

Comentário Bibliográfico

A obra PRÉCIS D'HIDROLOGIE MARINE ET CONTINENTALE de autoria do Prof. André Guilhaud da Universidade da Bretanha Ocidental (Brest) e antigo professor das universidades de Paris e Nancy foi publicada em 1.^a edição em 1965 sendo, portanto, conhecida pelos pesquisadores do assunto. Em 1979, entretanto, foi publicada essa 2.^a edição completamente revisada e no *Avant-Propos* desta há um pedido de desculpa do autor por ter sido reduzida, tendo porém se preocupado em conservar o que foi julgado importante e essencial, o que realmente foi obtido. Alguns capítulos foram totalmente refeitos com resultados positivos para o livro.

A bibliografia atualizada é oferecida no final de cada capítulo, onde são indicados não só os tratados e obras gerais sobre o assunto como também livros e revista específicos de cada item e subitem abordados. O primeiro capítulo indica, ainda, as principais bibliotecas especializadas existentes na França, e orientação sobre instrumentos e métodos de pesquisa.

Précis d' Hydrologie Marine et Continentale

(Masson) Paris – 1979 – 2.^a edição

Comentário de EDNA MASCARENHAS SANT'ANNA
Geógrafa-Analista Especializada do IBGE.

INTRODUÇÃO — A Água na Terra

O AUTOR diz na introdução que considerará em seu livro a água dos oceanos, mares, lagos e cursos d'água, porque a água da litosfera interessa sobretudo ao geográfico e não ao geógrafo e que a água dos glaciares foi estudada no *Précis de Geomorphologie* e a da atmosfera no *Précis de Climatologie*.

Diz ele que é a importância geográfica dos estados da água que nos interessa, isto é, o papel que a água desempenha sob esses estados no complexo de fenômenos que se produz na superfície da terra. Assim, para o estudo da água na superfície do globo considera a seguinte hierarquia: oceanos e mares, cursos d'água e lagos.

Para o autor os oceanos e mares merecem o primeiro lugar por causa da superfície, volume e importância. Em seguida os cursos d'água, que estão muito ligados ao complexo geográfico, mas estão longe de ter as conseqüências geográficas dos oceanos, e, finalmente, situa os lagos.

Hidrologia marinha

Esta primeira parte está dividida em sete capítulos principais com subitens diversos.

Os Meios e Métodos de Pesquisa

Este primeiro capítulo nos dá, de início, uma visão evolutiva dos estudos oceanográficos, explicando que a oceanografia científica surgiu com a expedição britânica do Challenger realizada de 1873 a 1876. Interrompidas as pesquisas nesse campo durante a Primeira Guerra Mundial, foram retomadas após e seu grande progresso deve-se às pesquisas desenvolvidas a partir de 1945.

Refere-se também não só aos atuais institutos oceanográficos existentes em vários países como também aos navios oceanográficos e ao equipamento sofisticado que existe atualmente para este ramo de pesquisa, abordando ainda as técnicas de pesquisa em hidrologia marinha.

As características da Água do Mar

A composição química da água do mar (uma tabela dos principais corpos nela dissolvidos é apresentada) é estudada em relação ao problema de cálculo de salinidade, clorinidade etc.

A salinidade da água do mar é sua característica fundamental, e se opõe à da água dos rios e lagos privados do escoamento para os oceanos.

A salinidade média geral dos oceanos é de 34,72 g por litro de água, enquanto nos mares costeiros e continentais, que não se comunicam com os oceanos, chega a atingir 42 g em certos casos, como no norte do mar Vermelho e menos de 4 g em outros (golfos do mar Báltico).

Explica-se, ainda, que a regra da constância da composição química só é válida para os oceanos e para os mares que com eles se comunicam, pois nos mares interiores ela difere. São mostrados os principais corpos dissolvidos em porcentagem para os oceanos e para o mar de Aral. Detalhada explicação é dada para o pH da água dos mares, definindo-se desde o que é o pH até sua variação com a salinidade, a temperatura sendo um indicador de CO₂ dissolvido.

A repartição da salinidade e temperatura examinadas de forma minuciosa é acompanhada da explicação sobre a utilização da fórmula de Wüst para a salinidade e é dada uma tabela das temperaturas médias anuais da água de superfície e das latitudes características ao norte e ao sul nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico. O papel da evaporação no equilíbrio térmico dos oceanos, a densidade e os diagramas TS (conjunto de gráficos explicativos da densidade da água do mar que depende da salinidade, da temperatura e pressão) e uma referência aos gelos do mar, explicando sua evolução sazonal e as condições geográficas que desempenham importante papel nesse fenômeno são os itens finais deste capítulo.

