

POSITION DU RIO CAPIBARIBE DANS L' ENSEMBLE  
HYDROGEOLOGIQUE DU BASSIN DE RECIFE – (BRESIL)

par Etienne STRETTA (\*)

La découverte des gisements de phosphates du Pernambouc dans le bassin de Récife et leur étude détaillée, ont permis une meilleure connaissance des formations sédimentaires qui bordent le socle ancien du Nord-Est du Brésil dans toute la zone côtière orientale du Rio São Francisco à Natal.

Ces formations représentent la quasi-totalité du "Município" de Récife, lequel correspond à toute la basse-vallée du Rio Capibaribe. Son embouchure, constituant le port maritime de cette ville, est commune avec deux autres petites rivières côtières, les Rios Capibaribe et Tejió.

Avec les connaissances stratigraphiques et structurales de la zone minière Récife-Olinda (1), et par l'étude des nombreux forages d'exploitation d'eaux souterraines dans la ville-même, il est apparu que le Rio Capibaribe présentait toutes les caractéristiques de rivière drainante dès son entrée dans les formations sédimentaires côtières.

La présente note indique comment l'observation des conditions hydrogéologiques locales, complétée par l'étude chimique des eaux souterraines, confirme ce caractère particulier du Rio Capibaribe.

APERÇU GÉOLOGIQUE DU BASSIN DE RECIFE

Le niveau de base hydrogéologique général du bassin, est entièrement représenté par les formations cristallines et cristallophylliennes du socle ancien du "Bouclier Brésilien".

---

(\*) — Expert de l'UNESCO — Laboratoire d'Hydrogéologie de l'Université de Récife.

(1) — W. KEGEL — Geologia do Fosfato de Pernambuco — Bull. "Depart. Nacional da Produção Mineral" — N.º 157, 1955.

Celui-ci s'enfoncé rapidement sous les formations récentes du bassin, mais affleure aux limites W et S de la ville. Par contre vers le N, en direction d' Olinda et João Pessoa, le cristallin disparaît régulièrement sous les affleurements sédimentaires côtiers.

Ces formations sédimentaires, d'âge paléocène ou crétacé, s'insèrent en biseau entre les alluvions côtières actuelles et la limite des affleurements du socle ancien.

Constituées de calcaires et grès phosphatés elles jouent un rôle important dans l'existence de nappes aquifères littorales par suite de leur excellente porosité. Ces terrains portent dans la géologie locale le nom de formations Itamaracá et Maria Farinha.

Le socle et ces formations récentes, sont recouverts en discordance par les sédiments continentaux subhorizontaux assimilés ou Mio-Pliocène: les tabuleiros de la "formation Barreira".

Le Quaternaire récent occupe principalement la basse-vallée du Capibaribe, où se trouve construite la ville de Recife.

Des oscillations du continent ont provoqué une certaine accumulation d'alluvions récentes, d'origine presque toujours marines surmontant directement les grès et calcaires de l'ancienne pénéplaine néogène.

Le schéma structural (fig 1) montre la disposition actuelle des divers éléments géologiques particulièrement visible en bordure du bassin, dans les faubourgs de Várzea.

#### Les nappes aquifères

Les alluvions récentes et les formations crétacées-paléocènes, possèdent chacune leurs nappes aquifères propres, s'interférant mutuellement en fonction de leur position ou de leur puissance.

— La nappe des alluvions récentes imbibe généralement les berges actuelles du Rio Capibaribe, dont la perméabilité tend à diminuer vers l'embouchure où elles demeurent sous l'influence des marées.

Elle se subdivise en maints endroits en deux nappes superposées:

— l'une de sub-surface, correspondant à un équilibre hydrostatique avec un nombre important de petites zones marécageuses (várzeas) en position suspendue vis à vis du lit du Rio Capibaribe, ou trop éloignées de ce lit.

— l'autre correspondant à une nappe phréatique liée directement au niveau moyen des eaux de la rivière, et soumise, au voisinage de l'embouchure, à l'influence salinisante des eaux marines refluant aux marées.

Cette nappe n'est donc exploitée que dans les faubourgs de la ville les plus éloignés de la côte, là où la concentration en Cl et Na rend possible les pompages. Ceux-ci ont été d'ailleurs, le plus souvent installés par des industries locales (tissage, usine d'amiante-ciment, etc...).

