

OS CLIMAS DO PASSADO

ADALBERTO SERRA

A Terra se formou há 3 bilhões de anos, tendo a solidificação da respectiva crosta ocorrido há quase 2 bilhões; assim, a rocha mais antiga que se conhece é a pegmatita de Manitoba, já com 1,7 bilhão de anos.

Lentamente, sob o gradual resfriamento do planeta, a atmosfera se individualizou, acarretando as fortes pressões iniciais a combinação do hidrogênio e oxigênio. Seguiu-se tremendo dilúvio, tendo a água, que caiu durante vários séculos, lotado os primitivos oceanos.

Daí em diante, no decorrer da sua história, o nosso globo experimentou épocas quentes e frias, a seguir caracterizadas.

1) *Períodos quentes*

Embora nenhum ente humano os tenha conhecido, pois nos encontramos numa era glacial em retrocesso, é certo que tais períodos ocupam 9/10 da cronologia terrestre, e constituem, por assim dizer, o clima "normal" do mundo, com temperatura 6° superior à atual. Como esta já se encontra 3° acima da reinante no glacial típico, resulta uma diferença média de 9° entre os períodos quente e glacial.

Sob o ponto de vista geográfico, as épocas de aquecimento apresentam continentes reduzidos e desérticos, com nível médio de 170 metros, traduzindo a quase ausência de montanhas, gradualmente eliminadas pela erosão. Os oceanos, muito extensos e abertos, ficam então percorridos por correntes cálidas, assegurando todo o suprimento de calor aos pólos, tanto mais que não se notam os atuais estreitos, ficando livre o acesso de água tropical às calotas.

O gelo não existe aliás nestas épocas, nem mesmo nos continentes durante o inverno. Embora as terras sejam então mais frias, não se produz congelamento, e muito menos a formação dos anticiclones glaciais.

No início da época quente, há na verdade algum gelo nos pólos. Mas a área sólida vai-se reduzindo em cada verão, e as geleiras dissolvendo no mar, que por isso aumenta de nível; tal fato alarga os estreitos, permitindo às águas aquecidas invadirem o Ártico.

Ao fim de séculos, todo o *ice-field* se partiu, formando-se a época quente na sua plenitude. E agora, livres da superfície gelada inferior, os pólos se aquecem fortemente (fig. 1).

Assim na atualidade é de -40° a temperatura do Ártico. Se isento de gelo, seria de -4°, e dêsse modo o congelamento retornaria. Mas bastaria um aquecimento geral de 3° para superar o ponto de fusão, nunca mais voltando o gelo aos pólos, cuja temperatura subiria assim de 38°.

Como vemos na fig. 1, é bem menor neste caso o gradiente de temperatura equador-pólo, derretendo-se logo nos oceanos qualquer neve caída.

Torna-se também impossível, por serem mais quentes e leves as colunas de ar, a formação dos anticiclones frios polares, e respectivos ventos de E na superfície. A atual Frente Polar, zona de conflito entre aquelas correntes e as de W da zona temperada, deixa de existir, o mesmo sucedendo às respectivas chuvas.

Dêsse modo a circulação zonal de W domina até os pólos, onde apenas surgem fracos ciclones, e as calotas permanecem aquecidas, trazendo-lhes calor a componente superficial de atrito.

A pressão ao nível do mar é portanto mínima na latitude 90°, como hoje só se verifica acima de 3 quilômetros.

Devemos notar porém, que a constância da velocidade de rotação do planeta implica num equilíbrio do *momentum* das correntes W e E. Assim se, em relação à época atual, desaparecem os ventos polares de E, substituídos pelos de W, é certo que os equatoriais de E precisam aumentar de área. Em consequência os centros de ação oceânicos se reforçam, e avançam para maiores latitudes durante as épocas quentes. Isto assegura aos continentes, então reduzidos, fortes baixas térmicas, e condições desérticas ou de chuvas escassas (fig. 2), como sucedeu, por ex., no Terciário.

Resulta do que dissemos a ausência de ventanias e chuvas frontais típicas. Apenas no verão ocorrem trovoadas e breves aguaceiros, sendo fraca a precipitação recebida, e elevada a temperatura. No inverno, bastante suave, formam-se nevoeiros e alguma chuva nos pólos. A nebulosidade é geralmente reduzida, predominando os dias claros. Segundo os modernos conceitos, tal situação corresponde a um "elevado index zonal", com fortes ventos de W no solo, e vortex polar reduzido em altitude. A circulação tem um cunho sobretudo zonal, sendo fraca a troca de massas no meridiano.

2) *Períodos glaciais.*

No decorrer da sua história, experimentou a Terra quatro grandes glaciações, a saber:

- a) No Proterozóico inferior, há 750 milhões de anos.
- b) No Proterozóico superior, e pré-Cambriano, há 500 milhões.
- c) No Carbonífero superior, há 250 milhões.
- d) No Quaternário, há um milhão de anos, situação cujo fim estamos vivendo.

Tais fases geladas ocorreram com intervalos de 250 milhões de anos, próximo do ciclo de 200 milhões gasto pelo Sol na sua rotação em torno à Via Láctea.

Além das já citadas, três outras glaciações menos intensas também ocorreram: a primeira entre as duas do Proterozóico, a segunda no Siluriano (entre as do pré-Cambriano e Carbonífero), e a terceira no Cretáceo-Eoceno, entre as duas últimas grandes glaciações, tudo conforme consta da fig. 3.

Pela citada figura, as épocas glaciais surgem cerca de cinco milhões de anos após a formação das grandes cadeias e maciços: temos a do Carbonífero,

depois do Herciniano, a do Quaternário em seguida ao Alpino. E novas elevações, embora menores, no Siluriano, Cretáceo e início do Terciário.

Desde já convém acentuar que, excetuando a do Carbonífero, ocorrida perto do equador, as demais glaciações se produzem, como era de esperar, nas regiões polares dos dois hemisférios.

A temperatura média da Terra, então 9° abaixo da reinante nas épocas quentes, é também, como vimos, 3° inferior à atual.

O que foi dito já permite caracterizar geográficamente as épocas frias: apresentam elas grande relêvo do solo, tendo sido por ex. de 1 200 metros a altura média das terras no auge da glaciação quaternária. Mesmo agora, ela é ainda de 800 metros contra 170 metros já indicados para as épocas quentes.

Isto se deve a que, após o ciclo já citado de 250 milhões de anos, caracterizado por terras planas, as forças internas fazem elevar os continentes, criando os dobramentos das montanhas, e abaixando o fundo dos mares.

A erosão traz para êstes últimos grandes depósitos, que pelo seu pêsso recalcam o fundo oceânico, forçando assim nova elevação das cadeias, e aí fazendo explodir os vulcões.

O atraso citado de 5 milhões de anos na formação da área glacial se prende ao tempo necessário para que as chuvas de relêvo formem geleiras, e a erosão, ajudada por estas, venha corroer as montanhas, acentuando vales e picos onde o gelo melhor se acumule (fig. 4).

Há que acrescentar o atraso de 100 000 anos necessário ao gradual resfriamento dos mares. Êstes precisam esperar a lenta glaciação dos oceanos polares e sua contínua alimentação pelos *icebergs*, provenientes das geleiras, quando as últimas acabam descendo à planície.

A ação dos fatores geográficos é contudo despertada por uma queda na radiação solar recebida; esta provém ou de ciclos internos no Sol, ou da cortina formada pelo fumo dos vulcões, cuja atividade, como já dissemos, é máxima nos períodos de relêvo terrestre.

Além de refer o gelo, a elevação das montanhas acarreta quatro novos fatores de resfriamento:

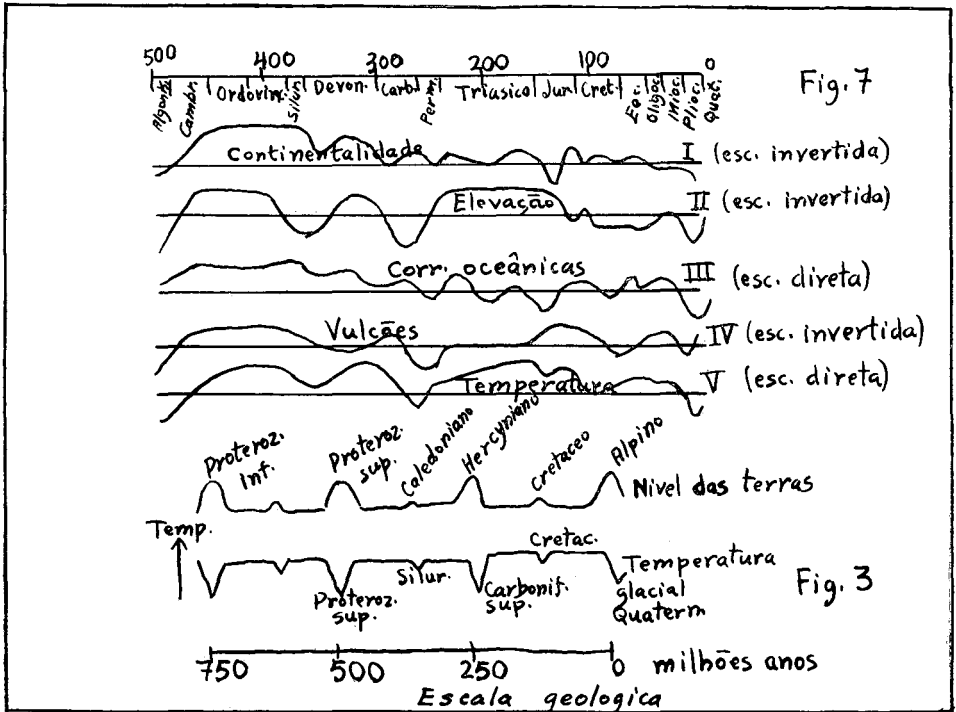
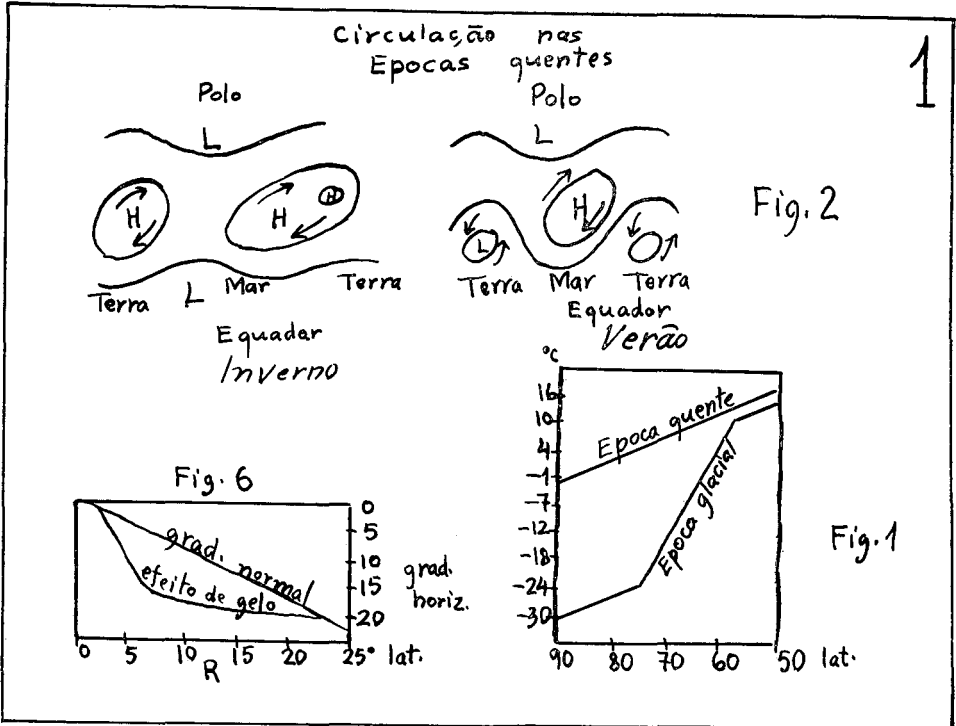
- 1.º) Queda de temperatura com a altitude.
- 2.º) Maior reflexão, pelas nuvens, da radiação solar.
- 3.º) Idem pela neve.
- 4.º) Perda de calor, pela maior evaporação da chuva.