As Vagas

No estudo das vagas, tema do terceiro capítulo, o autor examina o fenômeno das ondas que agitam o mar, distinguindo duas grandes categorias de movimento da hidrosfera: as ondas — oscilações periódicas — e as correntes — escoamento do líquido numa dada direção —

apresentando uma série de definições sobre vagas, segundo o vocabulário de Oceanologia (1976). Divide este capítulo em duas partes. Na primeira parte estuda as chamadas vagas de água profunda, apresentando duas soluções matemáticas clássicas que são: a onda de Gerstner e a onda de Stokes. Aborda as ondas reais: "la mer du vent" que são as chamadas ondas de crista curta, enfatiza o estudo da dinâmica das vagas e trata das principais velocidades de geração das ondas reais com a apresentação de gráficos e tabelas. Na segunda parte enfoca o fenômeno das vagas costeiras, encarando mais uma vez a sua dinâmica, detalhando aspectos da arrebentação *surf* e apresentando os três tipos de arrebentação segundo Lacombe: o *swash* (o marulho), os movimentos que interferem de uma vaga para outra e o caso da diminuição das vagas costeiras.

Estudando a modificação de direção das ondas, apresenta problemas de reflexão das vagas segundo a fórmula de Irribarren, ilustrando com gráficos que mostram a reflexão, a difração e a refração de ondas, e um ábaco para traçar esboços de vagas com explicações detalhadas.

A análise da deriva litorânea, essencial para o estudo da morfologia litorânea, encerra este capítulo, onde apresenta a fórmula para calcular a velocidade da corrente costeira:

$$V = K(mH^2/T \operatorname{sen} 2a)^{1/3},$$

em que V = velocidade da corrente; H = altura da onda ao arrebentar; T = período das vagas; m = inclinação média da praia; a = ângulo de incidência das vagas; K = parâmetro do atrito dependendo da rugosidade do fundo. H , T e a são variáveis; K e m são constantes para uma mesma praia. A ação dos transportes de água perpendiculares à costa pelas vagas, correntes de retorno (*undertow*) e correntes de descarga transitável (*rip currents*) são estudadas com detalhe.

Ondas de Períodos Diversos

As ondas marinhas, diferentes das vagas e da maré, podem ser classificadas de acordo com seu período, isto é, tempo de duração de cada onda. Assim, em ordem crescente, tem-se o movimento ondulatório da arrebentação e as vagas estacionárias, os *tsunamis*, as ondas internas, as ondas de tempestade e as oscilações anuais do nível dos mares.

As vagas estacionárias são oscilações periódicas do nível do mar, onde o período varia de alguns minutos a cerca de uma hora ou pouco mais, em média. Ocorrem geralmente nas baías e portos. O período das vagas estacionárias depende do comprimento de onda L e da profundidade média da bacia Z . A aceleração da gravidade sendo g , o período T é dado pela fórmula:

$$T = \frac{L}{\sqrt{gZ}}$$

Se a onda estacionária é bimodal, L é igual ao comprimento l da bacia. Se ela é unimodal, $L = 2l$. Se ela é trimodal $L = \frac{3}{2} l$. Assim, as vagas estacionárias podem ser unimodais, bimodais ou plurimodais, segundo as circunstâncias.

Os fenômenos das vagas estacionárias trazem inconvenientes para as áreas portuárias, que podem ser remediados reduzindo-se a largura da passagem da entrada ao mínimo exigido pela navegação. Através de estudos em modelos reduzidos pode-se obter bons resultados a serem aplicados quando necessário.

Os *tsunamis* ou vagas sísmicas são abordados no livro com maior detalhe por serem, das vagas conhecidas, as mais fortes e mais destrutivas. Uma vaga de *tsunami* de 40 m foi observada em Java e, segundo Krummel, vagas de 15 m de altura ocorrem comumente.

O comprimento de onda de um *tsunami* é da ordem de 150 a 250 km e sua velocidade de propagação depende da profundidade, podendo ser calculada em função desta profundidade pela fórmula:

$$C = \sqrt{gd}$$

(C = velocidade; g = aceleração da gravidade e d = profundidade).

Os *tsunamis* são de efeitos catastróficos nos litorais porque sua chegada provoca uma série de grandes vagas que podem se prolongar durante horas e mesmo dias enquanto a onda continua sua progressão no oceano.

O autor desenvolve o estudo das ondas internas e ondas de tempestade, mostrando os vários locais do globo onde mais atuam, suas causas e conseqüências; explica a mecânica dos ciclones tropicais que provocam ondas de tempestade, podendo submergir ilhas baixas e recifes coralinos destas regiões.

