazer. Tais despesas fogem às possibilidades de um único país e mesmo, adicionando os orçamentos russos e americanos, talvez o montante não seja suficiente.

3. Continuando em seu relato, o cientista americano mostrou o vulto de despesas que os EUA têm, para atender às experiências espaciais.

“Para os projetos em curso, afirmou o Dr. Dryden, a ANAE utiliza foguetes feitos com partes de engenhos militares já existentes. O foguete DELTA, por exemplo, é construído para colocar, em órbita terrestre, um satélite de 225 kg. Tem um THOR-ABLE como primeiro estágio, foguete este de nossa Aviação Militar. Pretendemos, em 1960, lançar uma dezena desses engenhos e cada um nos custará mais de três milhões e meio de dólares. Nestas despesas, referentes ao ano de 1960, não está compreendido o gasto que deveremos ter no lançamento de balões de alumínio, cujos diâmetros variarão entre 30 e 90 metros e que servirão para o estudo da reflexão das ondas de radar e de rádio, fotografias da Terra em infravermelho, estudos meteorológicos, estudo das radiações solares e dos raios cósmicos.”

Muitas outras considerações foram feitas pelo Dr. Dryden. Referindo-se ao projeto VEGA, que deverá ser desencadeado logo após o DELTA disse que o VEGA terá como primeira seção o engenho balístico intercontinental ATLAS encimado por um cone de concepção nova e... *secreta*. O VEGA instalará em órbita um satélite artificial de 2.265 kg, ou então, enviará ao redor da Lua um satélite equipado com um transmissor de televisão. A ANAE deverá construir oito VEGAS, que já estão orçados em 92 milhões de dólares.

O CENTAURO será fruto da terceira programação americana. Sua primeira seção será, também, um ATLAS, mas a segunda será um foguete propulsado por hidrogênio líquido, em substituição ao querosene, habitualmente empregado. O CENTAURO deverá colocar em órbita um satélite de 3.625 kg, ou então uma estação autômata de ob-

servação de 330 kg. A ANAE está preparando seis foguetes tipo CEN-TAURO e as despesas irão a 96 milhões de dólares.

4. Continua o Dr. Dryden a propugnar pela aliança científica, afirmando que a observação dos satélites, o estudo da ionosfera, o estudo da propagação das ondas de rádio e a melhoria das previsões meteorológicas são problemas que interessam a toda humanidade. Assevera que, um sistema de satélites artificiais capaz de refletir os sinais de rádio e radar seria mais econômico e prático do que o dos cabos internacionais em uso atualmente.

Em suas considerações terminou por apresentar os dois projetos americanos, considerados, no momento, como os limites, em matéria de preços.

O NOVA será o grande projeto da ANAE, mas também, será o mais caro. A primeira seção do NOVA será bem mais potente que as dos foguetes atuais. Seus dados ainda são secretos, mas o impulso que desenvolverá será fantástico — cerca de três milhões de quilogramas. O NOVA terá sete seções e medirá, ao todo, cerca de 90 metros de comprimento por 16 de diâmetro na base. Poderá colocar em órbita um verdadeiro laboratório habitado e que pese entre 25 e 30 toneladas. Poderá, também, depositar na Lua, em dois dias e meio um homem e toda a aparelhagem necessária para o retorno à Terra, mas cada disparo custará, nada menos que quarenta milhões de dólares.

O "foguetes do pobre", idealizado pela ANAE, será o SCOUT, de combustível sólido e que não custará mais que quinhentos mil dólares. Servirá para colocar em órbita pequenos laboratórios automáticos. Talvez o foguete fique mais barato ainda, graças aos últimos estudos realizados pela Atlantic Research Corporation com relação ao "plastisol", mistura de matérias plásticas sólidas e líquidas à qual se acrescentam proporções secretas de alumínio em pó muito fino, já aprovado nos foguetes POLARIS que equipam os submarinos atômicos.