Vejamo-los em ordem:

1 — Cada elevação de 300 metros resulta numa queda de 1,6 na temperatura, e assim, descontando a área oceânica, de 0,5 para tôda a Terra.

Além disso, o simples aumento da área terrestre, se ocorrido em latitude superior a 45°, a faz cair de muito a temperatura anual: pois a média do inverno desce muito mais do que sobe a do verão, em relação à uniformidade térmica oceânica.

O mesmo aumento de terras, se ocorrido porém abaixo da latitude 45°, eleva bastante a temperatura de verão, mas pouco reduz a de inverno, resultando num aumento da temperatura média anual.



Em números, o acréscimo de 10% na área continental causa uma elevação da temperatura de 2°,0 no equador, 1°,5 na latitude 20°, e 0°,3 no paralelo 40; produz contudo um decréscimo de 1°,0 na latitude 60°, e 1°,8 na de 80°.

E' claro que tais fatores agirão de maneira oposta, com diminuição na área terrestre, como sucede nas épocas quentes. Nestas, por ex., a simples queda

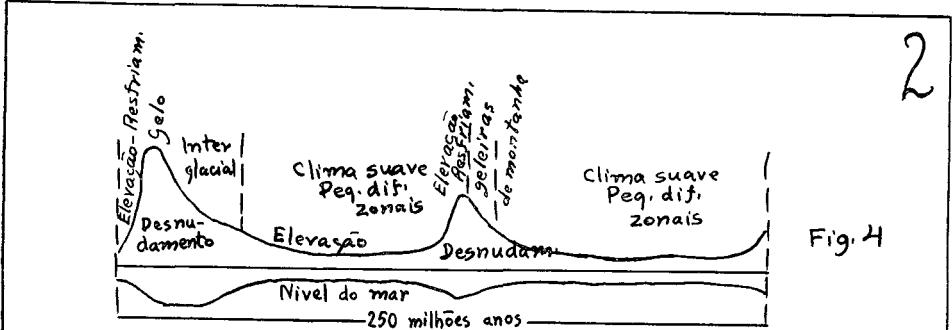


Fig. 4

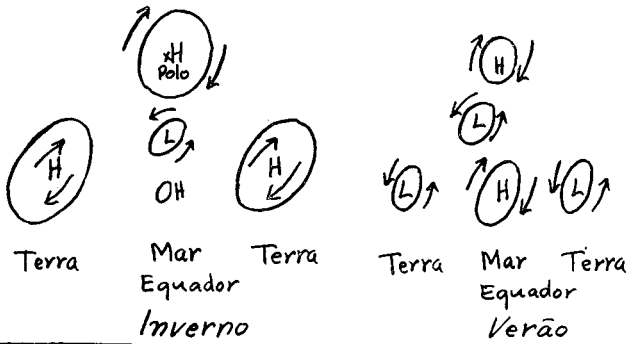


Fig. 8

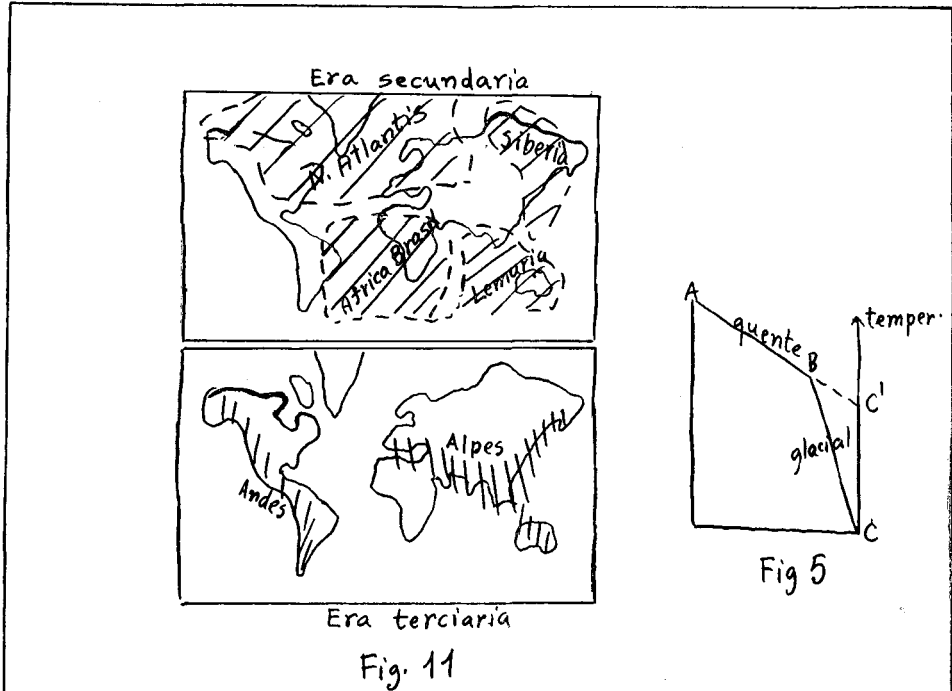


Fig 5

Fig. 11

de 10% já referida, ocorrendo acima do paralelo 60°, basta para elevar a temperatura do inverno em 4°,0.

E, como adiante veremos, o fator glacial agrava muito o efeito das terras. Assim a queda de temperatura, que se daria só até C', atinge C pelo efeito do gelo (fig. 5).

2 — Também um aumento de 1/10 na nebulosidade, pela maior reflexão da radiação solar, permite uma queda de 3°,0 na temperatura. Ora, a elevação dos continentes, trazendo-os acima do nível médio de condensação, logo acarreta nuvens e chuvas de relêvo. Atualmente, só 12,5% das terras se encontram acima do nível de condensação, em média 1,7 quilômetros.

Um simples aumento de 300 metros já colocaria 21% da área continental além daquele nível, trazendo a tôda a Terra (com desconto da área oceânica) uma queda de 0°,2.

Levando em conta que a perda pela reflexão é de 7% para a nebulosidade 2, 18% para a nebulosidade 5, 32% para a nebulosidade 8 e 59% com céu encoberto, vemos que a temperatura média do globo, ora de 15° na cobertura média 5,4, aumenta para 18° com a de 4,4 (época quente), e cai para 11° sob 6,4 (época glacial).

3 — Já a maior área de neve das eras glaciais acarreta, pelo albedo, um resfriamento de 0,8° na superfície máxima ocupada. Não esquecer ainda a influência, já citada, do gelo polar nos grandes frios do Ártico (média atual -40°).

4 — O aumento da precipitação nas eras glaciais pode ser calculado em 20% sôbre o total vigente.

Ora, como a evaporação cresce na mesma proporção (uma vez que é sempre igual à chuva) deverá fazer baixar a temperatura do planêta em 0,7. Pois atualmente ela é responsável por um resfriamento de 3,5°.

Somando as quatro parcelas temos para o resfriamento oriundo dos fatores geográficos: $0,5 + 0,2 + 0,8 + 0,7 = 2°,2$.

EFEITO DO GÊLO

Sob a influência da enorme área gelada (que atingiu 33 milhões de quilômetros quadrados no Quaternário, tangenciando o paralelo 38°N), os mares têm o seu nível rebaixado (85 metros aquém do atual naquela época). Desce igualmente a linha de neves eternas, então inferior em 800 metros à altura presente.

Também os pequenos estreitos isolam os oceanos polares, dificultando o acesso a êstes últimos das correntes marinhas quentes, o que resulta num maior resfriamento das calotas.

No início da era glacial, o gelo formado no inverno, quando a temperatura do mar atinge -2°,2, derrete no verão, para voltar a crescer novamente na estação fria seguinte. Ao fim de vários séculos, embora a temperatura ártica ainda se conserve superior a 0° no verão, o gelo não mais se funde, crescendo com rapidez até um raio de 8 graus terrestres, e a seguir lentamente.

Assim o Ártico, agora gelado no inverno até 67° N, mantém o gelo no verão em 78° N, com raio R de 12°.

Note-se que na atualidade a superfície glacial da Terra monta a 15 milhões de quilômetros quadrados, menos da metade da existente no auge do Quaternário.

Formada a área sólida, o seu efeito posterior será função do diâmetro:

Enquanto este não atingir 1 300 quilômetros, o gelo apenas resfria o ar, mas pouco modifica a circulação. Contudo, para diâmetro superior a 1 800 quilômetros, logo se forma o anticiclone glacial, em cujo centro a radiação acarreta céu limpo, divergindo da periferia ventos frios, que gradualmente propagam a faixa gelada às áreas vizinhas. Isto porque, à proporção que nos afastamos do pólo, a temperatura cresce de hR pelo efeito da latitude, mas diminui de KR^2 sob a influência da área sólida, assim dominante (fig. 6).

O gelo avançará portanto até que o resfriamento inicial (t) somado ao da influência superficial (KR^2) iguale o aquecimento latitudinal. De $t + KR^2 = hR$, vem $R = \frac{h - \sqrt{h^2 - 4Kt}}{2K}$ abandonado o sinal + para que a $t = 0$ corresponda $R = 0$.

Além dos fatores geográficos há que acrescentar, como dissemos, a ação de outros, capazes de reduzirem a quota da radiação solar recebida. Já se apelou para causas astronômicas (CROLL, ZEUNER) como a variação de obliquidade da eclíptica, precessão dos equinócios, e excentricidade da órbita terrestre. Mas tais hipóteses não resistiram à crítica, de vez que supõem glaciações “não simultâneas” nos dois hemisférios, o que nunca aconteceu.

WEGENER procurou no deslocamento dos continentes a explicação desejada: tal mecanismo se encontra hoje desacreditado, o mesmo sucedendo ao fundado nas variações do gás carbônico.