Refere-se, ainda, às oscilações anuais dos níveis dos mares, inversas nos dois hemisférios, e as oscilações seculares, que são mais difíceis de serem estudadas porque necessitam, evidentemente, de uma série de observações muito prolongadas.

As Marés e Correntes de Maré

Aqui o autor trata da descrição e da causa geral dos diversos tipos de maré, um fenômeno periódico que, como as vagas, parece ser resultante das ondas.

A noção de coeficiente de maré, de uso corrente na França, exprime as variações de desníveis de maré no tempo, feita a abstração da altura deste desnível. Portanto, ela é a mesma para locais onde o desnível médio é de 1 metro e locais onde é de 4 metros; não varia de espaço.

Desde muito tempo sabe-se que a maré está ligada aos movimentos relativos da Terra, de um lado, e da Lua e do Sol, de outro. A explicação geral formulada por Newton é apenas referida porque, embora seja muito insuficiente, auxilia a compreensão dos fatos mais essenciais: "os astros exercem uns sobre os outros uma atração proporcional a sua massa e inversamente proporcional ao quadrado de sua distância". Esta atração é dada pela fórmula:

$$M/D^2$$

em que M é a massa e D , a distância. As únicas atrações importantes exercidas por astros sobre a Terra são as da Lua e do Sol.

A insuficiência da teoria de Newton é discutida há muito tempo por não ser capaz de justificar a amplitude real da maré, pois esta amplitude é extremamente variável no mundo e a variação do nível quase nunca é nula. Em muitos locais do mar Báltico e mar Negro, por exemplo, ela é inferior a 0,10 m. Do ponto de vista do período em que se pode distinguir três tipos de marés: a semidiurna, diurna e mixta, a teoria de Newton não explica as particularidades das mesmas e não explica também o atraso da maré porque supõe que a água, ao reagir à atração, se coloca em equilíbrio instantâneo.

Apresentando quadros e tabelas que exemplificam os fenômenos abordados, tais como as duplas altas-marés e baixas-marés, marés de estuários e outros tipos, o autor discorre sobre as causas e conseqüências da penetração das marés nos estuários, como no caso do Amazonas, onde ocorre o fenômeno da pororoca, do Sena e outros.

No que diz respeito às correntes de maré que, embora não sejam as mais freqüentes, são as mais suscetíveis das maiores velocidades, já que algumas podem atingir 8,9 nós ou mais, o interesse prático de seu conhecimento é grande por causa dos problemas que podem acarretar à navegação e aos possíveis efeitos sobre o relevo submarino. Daí terem sido examinadas com maiores detalhes as correntes de maré rápidas, explicando suas origens e localização. Em princípio, uma corrente de maré afeta toda a massa de água até o fundo. Na prática a velocidade varia com a profundidade.

Estudando a reversibilidade das correntes e maré, indicando seu sentido de rotação e as peculiaridades da direção das mesmas, mostra que o exame detalhado de uma carta de correntes de maré de uma região complexa permite a avaliação das diferenças consideráveis de velocidade em função das variações da seção estudada.

Como a obra é mais de hidrologia e a influência das correntes de maré constitui mais um problema de dinâmica, o autor prefere não detalhar muito o assunto; resume uma série de conseqüências geográficas das marés nas várias regiões estuarinas, nos domínios humano, agrícola, pesqueiro, além de outros.

As Correntes Gerais e as Massas de Água dos Oceanos e do Mediterrâneo Ártico

Nos capítulos III e V as correntes de vaga e as correntes de maré foram devidamente caracterizadas; neste capítulo o autor estuda dois outros tipos de correntes marinhas: as de densidade e as correntes de vento. As de estreito são examinadas no capítulo seguinte.

As correntes de vento e de densidade são de grande interesse no estudo das superfícies oceânicas por serem consideravelmente mais amplas que todas as demais correntes marinhas. Entretanto elas têm uma velocidade muito mais fraca, em média, do que as correntes de maré.

É um fato comprovado que o vento arrasta as moléculas de água superficiais, e grande número de correntes do globo é devido a este impulso. A velocidade na superfície é dada por fórmulas que diferem segundo os autores e que são:

$$V = \frac{W}{100} \times 1,5 \text{ até } V = \frac{W}{100} \times 500$$

(*v*: velocidade da corrente; *w*: velocidade do vento).

Há realmente variações segundo as latitudes em relação a viscosidades diferentes da água do mar, geralmente maiores em baixas temperaturas. A primeira fórmula é apropriada para as regiões frias e a segunda para as regiões equatoriais. Entretanto, é preciso levar em conta três fatores: a força de Coriolis, o atrito e a forma das bacias marinhas.