— La nappe des grès crétacés. La formation aquifère la plus régu-

lière, partout présente dans le sous sol de la ville, est celle des grès crétacés de la "formation Itamaracá", d'ailleurs atteinte dans presque tous les forages.

Il s'agit d'une nappe mise en charge par des alternances calcaires argileuses et grès-marneux incluses dans les grès friables semi-continentaux de cette formation.

Cette nappe, parfois artésienne, fera l'objet d'une publication ultérieure, mais il est intéressant de noter qu'elle contribue puissamment à l'alimentation de la nappe des alluvions (voir schéma hydrogéologique). Elle joue le rôle de régulateur hydraulique et chimique vis à vis de cette dernière. En effet, l'appoint des eaux du Crétacé au contact des grès avec les alluvions grossières du pourtour du bassin, évite une trop grande extension des eaux salées des zones côtières vers l'arrière-pays.

C'est cette double fonction "régulatrice" jouée par la nappe aquifère et dont le trop plein se déverse dans le Rio Capibaribe, drainant les alluvions, qui demeure l'une des originalités hydrogéologiques du bassin de Recife.

#### LES ANALYSES CHIMIQUES

Les diverses analyses chimiques réalisées, permettent de comparer les eaux entre elles, de relever les différences existant entre chaque nappe et noter leur interinfluence. Elles ont été exécutées selon des méthodes classiques d'analyse volumétrique, et présentées sous forme ionique, sans présager de la quantité de corps dissous qui est généralement difficile à exprimer avec certitude.

Dans les formations quaternaires liées au Capibaribe, ont été analysées les eaux de la nappe des alluvions (nappe suspendue et nappe liée au Rio Capibaribe) recouvrant directement le cristallin (puits Anita — forage Brasilit) ou en contact avec la formation gréseuse crétacée.

Celle-ci, isole donc ces alluvions du cristallin, mais contribue à l'alimentation souterraine de la nappe, au forage de la "Produção Animal" par exemple.

Pour permettre la comparaison, les eaux du Capibaribe en deux points de la ville (Faubourg de Várzea et de Torre) ont également été analysées (voir tableau ci-joint).

#### Discussion des résultats

L'intérêt de ces analyses pour le géologue étant de comparer ces eaux entre elles, et de tenter d'en tirer des conclusions intéressantes l'aspect hydrogéologique du secteur, les résultats ont été exprimés en millivalences sur un diagramme logarithmique. (Les concentrations restent exprimées en mg/l et la teneur correspondante en millivalences et lisible sur l'échelle latérale) (2)

(2) — H. SCHOELLER — Géochimie des Eaux Souterraines — Rev. de l'Institut Français du Pétrole — Editions Technip — Paris, 1955.

TABLEAU 1

en mg/l	1	2	3	4	5	6	7	8
Ca	23	16,1	79,4	18,1	20,8	40,2	8,01	12,02
Mg	7,3	14,—	174,1	17	18,2	29,2	7,94	5,86
D. Hydr.	7	3	50	4	5	13	3,5	2,20
Na	9,5	68,7	1725	7,1	93,6	5,6	3,6	7,28
Cl	29,5	70	2370	41	122	29,1	17,2	19,50
SO <sup>4</sup>	4,8	6,7	396	4,8	28,8	2,9	4,4	6,72
CO <sup>3</sup> H	90,3	173,2	104	84,1	221	242	47,6	39,04
Res. Sec.	—	—	4670	—	—	—	145,2	134,2
pH	7,5	6,9	7,9	6	7	7,1	6,7	6,5

Analyses effectuées en Janvier-Février 1959, au Laboratoire d'Hydrogéologie de l'Institut de Géologie de l'Université de Recife

Ainsi, une concentration d'éléments de même rapport donne sur ce graphique des lignes parallèles et on en déduit une certaine similitude des eaux.

*Diagramme N.º 1* — Il intéresse 5 échantillons d'eau représentant des prélèvements très voisins les uns des autres.

L'observation la plus spectaculaire est l'identité remarquable des eaux du Rio Capibaribe (N.º 2 dans la périphérie de Recife (faubourg de Várzea) prélevées en un point pratiquement hors d'atteinte des marées et les eaux provenant du forage Brasilit (N.º 5). Ces dernières, ont leur gisement dans le Quaternaire (argiles sables fins et grossiers sur 40 m) surmontant au même endroit le socle cristallin.

