

Fig. 2

Emprunt de Mghaïer, wilaya de Biskra, Algérie, aux abords de la R. N. 3. On observe la fissuration prismatique et, au niveau du marteau, l'aspect très friable de l'encroûtement. Il fournit un sable gypseux très poudreux

puration des ménisques capillaires). Ces grains sont écartés et dispersés dans l'encroûtement. A la partie supérieure de celui-ci on a même obtenu du gypse pur.

Les gisements de sables gypseux sont situés le plus souvent sur des surfaces topographiques anciennes. Ces surfaces sont pratiquement toujours encroûtées et surélevées par rapport aux dépressions actuelles où l'on ne rencontre généralement pas de sols valables pour la construction de chaussées (présence d'argiles et de sels). Dans certaines régions, la surface encroûtée a été recouverte par l'erg. Dans ce cas, les gisements sont à chercher dans les *sahanes* ou zones dégagées entre les dunes.

3. LES SABLES GYPSEUX AU LABORATOIRE

Les encroûtements récents et actuels, sous lesquels il existe encore une nappe phréatique (fig. 3), peuvent être débités en grave à l'extraction. Toutefois, vu la faible dureté du gypse, on peut considérer

que cette grave évolue en sable lors du compactage.

Les encroûtements anciens, par contre, n'ont plus été en contact avec la nappe séléniteuse depuis des siècles et des millénaires. De surcroît, durant les périodes à climat moins aride, ils ont pu être exposés à des infiltrations ou des ruissellements d'eaux météoriques. Ces encroûtements se débitent en sable à l'extraction. Ils présentent une fissuration prismatique caractéristique que l'on peut voir sur les figures 1 et 2. L'eau qui circule dans ces fissures y dépose des pellicules de gypse. L'eau qui percolle dans la masse remobilise le gypse, qu'elle dissout à certains niveaux pour le déposer, à l'état finement divisé, à d'autres niveaux; l'encroûtement perd sa compacité et sa cohésion, mais le sable gypseux qui en sera extrait, pourra avoir une plus forte proportion de fines gypseuses, qui en amélioreront la cohésion après compactage.

L'essai de laboratoire fondamental pour identifier et sélectionner des sables gypseux est la détermination de leur teneur en sulfates par dosage du précipité obtenu avec le chlorure de baryum. Cette détermination se fait sur la fraction granulométrique pas-

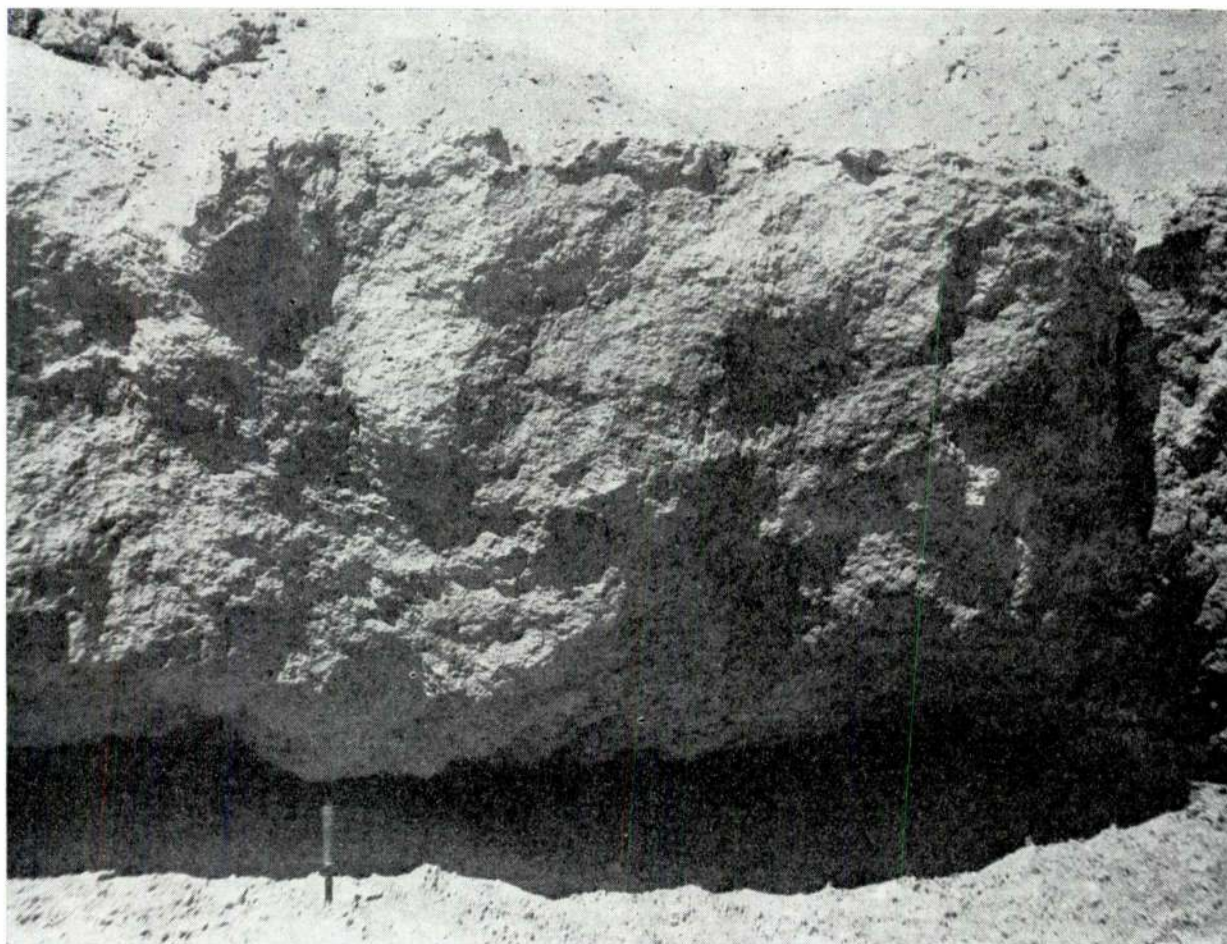


Fig. 3

Encroûtement gypseux actuel exploité pour le bâtiment aux abords de la R. N. 16 à environ 20 km de Touggourt, Algérie. L'encroûtement massif est compact et son épaisseur varie entre 1,5 et 2,0 m. Il tient en porte-à-faux. Le marteau est planté sur le sable humide et la surface de la nappe se trouve 40 cm plus bas

sant au tamis de 1 mm et s'exprime en gypse, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Pour être admis en couche de base, un sable gypseux devra présenter une teneur en gypse supérieure à 70%.

L'indice de plasticité n'est pas significatif dans le cas des sables gypseux. Il peut dépasser 15.