As correntes de densidade e o método dinâmico de determinação dessas correntes são examinados detalhadamente quanto às suas causas, o porquê das diferenças de densidade, suas anomalias e sua importância. Desenvolve o chamado método dinâmico ou indireto de Bjerkness, especialista em Meteorologia que, através de analogias entre a circulação atmosférica e a oceânica, contribuiu notavelmente para o conhecimento das correntes de densidade, principalmente no que se refere a sua distribuição e velocidade.

Os movimentos verticais, de convergência, divergência e massas de água de mistura lateral são anomalias de densidade e provocam movimento nas três dimensões: verticais, de convergência, de divergência. Por exemplo, se no inverno há um resfriamento suficiente da água superficial ao contato com a atmosfera, esta água torna-se suficientemente pesada para descer.

O vento também determina movimentos verticais. Um tipo muito mais clássico desta ação do vento é o *up welling* (levantamento) realizado sobretudo nas costas ocidentais dos continentes nas latitudes dos trópicos.

Neste capítulo ainda é estudado o fenômeno de turbulência nos ambientes marinhos e as correntes e massas de água do oceano Austral. As águas deste oceano são relativamente bem conhecidas, pois vêm sendo estudadas desde 1929 e os numerosos navios laboratórios do Ano Geofísico Internacional puderam obter uma imagem bem perfeita deste oceano.

O oceano Austral é de delimitação imprecisa, salvo do lado do sul, através dos contornos das terras ou dos fundos submarinos. Mas se as fronteiras morfológicas são as menos marcantes, salvo alguns traços de relevo, tem ele verdadeiras fronteiras hidrológicas que são determinadas pelas isotermas de superfície.

Uma descrição minuciosa das isotermas explica as várias linhas entre as quais a de convergência subtropical, a de convergência antártica e outras, a fim de estabelecer a circulação geral das correntes no oceano Austral, considerando, em conjunto, toda a massa oceânica.

A seguir são estudadas as correntes e massas de água das médias e baixas latitudes austrais.

No oceano Austral existem trocas essenciais entre as águas de superfície e as camadas profundas; estas sobem em direção à superfície nas vizinhanças do continente antártico.

O movimento circulatório nos vários oceanos, tais como o Pacífico, o Atlântico e o Índico é abordado com a apresentação de quadros de salinidade e correntes profundas. Enfoca com detalhes as correntes de Humboldt (ou do Peru) e de Bengala, explicando que, em princípio, estas duas correntes possuem a mesma estrutura.

Estuda ainda a circulação profunda, o que permite calcular o balanço hidrológico das diversas zonas dos oceanos. A este respeito, o

Atlântico, de um lado, o Pacífico e o Índico, de outro, apresentam grande diferença.

As correntes e massas de água das regiões equatoriais são estudadas num subitem deste conjunto com o mesmo detalhe dos anteriores. Nas regiões equatoriais a circulação oceânica apresenta a mesma disposição que nas regiões tropicais austrais, salvo duas particularidades. De um lado, no Pacífico, o teor de oxigênio dissolvido nas águas profundas diminui notavelmente quando se passa do Equador em direção ao norte, fato que não ocorre no Atlântico. Isto vem da diferença do percurso destas águas nos dois oceanos. Por outro lado, no noroeste do oceano Índico se estende, em direção do sul, um lençol de água fortemente salgado entre 500 e 1.500 m. Este lençol não é emitido unicamente pelo mar Vermelho, como se pensava, mas provém, em parte, do golfo Pérsico.

Separadamente estuda o espaço marítimo do oceano Índico e dos mares da Ásia de sudeste. Nestes mares a influência bianual da monção introduz nas correntes marinhas de superfície modificações periódicas de amplitude inigualável às que ocorrem nas outras partes do mundo.

Outro subitem deste capítulo é o estudo das correntes e massas de água das regiões boreais. No Atlântico e Pacífico boreais o esquema geral de superfície é simples até 40° e 45° N. As duas correntes norte-equatoriais são prolongadas pelos sistemas das águas quentes da Gulf-Stream e Kurosivo que avançam em pleno oceano depois de terem seguido, por algum tempo, a costa dos continentes ou as guirlandas insulares. As duas entram em contato, na parte norte de seu trajeto (Terra-Nova, Japão), com as correntes oriundas das regiões árticas: do Labrador e Oyashio.

O sistema da Gulf-Stream e da Kurosivo é apresentado por perfis de temperatura, salinidade, gráficos das ramificações dessas correntes, estrutura e orientação das mesmas. São examinadas também todas as demais correntes do Atlântico norte e Pacífico norte ao sul do Mediterrâneo Ártico, como também as correntes da Califórnia e Canárias, dos mares da Noruega e dos mares ao sul e a oeste da Groelândia. As várias correntes de superfície que percorrem esses mares, sua salinidade, efeito, etc., examinadas e explicadas no livro, são de grande interesse.