Le graphique n.º 4, montre que les eaux déjà salées — malgré le prélèvement à marée basse — gardent un parallélisme évident avec celles, beaucoup plus douces, de Várzea.

Dans ce même faubourg, il est intéressant de noter que le prélèvement N.º 1 dans une nappe de faible puissance et suspendue par rapport à celle du puits Brasilit possède un "faciès" différent.

Cette nappe suspendue se mélange à la nappe drainée par le Rio Capibaribe dans le puits Anita. (N.º 9)

*Diagramme N.º 2* — Il montre les liaisons existant entre les eaux des grès crétacés recueillies dans le gisement minier d'Olinda et celles provenant d'un forage artésien au centre de la ville intéressant, en fait, la même nappe.

De plus, les eaux du quaternaire au contact avec la terminaison en biseau des grès, constituant relais hydraulique entre les nappes de chaque formation, proviennent, selon le diagramme, d'un mélange des nappes du quaternaire. (puits Anita) et du grès (forage Fosforita). L'identité des eaux se retrouve (ainsi qu'il est l'usage) pour les ions négatifs Cl et SO<sup>4</sup>, auxquels s'associe toujours Na. On remarquera notamment que les eaux des puits Anita et Produção Animal à pH 6 et 6,5 ont un effet oxydo-réducteur par rapport aux eaux de milieu grésocalcaire de la Fosforita, d'où concentration plus faible en alcalino-terreux.

Enfin, signalons que les deux diagrammes logarithmiques ci-joints, permettent accessoirement de connaître l'importance du CO<sup>2</sup> libre contenu dans les eaux et la valeur du pH d'équilibre.

On connaît par simple lecture la valeur du CO<sup>2</sup> libre à l'intersection de la ligne CO<sup>2</sup> — pH, à condition que ce dernier ait été mesuré sur place. La détermination du pH d'équilibre s'effectue en joignant par une droite, les valeurs du CO<sup>2</sup> et du Ca et en notant la valeur du pH d'équilibre sur l'échelle correspondante. On déterminera ainsi l'importance des phénomènes de corrosion ou d'incrustation pour une éventuelle exploitation des eaux.

*Resumo:*

#### POSIÇÃO DO RIO CAPIBARIBE EM RELAÇÃO A BACIA HIDROGEOLÓGICA DO RECIFE

O estudo baseado nos cortes geológicos das perfurações e nas análises da água, mostra que se pode destacar 3 lençóis d'água na planície aluvial do Recife.

1 — Lençóis das aluviões recentes.

a) — Lençol freático ligado diretamente ao Capibaribe e com os mesmos caracteres químicos, podendo ser salgado na zona do estuário.

