

## PROVÍNCIAS HIDROGEOLÓGICAS ADOTADAS PARA O MAPA HIDROGEOLÓGICO DO BRASIL NA ESCALA 1:2.500.000

Mário Dias Pessoa  
Albert Mente  
Onofre Leal  
CPRM/SUREG-RE

### ABSTRACT

In order to summarize the occurrence of groundwater in Brazil, basically in support of the elaboration of the Hydrogeological Map of Brazil, scale 1:2.500.000, the country has been divided in ten groundwater provinces and fifteen subprovinces. After stating the basic concepts of a groundwater province, a brief analysis on the principles of establishing groundwater provinces and regions in the United States is made. The division in groundwater provinces and subprovinces in Brazil is discussed, mentioning also the provinces adopted for South America in 1979.

### INTRODUÇÃO

Uma classificação regional das águas subterrâneas de uma vasta área do globo ou país, pode ser melhor representada através da divisão desta área em províncias hidrogeológicas. Esta classificação deve refletir em linhas gerais o modo de ocorrência das águas subterrâneas, servindo também para fins comparativos e descritivos, como por exemplo, o mapa hidrogeológico de uma certa área ou região. No Mapa Hidrogeológico do Brasil na escala 1:2.500.000, por exemplo, a introdução do conceito de província hidrogeológica facilitou de modo substancial a leitura e aplicação da legenda, tornando mais fácil a leitura do próprio mapa.

A divisão do território brasileiro em dez províncias hidrogeológicas e quinze subprovíncias resultou da análise das condições hidrogeológicas do Brasil em comparação com o sistema de regiões hidrogeológicas dos Estados Unidos.

### PROVÍNCIA HIDROGEOLÓGICA

Uma província hidrogeológica pode ser definida como uma região de características gerais semelhantes quanto às principais ocorrências de águas subterrâneas. Entre os fatores que contribuem para a

definição de uma província hidrogeológica destacam-se o geológico e o fisiográfico. O fator geológico é o mais importante visto que a litologia, a estrutura e a tectônica controlam as condições de ocorrência, movimento e qualidade das águas subterrâneas. Em seguida, a fisiografia compreendendo o clima e a morfologia, pode operar mudanças radicais nas condições da água do subsolo, reduzindo as diferenças devidas a diversos tipos de aquíferos, favorecendo ou não a produtividade hídrica de uma determinada região.

#### DIVISÃO DE UM PAÍS EM PROVÍNCIAS HIDROGEOLÓGICAS

A divisão de um país ou região em províncias hidrogeológicas, embora não deixe de ser um tanto arbitrária no que se refere ao número de províncias e aos limites das mesmas, reveste-se de grande utilidade prática ao representar sumariamente as condições hidrogeológicas de todo o país. Para fazer a divisão deve-se considerar inicialmente os diferentes grupos de aquíferos que ocorrem no país. MEINZER (in Tolman, 1937) adota as seguintes regras para a classificação: 1) Uma grande área em que somente um grupo de aquíferos existe ou é importante constitui uma província; 2) Onde ocorre mais de um dos principais grupos de aquíferos a coextensão dos dois mais importantes determina os limites da província; 3) Em regiões montanhosas elevadas a topografia e, até um certo ponto, o clima produzem radicais mudanças nas condições hidrogeológicas atenuando as diferenças devidas à presença de diferentes grupos de aquíferos. Uma região montanhosa deste tipo constitui uma província hidrogeológica.

#### PROVÍNCIAS HIDROGEOLÓGICAS NOS ESTADOS UNIDOS

MEINZER (in Tolman, 1937) dividiu os Estados Unidos em 21 províncias hidrogeológicas. Para locação das suas províncias, MEINZER utilizou a extensão geográfica de importantes aquíferos superficiais e/ou formações rochosas subjacentes, se ambos podem fornecer bons suprimentos d'água (fig. 1).