Les caractéristiques mécaniques dépendent de l'état de division du gypse. En effet, l'eau de compactage dissoudra d'autant plus de gypse que la surface spécifique sera plus grande. Lors de l'évaporation de l'eau de compactage, le gypse dissous recristallisera pour cimenter le sable.

On apprécie la qualité mécanique des sables gypseux par l'essai CBR et par l'essai de compression simple fait sur des éprouvettes de 50 mm de diamètre. Moulées à l'optimum Proctor modifié, les éprouvettes sont soumises, avant l'essai, à un traitement qui vise à reproduire les conditions de service dans la chaussée: on les fait sécher à l'air ou dans une étuve réglée à 60°C. A l'écrasement, la teneur en eau résiduelle est inférieure à 2%.

Dans ces conditions, les sables gypseux de bonne qualité fournissent des résistances en compression

simple voisines de 50 bars et des indices CBR supérieurs à 200%. Pour des teneurs en eau plus élevées les sables gypseux conservent des portances satisfaisantes.

L'étude en laboratoire des sables gypseux exige une précaution très particulière: la température d'étuvage ne doit pas dépasser 60°C. Au dessus de cette température, en atmosphère sèche, le gypse se déshydrate. Si les étuves étaient réglées à la température standard de 105°C, les teneurs en eau déterminées seraient trop fortes par dégagement de l'eau combinée. Dans le cas de l'étuvage à 105°C, M. POUGET (réf. 14) propose de faire une correction à la teneur en eau calculée, pour tenir compte de la perte d'eau d'hydratation. La teneur en eau étant définie par l'expression

$$W = \frac{P_H - P_s}{P_s}$$

où P_H est le poids humide avant étuvage et P_s le poids sec de l'échantillon après étuvage à 105°C, il

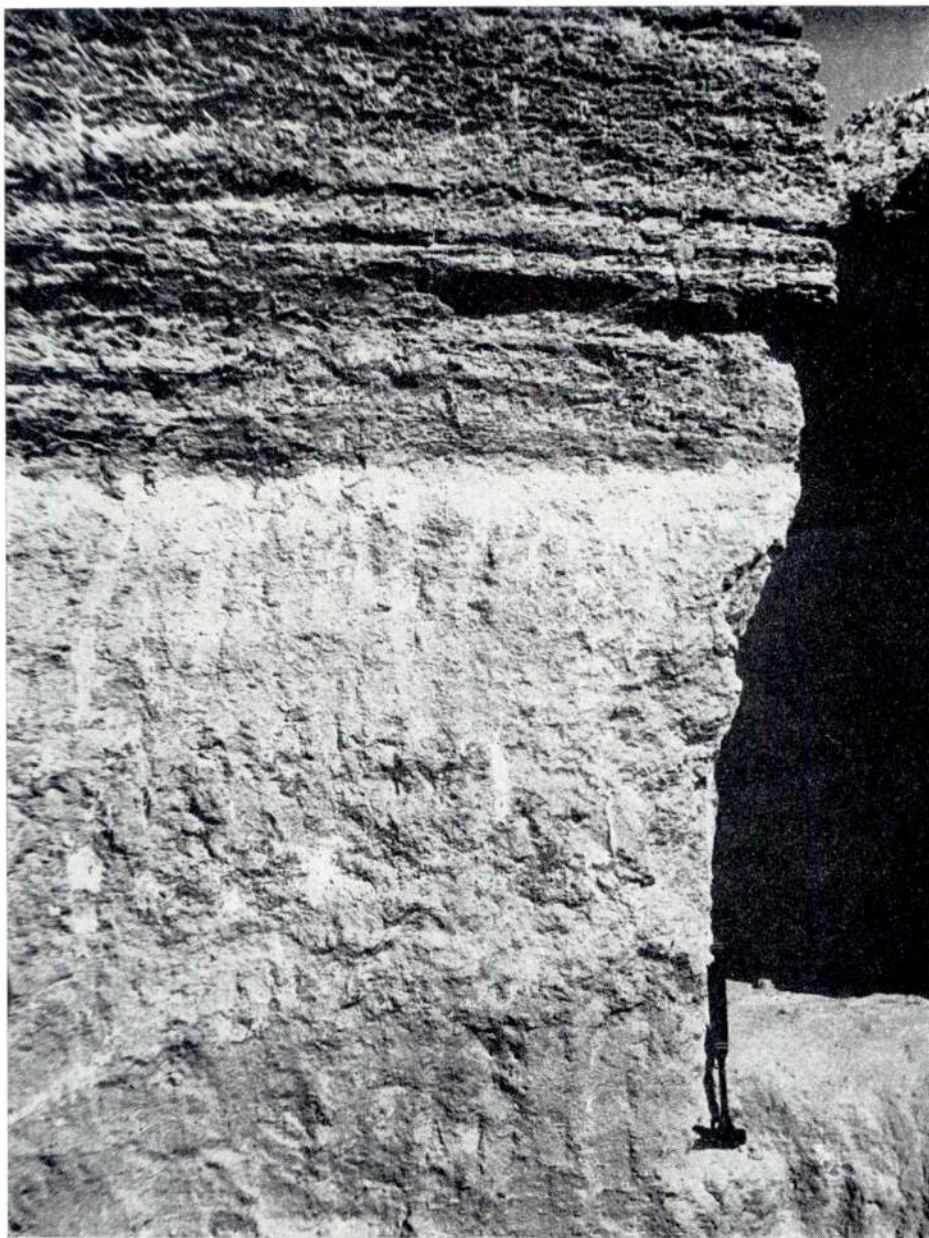


Fig. 4

Encroûtement gypseux récent de Hassi Khelifa, Souf. Sur cette coupe on peut voir l'horizon supérieur feuilleté ou *tirch*, dont l'épaisseur est ici proche de 1,0 m. L'encroûtement massif, *tafcaza*, est plus épais. Sa compacité se perçoit aux traces de pioche. La limite entre l'encroûtement massif et le sable éolien, au niveau du marteau, est irrégulière. L'horizon des roses de sable, *louss*, se trouve un peu plus bas et n'a pu être pris sur la photo qui a été faite dans les fouilles des fondations de l'usine à plâtre



Fig. 5

Flache et faïençage de la R. N. 16 à 20 km de Tougourt, Algérie. Il s'agit d'un point bas très humide en hiver. La chaussée est pratiquement au niveau du sol naturel. Un remblai de quelques décimètres de hauteur aurait pu modifier le profil de succion et réduire les teneurs en eau sous chaussée

y a lieu de diminuer cette teneur en eau du quart de la teneur en gypse G de l'échantillon pour obtenir sa teneur en eau libre

$$W_{\text{corrigé}} = W_{105^{\circ}\text{C}} - 0,25 G$$

4. LES SABLES GYPSEUX SUR CHANTIER

La mise en oeuvre des sables gypseux ne pose pas de problèmes bien particuliers. La teneur en eau Proctor modifié est inférieure à 10%, généralement comprise entre 7 et 9%. On obtient aisément des compacités élevées.