5. O Engenheiro Perrier, francês ligado ao Centro Nacional de Pesquisas Científicas fez interessante exposição dos trabalhos que realizou sob a direção do Prof. Brun, da Sorbonne. O estudo foi feito sobre as possibilidades de ser utilizada a propulsão nuclear. Nos motores atômicos em estudo um gás, fortemente aquecido no seio da pilha, é projetado por uma tubulação que propulciona o engenho pela reação.

O estudo apresentado por Perrier demonstra que se misturarmos ao gás, em proporção fraca, corpúsculos sólidos, como poeira de grafita ou carvão, estes corpúsculos passam por forte aquecimento, restituindo o calor ao gás, pois este é ejetado a uma temperatura muito mais elevada do que se fosse sem poeira. A velocidade de saída dos gases pela tubulação é quase proporcional à sua temperatura. Portanto, graças a esse processo poder-se-ia obter rendimento superior com um motor nuclear das mesmas dimensões ou mesmo mais reduzido, para obter o mesmo impulso.

6. As declarações do representante soviético foram bem interessantes. O cientista russo, em lugar de abordar problemas relativos ao avanço da ciência astronáutica da URSS, preferiu analisar o problema do envio do homem à Lua, utilizando os meios que os EUA possuem.

Segundo suas opiniões, a primeira etapa a transpor consiste em enviar um homem para circular em órbita, em redor da Terra, dentro de uma câmara que se possa recuperar. Para conseguir esta etapa os americanos aperfeiçoam atualmente seu avião-foguete X-15, cuja primeira seção deverá atingir a velocidade de cinco a seis mil quilômetros por hora e uma altitude máxima de 240 km, devendo a seção final, com uma velocidade de 27 a 28 mil km horários, transformar-se em satélite artificial habitado e recuperável. O problema do retorno à Terra foi objeto de diversas considerações feitas pelo cientista soviético, dando a perceber que, no momento, os russos lutam com a solução do mesmo. Referiu-se a foguetes refradores, isto é, foguetes que lançam jatos à frente, para diminuir a velocidade do engenho, mas assegurou que a estabilidade do satélite na órbita ainda não havia sido conseguida. Neste caso não se pode ter certeza de que o foguete refrador exerça sua ação no bom sentido e que não acelere a velocidade, em vez de contê-la.

Um delegado americano observou, então, que talvez a firma Avco Aviation, por meio de seus "freios-pára-queda" tenha encontrado a solução. Trata-se de um pára-queda de aço inoxidável, maleável, cuja abertura pode ser comandada como a de um pára-queda comum. Este pára-queda aberto juntaria as moléculas e átomos de gases ultra-rarefeitos que se encontram, mesmo no que se considera de *vazio sideral* e isto bastaria, dada a velocidade do satélite artificial, para diminuir progressivamente a velocidade, o que causaria a queda do engenho. Afirmam, os especialistas da Avco, que utilizando tal processo a aterragem do satélite poderá ser determinada com margem de erro de apenas alguns quilômetros. O cientista russo agradeceu as observações de seu camarada americano e continuou tecendo considerações sobre a viagem lunar, terminando por afirmar que "*não será amanhã que se enviará um homem à Lua*".

7. O Congresso teve um término auspicioso, pois, pelo menos, reuniu cientistas de diversas nacionalidades, todos empenhados em conhecer o avanço dos estudos de seus companheiros, em matéria relativa ao cosmo.

Os americanos, por ocasião do encerramento dos trabalhos voltaram a afirmar que estão em condições de construir, dentro de uns cinco anos, um foguete iônico, cuja propulsão será gerada por um jato de íônios de céσιο que a *Rocketdyne* está em via de experimentar.

Enfim, o Congresso de Londres demonstrou que em matéria de astronáutica, já são possíveis resultados concretos. Todavia, para que viagens planteárias como a Vênus e Marte, com possibilidade razoável de retorno, será necessário aguardar mais alguns anos, esperando que

motores iônicos, propulsores nucleares e outras aparelhagens estejam prontas.