Posteriormente, THOMAS (in Walton, 1970) consolidou e reorganizou as 21 províncias de MEINZER em 10 regiões hidrogeológicas (fig. 2). Após analisar a sua descrição, observa-se que as regiões hidrogeológicas dos Estados Unidos foram definidas com base nos seguintes fatores gerais: tectônica + morfologia, morfologia + clima, litologia + morfologia, morfologia, geologia (litologia, geografia + (paleo) clima (2x), tectônica + morfologia + (paleo) clima (2x) e geografia + morfologia.

Comparando as figuras 1 e 2 observa-se o grau de simplificação atingido nos Estados Unidos quanto à representação das grandes unidades hidrogeológicas.

#### PROVÍNCIAS HIDROGEOLÓGICAS DO BRASIL E DA AMÉRICA DO SUL

A divisão do Brasil em províncias hidrogeológicas aqui proposta, serve de base à elaboração do Mapa Hidrogeológico do Brasil na escala 1:2.500.000, já em fase de conclusão. Em se tratando de um documento

cartográfico de pequena escala que deve sumarizar as condições hidrogeológicas de todo o País, a adoção do conceito de província hidrogeológica tornou mais fácil a aplicação da legenda e portanto a leitura do mapa.

Inicialmente foi feita uma divisão geral, traçando-se os limites das províncias com base em uma análise sucinta dos documentos geológicos, hidrogeológicos e dados fisiográficos então disponíveis (Mapa Geológico do Brasil ao Milionésimo executado por DNPM e RADAM, relatórios e mapas hidrogeológicos de diversas áreas e informações relativas principalmente ao clima e à morfologia). Em seguida realizou-se um estudo sistemático de cada província compreendendo uma descrição sumária da geologia, hidrogeologia e fisiografia, além de uma análise das características hidrogeológicas de cada formação. Dessa maneira, e à medida que novos dados se tornaram disponíveis, procurou-se melhorar o grau de conhecimento relativo às condições de ocorrência, qualidade e exploração das águas subterrâneas em cada província. Procedeu-se, também, a uma análise das condições hidrogeológicas do Brasil em comparação com o sistema de regiões hidrogeológicas dos Estados Unidos. De modo progressivo, então, chegou-se a atual divisão do Brasil em dez províncias e quinze subprovíncias hidrogeológicas, após serem modificados vários limites anteriormente traçados e, em alguns casos, terem sido criadas novas províncias e subprovíncias hidrogeológicas.

Os principais grupos de aquíferos considerados na divisão foram os seguintes: formações cenozóicas inconsolidadas e consolidadas (aluviões, dunas, Barreiras, Solimões, etc.); formações mesozóicas compreendendo os sedimentos predominantemente arenosos e as rochas calcárias, além de rochas básicas intrusivas em diversas bacias (Botucatu, Bauru, Marizal, Açú, Beberibe, Tacutu, Jandaíra, Serra Geral, etc.); formações paleozóicas de litologia arenosa em grande parte (Serra Grande, Cabeças, Piauí, Tacaratu, Urupadi, Ponta Grossa, Itararé); rochas sedimentares de constituição predominantemente arenosa, de idade proterozóica superior, mostrando, às vezes, um grau de metamorfismo muito fraco (Beneficente, Prosperança, etc.); rochas cristalinas de idade arqueana a proterozóica superior (gnaisses, migmatitos, quartzitos, calcários, xistos, etc.). Na figura 3 representa-se a divisão do Brasil em dez províncias e quinze subprovíncias hidrogeológicas cuja relação é dada em seguida indicando-se, também, os fatores principais influentes na delimitação de cada província. Deve-se salientar que esta divisão é dinâmica, podendo uma certa província ser subdividida quando surgirem novas informações técnicas indicadoras.