PETERSON atribui às transgressões oceânicas e à força das marés, variável com as posições da Lua, a causa das glaciações.

Veremos adiante maiores pormenores do assunto, que poderão justificar as “pequenas” variações glaciais.

O mesmo se dá aliás com as hipóteses de HUNTINGTON e SIMPSON, baseadas nas variações das manchas e radiação do Sol. Tais fatores agem, sem dúvida, mas não bastam para explicar as grandes eras de gelo.

Como vemos na fig. 7, tôdas as causas geográficas são concordantes e se reforçam mutuamente, numa explicação lógica. Mas não bastam, de vez que não sofrendo a Terra variações geográficas em nossos dias, como explicar as oscilações de clima relacionadas pela história? É aí que as mudanças na radiação solar têm a sua vez.

Resta-nos ainda examinar o fator vulcânico, suficiente, mesmo sem variações do próprio Sol, para reduzir a entrada de radiação no planeta, segundo HUMPHREYS.

Aquêle age através da difusão: O diâmetro das cinzas sendo de $1,85\mu$, maior portanto que o comprimento de onda da radiação solar, esta será difundida para o espaço, reduzindo-se o aquecimento terrestre. Não há porém qualquer

redução na radiação emitida, que pela lei de WIEN, ocorre em ondas longas, de comprimento superior a 6 vezes o da poeira vulcânica.

Assim, por ex., 50 anos de erupções como a do Katmai, que reduziu em 20% a radiação solar, já fariam cair de 5° a temperatura da Terra

Um tal fator, que sempre acompanha a formação das grandes cadeias, contribui portanto decisivamente para o início das épocas frias

Vejam agora a circulação dominante em tais eras (excetuando a do Carbonífero):

O pêso de ar frio acarreta um anticiclone no pólo, com ventos superficiais de E, que se opõem, na Frente Polar, aos de W da zona temperada. Aquela descontinuidade se encontrava aliás em latitudes bem inferiores às de hoje: no rigor do Quaternário, os seus ciclones, que varriam o Mediterrâneo, permitiram chuvas no Sahara, enchendo também os grandes lagos da América Setentrional e Sibéria

O equilíbrio de *momentum* já referido obriga agora a uma redução dos ventos de E equatoriais, ficando os centros de ação mais fracos e deslocados para o trópico

Isto permite fortes aguaceiros na Frente Equatorial, os quais no Quaternário formaram os lagos africanos e as geleiras do Quênia, reforçando tal circulação ainda as monções asiáticas.

As épocas glaciais têm pois maiores chuvas, sobretudo nas bordas da área gelada, superando talvez em 20% a precipitação atual

Segundo WILLETT, tal quadro corresponde a uma época de baixo index-zonal (fig 8) assim caracterizada: forte ciclone polar, estendido até baixas latitudes, acima de 3 quilômetros — Ventos de E no pólo, em tóno de um anticiclone glacial. Fracos centros de ação, e grandes altas continentais frias, com circulação sobretudo meridiana, sendo pouco intensa a zona de W

Conhecidos agora os elementos meteorológicos das épocas glaciais, será possível explicar as variações notadas entre os avanços e recuos do gêlo, ou seja os períodos “interglaciais”

Êstes só foram bem caracterizados, como veremos adiante, na glaciação do Quaternário, embora existissem também nas demais.

Assim, quando a temperatura do verão se reduz, a linha de neves eternas também desce, e as geleiras atingem os oceanos, que esfriam. Tal fato reduz a evaporação, e portando a chuva e a neve do mundo, voltando a espessura da última a decrescer nas montanhas. O anticiclone glacial, por sua vez, com céu limpo no centro, resulta em menor precipitação

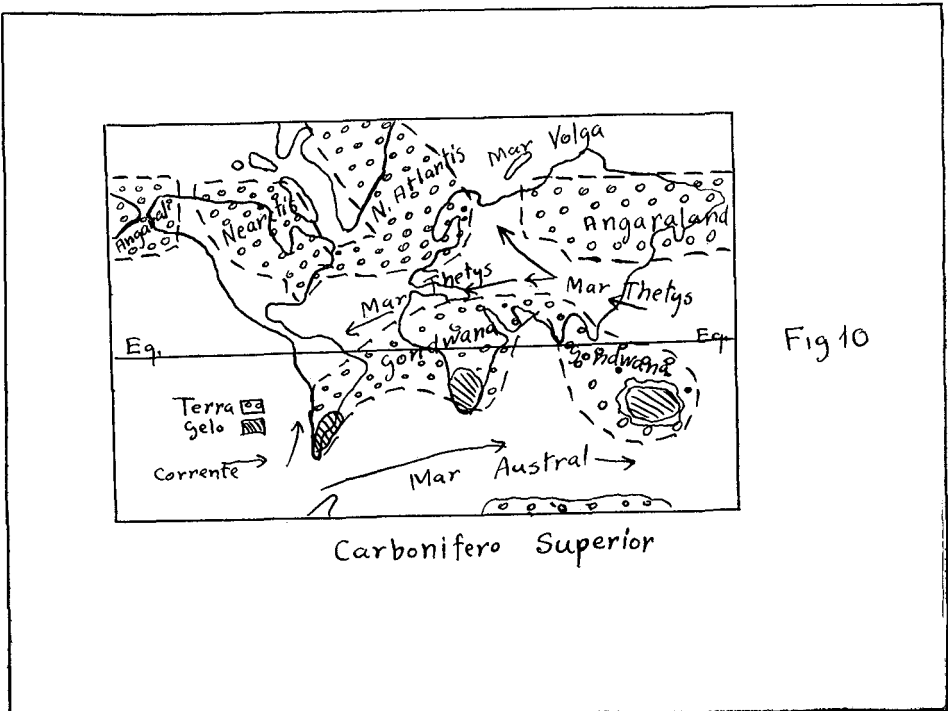
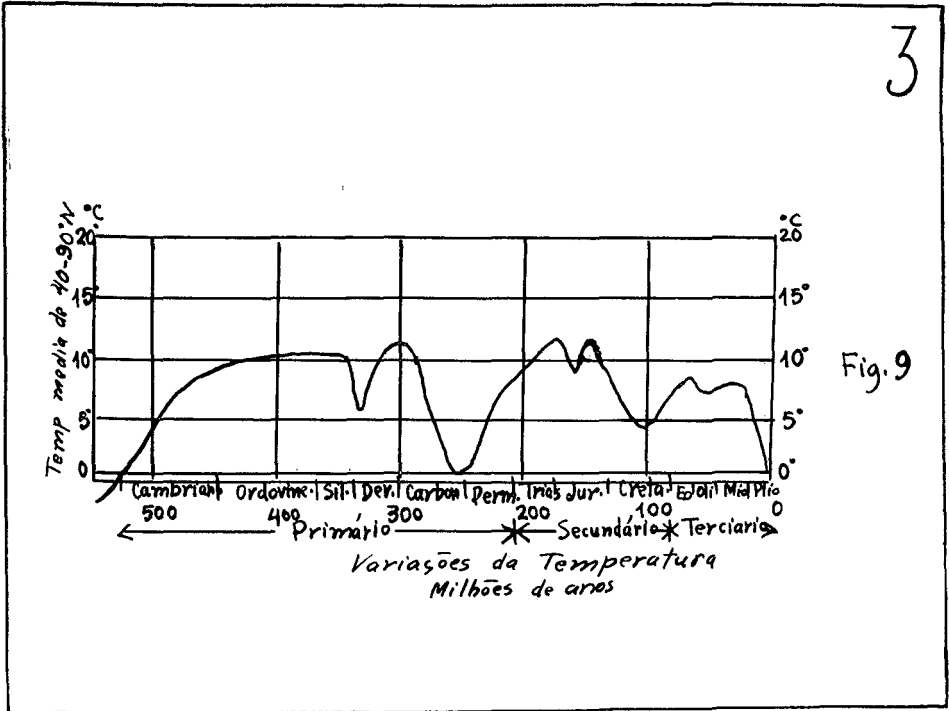
A linha de neves eternas recua então, estabelecendo-se um período interglacial, de menor fio

Já agora os anticlones térmicos se enfraquecem, e com a diminuição dos *icebergs* os oceanos voltam a se aquecer, aumentando a evaporação, e *ipso facto* a chuva. A glaciação retorna dêsse modo a um estágio mais rigoroso, de vez que os fatores geográficos lhe continuam favoráveis (fig 4, fig 9)

Resta-nos agora examinar a causa, bem como o aspecto circulatório, da grande exceção geológica que foi a “glaciação carbonífera”.

Esta veio a se produzir em baixas latitudes, enquanto o hemisfério norte apresentava um clima quente, que lhe formou as minas de carvão.

O continente de Gondwana ligava então a América do Sul, África, Índia e Austrália, sendo muito extenso e elevado (fig 10).



A norte, o mar de Tétis, futuro Mediterrâneo, unia-se ao Pacífico, enquanto o do Volga se ligava ao Atlântico.

A sul se encontrava o oceano Austral, cuja corrente aquecida o Gondwana dirigia para Tétis.

Dêsse modo Norte Atlântis e Nearctis apresentavam o clima quente da época. O centro de ação dominava a costa sul do Gondwana, enquanto no mar de Tétis existia uma Baixa Térmica.

Sob a diferença de temperatura entre os mares a norte e sul de Gondwana, as correntes SE do anticiclone galgavam o continente, tornando-se de SW no equador, e alcançando Tétis. Produziam chuvas e céu coberto no planalto, pois o ar era úmido, enquanto a forte nebulosidade protegia do sol tropical as geleiras formadas. A chuva, permanente, durava todo o ano, encontrando-se a linha de neve a 2 000 metros.

Também o albedo da neve resultava em grande resfriamento, enquanto o gelo ia descendo e arriando a própria terra, com a erosão. As geleiras aliás se encontravam sobretudo na encosta sul (Patagônia, U.S. Africana, Austrália), somente na Índia ocorrendo a norte das cadeias. Os vulcões, por sua vez, contribuíam, e muito para o resfriamento. Enquanto isso, o Antártico, em virtude da época quente, recebia pouca neve, apenas no inverno.

Por fim, as geleiras do Gondwana desceram aos mares, que lentamente propagaram o resfriamento ao resto do mundo, matando a flora e fauna do Carbonífero, e fossilizando-lhe as grandes florestas, futuras minas de carvão. Estas são mais ricas no hemisfério norte, dado que o do sul apenas recebeu escassas formações, por nêle haver ocorrido a glaciação inicial.

Vejamos agora a hipótese das *transgressões* de PETERSON. Como a água do Atlântico é mais salina que a do Ártico, apresenta, embora mais quente, uma densidade maior que essa última. Em consequência, a água quente penetra sob a polar quando as marés atingem fôrça; isto quebra o *ice-field*, acarretando a deriva, para baixas latitudes, de enormes massas de gelo.