Quanto à viagem à Lua, ficou demonstrada, também, sua inviabilidade em curto prazo. Talvez uma dezena de anos seja necessária para que o problema de ida e volta e ainda a permanência do homem na Lua, seja resolvido.

O mais interessante a concluir, após a reunião final do Congresso é que a afirmação do Dr. Dryden, da impossibilidade de uma única nação arcar com tôdas as despesas necessárias ao estudo do lançamento de satélites e a seu lançamento propriamente dito, foi aceita por todos os convencionais. O presidente da administração Nacional de Aeronáutica e Espaço, dos Estados Unidos, lançou a idéia de colaboração financeira e aliança científica. Pondo à margem, a honestidade de propósitos de tais idéias, podemos considerar que a realização do Congresso foi mais um longo passo de progresso no campo dos satélites.

**COMPANHIA DE SUPERFOSFATOS E PRODUTOS  
QUÍMICOS**

**MATRIZ**

**RUA PEDRO LESSA, 35 — CONJUNTO 1008**

Telefone: 52-3180

RIO DE JANEIRO

**AGENCIA**

**Rua Conselheiro Crispiniano, 398 — Conj. 1.101**

Telefone: 35-5080

SÃO PAULO

**FÁBRICA**

**Av. Alberto Soares Sampaio, s/n.**

Telefone: 44-1711 (Sto. André)

CAPUAVA (Mun. de Mauá)

**Ácido sulfúrico**

**Superfosfato de cálcio**

**Hipossulfito de sódio**

**Bissulfito de sódio**

**Metabisulfito de sódio**

**Produtos Químicos em geral**

## II — ESTUDOS SÔBRE A IONOSFERA

LUIS DE QUEIRÓS ORSINI

Do Departamento de Física da Escola Politécnica

Em 1 de julho, à hora zero, iniciou-se o Ano Geofísico Internacional. Durante os próximos dezoito meses, desde a profundidade dos oceanos até as mais altas camadas da atmosfera, do frio dos pólos ao calor dos trópicos, em latitudes e longitudes as mais diversas, pesquisadores de algumas dezenas de países dedicar-se-ão ao estudo físico da Terra, em escala nunca antes atingida. Extensos planos de pesquisas, cuidadosamente preparados nos últimos cinco anos, envolvendo grande cópia de aparelhos e numeroso pessoal científico, serão desenvolvidos, em todo o globo num clima único de cooperação internacional.

O plano geral de pesquisas durante o AGI já foi amplamente divulgado. Trataremos aqui somente das pesquisas a serem desenvolvidas sobre ionosfera e radiopropagação. Antes de dar ao leitor uma idéia dos trabalhos a serem realizados nesses setores é necessário determinar, brevemente, na descrição da ionosfera e seu papel na radiopropagação, para que se possa aquilatar qual a importância prática e científica dessas pesquisas.

### A IONOSFERA; UM POUCO DE HISTÓRIA

A história da ionosfera iniciou-se com o trabalho de dois estudiosos do magnetismo terrestre, Balfour Stewart e Schuster, que, em fins do século passado (1878-1889), dedicaram-se ao estudo das diminutas variações temporais do campo magnético terrestre, registradas em sensíveis magnetógrafos. Para explicar estas perturbações, os dois cientistas postularam a existência de uma camada elêtricamente condutora na alta atmosfera, na qual circulariam correntes variáveis, responsáveis pelas modificações do campo magnético. Como o conhecimento da alta atmosfera era assaz restrito nessa época, Stewart e Schuster situaram a camada condutora logo acima do nível em que se formavam as mais altas nuvens. Esta suposição, não podendo ser objeto de verificação experimental direta, não teve repercussão fora do círculo dos especialistas em magnetismo terrestre.