O mar Polar Ártico, segundo grande elemento do Mediterrâneo Ártico, é compartimentado por três dorsais: médio-oceânica ou Gakkel, Lomonosov e Alpha ou Medelév.

Os Mares e seus Sistemas de Comunicações com os Oceanos

Este último capítulo da primeira parte diz respeito ao estudo dos mares e à maneira pela qual se comunicam com os oceanos.

A diferença essencial entre os oceanos e os mares é a salinidade que, nos primeiros, é pouco variável em suas diferentes partes, enquanto nos mares o teor de sal pode variar de menos de 4g por litro, em certos casos, 4g a mais, em outros.

Estudando os princípios gerais das correntes de estreito, é mostrado que as trocas de água dentro dos mares dependem de duas ordens de fatores: primeiro, do equilíbrio hidrológico do mar costeiro ou de dois mares, se se tratar de dois mares e não de um mar e de um oceano;

este equilíbrio está por si só condicionado a três fatores: precipitações, descargas fluviais e evaporação, e, segundo, da forma do estreito, incluindo a largura, profundidade, configuração e rugosidade. Os estreitos mais estudados são Gibraltar, Bósforo, Dardanelos e Ormuz.

Em relação à classificação do ponto de vista hidrológico dos mares, destaca 4 tipos; a) *mares costeiros*, como o da Mancha, o Celta e outros; b) *mares que se comunicam amplamente com o oceano*, como o Mediterrâneo americano e indonésio e o mar da Califórnia meridional; c) *mares continentais*, como o Báltico, Negro e do Japão; d) *mares continentais* do tipo c, mas de equilíbrio deficitário, como o Mediterrâneo euro-africano, o mar Vermelho e os golfos Pérsico e da Califórnia.

Hidrologia Lacustre

Esta segunda parte do livro compreende um só capítulo onde o autor estuda a origem dos lagos de uma maneira geral, detendo-se um pouco no que diz respeito às suas relações com os fenômenos hidrológicos. Ele inclui nesse estudo os movimentos das águas dos lagos, as variações de conjunto do nível, as variações sazonárias nos países tropicais. Aborda o fenômeno das ondas lacustres, incluindo as vagas estacionárias e as correntes, mas de maneira bem generalizada, e refere-se ainda à temperatura e convecção térmica nos lagos de água doce.

O estudo das variações de temperatura dos lagos de água doce durante o ano são de grande importância porque delas depende a renovação das águas profundas, pois sua oxigenação possibilita a vida em seu interior.

A evolução térmica dos lagos no decorrer do ano depende de sua situação geográfica e de sua profundidade.

A classificação dos lagos que é apresentada, segundo Hutchinson, compreende 7 tipos:

São eles: os lagos dimíticos (de dupla mistura); os *monomíticos quentes* (uma só mistura ou tropicais de Forel); *monomíticos frios* (tipo polar de Forel); *lagos amícticos* (sem mistura) são os sempre gelados, geralmente raros; *lagos oligomíticos* (que se misturam pouco) são os mais importantes; *lagos polimíticos* (misturas múltiplas); *lagos das regiões intertropicais*; *lagos meromíticos* (mistura parcial).

O estudo dos lagos salgados, sua composição e características mais importantes são também estudados, complementando a segunda parte da obra.

Hidrologia Fluvial

A terceira parte do *Précis D'Hidrologie* está dividida em quatro capítulos e o próprio autor diz que sua potamologia será parcial porque tratará de hidrologia dos rios e não da dinâmica fluvial, já que esse tema foi tratado no trabalho *Précis de Geomorphologie* de M. Derruau.

Princípios Gerais

Nesse primeiro capítulo trata dos fatores do escoamento fluvial, dando a noção de ponderação e regularidade. A ponderação consiste numa pequena variação entre as altas e baixas águas quer nas médias mensais quer nos extremos (estiagens e enchentes) e a regularidade é um retorno periódico, cíclico, de mesmas características, sem grandes diferenças de uma seqüência para a outra.

Os fatores climáticos são os mais determinantes no estudo dos rios e podem ser resumidos em dois: precipitação e evaporação, que se combinam para determinar um terceiro, o escoamento. A relação dos três fenômenos, precipitação, evaporação e escoamento fornece o balanço hidrológico. Os iniciantes em hidrologia, como menciona o autor, têm a tendência em negligenciar a evaporação que, entretanto, é de importância capital.