A Frente Polar é assim deslocada para o equador, o que explicaria as épocas de grande frio. Tais descidas de gelo ocorreram com intervalos de 1850 anos, adiante explicados. E sua atividade se faz notar dezenas de anos antes e depois dos ápices astronômicos periódicos.

Assim grandes gelos bloquearam a navegação no século XV. O mesmo se deu no Antártico, de 1876 a 1894, tendo a maré secular de 1883 fechado as Orcadas.

Tais variações provêm das atrações lunar e solar, devendo contudo se somarem a outras causas.

Vejamos a explicação do fenômeno:

O plano da órbita lunar em volta da Terra faz com a eclítica um ângulo médio de $5^{\circ} 9'$, com vértice nos nodos ascendente λ , e descendente λ' .

Tais nodos caminham na eclítica à razão de $3'11''$ /dia, com movimento retrógrado, durando a evolução completa 18 anos e 8 meses (Saros).

Na própria eclipse lunar os pontos cortados pelo eixo maior (linha dos apsídios) constituem o perigeu e apogeu.

Se a Lua e o Sol apresentarem a mesma longitude celeste (em conjunção) ou diferindo de 180° (em oposição) teremos as “sizíguas”, dias em que a maré é naturalmente mais forte.

O tempo decorrido entre duas “conjunções” (ou seja uma luação, 29 dias e 12 horas) é maior que o da revolução sideral da Lua (27 dias e 7 horas), uma vez que, como vimos, o nodo ascendente caminha na órbita.

Ora, em cada 3 anos o apsídio e o nodo se encontram na eclíptica, formando a “constelação nodo-apsídio”, que pode estar em direção para o Sol (CIS) ou na inversa do mesmo (TRANS).

As marés, já maiores nas sizíguas, tornam-se ainda mais fortes em tal “constelação”, cada 3 anos. E se além disso a Terra estiver no periélio, com mais intensidade elas se apresentam, o que ocorre com intervalos de 111 anos.

Finalmente, o máximo das marés vem a se dar quando o nodo-apsídio ocorrer no periélio, e com solstício de inverno em direção CIS, o que se repete com um período de 1 850 anos.

Os máximos de 111 anos se produziram, no último milênio, em 990 – 1101 – 1213 – 1325 – 1436 – 1548 – 1660 – 1771 – 1883 futuramente em 1995.

O grande período de 1850 anos teve os máximos em 9700 BC – 7850 – 6000 – 4850 – 2280 – 430 BC e 1433 AD – futuramente 3280.

Por outro lado, os mínimos de gêlo e marés correspondem a 530 AD e 2380 AD, traduzindo dois períodos quentes, de 30 a 1200, e 1900 a 3000 AD.

CLIMA DAS ERAS GEOLÓGICAS

1 – *Do Proterozóico*, que durou 1,5 bilhão de anos, pouco se sabe.

Assim:

O *Arqueano* – decorreu muito quente, nublado e úmido, interrompido por uma glaciação há 750 milhões de anos, comprovada pelos tilitos do baixo Huroniano, no Canadá.

O *Algonquiano* – igualmente quente, termina no pré-Cambriano, quando uma glaciação, ocorrida há 500 milhões de anos, apresentou dois centros principais, na China-Austrália, e noroeste da Europa.

2 – Já o *Primário* é mais conhecido, ocupando 320 milhões de anos:

Cambriano – Iniciado glacial, logo a temperatura se eleva no Georgiano e Potsdamiano, com uma fase mais fria no Acadiano. Estende-se de -530 a -450 milhões.

Ordovinciano – decorre sob grande aquecimento, corais enchendo os oceanos, e as terras permanecendo baixas (-450 a -365 milhões).

Siluriano – em geral quente, termina com uma fase glacial no Downtoniano (-365 a -338 milhões).

Devoniano – Clima desértico, de fortes ventos e grandes extensões de areia, com oásis. Condições em geral uniformes, salvo no hemisfério sul, que apresenta uma fase fria no fim do período (-338 a -305 milhões).

Carbonífero — clima equatorial quente e úmido, de grandes florestas, sob um eterno verão. Mal se notavam as estações, formando-se as árvores sem anéis e dando causa aos futuros leitos de carvão. Termina com uma grande glaciação, originada no hemisfério sul, e que dá início à era seguinte (-305 a -248 milhões).

Permiano — clima de glacial a sêco e moderado, desértico no hemisfério norte, mas úmido no austral, sendo as terras muito planas. Há no fim uma glaciação na Austrália. É no Turingiano que o mar de Zechstein invade a Alemanha e Rússia, ao se dessecar deixando depósitos de sal-gema (-248 a -210 milhões).

3 — *Secundário* — (fig. 11) — durou 127 milhões de anos, abrangendo:

Triássico — de clima desértico e quente no hemisfério norte, havendo porém zonas úmidas de *Glossopteris* no do sul. Mares aquecidos e extensos no Muschelkalk (-210 a -175 milhões).

Jurássico — clima uniforme e quente, elevando-se o nível dos mares no Charmontiano para recuar no Arlesiano e Oolítico. Novo avanço, do Caloviano ao Lusitaniano.

Há uma fase glacial, com vulcões ativos durante o Kimmeridgiano na Europa. Mas conserva-se quente o hemisfério sul, onde o continente da Gondwana degenera em desertos na Austrália e América. As estações são pouco nítidas, e as terras as mais planas da história (-175 a -133 milhões).

Cretáceo — no Albiano os oceanos se elevam, como o mar da Craie, cujas águas quentes cobrem os continentes; o clima é porém moderado, embora de estações mais definidas. Já no Daniano o mar da Craie se retira, e o intenso calor desseca as terras, cuja temperatura vai declinando, até pequena glaciação no limite com o Eoceno, acompanhada de intensa atividade vulcânica (-133 a -83 milhões).

Terciário (Figuras 11-12)

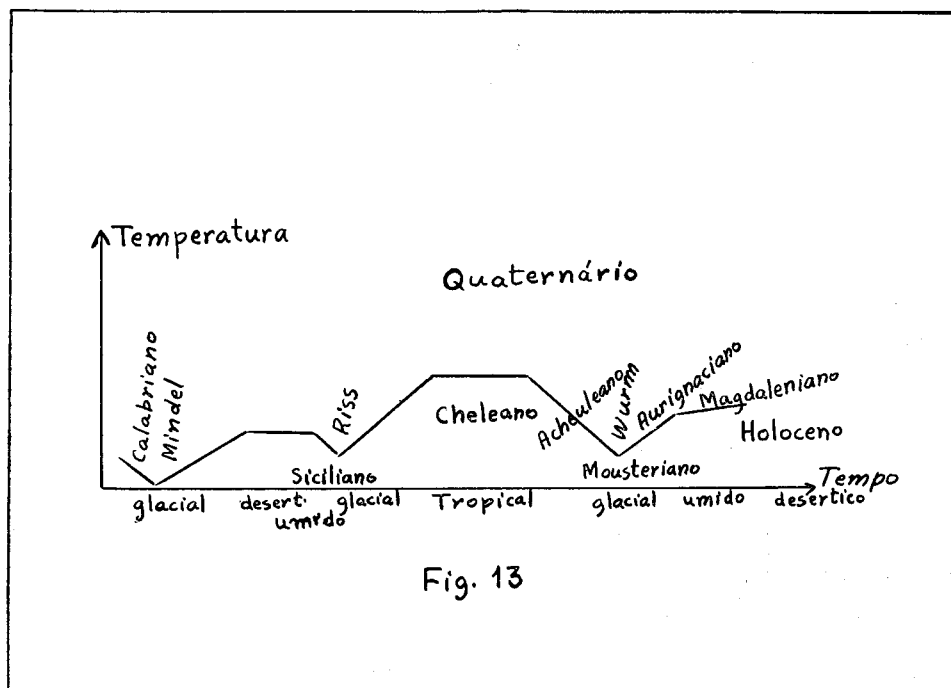
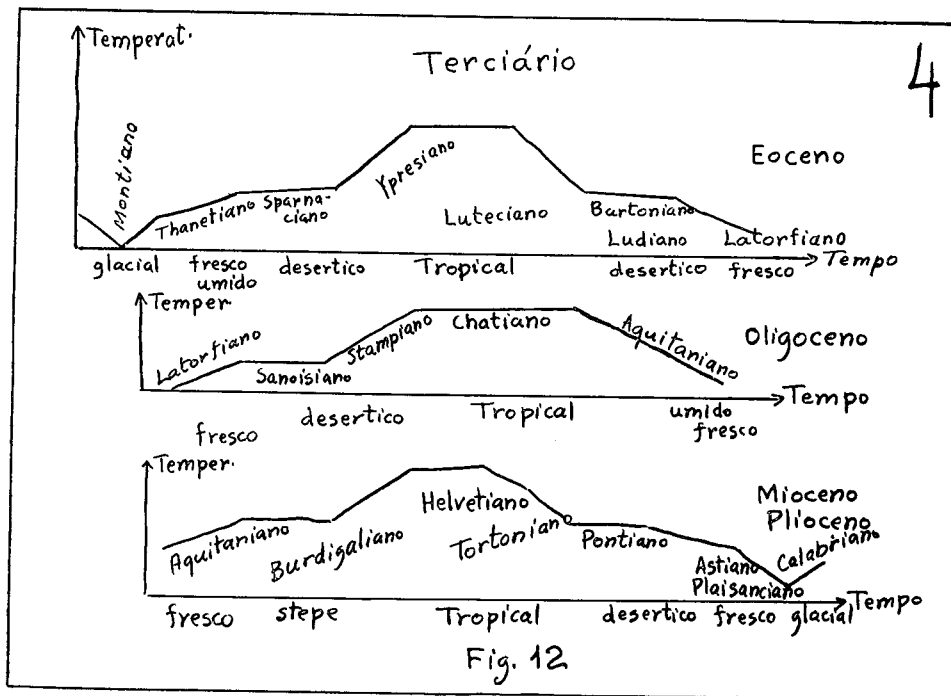
Nesta era, que durou 82 milhões de anos, a Terra estêve bem mais quente do que hoje, apresentando-se os climas porém bastante diferenciados.

Eoceno — ainda aquecido no Daniano, seguindo-se a glaciação Montiana. O Tanetiano se inicia glacial, formando-se pântanos no Esparnaciano, e depois desérticos. No Ipresiano e Luteciano notam-se grandes avanços do mar Numulítico, que acarretam um clima equatorial. Aquêlo por fim recua, e no Bartoliano e Ludiano se acumula o gêsso, surgindo novos desertos (-83 a -62 milhões).

Oligoceno — clima árido, embora mais fresco no Latorfiano (20°), com uma glaciação fraca. No Sanoisiano volta o deserto, até o Estampiano, de cunho equatorial, traduzido na invasão rupeliana, de mares quentes. No Chatiano aumenta o calor, até um novo resfriamento no Aquitaniano (-62 a -45 milhões).