Alguns anos depois, em dezembro de 1901, Marconi estabelecia a primeira ligação por rádio sobre o oceano, comunicando-se de Cornwall com Newfoundland, abrindo novos horizontes para a técnica das telecomunicações e propondo um novo problema para a ciência: como

explicar a ligação, por ondas eletromagnéticas, entre dois pontos muito distantes, sobre a superfície quase esférica da Terra? Conheciam-se, na época, perfeitamente, as propriedades das ondas empregadas por Marconi; em particular, sabia-se que tinham a mesma natureza das ondas luminosas, diferindo destas apenas pela frequência (muito menor) ou comprimento de onda (muito maior). Era de esperar, portanto, que as ondas de rádio, como as luminosas, se propagassem em linha reta, em vez de acompanhar a superfície curva da Terra.

O problema criado pelo feito de Marconi atraiu a atenção de grandes cientistas. Em particular, Lord Rayleigh e Poincaré se propuseram a verificar se a difração — fenômeno que permite às ondas luminosas contornarem pequenos obstáculos — poderia explicar o resultado obtido. Após resolver um árduo problema matemático, concluíram estes cientistas pela negativa.

Em 1902, três outros pesquisadores aventaram, independentemente, a solução correta do problema. Heaviside, na Inglaterra; Kennelly, nos Estados Unidos, e Nagaoka, no Japão, mostraram que as ondas empregadas por Marconi foram “guiadas” através do Atlântico por duas esferas condutoras concêntricas: a superfície dos mares e uma camada condutora que deveria existir na alta atmosfera, camada essa que passou a chamar-se “camada de Kennelly-Heaviside”. Aparentemente, estes três cientistas ignoravam os resultados de Schuster e Stewart.

Postular uma nova camada na atmosfera e demonstrar sua existência são, no entanto, coisas bem diversas. A camada de Kennelly-Heaviside continuou ainda durante algumas dezenas de anos inatingível experimentalmente.

Nos anos seguintes à descoberta de Marconi a técnica das radiocomunicações desenvolveu-se extraordinariamente, sobretudo depois que Fleming e De Forest descobriram as válvulas eletrônicas. As ondas radioelétricas, porém, revelaram-se caprichos: ora alcançavam grandes distâncias, ora se negavam a atingir os lugares desejados. Os engenheiros de rádio verificaram rapidamente que as ondas muito longas eram menos inconstantes, de modo que elas se tornaram preferidas para as radiocomunicações.

Entrementes, a Física progredia a passos largos; em particular, os estudos dos gases ionizados progredia rapidamente, sobretudo pelos esforços de J. J. Thomson e sua escola. Assim é que, entre 1912 e 1924, Eccles e Larmor puderam apresentar uma primeira teoria da propagação das ondas eletromagnéticas em gases ionizados, mostrando que uma camada assim constituída poderia refletir ondas de rádio. Explicava-se assim o papel da camada de Kennelly-Heaviside na radiopropagação.

Pela razão já exposta, por essa época utilizavam-se para as comunicações radioelétricas exclusivamente ondas muito longas, ou seja, de frequência muito baixa. As ondas curtas (frequência superior a 1.500 quilociclos por segundo) eram reputadas inúteis para fins práticos;

permitiu-se então aos radioamadores, já numerosos, transmitirem em ondas curtas. Estes, conformando-se com uma decisão aparentemente desfavorável, passaram a trabalhar ativamente na região do espectro de freqüências que lhes foi atribuída. Com grande espanto, os radioamadores logo puderam verificar que estas freqüências, supostamente inúteis, lhes permitam realizar comunicações a longas distâncias com meios muito mais modestos que os utilizados pelas possantes estações emissoras comerciais ou oficiais então em operação. Os caprichos das ondas curtas não os desencorajaram e, em 1921, a Liga Norte-Americana dos Radioamadores pôde demonstrar, cabalmente, a possibilidade de comunicações transoceânicas por ondas curtas. Diga-se de passagem que esta descoberta custou caro aos radioamadores, privando-os, em pouco tempo, do uso da maioria dessas freqüências.