Lorsque deux couches superposées sont compactées l'une après l'autre, il ne se crée pas de liaison entre elles: c'est le feuilletage phénomène connu également pour d'autres matériaux.

Des déboires peuvent résulter, à l'imprégnation, de la présence de halite (sel commun ou de cuisine identifiable à son goût). Ce sel peut être contenu

dans les matériaux utilisés ou provenir de l'eau de compactage. Lors de l'évaporation de celle-ci, il cristallise en surface. Si cette surface n'est pas balayée avant l'imprégnation au cut-back, il produit le *marc de café*. L'imprégnation prend une couleur brune et manque de cohésion: c'est le résultat d'une affinité superficielle très forte des hydrocarbures vis-à-vis de la halite.

Il convient donc de limiter à 0,5% maximum la teneur en chlorures des matériaux utilisés. Il est plus difficile de renoncer à utiliser, pour le compactage, des eaux salées, qui sont, dans certains cas, les seules disponibles dans un rayon de plusieurs dizaines de kilomètres.

La teneur en chlorures, exprimés en NaCl, peut être déterminée au laboratoire, par dosage au nitrate d'argent.

La halite est aussi responsable d'une dégradation des chaussées typique des climats arides, les *cham-pignons* ou boursouflures salines, connues également sous le nom de *cloques*, traduction de l'anglais *blis-*

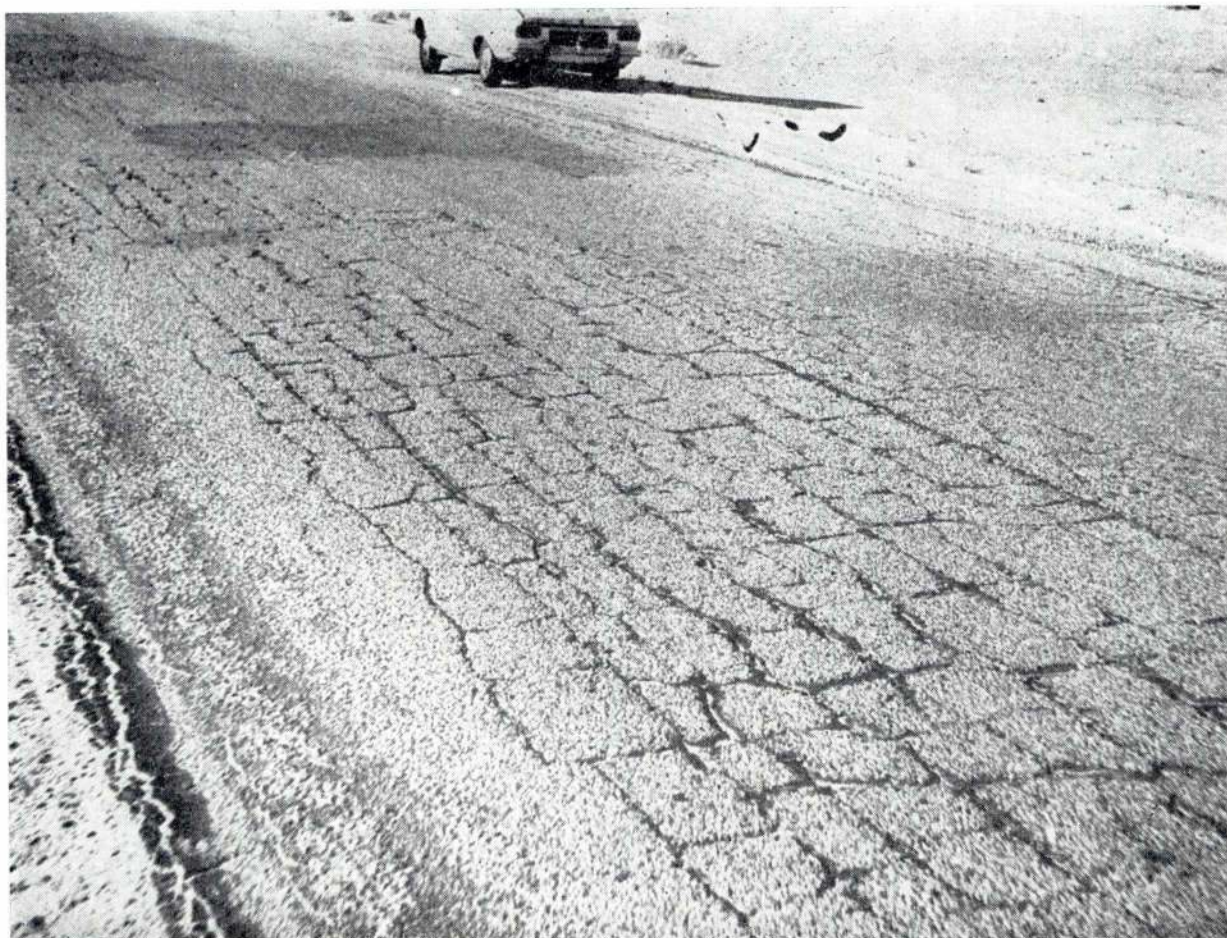


Fig. 6

Faiénçage de la R. N. 3 à la traversée de la cuvette de la palmeraie d'El Ksour au nord de Touggourt, Algérie. La chaussée est presque au niveau du sol naturel

ters. Il s'agit d'enflements de la couche de roulement suite à des pressions exercées vers le haut par des trichites (*whiskers*) de halite, qui cristallisent par évaporation de solutions concentrées contenues dans les pores capillaires de la couche de base. Cette dégradation n'affecte pas les assises à pores de grandes dimensions: les trichites ou cristaux en forme de cheveux ne peuvent s'y former. Lorsqu'il n'est pas possible d'arrêter l'alimentation en sels dissous d'une chaussée, il faut éviter de la construire en matériaux fins comme les sables gypseux et utiliser des graves à faible proportion de fines.

Sur le chantier, pour comparer les sables gypseux d'un même gisement ou de gisements voisins, on peut utiliser l'essai d'équivalent de sable, qui est rapide quoique dépourvu de signification pour ces matériaux. Il s'agit d'apprécier comparativement la surface spécifique des différents échantillons. A défaut d'un essai plus valable, l'équivalent de sable sert de repère tout relatif et on donnera la préférence aux matériaux à plus faible équivalent de sable.

5. DIMENSIONNEMENT ET TENUE DES CHAUSSÉES

Les sols du Sahara, dont la teneur en eau naturelle est de l'ordre de 2 à 4%, présentent des portances très élevées: on peut généralement admettre un indice CBR supérieur à 20%. Le sol le moins porteur, en climat désertique, est le sable de dune qui n'a pas de cohésion à sec.