Mioceno — em geral tropical, salvo durante o resfriamento do Aquitaniano. Nota-se um avanço dos mares no Bordigaliano, de clima desértico, quando nas estepes dos E. Unidos se verifica a evolução do cavalo.

No Helvetiano e Sarmatiano o clima é novamente tropical, formando-se o mar de Faluns, com abundante fauna de Nautilus.



No Pontiano e Saeliano, o dessecamento resulta em novos desertos (-45 a -20 milhões).

Plioceno — Já no Astiano e Plaisanciano começa o resfriamento, com fortes chuvas até a nova era glacial, o Gunz, que dá início ao Quaternário (-20 a -1 milhão).

Quaternário (Figuras 13-14)

Pleistoceno — no Calabriano a glaciação Gunz apresenta dois avanços (há 590 e 550 mil anos), o mesmo ocorrendo ao glacial Mindel (há 476 e 435 mil anos).

Ambas produzem enorme área gelada, que vai do Ural à Irlanda, cobrindo a Alemanha, e se estendendo à Sibéria.

Na América os gelos dominam do Alasca à Terra Nova.

A Europa possui clima de tundra, coberta a Escandinávia por um anticiclone glacial, cujos ventos frios de NE varriam a Alemanha.

A África e a Pérsia sofriam regime de estepe, somente havendo maior aquecimento no equador.

Já no Siciliano o gelo se retira, recuando a estepe para norte, com um período de seca durante o interglacial Mindel-Riss (-435 a -230 mil).

O Ártico ficou então livre de gelo, e a Europa sob o intenso centro de ação dos Açores.

Volta depois o frio, durante os avanços do glacial Riss (há 230 e 187 mil anos), sendo então observada nova elevação das terras.

No Cheleano os gelos novamente recuam, e o clima aquece, sem dessecação, contudo. Surge então o homem (*Pitecantropus* em Java), canibal e caçador.

Na Europa domina o Neandertaliano, cujos sílex vão traduzindo a evolução da raça, facilitada pelo clima tropical durante o interglacial Riss-Wurm (-187 a -115 mil).

No Mousteriano, com os três avanços do glacial Wurm (há 115, 72 e 25 000 anos), os animais fogem para o equador, perecendo os homens de Neandertal, sob o intenso frio reinante.

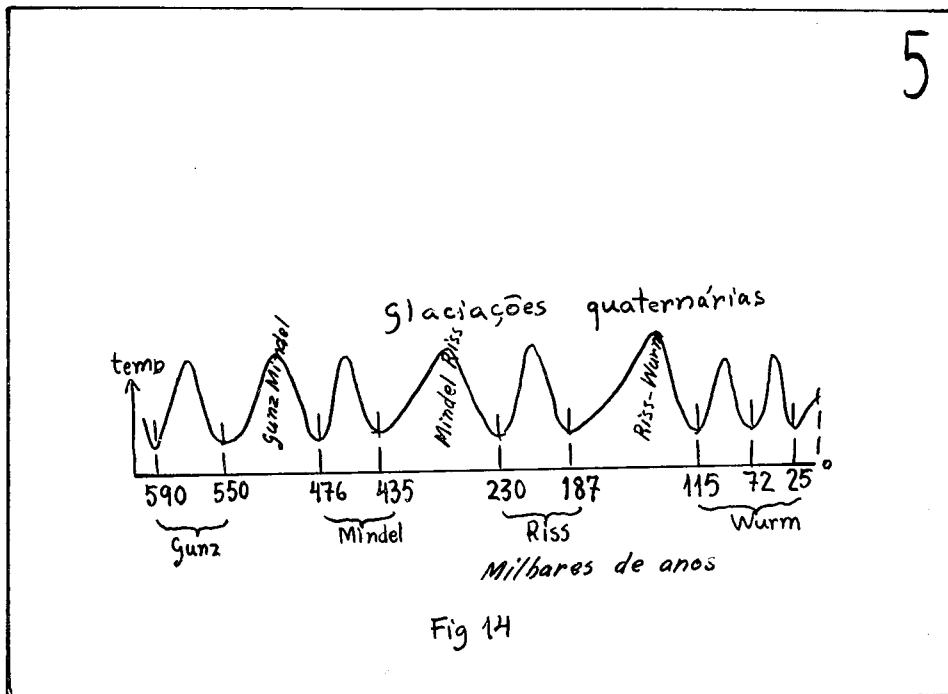
As terras se elevam, enquanto na Ásia, continuamente gelada, não existe a monção de SW. Daí resulta escassez de chuvas na Abissínia; nem o próprio Nilo ainda havia surgido.

Os homens se fixaram então na África, como raça de Brokenhill, e na Palestina, raça de Djezer.

Minudências da sua evolução, no período atual, serão adiante expostas.

As quatro fases glaciais aqui enumeradas são características da Europa e América do Norte. No hemisfério sul, África e Ásia, apresentam em geral dois períodos frios.

Em particular, durante o glacial Gunz, a Terra do Fogo se encontrava a 4 quilômetros de altura.



Efeitos do clima

Será conveniente, antes de prosseguir na descrição, analisarmos alguns dos fatores meteorológicos que governam os homens.

São os documentos por eles deixados que permitiram reconstituir a paleoclimatologia, tendo cabido aos animais e plantas tal papel nas eras geológicas.

O homem se adapta melhor ao clima em que nasceu, somente grandes modificações deste último forçam à emigração ou às guerras. As temperaturas consideradas ótimas variam assim, desde 0° para o esquimó, a 18° para o francês e 30° para o africano. O gado utilizado também caracteriza o homem: carneiro entre os nômades, boi para os sedentários, cabra com os montanheses, ficando os litorâneos limitados ao peixe. Como veremos, o homem produz mais num clima temperado (embora se *conserva* mais no quente). Pois ele age e pensa queimando alimento nos tecidos. Ora, a taxa de combustão depende da temperatura externa. Quanto mais baixa esta última, tanto mais rapidamente permitirá eliminar o calor interno, resultando em maior atividade. Note-se que a eficiência do motor humano é de 25%, e assim só esta porcentagem do calor gerado pelos alimentos é usada como energia. O resto precisa ser eliminado para o ambiente, o que se torna mais difícil no trópico, e quase impossível acima de 37°.

Como a eficiência do motor não aumenta, sendo para todas as raças de 25%, o único recurso dos habitantes das zonas quentes é reduzir o total de calor gerados pelos alimentos, e *ipso facto* o *quantum* de energia produzida.

Já num clima glacial, a vida decorre também com dificuldade, a perda de calor sendo rápida demais, o que não permite aproveitar na totalidade os 25% de energia produzida.

Devemos lembrar ainda que os anticiclones móveis, ou sejam as ondas de frio da zona temperada, trazem ao homem, através da subsidência, o ar superior ionizado pelos raios cósmicos e ultra-violetas, o que muito estimula a atividade física. Já no trópico, o ar sempre superficial dos alíseos e o de convecção não permitem tais benefícios.

Em resumo, o progresso e a capacidade de trabalho exigem uma temperatura em torno de 18°. O aquecimento geral da Terra, ocorrido nos últimos 5 000 anos vem fazendo assim emigrar para mais altas latitudes as capitais civilizadas. Na Antiguidade o clima europeu atual se localizava muito ao sul, dominando Ur (Caldéia) e Mênfis (Egito) no paralelo 30°.

O bastão de comando sobe depois em latitude com o recesso dos gelos, passando a Atenas, Pequim, Bizâncio e Roma, no paralelo 41°. A seguir Paris e Viena (48°), por último Londres e Berlim (52°) devendo atingir em breve a Rússia e o Canadá...

O mesmo se verificou no Ocidente, onde a antiga cultura Maia (a 20° N) passou à Luisiana (30°) e N. York (41°).

Tais fatos permitem ainda explicar a superioridade da civilização na Argentina.

Quanto às migrações humanas, só podem vingar as que obedecem à lei de CORIOLIS da rotação terrestre, e portanto num sentido de oeste. Assim os homens caminharam naturalmente da Ásia para a Europa, desta para a América, na última para o Far-West.

Os avanços para leste não têm um caráter duradouro, como se verifica nas conquistas de ALEXANDRE, as Cruzadas, e os estabelecimentos portugueses na Índia. Assim acabaram em desastre as invasões da Rússia por NAPOLEÃO e HITLER, dado que o "drag nach osten" se opunha à Mecânica. Por outro lado, nunca deixou a Rússia de ser invadida pelos que vieram de leste: Hunos, Sarmatas, Mongóis, Japoneses... e outros que de futuro escolherem, acertadamente, a rota do Pacífico.

Também as oscilações climáticas modificam profundamente os hábitos humanos: quando o clima é quente e úmido, nas selvas e pântanos, vive-se da caça e da pesca. Uma sêca lenta, reduzindo a floresta, torna os homens pastôres, depois lavradores, no apogeu civilizador. Quando a sêca se torna absoluta, os habitantes emigram, e novas hordas ainda se estabelecem com seus carneiros, até o deserto final.

A evolução para tal estado é também no sentido de W, pois a zona árida se forma dos ventos de E, que atacam as rochas, ajudados pelo calor, transformando tudo em areia. Os atuais desertos surgiram cêrca de 2 000 BC e foram aumentando pela falta de chuvas, sobretudo depois de 300 AD (ao tempo de ANÍBAL ainda existiam elefantes na Tunísia).

Em 700 AD a pressão da sêca levou os árabes à procura de terras novas, na Espanha.

É finalmente curioso notar a origem desértica da idéia monoteísta (árabes, judeus, assírios), originada na contemplação de um panorama único, e cultivada com fanatismo. Enquanto isto o clima temperado conduz ao politeísmo, como na Grécia e Roma, notando-se a interessante evolução para o culto dos diversos santos, sofrida pela religião católica, em detrimento do rígido monoteísmo inicial.

O clima pré-histórico

A 3.^a onda do glacial Wurm, ocorrida em 25 000 BC, começa a ceder, ainda mediante avanços e recuos, desde 18 000 BC. O gelo, que permaneceu até hoje na Groenlândia e no Antártico, foi contudo retrocedendo nas demais zonas.

Note-se que, já então, a distribuição de terras e mares era praticamente a atual.

No período Pomerânio (18 000 a 14 800 BC) o clima é ártico. A Escandinávia, com média de -8° , permanece sob um anticiclone glacial, cujos ventos de NE levam o frio à Alemanha. Nesta porém, o gelo desaparece desde 18 000.

O lento recuo das geleiras, após 14 800, resulta por fim num período temperado ou subártico (oscilação Allerod) de 10 000 a 8 300. Na mesma fase o gelo retrocede do sul da Suécia (10 000) ao paralelo 59° N ($-8 300$ BC).

Uma evolução para clima mais frio, novamente ártico, se processa na fase Feno-Escandiana, durando meio milênio (8 300-7 800 BC).

Segue-se a transição no pré-boreal, durante mil anos (7 800 a 6 800), para um clima sêco e fresco, terminando em 7 000 BC as grandes chuvas na América do Norte. Surge finalmente o Boreal típico, de 6 800 a 5 600, quando o gelo recua até Ragunda, na Suécia.