É de grande interesse o cálculo do *deficit* de escoamento, que é a porção de água que cai sobre a terra e que se dissipa. O autor apresenta um ábaco do *deficit* do escoamento para temperaturas médias diversas, segundo Wundt, Coutagne e Pardé. Para Guilcher a noção de *deficit* de escoamento é sempre preferível àquela mais utilizada, a do quociente ou coeficiente de escoamento, isso porque em uma dada região o *deficit* é menos variável, de um rio para o outro, do que o quociente.

Muito importante neste capítulo é o estudo da influência dos fatores orográficos e morfológicos na hidrologia e dos fatores litológicos em relação às águas subterrâneas e, ainda, dos fatores biogeográficos, onde mostra o papel relevante da vegetação.

Após mostrar a importância das medidas físico-químicas na hidrologia fluvial, o autor estuda as manifestações hidrológicas dos cursos d'água, incluindo a abundância média, estiagens e enchentes. Através do exame da localização de dezessete rios mais caudalosos do mundo, aqueles cujo módulo bruto conhecido ou provável ultrapassa a $10.000\text{m}^3/\text{seg.}$, verificou que dez dentre eles estão totalmente ou na sua maior parte situados nas regiões equatoriais e tropicais até 32° de latitude.

Finalmente estuda o problema das estiagens ou baixas águas, que podem ter graves conseqüências na navegação, abastecimento de cidades, irrigação, produção de eletricidade e o das enchentes, fenômeno que não deve ser confundido com o das altas águas médias, considerado como enchentes normais. As enchentes são, por suas conseqüências, muito mais importantes do que as estiagens

Hidrologia dos Cursos d'água dos Países Equatoriais e Tropicais

Dos cursos d'água estudados na zona intertropical foram excluídos os da zona desértica, mas não os das margens de desertos, Senegal, Niger e mesmo Nilo cuja alimentação é tropical. Na Ásia o autor incluiu o Indo, o Ganges, o Brahmaputra e o Yang-Tsé, por causa do tipo de alimentação que os caracteriza.

Nos cursos fluviais da zona intertropical o regime é o das precipitações, ao contrário do que se passa na zona temperada onde intervém a temperatura.

O regime pluvial tropical boreal corresponde a uma única estação de chuvas que caem durante o verão do hemisfério norte.

Na Ásia a monção não introduz modificações essenciais no regime pluvial tropical. O regime pluvial tropical austral é praticamente simétrico ao anterior com uma diferença de seis meses e pode ser facilmente estudado em Madagascar onde existem numerosas estações.

Na África austral o Zambeze é o caso típico de curso d'água tropical de alimentação pobre. Estão incluídos no regime tropical austral os rios da África austral, Austrália e América do Sul; este é o caso dos afluentes da margem direita do Amazonas, do São Francisco e dos afluentes do Paraná que percorrem os estados brasileiros de Minas Gerais e São Paulo. Outro tipo de regime referido pelo autor é o regime tropical a um só máximo de data aberrante que corresponde a anomalias de datas mais acentuadas que as dos regimes já referidos. Como rio típico desse regime ele cita o Oiapoque, apresentando o gráfico de seu regime.

A seguir são estudados os regimes de dois máximos também chamados equatoriais, porque nestas regiões ocorrem precipitações em quatro períodos, incluindo dois máximos nos equinócios e dois mínimos nos solstícios. Na África os exemplos são alguns afluentes do Congo, e na América do Sul, o Negro, o Juruá e o Marañon, além de outros do nordeste brasileiro.

No domínio intertropical ressalta a influência dos glaciares das regiões de montanhas que acumulam água em estado sólido. Esses glaciares são encontrados na África Ocidental (Kenia, Kilimandjaro, Ruwenzori, todos com glaciares), nas Américas (Bolívia, Chile, Peru, Colômbia, México), na Nova Guiné, e mesmo nos Himalaias, à margem da área e ao norte do trópico, mas que dão origem a rios como Indo, Ganges e outros. Essas montanhas provocam regimes originais nos rios que nelas nascem, daí serem estudados em separado.

Abordando também à parte rios a que denomina os "grandes organismos complexos", descreve as características do Congo, do Amazonas, do Niger, do Nilo e do Paraná.