<u>PROVÍNCIA</u> <u>HIDROGEOLOGICA</u>	<u>SUBPROVÍNCIA</u>	<u>FATORES PRINCIPAIS</u> <u>DETERMINANTES DAS PRO -</u> <u>VÍNCIAS</u>
1. Escudo Setentrional		Litologia + Fisiografia
2. Amazonas		Geologia
3. Escudo Central		Litologia + Geografia
4. Parnaíba		Geologia
5. São Francisco		Geologia + Morfologia

<u>PROVÍNCIA</u> <u>HIDROGEOLÓGICA</u>	<u>SUBPROVÍNCIA</u>	<u>FATORES PRINCIPAIS</u> <u>DETERMINANTES DAS PRO -</u> <u>VÍNCIAS</u>
6. Escudo Oriental	6a. Nordeste	Litologia + Fisiografia
	6b. Sudeste	
7. Paraná		Geologia
8. Escudo Meridional		Litologia + Fisiografia
9. Centro-Oeste	9a. Alto Paraguai	Litologia + Geografia
	9b. Ilha do Bananal	
	9c. Alto Xingu	
	9d. Chapada dos Parecis	
	10a. Rio Grande do Sul	
	10b. Rio de Janeiro	
	10c. Recôncavo, Tucano, Jatobá	
	10d. Alagoas, Sergipe	
	10e. Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte	
	10f. Potiguar	
	10g. Ceará e Piauí	
10h. Barreirinhas, São Luiz		
10i. Amapá		

A descrição sumária das províncias hidrogeológicas do Brasil feita a seguir mostra, em linhas gerais, as principais unidades e/ou sistemas hidrogeológicos de cada província, de acordo com as suas características lito-estratigráficas e potencial hídrico explorável.

1. PROVÍNCIA ESCUDO SETENTRIONAL - A maior parte das rochas da província são proterozóicas e fazem parte do Cráton Guianês. Devido à escassez de dados hidrogeológicos estima-se que as melhores áreas aquíferas correspondem aos clásticos finos, médios e grosseiros das unidades Roraima, Prosperança e Takatu. Nos terrenos cristalinos os aquíferos são classificados como locais, por estarem limitados às zonas de fraturamento ampliadas em alguns trechos devido à presença de material clástico do manto de decomposição. Estimam-se boas possibilidades hidrogeológicas nestes terrenos, em face do elevado índice pluviométrico da região.
2. PROVÍNCIA AMAZONAS - Coincide em toda a sua extensão com a bacia sedimentar do Amazonas preenchida por sedimentos paleozóicos e cenozóicos em sua maior parte. Os sedimentos cenozóicos apresentam-se, em certos trechos, com bons índices de potencial hídrico explorável, sendo as captações executadas através de poços tubulares e amazonas (litoral de Belém e Ilha de Marajó, bem como no interior em Santarém e Manaus). As informações hidrogeológicas existentes são, entretanto, muito escassas.