Le trafic routier dans ces régions est très faible. La moyenne journalière du nombre des poids lourds circulant sur ces routes se chiffre par quelques dizaines.

Les chaussées construites au Sahara seront donc très économiques. Le plus souvent, elles se réduisent à une couche de base d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur. Sur le sable de dune, dans la région d'El Oued, on a mis en place des chaussées de 25 cm d'épaisseur de sable gypseux (réf. 17).

Mais, au Sahara comme ailleurs, l'eau reste l'ennemi numéro un des chaussées. Les orages étant rares et de courte durée, ils ne causeront pas de dégâts si les caractéristiques géométriques du tracé



Fig. 7

Fissuration hygroscopique de la chaussée de R. N. 16 dans le Souf, 30 km environ à l'ouest d'El Oued

permettent d'évacuer rapidement l'eau de pluie, ce qui est généralement le cas. La plupart des chaussées du Sahara sont en remblai de faible hauteur (quelques décimètres), disposition la plus efficace contre l'ensablement.

Reste le cas particulier et ponctuel de certains sols humides: palmeraies, nappes phréatiques peu profondes, bas fonds susceptibles d'être inondés, traversées d'oueds). Sur ces sols le dimensionnement de la chaussée demande une étude particulière qui tienne compte de leur imbibition complète ou partielle, lorsque la chaussée ne peut être construite en remblai suffisamment haut.

C'est d'ailleurs sur ces sols que l'on observe des dégradations des chaussées en sables gypseux sous l'action du trafic. Aux points bas humides, il se forme des faïençages et des flaches (fig. 5 et 6).

Ces dégradations s'expliquent par une perte de cohésion des assises due à la dissolution du gypse. Des inondations exceptionnelles ont d'ailleurs provoqué, en 1970, l'effondrement de certains tronçons de la R. N. 48 au nord d'El Oued. On savait, au laboratoire, que les éprouvettes de sable gypseux se délitent à l'imbibition prolongée.

Sous réserve de ces cas particuliers, on peut dire que la tenue des routes en sables gypseux construites depuis dix à vingt ans témoigne favorablement à l'avantage de cette technique. Les fissurations de retrait hygroscopique, que nous analysons ci-dessous, et certaines autres dégradations très localisées, les gonflements, ne mettent pas en cause les bonnes performances de ces chaussées économiques. Il faut aussi souligner le fait que les sables gypseux sont l'unique matériau disponible sur de très vastes régions du Sahara. Ce matériau est, certes, d'un choix et d'une utilisation difficiles, mais on ne peut le remplacer par des graves naturelles ou concassées qui n'existent pas à des distances raisonnables.

Les chaussées en sable gypseux ont une rigidité qui les rapproche des chaussées semi-rigides. Les auscultations faites sur ces chaussées sont malheureusement trop peu nombreuses pour tirer des conclusions.

6. LA FISSURATION HYGROSCOPIQUE

Nous avons déjà signalé la fissuration prismatique des encroûtements gypseux anciens exposés aux



Fig. 8

Une autre vue de la fissuration hygroscopique de la chaussée de la R. N. 16

agents atmosphériques (fig. 1 et 2). Les chaussées en sable gypseux présentent le même phénomène. Au bout de quelque temps après leur construction, il se forme deux familles de fissures, l'une transversale, l'autre longitudinale, qui apparaissent indépendamment du trafic. Ces fissures se forment aussi aux extrémités et aux coins des pistes et aires de stationnement des aérodromes. Elles ne peuvent être attribuées à des phénomènes purement thermiques. Il y a, en effet, une corrélation parfaite entre la présence de gypse dans la couche de base et cette fissuration thermique.

La fissuration des sables gypseux se développe, en été, à partir des accotements: d'abord des fissures transversales progressent vers l'axe, ensuite apparaissent des fissures longitudinales. Ces fissures intéressent la couche de base et la couche de roulement. Elles se manifestent plus vite dans le cas des enduits d'usure. Il est possible d'en éviter la manifestation au moyen de bétons bitumineux très souples, résistants et imperméables.

Tout comme la fissuration thermique des assises stabilisées au laitier, il semble que la fissuration

hygroscopique des assises en sables gypseux ou gypso-calcaires ne mette pas en cause leurs qualités mécaniques. Les dalles individualisées par ces fissures (fig. 7, 8, 9) ont des dimensions variables décimétriques à métriques.

Sur la figure 10 nous avons reproduit la courbe d'équilibre entre le gypse et l'anhydrite à la pression atmosphérique, en présence de vapeur d'eau et en fonction de la température. Le gypse est stable aux fortes pressions de vapeur d'eau et aux faibles températures. Le domaine de stabilité de l'anhydrite correspond aux faibles humidités atmosphériques et aux fortes températures. Sur ce graphique nous avons aussi tracé des courbes d'égale humidité relative de l'air ϵ .

Nous ne disposons pas de données sur le microclimat qui règne dans les assises en sable gypseux, mais il est plausible de supposer que l'humidité relative de l'air de la chaussée et du sol de fondation soit voisine de 100%, après l'imprégnation et la mise en place de l'enduit d'usure et tant que celui-ci restera imperméable. Dans l'erg, en hiver, le sable conserve longtemps l'eau infiltrée après les orages et la



Fig. 9

Détail de la fissuration hygroscopique. Les fissures transversales qui partent des accotements sont les plus anciennes. La fissure longitudinale au centre de la photo s'est formée, dans un deuxième temps, probablement sous l'effet conjugué des contraintes de retrait et des contraintes du trafic. Ensuite, la fissuration a gagné la région axiale

température du sol est faible. Dans ces deux cas, on se retrouvera donc dans le domaine de stabilité du gypse.

Les températures du sol au Sahara varient entre les valeurs moyennes de 12 à 33°C en surface et de 16 à 31°C à 0,4 m de profondeur. En surface, le maximum des moyennes peut osciller de 38 à 57°C (réf. 7). Ce maximum correspond à l'été, saison qui voit également s'établir une faible humidité relative de l'air atmosphérique. Les moyennes de 1957 à 1961, pour les stations de Touggourt et El Oued, sont comprises entre 30 et 50% pour les mois de Mars à Septembre, alors qu'elles dépassent 60% en hiver et atteignent 75%, en Décembre, à El Oued (réf. 7).

Ces valeurs n'autorisent aucun doute quant à l'instabilité du gypse en été, en présence de l'air atmosphérique. L'influence de l'air atmosphérique se fait sentir, dans la chaussée, à partir des accotements. La déshydratation du gypse va donc démarrer des accotements. Cette déshydratation se fait avec une très forte réduction de volume, qui provoque des

tractions, puis des fissures dans la couche de base. Ces fissures se transmettent à la couche de roulement.