Visivelmente, comunicações do tipo acima só se poderiam realizar através de reflexões das ondas de rádio na camada de Kennelly-Heaviside, aumentando assim o interêsse prático do estudo dessa camada. Por outro lado, a evolução da técnica de rádio, colocando aparelhagem mais sensível à disposição dos pesquisadores, permitiu a Appleton e Barnett, em 1925, a demonstração direta da existência da camada de Kennelly-Heaviside, através do exame dos fenômenos de interferência entre a onda que se propaga diretamente do transmissor ao receptor e a que é refletida na camada ionizada. Aliás, o prosseguimento desses trabalhos fez com que Appleton fôsse mais tarde agraciado com o prêmio Nobel.

No ano seguinte Breit e Tuve, nos Estados Unidos, utilizando um aparelho que pode ser considerado o antepassado do radar, receberam ecos da camada de Kennelly-Heaviside, determinando, diretamente, sua altura. O aparelho de Breit e Tuve, convenientemente modernizado, converteu-se depois no mais eficiente para o estudo das regiões ionizadas da alta atmosfera. Voltaremos a êle mais tarde.

Demonstrada assim, diretamente, a existência de Kennelly-Heaviside, iniciou-se o seu estudo sistemático, que permitiu um conhecimento assaz detalhado da ionização da alta atmosfera. Em particular, verificou-se a existência de várias camadas ionizadas, estendendo-se de 60 até cêrca de 600 quilômetros de altura. Essa região da atmosfera passou a ser designada pelo nome genérico de *ionosfera*.

Os estudos teóricos também progrediram rapidamente; por volta de 1928, Appleton e Hartree, independentemente, aperfeiçoaram a teoria de Eccles e Larmor, criando a chamada *teoria magneto-iônica*, suficiente para explicar a maioria dos fenômenos associados com a penetração e reflexão das ondas radioelétricas na ionosfera e explicando a influência do campo magnético terrestre.

Uma brilhante confirmação direta dos resultados obtidos pelo estudo radioelétrico da ionosfera conseguiu-se recentemente, quando esta região pôde ser diretamente alcançada por foguetes; lá estavam as correntes previstas, há mais de meio século, por Stewart e Schuster.

Ocasionalmente, citemos um fato lamentável: o primeiro corpo lançado por mãos de homem à ionosfera foi, provavelmente, uma das bombas voadoras empregadas na última guerra.

### A IONOSFERA: CONSTITUIÇÃO E FORMAÇÃO

A terra é envolvida por uma espessa camada gasosa, a *atmosfera*, que se estende até cerca de 800 quilômetros de altura; para fins de estudo, a atmosfera é dividida em várias camadas, cujas propriedades mais interessantes estão resumidas na figura. Na camada inferior, a *troposfera*, passam-se os fenômenos meteorológicos, que determinam o tempo; logo acima, separada pela *tropopausa*, vem a *estratosfera*, que se estende até cerca de 50 quilômetros de altitude. Após a estratosfera, já atingida por balões tripulados, vem a *ozonosfera*, onde ocorre um fenômeno de grande importância para a vida terrestre; grande parte dos raios ultravioletas emitidos pelo Sol aí são absorvidos, transformando o oxigênio em ozona.

A temperatura da atmosfera baixa rapidamente com a altura, atingindo um mínimo de 50 ou 70 graus centígrados abaixo de zero à altura da tropopausa e aumentando em seguida, devido à absorção de energia dos raios solares.

Depois de um segundo mínimo, já na ionosfera, a temperatura sobe novamente, atingindo valores superiores a 1.000 graus acima de 400 quilômetros.