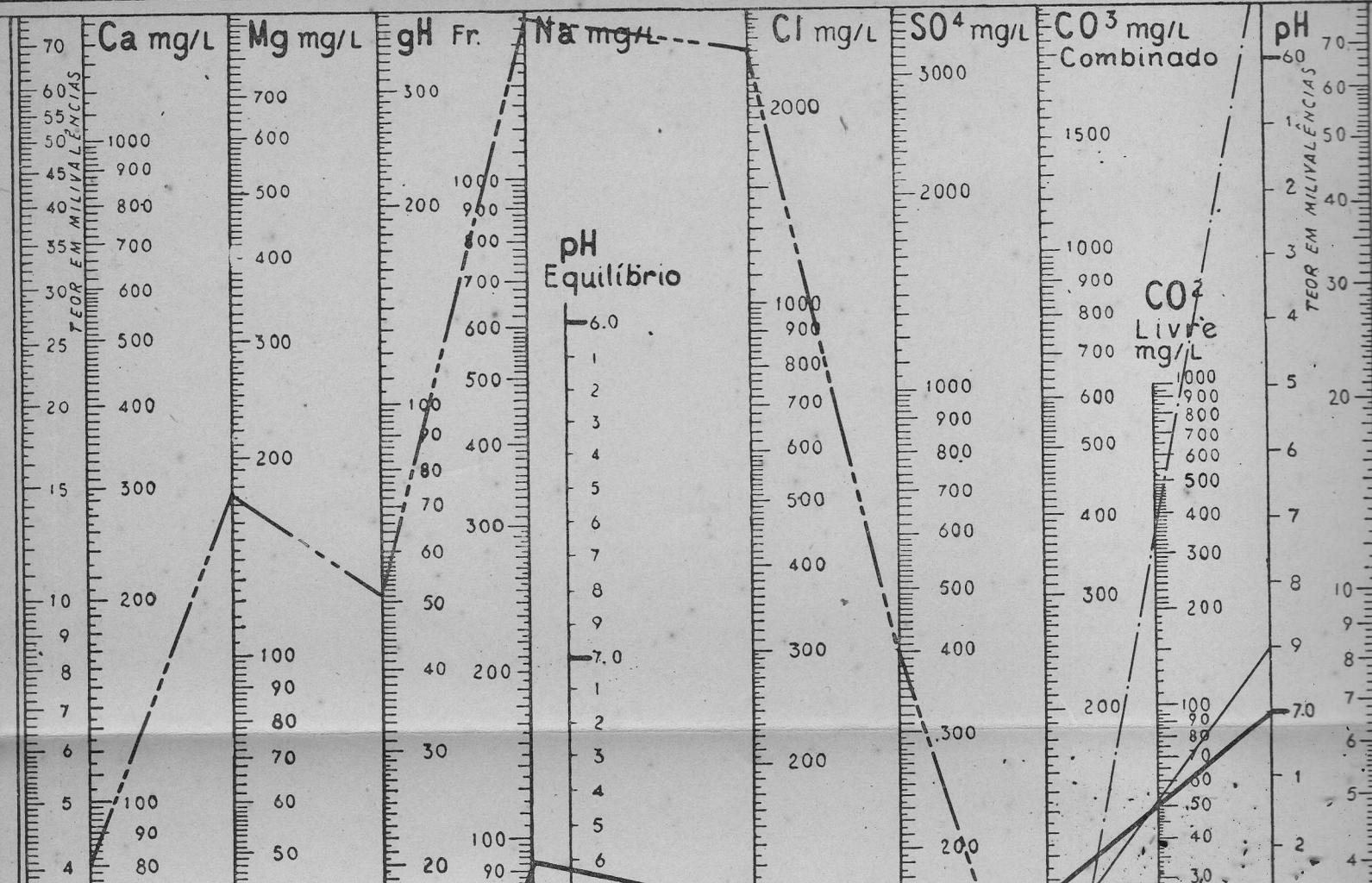
b) — Lençóis pendurados nos aluviões com caracteres químicos próprios.