La fissuration prismatique des encroûtements gypseux anciens a la même origine. Dans les deux cas l'explication peut être trouvée dans l'hygroscopicité du gypse. Il s'agit de fissures de retrait hygroscopique.

7. LES GONFLEMENTS

La figure 11 montre des gonflements de la surface d'une chaussée en sable gypseux. On remarque que ces gonflements sont ici associés à des fissurations hygroscopiques, qui ont rendu perméable la couche de roulement.

On a souvent parlé de la présence d'argiles pour expliquer le gonflement de certains sables gypseux. Les gonflements que nous avons examinés s'expliquent facilement sans faire appel à cette présence aléatoire. En effet, beaucoup d'encroûtements

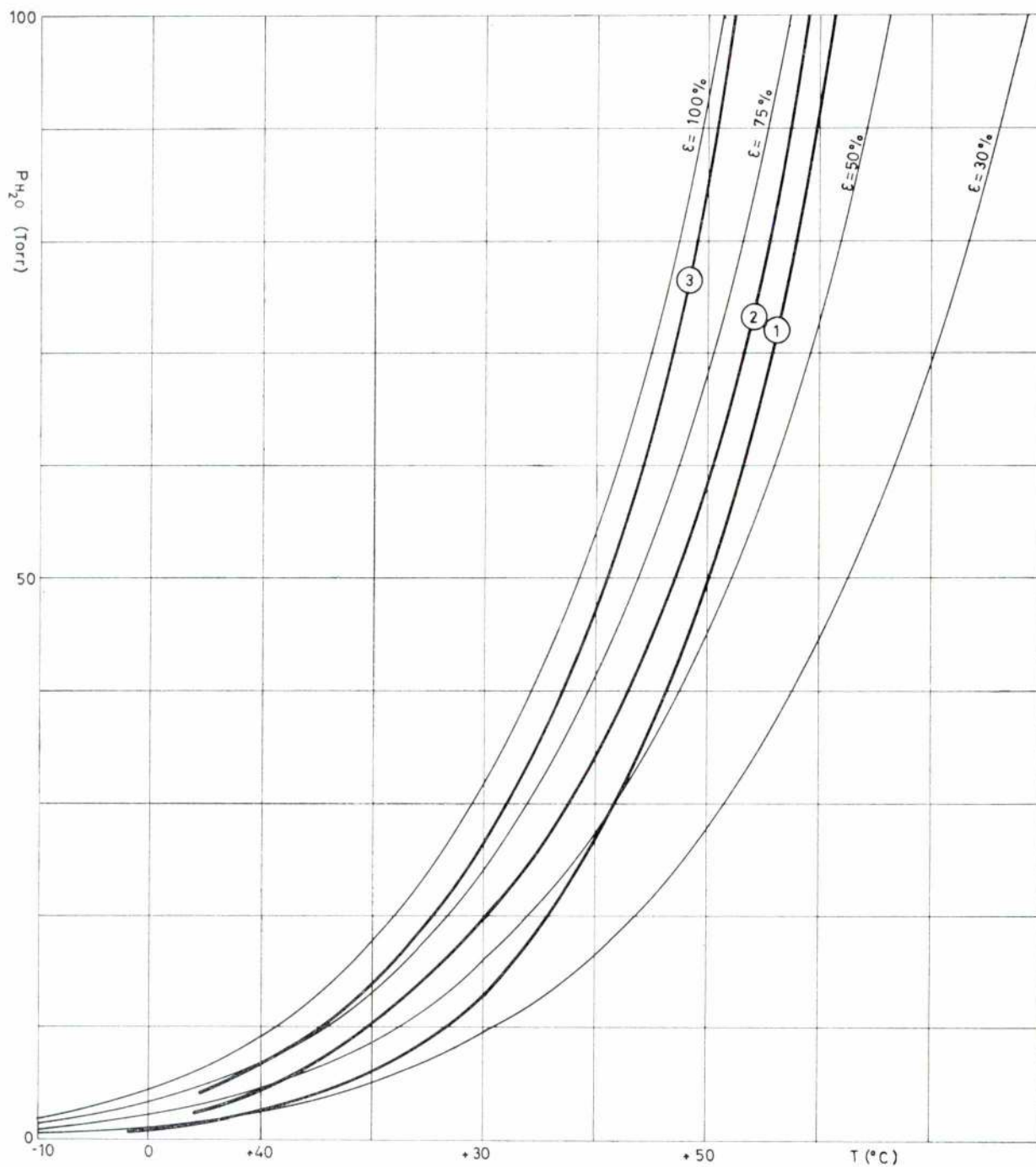


Fig. 10

Courbes d'équilibre gypse-anhydrite en fonction de la température et de la pression partielle de vapeur d'eau pour 1 bar de pression totale d'après différents auteurs: (1) Equilibre gypse-hémihydrate d'après H. MORTENSEN, 1933, résultats de VAN'T HOFF et al.; (2) Equilibre gypse-anhydrite mêmes auteurs; (3) Equilibre gypse anhydrite d'après C. W. BLOUNT et F. W. DICKSON, 1973. La courbe $\epsilon=100\%$ représente la pression de vapeur saturante à 1 bar de pression totale. Les courbes $\epsilon=75, 50, 30\%$ représentent la pression de vapeur d'eau correspondant aux humidités relatives de l'air ϵ



Fig. 11

Gonflements de la chaussée de l'aérodrome de Guemar-El Oued, Souf

gypseux, particulièrement ceux de la région du Souf, formés à partir de sables éoliens, sont pratiquement dépourvus d'argile. La formation de ces encroûtements exige d'ailleurs la présence d'une nappe phréatique incompatible avec de fortes proportions d'argile.

Les gonflements des assises en sables gypseux sont dus à des mouvements d'eau, qui dissout les fines gypseuses à certains niveaux et les dépose à d'autres niveaux lorsqu'elle s'évapore. Si la couche de roulement permet l'infiltration des eaux de pluie, la partie supérieure de la couche de base sera lessivée et le gypse dissous se déposera plus bas lors de l'évaporation de ces eaux.

Sous les gonflements de la figure 11 nous avons observé une couche supérieure de sable qui avait perdu presque tout son gypse sur une dizaine de centimètres d'épaisseur. A la partie inférieure de la couche de base se trouvait une couche de quelques centimètres enrichie en gypse, mais décompactée et très foisonnée, suite à la cristallisation de fines aiguilles écartant les grains. La couche de fondation en *louss* avait probablement servi de réservoir à une nappe séléniteuse temporaire.

La solubilité du gypse et sa force de cristallisation sont donc la cause directe de ces gonflements. La cause indirecte en est l'infiltration et les mouvements de l'eau dans la chaussée. On pourra éviter ces dégradations en agissant sur leur cause indirecte.