Sobre a ozonosfera, acima de 60 quilômetros, inicia-se a *ionosfera*, que se estende até 600 ou 800 quilômetros de altitude e se caracteriza pela presença de *átomos ionizados*, isto é, que perderam um ou mais elétrons, e de *elétrons livres*. Esta ionização se deve a várias causas, entre as quais predominam: radiações ou corpúsculos emitidos pelo Sol, impactos de meteoros, etc. Do ponto de vista radioelétrico é sobretudo importante a concentração de elétrons livres na ionosfera, na curva C da figura está indicada, esquematicamente, a variação dessa concentração com a altura. Observam-se aí vários máximos sucessivos, aos quais correspondem outras tantas *camadas ionosféricas*: *camada D*, de 60 a 100 quilômetros; *camada E*, de 100 a 150 quilômetros; *camada F1*, entre 150 e 200 quilômetros e *camada F2*, acima de 200 quilômetros. As camadas D, E e F1 só existem durante o dia, sua concentração eletrônica variando de acordo com a altura do Sol. A camada F2 persiste durante a noite, permitindo as radiocomunicações noturnas a grandes distâncias.

Ainda na altura da camada E aparece a *camada E esporádica*, assim chamada por não obedecer a leis regulares.

Não cabe aqui entrarmos em maiores detalhes sobre a ionosfera; basta dizermos que se conhecem atualmente as leis que regem o comportamento das várias camadas, ao menos no que diz respeito às suas características mais marcantes. Discutiremos mais tarde a importância desse conhecimento para as radiocomunicações.

Outra característica interessante da alta atmosfera é a variação da pressão com a altura, também indicada na figura. Verifica-se aí que a pressão passa de uma atmosfera, ao nível do mar, para um milionésimo de atmosfera a 100 quilômetros de altitude e um milionésimo de atmosfera e 500 quilômetros. Mais expressiva que esses números é a seguinte indicação: se todo o ar existente abaixo de 200 quilômetros de altura fôsse reduzido às condições normais (temperatura de zero graus e pressão de uma atmosfera) formar-se-ia uma camada gasosa de 8 quilômetros de espessura; mas se toda a atmosfera acima de 200 quilômetros fôsse reduzida às mesmas condições, teríamos uma camada de ar de apenas 2,5 centésimos de milímetros de espessura. Notemos também que a pressão à altura da camada F2 é da ordem da pressão no interior das válvulas de raio X, de onde se procura, com todo o esforço, extrair todos os traços de gás.

Finalmente, estão indicadas na figura as alturas em que ocorrem vários fenômenos: auroras polares, volatilização dos meteoritos, dando lugar à aparição de estrelas cadentes, formação de nuvens luminescentes. Indicamos também, na mesma figura, as alturas já atingidas pelos diversos tipos de foguetes, bem como a região em que se desenvolverá a órbita dos satélites artificiais.

O interesse imediato dos estudos de ionosfera que acabamos de discutir não se deve, no entanto, sobrepor à importância científica de tais estudos. Dêste ponto de vista, a ionosfera pode ser considerada como um vasto laboratório, em que é possível estudar-se o comportamento dos gases da atmosfera e sua ligação com as ondas electromagnéticas. As relações entre o estado da ionosfera e a atividade solar, sua influência sobre o campo magnético terrestre, as perturbações por ela introduzidas nas observações radioastronômicas, seu efeito sobre os foguetes que a atingem, são outros tantos problemas científicos cuja importância cresce dia a dia. Outra categoria de problemas muito importante diz respeito à chamada "estrutura fina" da ionosfera. Para citar apenas um exemplo, as turbulências nas camadas ionosféricas possibilitam a propagação além do horizonte das ondas de frequência muito elevada, como as empregadas em televisão.

A importância prática e científica do estudo da ionosfera justifica a grande parcela de trabalhos que lhe será dedicada durante o Ano Geofísico Internacional. Passemos a descrever este plano de trabalhos tratando, ao mesmo tempo, daqueles referentes à radiopropagação, que lhes são intimamente relacionados.

#### TRABALHOS SOBRE A IONOSFERA E A RADIOPROPAGAÇÃO DURANTE O ANO GEOFÍSICO INTERNACIONAL

Os planos de trabalhos sobre ionosfera e radiopropagação para o AGI incluem observações de duas categorias: observações sinóticas, que serão feitas com continuidade durante todo o período e sobre extensões consideráveis da superfície da Terra, e observações especiais,

a serem realizadas de maneira menos regular no que diz respeito à sua distribuição especial ou temporal.