O anticiclone gacial desaparece desta região cêrca de 6 800 BC, quando a temperatura ali se eleva até o valor atual (2°).

Embora a evidência não seja definitiva, parece que as oscilações climáticas ocorreram simultâneamente na Europa e América. O clima era "ártico-continental", frio, sêco, ventoso, com grande amplitude anual de temperatura no extremo da zona glacial. Em latitudes mais baixas, a sul desta zona, o clima era continental e sêco, de invernos frios, mas verões quentes. O caráter notável da época era a sua secura, muito diversa da umidade predominante quando a camada de gelo avançara sôbre tais regiões.

Durante aquela última fase, a África e o sul da Ásia apresentavam um clima semelhante ao da Europa atual, de precipitações frontais e bastante fresco, sem os presentes desertos.

Período atual

Após a citada recessão final do Wurm, em 6 800 BC (Aurignaciano), a Europa foi novamente invadida pelos negróides da raça Grimaldi, vindos da África. Finalmente em 6 500 BC os homens de Cromagnon dominaram o litoral do Mediterrâneo, na época Solutreana.

Estamos ainda porém em pleno Neolítico.

Clima ótimo — Após o recuo da última capa de gelo, houve um período de três mil anos (5 600 a 2 500 BC), em que a superfície da Terra estêve bastante mais quente que atualmente.

O centro desta fase, chamada “Ótimo Climático” ocorreu entre 4 000 e 2 000 BC. Na aparência, tal período começou antes na Europa (o que é um pouco incerto), mas foi sobretudo uma época quente e sêca, durante a qual grandes árvores e florestas de faia, carvalho, etc, cobriam tôda a Europa Setentrional até a Escandinávia e Ilhas Britânicas, indicando a suavidade do clima de inverno, com ausência de ventos e tempestades litorâneas, condições nunca mais igualadas em qualquer outro longo interregno desde então.

Na mesma época, a América do Norte também experimentou extenso desenvolvimento florestal, com grandes árvores nas altas latitudes. Nas mais baixas o tempo era quente e sêco, forte dessecação tendo ocorrido, tanto na Ásia Central quanto no oeste da América, onde muitos lagos alcançaram seus mais baixos níveis post-glaciais, enquanto outros secaram inteiramente, só se reenchedo com a volta do novo período frio e tempestuoso, após 2 500 BC.

Durante a época quente, muitas das pequenas geleiras, nas latitudes médias e baixas (salvo as mantidas pelos cumes montanhosos) desapareceram por completo, e só depois ressurgiram. Nas altas altitudes, a crosta gelada da Antártica e Groenlândia decresceu de várias centenas de metros, e todo o gelo permanente sumiu dos mares em tôrno dos pólos, o que se demonstra por terem sido os depósitos marítimos bastante mais quentes que atualmente, embora algum gelo ocorresse, talvez, durante o inverno. O nível dos mares estêve alguns metros mais alto que no presente, dada a fusão das geleiras.

No todo, o “ótimo climático” teve as características de uma idade “interglacial” — desaparecimento do gelo nos mares polares, fusão de geleiras, retração das trajetórias de tempestades para os pólos, um clima sêco e quente nas latitudes médias e altas e, provàvelmente, mesmo nos trópicos, reduzida intensidade das chuvas e convergência equatorial.

Êle só diferiu das grandes épocas interglaciais do passado geológico no grau atingido, e na duração, relativamente muito curta, que apenas permitiu um descongelamento em pequeno grau.

A temperatura da Europa era então 3º superior à atual, portanto, muito inferior à da típica época quente.

Ê claro que sempre houve variações: o século de 5 400 é chuvoso, úmido e quente.

O de 5 000 mais sêco e fresco, 4 500 úmido e quente, 4 000 — 3 000. sêco e fresco.

Na Índia por exemplo, grandes chuvas ocorrem de 2 750 a 2 500 BC, decaindo a um mínimo na época sêca de 2 200 BC.

Calcula-se aliás que cêrca de 3 000 BC, navegando o estreito de Bhering, livre de gelo, as tribos asiáticas, antepassadas dos peles vermelhas, chegassem à América.

Tôda esta fase, ainda neolítica, corresponde à civilização madaleniana, sob um clima ótimo, recrudescendo os desertos durante o Holoceno, da Líbia à Mongólia.

Período Sub-Boreal — Após 2 500 BC o clima suave do “período ótimo” começa lentamente a piorar. Entre 1 500 e 1 000 BC as grandes árvores e florestas sumiram das Ilhas Britânicas, Escandinávia e outras áreas litorâneas, dado o aumento das tempestades. O surgimento do padrão glacial de tempo foi tão súbito que o rápido avanço das geleiras alpinas, resultou inteiramente catastrófico nos seus efeitos locais. Tempestades intensas bateram as costas, eliminando as grandes florestas, cujo lugar foi tomado por extensos lameiros de turfa, enquanto no inverno os rios da Europa Central se tornavam pistas geladas.

O abrupto aparecimento do tempo frio e tempestuoso na Europa Setentrional se deve a um súbito retorno do gelo permanente ao oceano Ártico (850 BC), após prolongado período de lento declínio térmico.

Já vimos que quando o congelamento do inverno sobrevive, por fim, ao calor do verão, a glaciação ártica se estende rapidamente de ano para ano, com agravação das temperaturas polares, e deslocamento para o equador das trajetórias ciclônicas. Tal renascimento repentino das calotes efetua notável e imediata piora no clima da Europa Setentrional. No oeste dos Estados Unidos a severidade máxima não foi alcançada senão 400 anos depois, o que Brooks supõe lapso de tempo necessário para a glaciação polar poder levar o seu efeito refrigerante até as regiões de ascensão d'água, nas costas ocidentais das latitudes médias, através dos profundos oceanos.

Durante o período Sub-Boreal, que permaneceu com variações, mas em geral mais frio, úmido e tempestuoso que o clima atual, até cerca de 500 BC, as geleiras avançaram, e outras novas e numerosas se formaram em muitas partes do mundo. E tanto na Ásia quanto na América do Norte os lagos fechados atingiram os níveis mais altos já alcançados desde o recuo da última capa de gelo.

Claro que, assim como o “ótimo climático” representa um impulso temporário para o típico “interglacial”, também o período Sub-Boreal corresponde a um impulso oposto para o clima “glacial clássico”. Talvez o primeiro se tenha aproximado mais do verdadeiro clima interglacial que o Sub-Boreal do glacial, mas nenhum permaneceu bastante tempo para permitir ao descongelamento ou à glaciação progredirem muito longe. Parece contudo que dentro de um período de 5 000 anos, na fase post-glacial, o clima do mundo sofreu uma oscilação que representa, provavelmente, metade da necessária para produzir um ciclo pleistocênico glacial-interglacial, sob períodos de 100 000 anos ou mais.

Vejam o impacto, sobre o homem, de tais fenômenos: A princípio o enchimento dos lagos acarreta uma civilização lacustre, cerca de 2 500 BC. Por outro lado, o deslocamento das chuvas da Frente Polar para sul (varrendo a Babilônia em 1 750 BC) permitiu o desenvolvimento de grandes civilizações na Ásia Central e no Egito, em áreas que no “ótimo climático” anterior tinham sido planícies áridas, entregues a povos nômades. Ao sul do Mediterrâneo, e na Ásia Menor, o tempo era favorável à agricultura, em zonas hoje desertas, dadas as fortes chuvas então reinantes.

Houve oscilações, porém: a China sofre seca de 2 200 a 1 900, e novamente de 842 a 771. O Nilo secou no próprio delta em 1 900 BC.

Sobre Alexandria, chuvas pesadas caíram por volta de 500 BC, com inundações do Nilo, enquanto o Cáspio permanecia mais alto que o nível atual, segundo HERÓDOTO.

Ao mesmo tempo, o clima severo, quase glacial, na Europa Central e do Norte, aí atrasava todo o desenvolvimento dos povos, preocupados unicamente em se defenderem do frio, como sucede aos esquimós de hoje.

O regime anticiclônico reduzia muito as chuvas nesta região, cujo total era talvez metade do atual, com períodos mais secos de 2 200 a 1 900, 1 200 a 1 000, e 700 a 500, êste último chamado Grenzhorizont.

Os grandes máximos pluviais ocorreram em 1 275, 850, 500 BC.

Na América grandes precipitações se verificam desde 1 800 BC, com máximos em 960, 660, e 480 a 250 BC (êste o maior), intercalados por uma fase de sêca em 780 BC. As chuvas irão prosseguir no período seguinte (o Subatlântico). Note-se que existe sempre uma oposição entre as precipitações dos Estados Unidos e Iucatã, provocadas pelos avanços e recuos sucessivos da Frente Polar nas suas posições médias do século.

Realmente, uma aproximação daquela frente traz, pela sua influência na Intertropical, maiores chuvas ao equador, ficando sêca a zona temperada, então sob anticiclones frios.

O mesmo sucede em outras regiões, o que explica as variações pluviais da África, Índia, Cambodja, sempre opostas às da Europa e China.

O citado avanço repentino do frio, que permitira um alto nível de civilização no Egito, Pérsia e Assíria, sucede um pouco por volta de 750 BC, trazendo o declínio àquelas regiões; depois, com o retrocesso da Frente Polar para o norte do Mediterrâneo, a brilhante ascensão de Atenas, Roma e Cartago.

A idade do bronze, que terminara cêrca de 1 000 BC, é substituída pela do ferro, já caracterizada desde 850 BC no sul da Europa, e 650 BC na Suécia.

Resta lembrar, finalmente, que de 500 BC a 200 AD a Grécia se apresentava muito mais chuvosa que hoje.

Subatlântico — Vai de 500 BC a 400 AD, continuando o Sub-Boreal. É ainda mais frio e úmido, o que assegura, como vimos, o progresso de Roma e Atenas. Os lagos têm o seu nível acrescido, sob chuvas maiores que as atuais, enquanto a China sofre extremos de frio em 420 BC, resultando no extermínio dos elefantes (que viviam até então).

O país atravessa depois uma época de prosperidade, com o recuo do frio. Naquela mesma data, de 420 BC, ocorreram marés fortíssimas na Holanda, tendo PÍTIAS encontrado, na sua viagem marítima, gelos em latitudes baixas.

Novamente revive a civilização Maia no Iucatã, de 400 BC a 300 AD, enquanto as fortes chuvas nos Estados Unidos, iniciadas desde 660 BC, atingem um máximo de 480 a 250 BC, como já foi dito, e prosseguem até 400 AD. O Nilo, por sua vez, sofre freqüentes cheias de 100 a 400 AD.