8. LES MATÉRIAUX GYPSO-CALCAIRES

Les sables gypseux appartiennent à une catégorie de matériaux de chaussée que l'on a convenu d'appeler pédologiques: il s'agit de matériaux résultant de la cimentation de formations superficielles ou sols au sens géotechnique, sous des climats particuliers. Le rôle de la pédogenèse proprement dite est souvent fondamental dans la cimentation de ces sols, qui accompagne leur enrichissement en certains composés minéraux. L'hydrologie joue aussi un rôle primordial dans le transport à l'état dissous de différents éléments et composés.

Les cuirasses ferrugineuses et les latérites sont un matériau pédologique bien connu sous les climats tropicaux. Les carapaces calcaires et les encroûte-

ments calcaires (*caliche* ou *calcrete* en anglais) sont également un matériau pédologique largement utilisé dans les chaussées des zones climatiques semi-arides et subhumides: ils peuvent fournir d'excellentes graves(*)).

Lorsque l'on passe du climat désertique au climat semi-aride, le gypse devient instable dans les sols à cause de sa solubilité élevée. Les encroûtements gypseux sont relayés par les encroûtements calcaires. Le climat du Quaternaire en Afrique du Nord est caractérisé par une alternance de périodes arides et de périodes humides ou pluviales. Ainsi des régions soumises à des climats subhumides à certains moments sont-elles devenues graduellement arides et vice-versa.

Ces oscillations expliquent les superpositions d'accumulations de gypse et de calcaire dans certains sols. Des encroûtements calcaires ont pu être partiellement gypsifiés: ils sont devenus friables généralement et se débitent en sables gypso-calcaires. Ailleurs, des formations gypseuses ont pu être recouvertes de carapaces calcaires: les gisements de ce type fournissent des graves gypso-calcaires bien connues dans la région de Ouargla.

Les matériaux gypso-calcaires ont été largement utilisés dans les chaussées du Sahara, en Algérie. D'après les règles énoncées par FENZY (réf. 8), la teneur en gypse et calcite mesurée sur la fraction inférieure à 1 mm de ces matériaux doit dépasser une certaine valeur. Ainsi des sables gypso-calcaires ne doivent être utilisés en couche de base que si la teneur en gypse plus carbonates dépasse 70%.

L'ampleur des fissurations hygroscopiques des matériaux gypso-calcaires dépend de leur teneur en gypse qui peut prendre toute la gamme de valeurs par rapport à la teneur en carbonates. FENZY a fait remarquer que ces matériaux se regroupaient nettement autour de deux pôles, l'un sulfaté, l'autre carbonaté, ce qui est tout à fait compréhensible si on prend en considération leur genèse.

Les matériaux carbonatés seront moins fissurables par retrait hygroscopique: fissures uniquement transversales plus espacées ou absentes lorsque la teneur en gypse diminue. Ils seront moins sensibles à l'humidité, mais donneront des assises moins rigides.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] G. Andrivet, 1958 — Route de Ouargla à Hassi-Messaoud et Fort-Lallemand, Bull. Doc. Techn. Routière L. C. P. C. Alger, N.° 5, 35-45.
- [2] C. W. Blount, F. W. Dickson, 1973 — Gypsum-anhydrite equilibria in systems $\text{CaSO}_4\text{-H}_2\text{O}$ and $\text{CaSO}_4\text{-NaCl-H}_2\text{O}$, Am. Min., 58/3-4, 323-331.
- [3] R. Coque, 1955 — Les croûtes gypseuses du Sud-Tunisien, Bull. Soc. Sci. Nat. Tunisie, 8/3-4, 217-235.
- [4] R. Coque, 1962 — La Tunisie présaharienne: étude géomorphologique, Paris, 1-476.
- [5] J.-H. Durand, 1959 — Les sols rouges et les croûtes en Algérie, S. E. S., Alger, 1-188.
- [6] J.-H. Durand, 1963 — Les croûtes calcaires et gypseuses en Algérie: formation et âge, Bull. Soc. Géol. France, V/7, 959-968.
- [7] Pierre Dutil, 1971 — Contribution à l'étude des sols et des paléosols du Sahara, Thèse Fac. Sci. Univ. Strasbourg, C.N.R.S., A.O.6.094, 1-346.
- [8] E. Fenzy, 1966 — Particularités de la technique routière au Sahara, Rev. Gén. Routes Aér., 36/411, 57-71.
- [9] P. Fumet, G. Ribes, 1957 — L'utilisation des sables dans les corps de chaussée en Algérie et au Sahara, Cycle d'Etudes Routières Paris.
- [10] B. Guilhot, 1970 — Etude des formes hydratées du sulfate de calcium (gypse-plâtres), Thèse Fac. Sci. Univ. Grenoble, 1-56.
- [11] H. Mortensen, 1933 — Die «Salzsprenzung» und ihre Bedeutung für die regionalklimatische Gliederung der Wüsten, Petermans geogr. Mitteilungen, 5/6, 130-135.
- [12] Christine Plet, 1969 — Introduction à l'étude expérimentale de la formation des encroûtements: application au cas des encroûtements gypseux, Thèse Fac. Sci. Paris.
- [13] C. Plet-Lajoux, C. G. Monnier, G. Pedro, 1971 — Etude expérimentale sur la genèse et la mise en place des encroûtements gypseux, C. R. Ac. Sci. Paris, D272/24, 3017-3020.
- [14] M. Pouget, 1965 — Mesures d'humidité sur les échantillons de sols gypseux, Cahiers ORSTOM, série Pédol., III/2, 139-148.
- [15] M. Pouget, 1968 — Contribution à l'étude des croûtes et encroûtements gypseux de nappe dans le Sud-Tunisien, Cahiers ORSTOM, série Pédol., VI/3-4, 309-365.
- [16] Jacques Roux, 1958 — Le gypse, matériau routier de l'Est Saharien, Bull. Doc. Techn. Routière L. C. P. C. Alger, N.° 5, 27-31.
- [17] Jean Salat, 1964 — La construction de la route Touggourt-El Oued, Rev. Gén. Routes Aér., N.° 388, 83-93.

(*) Cf. article à paraître prochainement.

O manuscrito deste artigo foi recebido em 26 de Janeiro de 1977.

Uma Bibliografia de APL — 2.^a Parte

J. MARQUES HENRIQUES

Instituto Superior Técnico,

Universidade Técnica de Lisboa

SUMÁRIO

O crescimento contínuo do APL em todos os campos do processamento automático da informação tem acarretado o aparecimento, cada vez mais frequente, de novos livros sobre a linguagem, suas aplicações e fundamentos teóricos. A análise bibliográfica abaixo é a continuação de um trabalho iniciado antes e reflecte esse crescimento vigoroso.