3. PROVÍNCIA ESCUDO CENTRAL - É constituída predominantemente por unidades proterozóicas e arqueanas cobertas em pequenos trechos por depósitos paleozóicos e cenozóicos. Face à ausência quase total de informações hidrogeológicas estima-se que as áreas aquíferas mais promissoras correspondem aos sedimentos proterozóicos das unidades Beneficente, Prosperança e Pacaás Novos. Sendo elevado o índice pluviométrico na região, deve-se esperar boas possibilidades hídricas nas rochas fraturadas cobertas, em alguns trechos, pelo manto de decomposição.
4. PROVÍNCIA PARNAÍBA - Corresponde à bacia sedimentar do Parnaíba ou Meio Norte preenchida por sedimentos principalmente paleozóicos recobertos por depósitos mesozóicos. O pacote sedimentar tem uma espessura máxima em torno de 3.000 metros, apresentando-se cortado em alguns trechos por falhas normais e intrusões de diabásio. Os principais aquíferos correspondem às formações paleozóicas Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí que estão bem distribuídas em toda a extensão da bacia mostrando considerável potencial de exploração inclusive com áreas de artesianismo. Na parte central e setentrional da bacia os sedimentos mesozóicos destacam-se como aquíferos de menor extensão porém com potencial hídrico explorável moderadamente bom. Observa-se um aumento gradativo de salinização em direção ao interior da bacia e em profundidade superior a 300 metros.
5. PROVÍNCIA SÃO FRANCISCO - É constituída, em grande parte, por metaclasticos e metacarbonatos de idade proterozóica superior - Grupos Bambuí, Una e Chapada Diamantina - recobertos em grandes áreas por sedimentos cretáceos arenosos da Formação Urucuia. O calcário Bambuí constitui aquífero livre, anisotrópico, cujas zonas mais promissoras correspondem ao fácies dobrado aliado à presença de juntas de estratificação, fraturas e fenômenos de dissolução cárstica. Os clásticos do Grupo Chapada Diamantina fornecem água de boa qualidade e com elevado potencial hídrico. Os sedimentos mesozóicos, embora predominantemente finos, têm importância como aquíferos em face de sua extensão.
6. PROVÍNCIA ESCUDO ORIENTAL - É quase inteiramente formada de rochas cristalinas cujas idades vão do Arqueano ao Proterozóico Superior, com pequenas áreas sedimentares em maioria cretáceas - Chapada do Araripe, Bacia do Rio do Peixe, etc. Nas rochas cristalinas, que consistem principalmente de gnaisses, migmatitos, xistos, quartzitos e granitos, os aquíferos, restritos ao sistema de fendas e fraturas, apresentam-se com um baixo potencial hídrico explorável. Esta condição é bem observada na Subprovíncia Nordeste onde, além disso, as águas apresentam alto grau de mineralização. Na Subprovíncia Sudeste as condições climáticas favorecem melhores possibilidades hídricas subterrâneas, devido à presença de um manto de decomposição que pode atingir várias dezenas de metros de espessura. Quanto aos sedimentos cretáceos e aluviais, o potencial de exploração tem, apenas, interesse local.

7. PROVÍNCIA PARANÁ - Corresponde à bacia do Paraná cujos sedimentos predominantemente clásticos alcançam uma espessura máxima de 7.800 metros e vão desde o Siluriano ao Cretáceo Superior. Sedimentos cenozóicos ocorrem de modo restrito. Os derrames de basalto da Formação Serra Geral, destacam-se por sua extensão e funcionam como material confinante do principal aquífero da bacia - o sistema Botucatu. Outros aquíferos que se destacam pelo seu potencial e condições de explorabilidade são: Furnas (noroeste da bacia), Guatá, Aquidauana, Bauru e Caiuá. O basalto Serra Geral comporta-se como aquífero local, sendo o armazenamento de água subterrânea limitado às zonas mais intensamente fraturadas, aos contatos intertrapps e às ocorrências de sedimentos inter ou intratrapianos.
8. PROVÍNCIA ESCUDO MERIDIONAL - A província é formada de rochas cristalinas datando do Arqueano ao Proterozóico Superior e que constituem o Escudo Sul-Riograndense. As rochas mais susceptíveis de se apresentarem com maior grau de fraturamento são as do Grupo Porongos. A recarga das diversas zonas aquíferas fissuradas é assegurada pelos altos índices pluviométricos da região. O caráter perene dos rios indica que as fraturas restituem grande parte de suas reservas à rede hidrográfica através de surgências coincidentes com as zonas fraturadas, embora a maior contribuição ao fluxo básico provenha de afloramentos do freático nos contatos solo-rocha. Os dados hidroquímicos indicam que as águas são de boa qualidade, podendo ser utilizadas para quaisquer fins.
9. PROVÍNCIA CENTRO OESTE - Corresponde à área centro-oeste do País que apresenta uma cobertura de sedimentos fanerozóicos. Os dados técnicos bastante reduzidos indicam áreas promissoras nos sedimentos cenozóicos da região do Alto Paraguai e nos clásticos paleozóicos das formações Aquidauana e Botucatu, entre outras.
10. PROVÍNCIA COSTEIRA - Esta província é formada por uma faixa estreita e descontínua disposta, em geral, ao longo do litoral desde o Amapá até o Rio Grande do Sul. Consta principalmente de sedimentos cenozóicos inconsolidados a fracamente consolidados com potencial hídrico variável. A água subterrânea de boa qualidade pode ser extraída através de poços tubulares perfurados no Grupo Barreiras e sedimentos cretáceos. Nesta província subdividida em várias subprovíncias, estão incluídas as bacias de São Luís e Barreirinhas, Potiguar, Alagoas-Sergipe e Recôncavo Tucano Jatobá.