As principais observações sinópticas são as seguintes: sondagens ionosféricas em incidência vertical, medidas de ruídos radioelétricos naturais, observação da retrodifusão em incidência oblíqua e registro de "assobios". Dentre as observações especiais, merecem destaque as seguintes: observação da difusão para diante e para trás em incidência oblíqua, medida da absorção ionosférica, medida do coeficiente de reflexão da camada. E esporádica, observação da cintilação de radioestrêlas e movimentos da ionosfera, observação de casos de propagação anômala por radioamadores.

As sondagens ionosféricas em incidência vertical fornecem o maior número de dados sobre a ionosfera, cabendo-lhes, assim, a primeira prioridade no programa do AGI. Estas sondagens se efetuam por meio de aparelhos automáticos, chamados *ionossondas*, constituídos por um transmissor e um receptor, automaticamente sintonizados. O transmissor envia pulsos radioelétricos na direção vertical, em frequências que variam de 1 a 20 ou 25 megaciclos por segundo, nos aparelhos mais comuns. O receptor recebe os pulsos refletidos na ionosfera, os *ecos ionosféricos*, ao mesmo tempo que o pulso direto do transmissor. Estes pulsos são registrados automaticamente por um sistema constituído de uma válvula de raios catódicos e uma máquina de filmar. Obtêm-se assim os *ionogramas*, de que se podem extrair os dados quantitativos desejados.

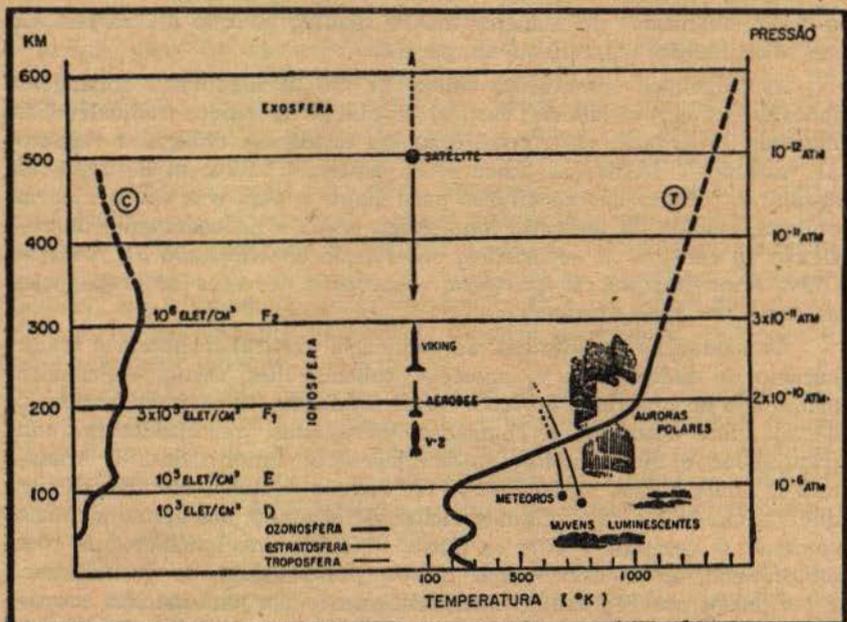
As sondagens ionosféricas realizam-se uma vez por hora, no mínimo, dia e noite; daí a necessidade de ionossondas automáticas, comandadas por relógios.

Durante o AGI funcionam cerca de 150 estações de sondagens ionosféricas. Na sua distribuição sobre a Terra procurou-se estabelecer uma "grade" conveniente; para isso, as estações foram dispostas preferencialmente em torno dos meridianos de 70-80 graus oeste, 10 graus leste e 140 graus leste, bem como sobre o equador geomagnético. Essa disposição permitiu obter dados isentos do efeito de longitude geográfica (sobre cada um dos meridianos), bem como o estudo de fenômenos peculiares à região equatorial.