A fim de tentarmos limitar com rigor o universo do APL, procurámos respigar da literatura uma definição coerente e actual da linguagem. Tarefa difícil e ingrata, pois no momento presente nenhuma cumprirá essa missão a contento geral, e daí a decisão desta escolha se tornar a imagem do gosto pessoal do autor destas críticas. Mesmo assim, por nos parecer transmitir uma ideia do que é e do que faz o APL e do seu impacto em aspectos tão diversos como sejam, por exemplo, a reformulação dos fundamentos matemáticos da teoria dos conjuntos, a nova dimensão transmitida nas linguagens de programação por estruturas de quadros, o conceito e aplicações de variáveis partilhadas, e na construção interna dos próprios computadores, para só focar alguns aspectos, escolhemos a seguinte definição descritiva, devida a Falkoff e Iverson (ver abaixo Falkoff and Iverson (1976), pág. 1):

APL is a general purpose language which enjoys extensive use in such diverse applications as commercial data processing, system design, mathematical and scientific computations, and the teaching of mathematics and other subjects. It has proved particularly useful in data base applications, where its computational power and communication facilities combine to enhance the productivity of both application programmers and end users.

ABSTRACT

The continued growth of APL in all fields of information processing has further originated an increased publication of new books on the language, its applications and theoretical background. The book reviews below are a follow-up to a previous paper and further enhance the image of such a strong growth.

Há pouco mais de um ano, num artigo com o mesmo título, publicado nesta Revista (*), apresentámos uma outra lista de livros sobre APL, seguidos de críticas de natureza bibliográfica sobre essas obras. Ao sabor das críticas procurámos introduzir nesse artigo, para além de múltiplas referências cruzadas sobre os assuntos desenvolvidos, algumas achegas pessoais sobre a linguagem, as suas origens, a sua história, a evolução de alguns conceitos, além da indicação dos tópicos mais importantes nos aspectos de investigação e das aplicações. Embora o rápido desenvolvimento da linguagem tenda para tornar tais dissertações obsoletas, mesmo assim, tanto quanto julgamos saber, esse artigo continua a ter características únicas na literatura do APL.

Porém, o âmbito e a extensão deste género de trabalhos têm, por força, de ser sempre limitados. Por um lado, com o aumento e variedade crescentes de obras sobre APL (nestes artigos só nos temos ocupado com as disponíveis no comércio livreiro e de modo algum temos a pretensão de as esgotar) torna-se cada vez mais difícil manter uma visão panorâmica da linguagem, aplicações, aspectos teóricos, etc. Por outro lado, várias destas obras têm sido objecto de novas edições e estas, como seria de esperar, em geral traduzem-se por actualizações e aumentos dos textos ori-

(*) «Uma Bibliografia de APL», Técnica, N.º 431, Dezembro de 1975, págs. 127-137; adiante todas as referências a esse artigo serão indicadas apenas por [APL — 1.^a Parte]. O presente trabalho beneficiou muito de críticas e encorajamentos de José M. C. Santos Silva, a quem queremos expressar os nossos agradecimentos.

Manuscrito recebido para publicação em 24/2/77.

ginários, muitas vezes apresentando novos algoritmos iniciadores de futuras características da linguagem. Outra importante fonte de limitações do nosso trabalho reside na proliferação dos sistemas e produtos *APL* disponíveis em universidades, organismos de investigação, laboratórios dos fabricantes de computadores e no mercado comercial da informática.

A divulgação endémica do *APL* é agora um facto universalmente admitido, mesmo pelos inimigos da linguagem — um aspecto importante. As críticas formuladas há alguns anos incidiam sobretudo na falta de instruções de declaração, na possível tendência para programas ultra-compactos e na inexistência de entradas e saídas adequadas. Infrutíferas por focarem conceitos entretanto ultrapassados por generalizações importantes, como é o caso das variáveis partilhadas, têm, neste contexto, dado origem a outras mais subtis, como sejam a limitação das estruturas de controlo e a «hostilidade» do *APL* à programação estruturada... Não nos ocuparemos em rebater estes ou outros pontos, pois já houve quem o fizesse (vejam-se, por exemplo, Geller and Freedman (1976) e Hellerman and Smith (1976) na lista abaixo) e não é esse o nosso objectivo.

Contudo, voltando ao aspecto da divulgação crescente, para além das versões (interpretadores e micro-computadores) referidas em [*APL* — 1.^a Parte], parece-nos agora ser de interesse mencionar ter-se assistido desde os finais de 1975 à continuação do aparecimento de novos interpretadores, processadores com «hardware» *APL* e uma miríade de terminais e outros dispositivos especialmente concebidos e adequados para esta linguagem. Vamos passar uma breve vista sobre estes anúncios, sem ambicionarmos ser exaustivos.

No capítulo dos interpretadores são de mencionar, pelo seu impacto: o *APL/CMS*, o *VSAPL* e uma actualização do *APLSV*, todos disponíveis para o Sistema/370 e, em teoria, compatíveis entre si, excepto nalguns aspectos importantes, referidos abaixo em Falkoff and Iverson (1976); o *APL/7*, dos Sistemas/7, numa versão simplificada do *APLSV*, permitindo controlos de processos e aquisição directa de dados; o *APL/66*, para os Sistemas 6600 da HIS; o aparecimento do *APL/11*, para todos os modelos da linha PDP-11, dos quais o mais pequeno pesa menos de 100 kg, é transportável sobre rodas, possui 56 K de memória real, disco integrado, memória virtual e suporta até quatro terminais de *APL*. Existe também uma nova versão para o OS/1100 e tudo nos leva a crer ser muito mais eficiente do que a anterior escrita na Universidade de Maryland.

Sobre os processadores com «hardware» *APL* ocorrem-nos os Sistemas 370/138 e 370/148, modelos de porte intermédio (i.e., de 512 K a 2048 K bytes e velocidades comparáveis às dos grandes computadores de há uma dúzia de anos atrás), para os quais certas funções são executadas directamente por chamada a uma macro-instrução especial, com enormes vantagens no tratamento de quadros; vários novos modelos de micro-computadores *APL* com periféricos de suporte magnético, «cassettes» e «diskettes», acedidos por variáveis partilhadas (MCM 800 e IBM 5100).