A título de comparação apresenta-se na figura 4 a divisão esquemática da América do Sul em províncias hidrogeológicas. Tal divisão foi adotada na II Reunião de Coordenação para Elaboração do Mapa Hidrogeológico da América do Sul, em Lima-Peru, em outubro de 1979.

IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE PROVÍNCIAS NA LEGENDA DO MAPA HIDROGEOLÓGICO DO BRASIL, ESCALA 1:2.500.000.

O Mapa Hidrogeológico do Brasil, na escala 1:2.500.000, sendo um documento de síntese, requer uma representação adequada das unidades ou sistemas hidrogeológicos cartografáveis à escala do mapa. A adoção do sistema de províncias hidrogeológicas mostrou-se de grande utilidade na elaboração do próprio mapa, ao descrever e analisar as unidades e sistemas hidrogeológicos existentes no âmbito do País. Na legenda do mapa, as colunas relativas às províncias e subprovíncias hidrogeológicas, permitem que certas características de destaque relativas às unidades ou sistemas sejam facilmente encontradas e, de modo inverso, que determinadas informações sejam relacionadas, com facilidade, às diversas regiões cartografadas. Finalmente, o sistema adotado contribui para minimizar o esforço do usuário, facilitando a leitura do mapa, ao permitir um melhor intercâmbio de informações entre a legenda e a apresentação cartográfica (fig. 5).

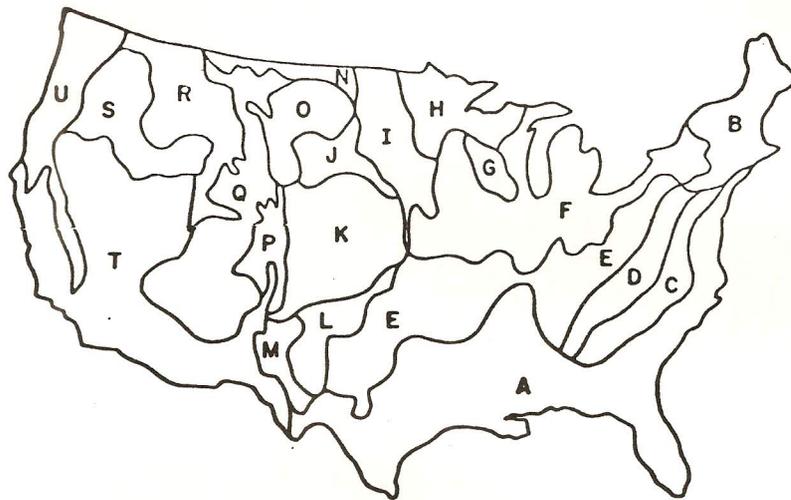
BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. de - SASUI, Y - BRITO NEVES, B.B.de - FUCK, R.A.-1977 - Províncias Estruturais Brasileiras. Atas do VIII Simpósio de Geologia do Nordeste, Campina Grande (PB), p. 363-391.
- BRASIL, IBGE - 1977 - Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Recursos Naturais, meio ambiente e poluição. Rio de Janeiro, SUPREN/Diretoria Técnica. 2 v. il. (Série Recursos Naturais e Meio Ambiente).
- BRITO NEVES, B.B. de - MANOEL FILHO, J. - 1972 - Geologia e Províncias Hidrogeológicas da Bahia. Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Geologia, Belém, p. 195-214.
- HAUSMAN, A. - 1963 - Províncias Hidrogeológicas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria de Estado dos Negócios das Obras Públicas. 27 p. 1 mapa anexo.
- MENTE, A. - PESSOA, M.D. - MONT'ALVERNE, A.F. - 1978 - Projeto Mapa Hidrogeológico do Brasil, escala 1:2.500.000. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia, Recife. Vol. 6. p. 2950-2962.
- SCHNEIDER, R. - 1963 - Groundwater Provinces of Brazil. Washington, United States Government Printing Office. 14 p. (Geological Survey Waber - Supply Paper, 1963-A).
- TOLMAN, C.F. - 1937 - Groundwater - New York, McGraw-Hill Book Company Inc. 593 p. il.
- UNESCO - 1979 - Informe Final. II Reunión de Coordinación del Mapa Hidrogeológico de America del Sur, Lima, Peru, 23-26 de octubre de 1979.