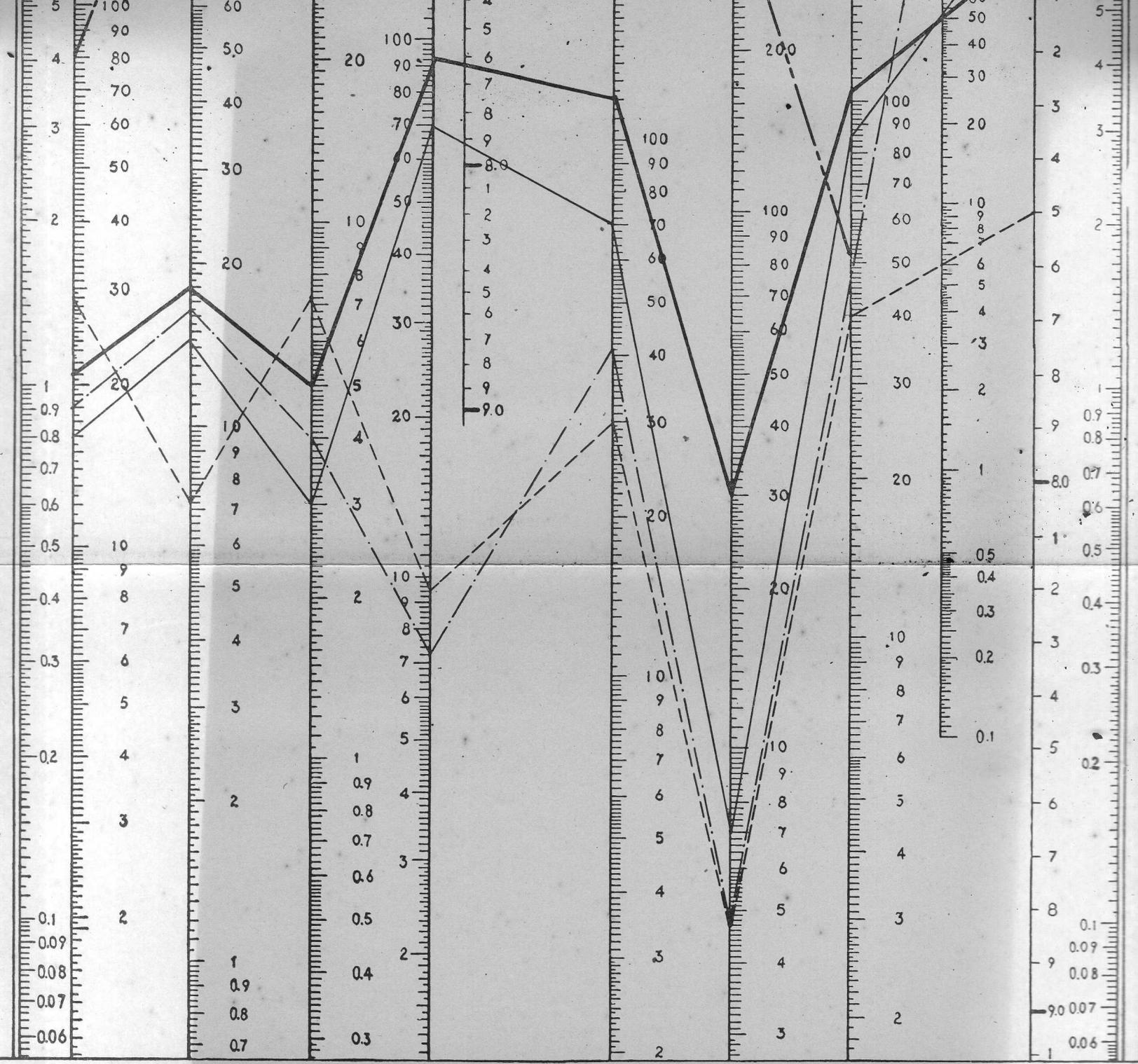
2 — Lençol profundo dos arenitos cretáceos localizados na formação Itamaracá.

Os diagramas mostram as características químicas comparativas dos diversos lençóis.