O *Congo*, segundo rio do mundo em extensão de bacia, cerca de 3.700.000km² e por seu módulo (41.300m³/seg. para o período 1902-1950) é o exemplo mais clássico de compensação de alimentação das regiões intertropicais. O autor apresenta um quadro das variações sazonárias e de seus afluentes em 32 pontos da bacia, mostrando a evolução desde a montante até a jusante;

O *Amazonas*, maior rio do mundo em extensão de bacia (6.150.000km²), com o módulo de 190.000m³/seg. depois da confluência com o Xingu e 30,9 l/s/km² para o débito específico. Entretanto, como não se possui sobre o Amazonas os dados precisos que se tem para o Congo não pode ser feito um estudo comparativo entre os dois;

O *Niger*, menor que o Congo e o Amazonas é, entretanto, bastante interessante por causa das modificações apresentadas desde a montante até a jusante;

O rio *Nilo*, o mais longo do mundo é, no caso em estudo, extremamente importante porque corre no sentido dos meridianos, atravessando, portanto, várias zonas climáticas. Apresenta certas analogias com o Niger. Do ponto de vista da precipitação foram consideradas quatro zonas: a) zona do curso superior (dos grandes lagos), de clima equatorial; b) zona do Bahr-El-Gazal, de transição para o clima

tropical boreal; c) zona da Etiópia com uma repartição do tipo tropical; e d) zona do deserto de Kartum a Alexandria;

O *Paraná*, último rio tratado nesse capítulo, de traçado semelhante ao Nilo, mas de sentido inverso, compreendendo duas grandes zonas, a do *Paraná* propriamente dita, com precipitações mais abundantes e a do Paraguai, menos chuvosa e que atravessa uma vasta planície de inundação, o Pantanal.

O *Paraná* e o Nilo são os dois únicos rios do mundo que nascem na região intertropical e terminam na zona subtropical ou quase temperada, mas isso não provoca modificações importantes de regime em seus baixos cursos; estas modificações ocorrem em seus médios cursos por diferentes razões e com amplitudes também diferentes para cada caso.

A seguir tem-se o problema das enchentes no mundo intertropical, iniciando-se com as enchentes “mediócras” da África intertropical onde os aguaceiros ocorrem sob a forma de “tornados”, quedas de chuva muito fortes suscetíveis de provocar totais elevados em um dado ponto; de 180 a 200mm em 3 a 4 horas em pequenas áreas.

As enchentes moderadas, salvo raras exceções, da América do Sul intertropical, são semelhantes às da África por não serem afetadas por tufões, mas sim por chuvas do tipo “tornado”. As cheias máximas das regiões intertropicais, sem tufão, são geralmente “mediócras” ou moderadas; salvo algumas exceções, são menos importantes que as das regiões temperadas.

Existe ainda o caso geral das enchentes máximas dos ciclones tropicais que provocam tufões e são extremamente danosos, as mais fortes que se conhecem no mundo intertropical. Pode, em certas regiões, serem comparadas àquelas cheias mais violentas do mundo extratropical. Ocorre nas Filipinas, nas Antilhas e América Central. O domínio principal das enchentes de tufões é a Ásia das monções da Índia e a China.

O mundo intertropical aparece, através de sua hidrologia fluvial e de outros fatos geográficos, como um mundo diversificado, embora com características próprias de predominância pluvial, isso porque as precipitações tropicais se modificam de local para local.

Hidrologia dos Cursos d'água das Zonas Mediterrâneas, Subdesérticas e Desérticas

Aqui o autor estuda essencialmente a hidrologia das regiões mediterrâneas euroafricanas, não deixando, entretanto, de abordar os rios mediterrâneos fora dessa região. A seguir estuda os cursos d'água das zonas subáridas e desérticas. Adota a definição de Pardé, que denomina de mediterrâneos os cursos d'água de características hidrológicas cujas origens se encontram na área de clima mediterrâneo. Estuda as variações sazonárias e interanuais desses cursos d'água nos quais o tipo clássico tem um máximo no inverno e um mínimo no verão, bem marcados, representado em numerosos rios das regiões sul e leste do mediterrâneo, sul da Espanha e da Itália, no Oriente Próximo e Algéria.

Os cursos d'água mediterrâneos são totalmente desprovidos de equilíbrio e estão sujeitos também a grandes variações interanuais, uma vez que não têm regularidade por ser o clima mediterrâneo extremamente variável.

As cheias mediterrâneas desencadeadas por temporais violentos são das mais fortes e por isso são estudadas com maior detalhe pelo autor.

No subitem seguinte deste capítulo são abordadas nuances dos regimes dos rios mediterrâneos, nelas incluindo a influência ponderativa do relevo cárstico dessa região. Para a Espanha apresenta exemplos clássicos, mas refere-se como os mais importantes os rios dos Apeninos centrais, e dos maciços calcários do Oriente Próximo.

Refere-se ainda aos problemas advindos da alimentação dos rios mediterrâneos e suas conseqüências. Esses problemas são de dois tipos: primeiro, da precipitação sob a forma sólida; e, segundo, das peculiaridades de repartição das precipitações durante o ano. O autor descreve os vários regimes mediterrâneos: o nivo-glacial, o nival puro, o nival de transição, o nivo-pluvial e o plúvio-nival, explicando-os e exemplificando com gráficos dos regimes.