Montevideo, Oficina Regional de Ciencia e Tecnologia de la UNESCO para America Latina y el Caribe. 25 p.

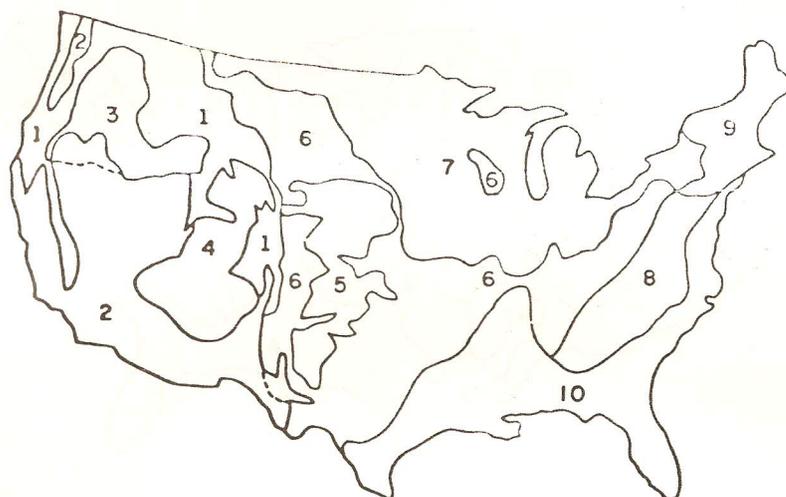
WALTON, W.C. - 1970 - Groundwater Resource Evaluation. New York, McGraw-Hill Book Company Inc. 664 p. il.

CORSAN - 1977 - Caracterização dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Rio Grande do Sul - Prognósticos sobre os Mananciais - Elaborado por PLANAT - Consultoria.



- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| A - Atlantic Coastal Plain           | L - Great Plains Pliocene-Paleozoic      |
| B - Northeastern Drift               | M - Trans-Pecos Paleozoic                |
| C - Piedmont                         | N - Northwestern Drift-Eocene-Cretaceous |
| D - Blue Ridge-Appalachian Valley    | O - Montana Eocene-Cretaceous            |
| E - South-central Paleozoic          | P - Southern Rocky Mountain              |
| F - North-central Paleozoic          | Q - Montana-Arizona Plateau              |
| G - Wisconsin Paleozoic              | R - Northern Rocky Mountain              |
| H - Superior Drift-Crystalline       | S - Columbia Plateau Lava                |
| I - Dakota Drift-Cretaceous          | T - Southwestern Bolson                  |
| J - Black Hills Cretaceous           | U - Pacific Mountain                     |
| K - Great Plains Pliocene-Cretaceous |  |

FIG.1 - Provincias hidrogeológicas nos Estados Unidos (segundo Meinzer, 1923)



- 1 - Western Mountain Ranges
- 2 - Arid Basins
- 3 - Columbia Lava Plateau
- 4 - Colorado Plateaus
- 5 - Great Plains
- 6 - Unglaciaded Central
- 7 - Glaciaded Central
- 8 - Unglaciaded Appalachians
- 9 - Glaciaded Appalachians
- 10 - Atlantic and Gulf Coastal Plain

FIG 2 - Regiões hidrogeológicas nos Estados Unidos (segundo Thomas, 1952)