TABLEAU ET DIAGRAMMES

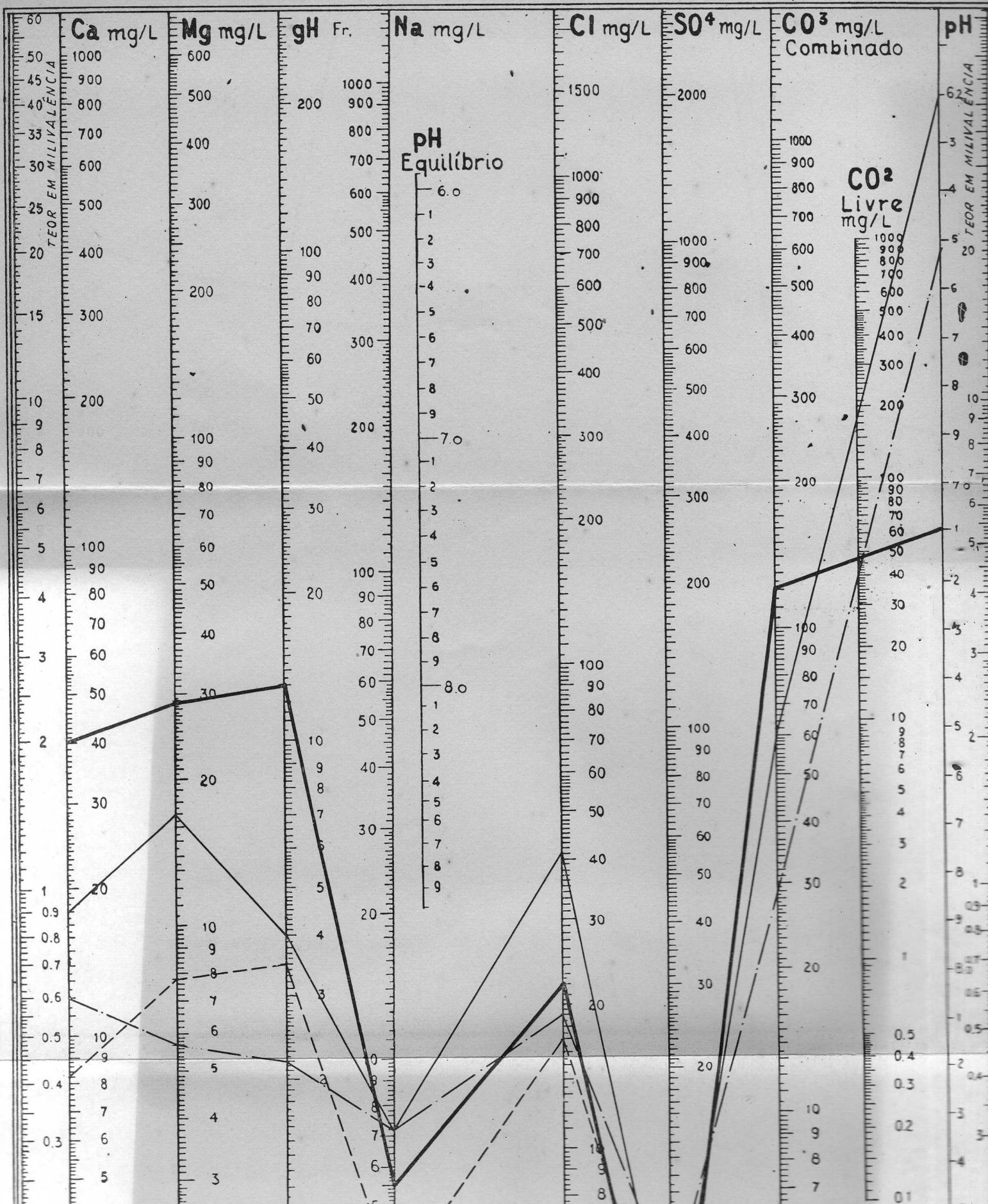
- 1 — *Puits Situbos* :  
Nappe suspendue par rapport au niveau hydrostatique commandé par le Capibaribe.  
Lençol pendurado, relativamente ao nível hidrostático ligado ao rio Capibaribe.  
Suspended water table in relation to the hydrostatic level connected to the Capibaribe river.
- 2 — Eau du Capibaribe à Varzea = Marée basse — eau douce.  
Água do rio Capibaribe na Várzea = Maré baixa — água doce.  
Water of the Capibaribe river = Low tide — fresh water.
- 3 — Eau du Capibaribe à Torre = Marée basse — eau légèrement salée.  
Água do rio Capibaribe na Torre = Maré baixa — água pouco salgada.  
Water of the Capibaribe river = Low tide — water with low salinity.
- 4 — *Puits "Anita" à Varzea* :  
Mélange des eaux de type 1 et 2.  
Mistura das águas de tipo 1 e 2.  
Mixture of water type 1 and 2.
- 5 — *Forage "Brasilit"* :  
Nappe phréatique liée au Capibaribe.  
Lençol freático ligado ao Capibaribe.  
Water table connected to Capibaribe.
- 6 — *Forage "Fosforita" à Olinda* :  
Nappe profonde des grés phosphatés de la formation "Itamaracá".  
Lençol profundo dos arenitos fosfatosos da formação "Itamaracá".  
Deep water table in phosphatic sands of the "Itamaracá formation".
- 7 — *Forage "Antártica" na Rua da Aurora* :  
Même nappe que la précédente, sous la ville.  
Mesmo lençol que o precedente, no subsolo da cidade.  
Same water table, below the city.
- 8 — *Forage "Produção Animal"* :  
Nappe des alluvions quaternaires avec mélange des eaux de type 5 et 6.  
Lençol das aluviões quaternarias, com mistura das águas de tipo 5 e 6.  
Quaternary alluvial water with mixture of type 5 and 6.