O *segundo* “ótimo climático” — Nova, porém menor melhoria do clima ocorreu de 400 a 1 000 AD, alcançando dois períodos de cumiada nos séculos sétimo e décimo. Esta fase foi semelhante ao “Ótimo Climático” típico, só que não se desenvolveu tanto, nem permaneceu tão longo tempo. As condições suaves, e livres de temporais, das altas latitudes permitiram à civilização dos Viquingues se estender até regiões na atualidade normalmente geladas. Seus pequenos barcos atravessavam mares, agora fechados pelo gêlo, sem mencioná-lo absoluta-

mente. Mesmo pastos e alguma lavoura foram cultivados na Groenlândia e Islândia, em zonas atualmente glaciais.

O Ártico, segundo os registros dos Viquingues, estava quase livre do gelo permanente. Foi este um período de seca intensa na Ásia Central, cujo início se tornou talvez a causa das grandes migrações dos povos asiáticos para oeste, o que por sua vez forçou os bárbaros da Europa para sul, até o Mediterrâneo, onde as civilizações se desintegraram durante tal período quente. Baixo como está hoje o Cáspio, pelo menos 12 metros aquém do alto nível atingido no século 14, restos de estradas, e as fundações de cidades construídas nas suas praias, cêrca de 800 AD, são ainda em nossos dias visíveis, sob 3 a 4 metros de água. A secura dêste período, nas latitudes tropicais, é indicada pela nova ascensão da civilização Maia na América Central (que alcançou o máximo de 700 a 1 000 AD), e o crescimento da grande cidade de Ang-Kor, no Cambodge Francês (600 — 1 200 AD).

Estas duas culturas se dissolveram, e os sítios foram retomados pela selva tropical, no retôrno posterior a um clima mais úmido. No ocidente dos Estados Unidos, tanto os níveis dos lagos quanto os anéis de árvores indicam que o período foi muito seco, mas o dessecamento não atingiu tão longe como acontecera durante o "ótimo climático" primitivo, quando muitos lagos ficaram inteiramente vazios.

Tomada em conjunto, a fase de 400 — 1 000 AD representa uma ondulação menor para um clima interglacial.

Vejamos com maior minúcia a evolução dos climas. Na época de Cristo, as condições se assemelhavam às da atualidade, com boas cheias no Nilo, e a Ásia um pouco mais chuvosa.

O primeiro sinal de aquecimento foi notado desde 100 AD na Itália, onde o decréscimo pluvial, empobrecendo o solo, já não permitia sustentar a civilização romana, sofrendo o Império mesmo forte fase de seca entre 100 e 180 AD, inclusive na África. A Ásia contudo permanece chuvosa.

O 3.º século decorre um pouco mais úmido na Europa, acentuando-se porém, já no 4.º, a seca na Ásia e América.

O mesmo sucede no 5.º século, na Europa e Ásia. Entre 200 e 650, porém, a África se apresenta chuvosa. Como já ficou dito, o lento recuo para norte da Frente Polar veio despertar do torpor glacial, em que se encontravam, os nórdicos e germanos.

Êstes últimos invadiram e dominaram o Império, cujo povo, deprimido pelo calor, se entregava às diversões e à libertinagem, não lhes opondo maior resistência.

Por sua vez os escandinavos invadiam a França e Inglaterra, ERIK o Vermelho descobrindo a Islândia em 970, a Groenlândia em 982, e por fim o Labrador, navegando sempre, como já dissemos, em mares isentos de gelo.

As velhas crônicas comprovam ainda grande seca geral de 600 a 700 AD, com clima quente na China, de 600 a 800 AD.

A chuva aumenta porém de 600 a 700 na Ásia e África, enquanto a América sofre seca de 400 a 850 AD.

De 700 a 800 o século decorre sêco e quente na Europa, chuvoso na Ásia, e muito sêco na América e África. Nesta, a escassez de chuvas entre 700 e 850 levou os árabes para leste, até a Espanha.

O Nilo apresentou assim níveis mínimos em 775 e 960, com um máximo intercalado em 870.

O período de suave calor, sob CARLOS MAGNO, é sucedido na França, de 820 em diante, por chuvas e inundações, que duram até o fim do milênio, fazendo prever a volta de nova época fria. Extinguem-se na desgraça dos CARLOVÍNGIOS, enquanto a fome, o terror religioso do ano 1000, e mesmo o canibalismo dominam os povos ocidentais, trucidados pelas invasões dos normandos e húngaros, e atacados de lepra.

As chuvas se reduzem na Europa no fim do século X, permitindo firmar-se na França a dinastia dos CAPETOS. A China é ainda chuvosa de 800 a 900, apresentando-se o Cáspio na Rússia 10 metros acima do nível atual.

Na América o período sêco termina por volta de 850, retornando de 900 até 1100 a época chuvosa.

Pela oposição já citada, as precipitações e a floresta recrudescem de 300 a 900 no Iucatã, onde a civilização se extingue, reduzindo-se as chuvas de 900 a 1100.

Na África, uma fase úmida ocorre até 950.

e) *Período de Severidade do Clima (1000 AD à era atual)*

Começando cedo, já no século XI, o tempo volta a assumir um padrão mais glacial, ocorrendo chuvas pesadas de 1000 a 1300.

A lenta descida da Frente Polar (já anunciada pelas intensas precipitações, de clima oceânico, após 850), retira do seu benéfico influxo os nórdicos, trazendo maior estímulo à Inglaterra e França, cujas civilizações renascem após o milênio, surgindo castelos e catedrais, símbolos do feudalismo. A seguir, com maior progresso dos ciclones e ondulações frontais para o Mediterrâneo, aquêles países entram em decadência, sob o frio glacial que os domina (1300 a 1500).

A severidade do tempo atinge então o máximo em tais regiões, varridas por tempestades violentas, nevascas e ondas de frio.

Torna-se freqüente na Europa o domínio da Alta da Sibéria, apresentando o ocidente um clima semelhante ao da Rússia atual. A intensidade do frio, nunca mais igualada desde então, só se pode comparar ao súbito início do Sub-Boreal, em 2500 BC.

As fortes chuvas do século XIV são aliás bem mais frias que as anteriores, de 850 a 1000, no fim do período quente.

Foi aquela uma época de guerras e epidemias como a peste negra, reduzindo-se a população de 50%. Enquanto isso, nos Alpes, o gelo fechava passagens que nos séculos anteriores eram rotas livres de comércio.

Tais fatos são confirmados pelas crônicas chinesas: a sêca domina até 1200, quando o Cáspio permanece 5 metros abaixo do nível atual. As chuvas fortes ocorrem de 1200 a 1400, aquêle mar se reenche.

O gelo polar e os mares tempestuosos isolaram por fim as prósperas colônias viquingues, na Groenlândia.

Após um breve reaquecimento, por volta de 1100, o clima aí se torna glacial desde 1210, acabando a população exterminada em 1480, pois os navios lá não chegam mais, tantos são os *icebergs*, sem falar da pressão dos esquimós, empurrados do norte pelo frio. A Islândia ficou também isolada, sob uma epidemia de lepra.

Em compensação, a volta de um clima mais fresco e úmido ao Mediterrâneo, conduz ao temporário “renascimento” das civilizações nas cidades-estado da Itália, e à gloriosa ascensão de Espanha e Portugal, empolgados nos descobrimentos.

Tal fase passará rapidamente: já no século XVI o recuo da frente para o pólo devolve à França e Inglaterra a sua natural supremacia, em prejuízo dos países mediterrâneos.

Na América o Iucatã fica novamente florestado de 1100 a 1300, sob os grandes aguaceiros que refletem análogo avanço da Frente Polar para sul. Há um breve recuo das matas entre 1300 e 1450, voltando então, e até o presente, o domínio da selva e das chuvas.

Como já foi dito, a Califórnia sofre variações opostas às da América Central, ficando assim seca de 1100 a 1300, e úmida, sob intensas precipitações, de 1300 a 1450. A seca aí se estabelece depois até o século XVI, sobretudo de 1570 a 1590.

Quanto à África, mantém-se seca de 1000 a 1200, época em que ocorre o nível mínimo do Nilo.

Os avanços da Frente Polar para sul lhe trazem porém grandes chuvas de 1200 a 1500, dando-se nesta última fase o máximo pluvial, uma vez que aquela Frente recua depois novamente para norte, conservando a África mais seca desde 1500.

Após o século XIV, só pequenas mudanças climáticas se têm verificado, embora as condições venham permanecendo definitivamente do lado frio e tempestuoso, se comparado com os períodos mais quentes do “ótimo climático” e isto tanto na Europa quanto na América.

Assim uma pequena “era glacial” ocorreu de 1550 a 1650, ano em que as geleiras avançaram nos Alpes e Noruega, tendo na primeira cadeia fechado, desde 1605, as passagens principais.

Há uma redução nos gelos de 1650 em diante, com mínimo em 1715, e novo aumento para um máximo em 1750 na Suécia. Segue-se o recuo posterior até 1790, e avanços sucessivos, mais intensos em 1815 e 1850.

A seguir as geleiras começam a recuar em todo o mundo, como se verifica desde 1850, salvo uma interrupção em 1890.

Dada a evolução oposta, o clima da Europa Ocidental se apresenta oceânico em 1500, depois mais continental, sob o rápido avanço dos gelos em 1600. Sendo pouco intensas, de 1700 a 1750, as Baixas da Islândia e Aleutas, o centro dos Açores cobre a Europa, resultando em verões secos, embora num clima ainda glacial até 1750.

A Ásia, sob sêca de 1400 a 1500, se apresenta chuvosa de 1500 a 1700, subindo o nível do Cáspio 5 metros acima do atual. Permanece úmido o litoral da América de 1500 a 1850, enquanto a África continua sêca até o presente. Já em 1750 o clima da Europa se torna mais oceânico, de invernos chuvosos, e que se sucedem muito frios de 1794 a 1810.

O século passado, até 1850, é frio e chuvoso. Já de 1880 em diante se produz um grande aquecimento da Terra: O Cáspio declina de nível, tendo a América anos muito secos de 1930 a 37. O frio volta depois de 1940, na Europa e América.

As variações citadas correspondem, na atmosfera terrestre:

- 1) a "vortex polar intensificado" em altitude, e deslocado para o equador, com maior circulação meridiana (épocas glaciais);
- 2) contra vortex polar superior reduzido, e intensa circulação zonal, nos períodos quentes. Ao que tudo indica, os fenômenos descritos são idênticos, embora mais fracos, aos das quatro grandes glaciações geológicas, e causados talvez por variações da atividade do Sol, como uma oscilação no ultra-violeta.

Como provou WALKER, o máximo de manchas solares corresponde a maior descida da Frente Polar, crescendo a pressão nas Altas e reduzindo-se nas Baixas.

A título de melhor esclarecimento, pormenorizaremos o último milênio através da história da França, de todos mais bem conhecida.

No século XI, à parte um breve período sêco, 990 a 1026, logo começaram as inundações e epidemias. Foi assim o desejo de um retôrno ao bom tempo que despertou a idéia das Cruzadas. Vemos que elas se processam por impulsos, cessando tão cedo condições de Sol retornam à Europa. Tais circunstâncias felizes ocorrem sob Luís VI, com forte sêca em 1137; é a época dos trovadores e canções, menestréis e donzelas. Já a volta do frio sob Luís VII, causando fortes inundações na Holanda (1177) e fome generalizada, acarreta a segunda Cruzada.