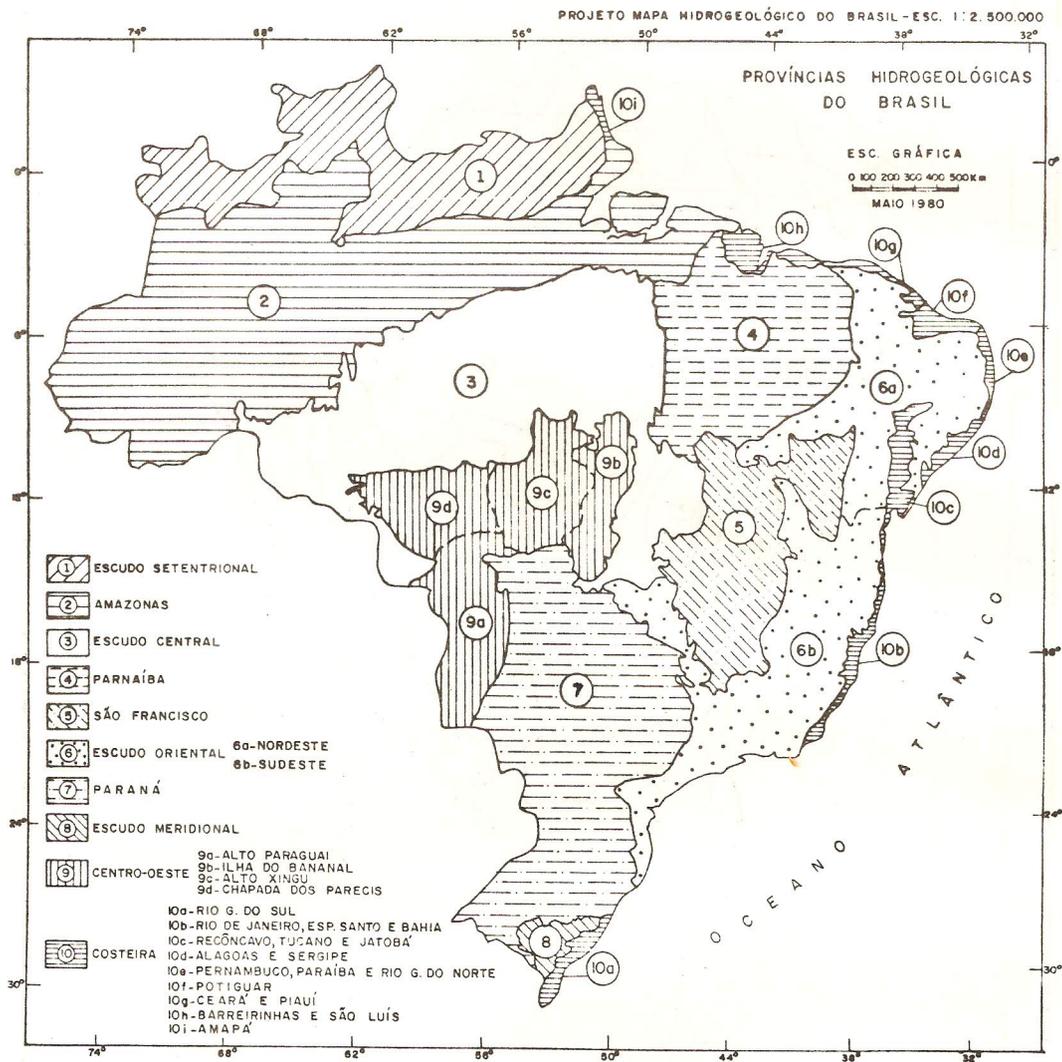


FIG. 3 - Províncias Hidrogeológicas do Brasil - Escala 1:2.500.000

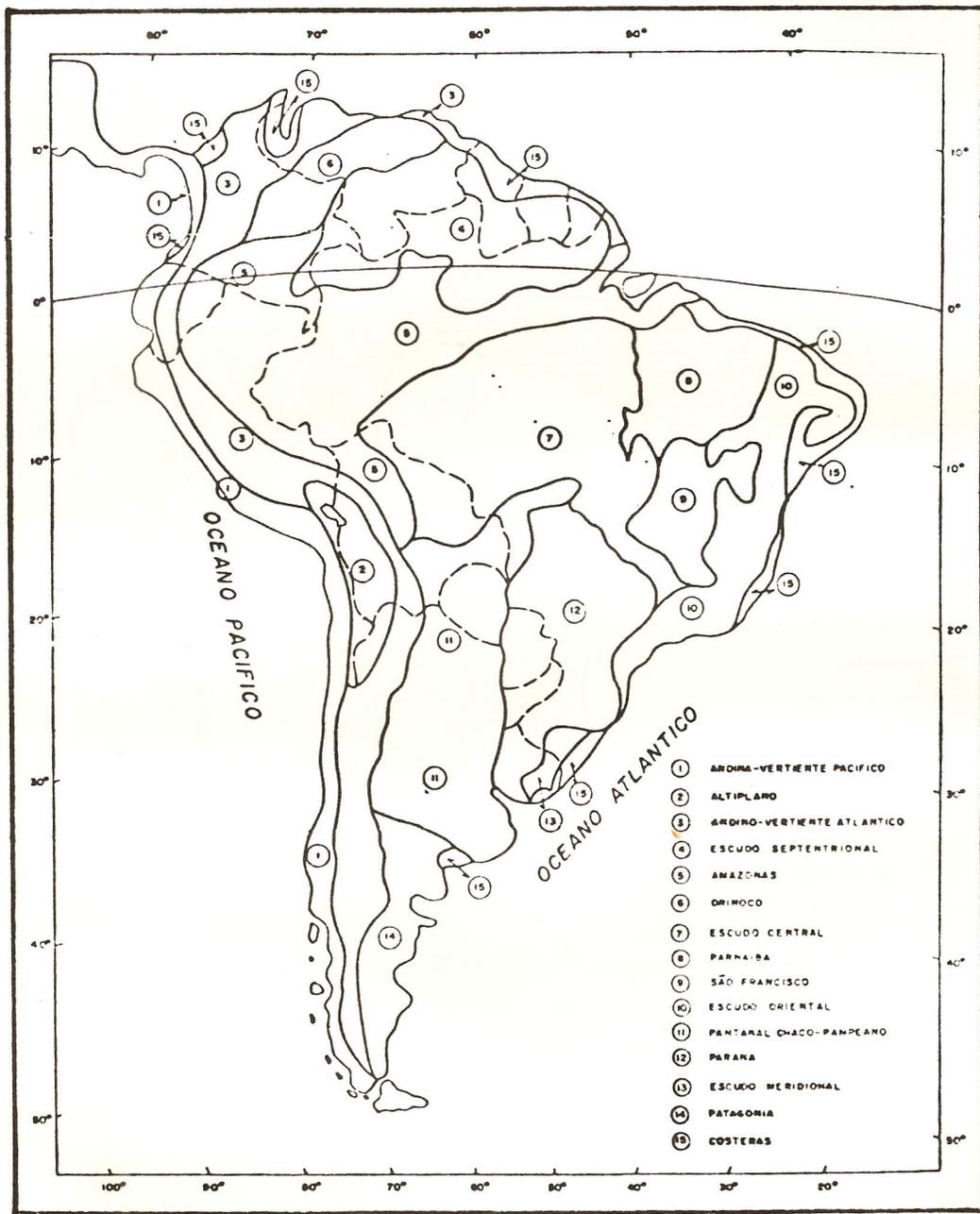


FIG.4 - PROVINCIAS HIDROGEOLOGICAS DE AMERICA DEL SUR

DIVISION ESQUEMATICA

NOTA: Los límites de los países y de las provincias higeológicas son solamente indicativos

Fonte: UNESCO - C.P.C.T. América Latina y el Caribe. Montevideo, dic 1979