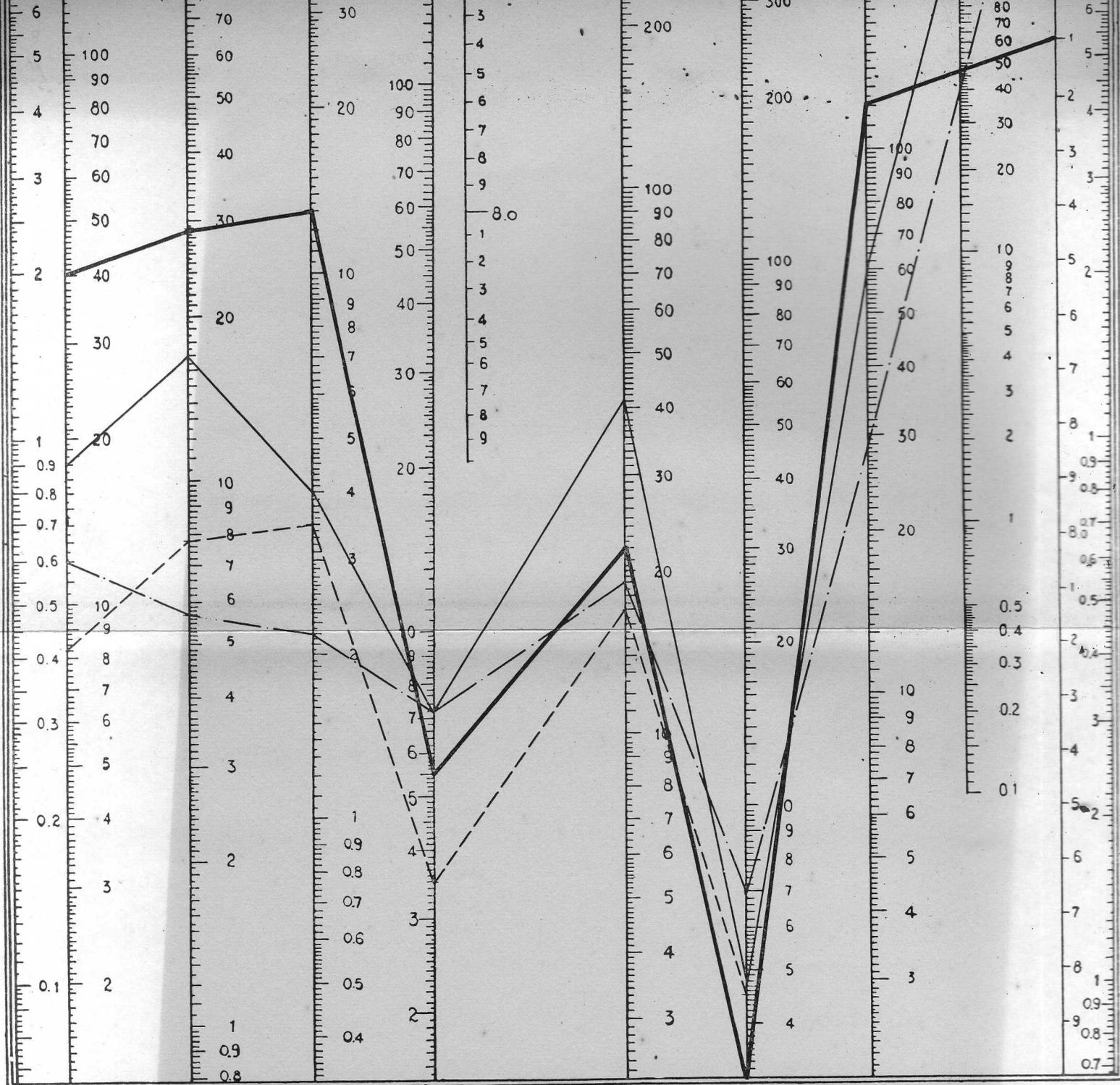




- N° 1
- N° 2
- · — · N° 3
- N° 4
- N° 5

# DIAGRAMAS LOGARÍTMICOS

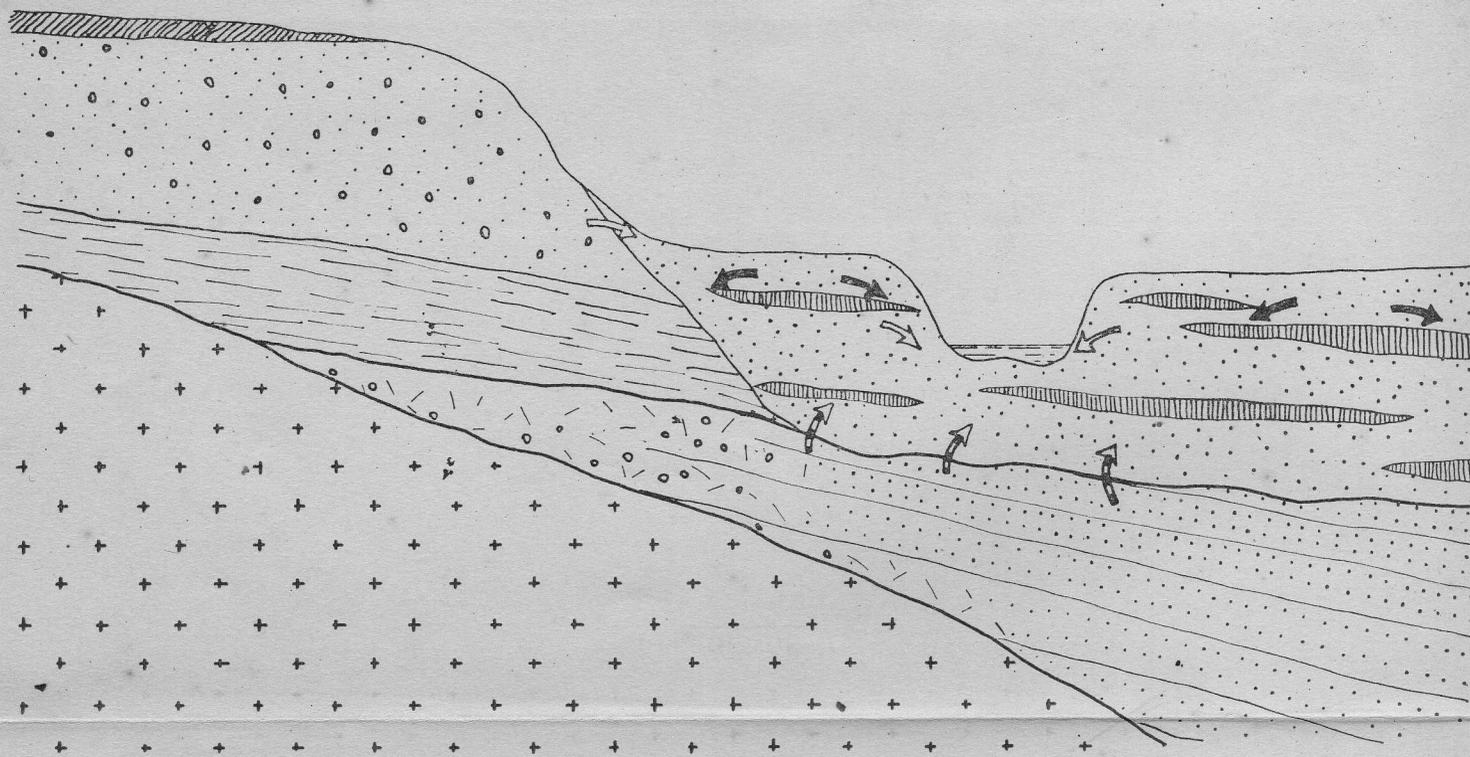




Missão de Hidrogeologia da **UNESCO** - Recife, 1958

- Nº: 4
- Nº: 6
- - - - - Nº: 7
- · - · - Nº: 8

# SCHEMA GEOLOGIQUE DE LA VALLEE DU RIO CAPIBARIBE A VARZEA (RECIFE)



## LÉGENDE

- |  |  |
|--|--|
| <p>1  LIMONS ARGILEUX NOIRS DU QUATERNAIRE</p> <p>2  ALLUVIONS A LENTILLES ARGILEUSES DU QUATERNAIRE</p> <p>3  NIVEAUX SABLEUX OU ARGILEUX DE LA "FORMATION BARREIRA"</p> <p>4  GRÈS DE LA "FORMATION ITAMARACÁ"</p> | <p>5  SOCLE ANCIEN CRISTALLIN</p> <p>6  NAPPE AQUIFERE DES GRÈS</p> <p>7  EAUX DE LA NAPPE LIÉE AU CAPIBARIBE</p> <p>8  EAUX DES NIVEAUX SUSPENDUS</p> |
|--|--|

Fig-1

FIG.1 — Schéma géologique de la plaine du Capibaribe à Varzea — RECIFE.  
Esquema geológico da planície do rio Capibaribe na Várzea — RECIFE.  
Geological section of the plain of the Capibaribe river.