As zonas auroras foram também objeto de estudo detalhado; numerosas estações de sondagens ionosféricas foram estabelecidas nas regiões Ártica e Antártica.

Outro programa sinóptico de grande importância prática diz respeito à medida de ruídos radioelétricos, ou seja, a "estática", que os ouve nos receptores de rádio, na ausência de estações. Este programa utilizará, nas Américas, aparelhos registradores automáticos especialmente desenvolvidos pelo "National Bureau of Standards", dos Estados Unidos.

A descrição dos demais estudos programados, tanto os sinópticos quanto os especiais, levar-nos-ia demasiado longe. Para concluir, passemos a tratar da contribuição brasileira para o AGI.



Constituição da alta atmosfera.

### A CONTRIBUIÇÃO BRASILEIRA PARA AS PESQUISAS DE IONOSFERA E RADIOPROPAÇÃO

Como não poderia deixar de ser, os pesquisadores brasileiros, apesar da habitual penúria de recursos, atenderam prazerosamente ao apêlo das associações científicas organizadoras do AGI. Assim, o Brasil cooperou ativamente em vários setores de pesquisas como, por exemplo: meteorologia, oceanografia, latitudes e longitudes, raios cósmicos, ionosfera e radiopropagação e geomagnetismo.

Em particular, o Departamento de Física da Escola Politécnica de São Paulo, que vinha mantendo em funcionamento uma estação de sondagens ionosféricas desde 1953, ficou encarregado do setor ionosfera e radiopropagação, trabalhando em cooperação com o Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo e a Diretoria de Eletrônica da Marinha. Parte importante dos recursos para estes trabalhos foi fornecida pelo Conselho Nacional de Pesquisas. O Instituto de Tecnologia Aeronáutica, de São José dos Campos, encarregou-se de trabalhos com um aparelho registrador de ruídos radioelétricos, fornecido pelo "National Bureau of Standards".

Até a reunião do Congresso Interamericano para o AGI, em julho próximo passado, o programa brasileiro de ionosfera constava dos seguintes pontos: operação da estação de sondagens ionosféricas

cas de São Paulo (localizada na futura Cidade Universitária); medida da absorção ionosférica por dois métodos distintos: através da comparação de amplitudes dos ecos ionosféricos e pela medida dos ruídos cósmicos; medida de ruídos radioelétricos em São José dos Campos. Após a reunião acima referida, mais dois tópicos foram acrescentados: operação de uma ionossonda em Natal, a cargo da Marinha do Brasil e observação da difusão para diante em incidência oblíqua, em São Paulo. Os equipamentos para êsses dois pontos do programa serão fornecidos pelo Comitê Norte-Americano para o AGI.

O programa acima é bastante modesto, sobretudo se cotejado com aquêles dois grandes países. No entanto, exigiu grande esforço pessoal de parte dos seus executores, para sobrepujar a escassez de meios e as condições adversas à pesquisa científica no Brasil. Como prêmio de seus trabalhos esperam êstes pesquisadores contribuir para aumentar a projeção do nosso país no concôrto das nações, além da satisfação íntima em participarem de um grande plano internacional de pesquisas.



### A FÔRÇA DA BOA LEITURA

“São os livros uns mestres mudos que ensinam sem fastio, falam a verdade sem respeito, repreendem sem pêjo, amigos verdadeiros, conselheiros singelos: e assim, com a fôrça de tratar com pessoas honestas e virtuosas, se adquirem insensivelmente os seus hábitos e costumes, também a fôrça de ler os livros se aprende a doutrina que êles ensinam. Forma-se o espírito, nutre-se a alma com bons pensamentos e o coração vem por fim a experimentar um prazer tão agradável, que não há nada que se o compare: e só o sabe avaliar quem chegou a ter a fortuna de o possuir.”