Segue-se a mais famosa, dos três reis. Já em 1223 a melhoria do tempo permite um desenvolvimento da cultura, fundando-se a Universidade de Paris. Mas sob Luís IX a agravação do clima força nova Cruzada ao Egito. Enquanto isso, confinadas no *donjon*, durante longos anos de chuva, as castelãs aguardam a volta do senhor.

O século XIV se apresenta quente de 1307 a 1336, e frio daí até 1380. Por fim, novamente quente até 1400.

Dêsse modo, o fim do reinado de FILIPE o Belo corresponde a uma época de luxo e devassidão (1307, na famosa Tôrre de Nesles).

Com o frio, são os ingleses que tendem a descer para um clima mais quente, iniciando a guerra dos Cem Anos. Assim em 1346, na batalha de Crécy, a chuva durava dias, inutilizando as cordas dos arcos.

Sob as péssimas condições higiênicas e o frio glacial, a peste negra começa a matar desde 1348, tendo sido o inverno de 1353 o pior da longa história de França.

Inundações ocorrem igualmente em 1348-58-77, neste último ano é a Flandres invadida pelo mar.

Em 1361, ocupada pelo estrangeiro, assolada de peste negra, e assaltada pelas Grandes Companhias, a França atinge o seu mais baixo nível cultural, só não desaparecendo por ser afinal o coração do Mundo. Já em 1380 breve fase quente permite alguma alegria, sob o rei louco CARLOS VII.

O século XV, da coincidência periélio-nodo-apsídeo, acarreta profunda derrocada dos gelos polares, que descem aos mares quentes, seguindo-se marés fortíssimas: em 18-11-1421 o mar invadiu 72 vilas da Holanda.

Na França continua o período frio, aliado à guerra interminável, fome e peste negra, em tudo auxiliados pelos bandidos de FRANÇOIS VILLON.

Nos raros dias de sol o povo tem acessos loucos de riso, até a próxima chuva.

Feitiçarias, tribunais da Inquisição, o duplo papado, tudo caracteriza a insanidade da época.

Após LUÍS XI, é ainda o desejo de um clima mais quente que leva à Itália a expedição de CARLOS VIII, famosa pela "fúria francesa".

De 1500 a 1520, sob LUÍS XII, ainda faz frio, voltando o bom tempo com FRANCISCO I.

É a época da Renascença, prosperando a literatura e construindo-se castelos para maior brilho da Côrte, como a maravilha de Chambord. O frio logo retorna sob HENRIQUE II, dando um caráter triste à obra de MONTAIGNE. Mas o clima quente durante as guerras religiosas traz a devassidão característica de HENRIQUE III. São novamente frios e chuvosos os reinados de HENRIQUE IV e LUÍS XIII, sob a severidade do cardeal RICHELIEU.

De 1630 até 1685, no século de LUÍS XIV reina o bom tempo, acarretando o gôsto pe'os grandes jardins, como Versalhes, onde se realizavam danças e representações. Surgem os grandes escritores, renascendo a Ciência.

Nova época fria, por volta de 1685, traz o declínio do Reino, com acentuado aumento da miséria, contando-se em 1700 2 milhões de mendigos na França.

O sinistro inverno de 1709 (-22º em Paris) matou milhares de pessoas, trazendo à Côrte um ambiente severo, de roupas grossas, até a morte de LUÍS XIV. Trata-se do clima ártico, e que produziu o grande avanço das geleiras.

Na Regência continua o período de frio até LUÍS XV, com inundações e crises de fome (1739), até que nova época de bom tempo retorna em 1750, trazendo maior devassidão e o alívio da moda.

Aparecem os filósofos, publica-se a Enciclopédia, prosseguindo tal fase durante a Revolução até 1807. São dias tórridos o 14 de julho, o 10 de agosto, o 9 termidor, permitindo a secura das estradas depois os avanços vitoriosos de NAPOLEÃO.

Com as grandes chuvas e o frio, que se intensificam a partir de 1808, a marcha dos franceses se detém, culminando no desastre de Moscou, em 1812.

Na restauração dos BOURBONS o padrão glacial se estabelece com rigor, levando os nobres a expedições em busca do Sol (Argélia e Espanha), como nas Cruzadas dos seus avoengos. A chuva contínua, sob LUÍS FILIPE, lança a moda das pneumonias e da tísica (Mimi Pinson). As más colheitas redundam por fim em crises de fome, dando motivo às revoluções sociais de 1848, e à malograda

tentativa dos Ateliers Nationaux, incapazes de resolverem uma situação que o Sol depressa teria solucionado.

O bom tempo posterior a 1850 faz brilhar a côrte de NAPOLEÃO III, trazendo a grande exposição de 1867, e a remodelação de Paris.

O forte inverno de 1870 coincide com a derrota na guerra da Alemanha, enquanto o bom tempo posterior assegura os vitoriosos empreendimentos coloniais da 3.^a República.

Seguem-se as grandes exposições de 1889 e 1900, culminando a Belle-Époque na guerra de 1914. Nesta, foi ainda o rigoroso inverno de 1917 nos Estados Unidos que animou o país a tomar parte no conflito.

Segue-se um período de indecisão política no ocidente, durante a quadra quente de 1930 a 39. A Frente Polar, então sôbre a Alemanha e Rússia, assegurou a estas nações o reerguimento necessário ao Plano Quinquenal e à conquista do Mundo.

Mas nova descida daquela Frente após 1940, trazendo à Inglaterra e Estados Unidos um clima fresco, de muito lhes beneficiou o esforço de guerra, enquanto HITLER ficava detido nas estepes pelo terrível padrão glacial russo (1942).

Resumindo, verifica-se que a *democracia* é característica dos climas temperados *ciclônicos*; e logo evolve para a desordem ou a ditadura com a mudança para um padrão quente ou glacial.

NOTA — O presente trabalho nada tem de original: antes, destinado a fins didáticos, procura resumir as noções contidas nas obras de BROOKS e LE DANOIS.

RÉSUMÉ

L'auteur fait dans cette étude une analyse des variations des climats sur la terre, depuis sa formation.

Dans la première partie, relative aux ères géologiques, la différence entre les longues périodes chaudes et les périodes glaciales de plus courte durée, est mise en évidence. Les dernières proviennent, comme il est montré, de la formation des chaînes de montagnes, lesquelles apparaissent à des intervalles approximatifs de deux cents cinquante millions d'années. D'autres facteurs, quoique secondaires, ont été aussi décrits.

L'analyse détaillée du climat des différentes ères géologiques, jusqu'à la préhistoire, est faite dans un autre chapitre. Ensuite, sont examinées les modifications observées par l'homme, dans la période plus récente, ainsi que leurs répercussions sur l'histoire elle-même. Le progrès s'est développé principalement dans les zones tempérées, ce qui explique, en vertu du lent refroidissement de la terre, le recul graduel des civilisations vers les hauts latitudes. L'auteur termine son travail en faisant une étude paléoclimatologique de la France.

RESUMEN

El presente estudio analiza las variaciones de clima ocurrido en la Tierra, desde su formación.

En la primera parte, relativa a las eras geológicas, es acentuada la diferencia entre los largos periodos calientes y los glaciales, que tubieron menor duración. Estos provienen, como es demostrado, de la formación de las cordilleras, que surgen a intervalos aproximados de docientos y cincuenta millones de años. Otros factores secundarios fueron igualmente descriptos.

En outro capítulo, el clima de las diversas eras es analizado pormenorizadamente, hasta la prehistoria. Ya en el período actual, las evoluciones presenciadas por el hombre son examinadas, así como las repercusiones de las mismas sobre la propia historia. El progreso desenvólvese principalmente en las zonas temperadas, lo que explica, en virtud del lento calentamiento de la Tierra, el alejamiento gradual de las civilizaciones hacia las altas latitudes.

El artículo termina con un estudio paleoclimatológico de Francia.

SUMMARY

In this study an analysis is made about the variations of the climate occurred over the earth, since its formation.

In the first part, related with the geological eras, is put in evidence the difference between the long hot periods and the cold one's, which had less duration. These are caused, as it is demonstrated, by the formation of range of mountains, which occur approximately each two hundred and fifty million years. Other factors, though of minor importance, have been also described.

In an other chapter, the climate of the various eras is analysed in detail, until the pre-history. Then, the evolution of the weather in the present time is studied by the author and the influence of the fluctuations of weather over the history itself is inquired. The progress took place principally in the temperate regions, and the slow warming of the earth explains the gradual displacement of the civilization to the high latitudes. Finally, a study is made about the paleoclimatology of France.

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Abhandlung werden die Klimavariationen zeit der Entstehung der Erde untersucht.

Im ersten Teil, in dem die geologischen Zeitalter betrachtet werden, wird der Unterschied zwischen den langen warmen und den kurzen Glacialperioden betont. Diese entstehen, wie gezeigt wird, durch die Bildung der Gebirgsketten die in Zeitabständen von ungefähr Zweihundert und fünfzig Millionen Jahre sich bilden. Andere, weniger wichtige Faktoren werden auch beschrieben.

In einen anderen Kapitel wird das Klima der verschiedenen Zeitalter genau untersucht bis zum Voralter. Schon in der Gegenwart werden die von den Menschen beigestandenen Evolution untersucht, sowie der Einfluss derselben selbst auf die Geschichte. Der Vorschrift entwickelt sich hauptsächlich in den gemäßigten Zonen was, in Ursache der langsamen Erwärmung der Erdkugel, den Rückgang der Zivilisation in Richtung der höheren Kreise erklärt. Die Abhandlung beendet mit einer Paleoklimatischen Untersuchung Frankreich's.

RESUMO

La nuna studaĵo analizas la variojn de klimato okazintaj sur la Tero ekde ĝia formiĝo.

En la unua parto, rilata al la geologiaj eraoj, estas akcentita la diferenco inter la longaj periodoj varmaj, kaj la glaciaj, kiuj havis malpli grandan daŭron. Ĉi tiuj devenas, kiel oni elmontras, de la formiĝo de la montaroj, kiuj ekaperas kun proksimumaj intertempoj de ducent kvindek milionoj da jaroj. Aliaj faktoroj, malĉefaj, estis aŭkaŭ priskribitaj.

En alia ĉapitro la klimato de la diversaj eraoj estas analizata detale ĝis la prahistorio. Jam en la nuna periodo la evolucioj vidataj de homo estas ekzamenataj, same kiel iliaj reŝikoj sur la historion mem. La progreso disvolviĝas precipe en la mezvarmaj zonoj, kio klarigas pro la malrapida varmigi de la Tero la gradan inversiron de la civilizacioj al la altaj latitudoj. La artikolo finiĝas per paleoklimatologia studo pri Francujo.