Menciona ainda a complexidade de certos rios mediterrâneos, causada pelo fato de serem eles alimentados por água de regiões diversas, associando, assim, duas ou mais peculiaridades que o autor denominou "organismos complexos", incluindo nesses casos os rios Douro e Tejo, o Tigre e o Eufrates.

Em outras regiões mediterrâneas do mundo, em virtude da existência de dados precisos sobre as mesmas, permitiram-se comparações interessantes como, por exemplo, entre os cursos d'água da Austrália ocidental e Califórnia. Assim sendo, estuda os rios Onkapaninga e Serpentina (Austrália ocidental) de regime pluvial mediterrâneo muito simples e bem típico e os rios da Califórnia, São Francisco e Colorado.

Os cursos d'água das zonas subáridas não são caracterizados por seu regime sazonal, sua marca geral é a fraqueza de débitos específicos, sempre inferiores a 2 l/seg/km² e, freqüentemente, menores que a unidade. Entretanto, a originalidade desses rios é a turbidez específica extremamente elevada, a maior de todas as zonas do mundo.

As zonas desérticas podem ser definidas como sendo aquelas onde o escoamento fluvial normal é ocasional, em que o estado normal do talvegue é a ausência do escoamento e quando há água no leito é porque o curso d'água está em cheia, isto é, fora de seu estado habitual.

Refere-se às cheias dos uedes das regiões desérticas que têm a reputação de serem extremamente graves, mas isso em relação à insignificância habitual.

Hidrologia dos Cursos d'água das Zonas Temperadas e Frias

Como nas zonas intertropicais e ao contrário das mediterrâneas, as zonas temperadas e frias encerram gigantescos organismos fluviais, tais como o Mississipi, o Lena, o Ob, o Ienissei, cujas bacias ultrapassam cada uma 2.000.000km². A zona temperada austral é fracamente representada na América, na Austrália e Nova Zelândia, não oferecendo bacias de grande vulto. Quanto aos rios da zona fria austral são praticamente inexistentes.

Nessas áreas o papel da montanha é muito importante no regime dos rios e fora de área montanhosa a amplitude térmica anual, nas regiões continentais, é suficiente para criar uma reserva nival, mesmo na planície.

Dentre os regimes pluviais temperados o autor destaca o regime pluvial oceânico, caracterizado por variações sazonárias médias, extremamente simples (altas águas na estação fria, e baixas águas na estação quente). Este regime é sobretudo representado na Europa ocidental, no noroeste dos Estados Unidos e no hemisfério Sul, na Austrália de sudeste, Nova Zelândia e Chile.

Os módulos específicos dos cursos d'água deste regime são muito diversificados e dependem do relevo e do total das precipitações. Em outros regimes pluviais temperados foram incluídos aqueles rios das regiões temperadas das duas Américas, incluindo os do extremo sul do Brasil e centro-sul da Argentina.

Nos Estados Unidos existe um regime pluvial semelhante ao pluvial oceânico europeu, a leste do Mississipi e ao sul do Tennessee e em outras áreas.

Os regimes nivais, nivo-pluviais e plúvio-nivais das planícies continentais são considerados em um grupo de regimes mais importantes que os anteriores pela área abrangida e pela sua variedade não só na região americana como também na área siberiana.

A seguir são estudados os regimes montanhosos, incluindo os rios de regime glaciário e os de regime montanhoso com influência nival, enfocando-se o fenômeno da degradação dos regimes montanhosos.

É incluído nos chamados "organismos complexos" o estudo dos rios como o Ródano, o Pó, o Reno, o Danúbio (europeus), o Ob, o Ienissei e o Lena (siberianos); o Mackenzie e o Mississipi (norte-americanos), desenvolvendo ainda um estudo das enchentes que são agrupadas em: a) enchentes do domínio temperado oceânico; b) as enchentes do domínio temperado continental; c) as enchentes dos rios da fachada oriental dos continentes; e d) as enchentes do sudoeste da planície do Mississipi.

Ao final do livro o autor apresenta uma tentativa de representação cartográfica de doze tipos distintos de regimes fluviais sazonários no mundo, embora reconheça a precariedade dos conhecimentos sobre os dados existentes, principalmente os representantes dos regimes dos rios situados fora da Europa ou América do Norte.

Précis D'Hydrologie Marine et Continentale é um livro extremamente rico em conteúdo e ilustrações e se destina principalmente aos especialistas em Hidrologia Geral e Geografia Física, tanto pela linguagem como pelo âmbito de análise dos temas desenvolvidos. O fato de ser uma segunda edição já permite figurá-lo como obra de mérito e de interesse.