Neste campo temos ainda, pelo menos, uma linha de computadores de pequeno porte, mas admitindo também múltiplos utilizadores desta e de outras linguagens convencionais, com possibilidade de gerir bancos de dados, em sistema de tempo repartido ou em «batch», num «hardware» ampliado nas instruções-máquina (HP 3000-II), para o qual, pelo que sabemos pela primeira vez comercialmente, é oferecido um interpretador/compilador incremental de *APL*, o chamado *APL/3000*, gerindo «workspaces» virtuais de tamanho limitado apenas pela capacidade dos discos; isso simplifica imenso os problemas de ficheiros até várias dezenas de milhões de caracteres em tratamentos sequenciais (para ficheiros mais extensos poderão usar-se variáveis partilhadas). Esta versão envolve ainda algumas extensões, entre as quais estruturas de controlo do tipo ALGOL, conhecidas por *APLGOL*, da autoria de R. A. Kelley (cf. adiante Falkoff and Iverson (1976) e as Actas do Congresso de 1974). De passagem devemos acrescentar ter o *APL/3000* sido em parte desenvolvido e testado por uma equipa orientada pelo Professor Alan Perlis, na Universidade de Yale.

Em relação a este interpretador/compilador incremental com acesso ao «hardware» *APL*, compare-se esta evolução com a que prevíamos antes em Robinet (1971) [*APL* — 1.^a Parte], deixando, por agora, em suspenso a questão sobre se um dos possíveis usos da linguagem não será via compiladores incrementais ou numa simbiose destes com os interpretadores, em especial para outros tipos de computadores não baseados na arquitectura do byte. Por enquanto ainda acreditamos firmemente numa terceira hipótese...

No que respeita aos terminais específicos do *APL* teríamos também muito a dizer. Limitamo-nos, com carácter subjectivo, a mencionar os novos terminais de pantalha da DEC, para o *APL/11*, e os da HP, estes para o *APL/3000*, os quais dispõem de teclas de funções, suportes magnéticos externos em «cassettes» e memória própria até 12 K, todos estes dispositivos sob controlo da linguagem.

Em [*APL* — 1.^a Parte] passámos uma revista por várias obras em língua francesa, publicadas quer em França quer no Canadá. Dissémos então do nosso desconhecimento sobre a existência de livros noutras línguas que não a inglesa e a francesa (com uma excepção, então mencionada). Podemos agora referir, com o maior agrado, seis textos em alemão; dois destes são traduções cujos originais já vimos antes mas, como abaixo verificaremos, foram trabalhadas em extensão tal que bem justificam a sua crítica separada da das obras originais em língua inglesa, e uma destas quase se diria ser um trabalho novo. No seu conjunto representam um contributo importante para a penetração e uso, ainda maior, do *APL* na Europa.

Aliás, tendo em consideração a distribuição geográfica, ainda algumas áreas se têm, por agora, mostrado pouco férteis, embora já permeáveis, ao *APL*. A notável ausência entre os países fabricantes de equipamentos informáticos, sobretudo grandes computadores, e de desenvolvimento do «software», é o Japão;

outras ausências, talvez menos de estranhar neste domínio, são a URSS e a Europa do Leste.

O critério de apresentação das obras é o já seguido no artigo anterior, por ordem alfabética do nome dos Autores e da data de publicação. Os dois artigos devem ser lidos ou consultados em conjunto, dadas as constantes referências deste para o outro. Algumas das obras aqui revistas são de publicação anterior a 1975, só não tendo sido tratadas antes por desconhecimento ou impossibilidade de obtenção dos textos. Aliás a mesma impossibilidade ainda impediu a crítica a um trabalho cujo título aparece abaixo, apenas para tornar as referências mais completas.

Haverá, por certo, múltiplas falhas e omissões nestas revistas e, tal como antes, desde já agradecemos as críticas e sugestões. Uma vez mais, o único manual de fabricante apresentado é o da autoria de Falkoff e Iverson — onde por sinal nem sequer são mencionados os Autores, embora sejam eles afinal os grandes nomes do APL — por ser uma obra de referência e definição indispensável em qualquer estudo sério do APL e pela sua projecção indiscutível na literatura.

Blaauw, Gerrit A. (1976). *Digital Systems Implementation*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Este livro usa o APL como instrumento para a concepção e desenho das componentes internas dos computadores, ao longo da mesma linha desenvolvida por Hellerman (1973) (em [APL — 1.ª Parte]). O Autor foi um dos arquitectos do Sistema/360 e a grande maioria dos tópicos tratados está relacionada com características daquelas máquinas, embora também sejam tratadas as arquitecturas das linhas 6600/7600 e 5500. Será, sem dúvida, de grande interesse para todos os especialistas de «hardware».

Alguns tópicos chamaram-nos sobretudo a atenção, em especial o tratamento da vírgula flutuante e da representação matricial da memória. Não são novidade, mas a sua leitura é agradável. Esperaríamos, a este nível, uma discussão mais detalhada dos canais e uma referência, pelo menos, aos modernos tipos de canais e à maneira como trabalham, pois nos actuais sistemas são componentes por vezes mais importantes do que a própria unidade central, devido ao seu papel em todas as entradas e saídas e em particular nas telecomunicações; por exemplo o recente 3033 possui um débito agregado dos canais da ordem dos 15 milhões de caracteres por segundo. Mas mesmo fugindo muitos desses tópicos ao nosso domínio de concentração, esta obra pareceu-nos excelente, para os objectivos a que se dedica.

O APL usado, podendo ser aprendido com o próprio livro, é um subconjunto do APLSV. Neste particular será depois necessário um conhecimento muito mais profundo para se poder vir a usar a linguagem noutros tipos de aplicações.

Falkoff, Adin and Iverson, Kenneth E. (1976). *APL Language*. International Business Machines Corporation, White Plains, New York, Form No. SC28-3847-2 (3rd edition, June 1976).

Do nosso ponto de vista esta publicação substitui integralmente duas outras mencionadas em [APL — 1.ª Parte], a saber: Falkoff and Iverson (1972) e Falkoff and Iverson (1973). Como tínhamos então previsto, a primeira destas não teve qualquer actualização posterior e passou a possuir apenas valor histórico, embora de importância capital para a compreensão da filosofia, funções, facilidades e até da evolução histórica da linguagem, ao longo das várias edições porque passou; a segunda está obsoleta quanto ao APL, tendo aparecido agora em nova edição mas apenas como guia para o «interface» com o sistema de exploração do APLSV (OS/VS).

No tocante à obra aqui em análise, cuja primeira edição é de 1975 e vai já na terceira, ela passou a conter num só volume (menos de 100 páginas, muito compactas, como era de esperar) toda a definição da linguagem, tal como está implementada nos interpretadores actuais deste fabricante: APLSV (de que já falámos várias vezes); VSAPL (Virtual Storage APL, essencialmente um APLSV com menos requisitos de sistema, não dispondo de controlador de «time-sharing» e necessitando assim de um tal monitor, com comando directo de certas funções «hardware» nalguns modelos da linha 370, um tratamento de ficheiros mais simples e outras facilidades no que respeita às dimensões das áreas de trabalho); APL/CMS (Conversational Monitor System, concebido para o sistema de exploração VM/370; contudo, pelo facto de o VSAPL também poder funcionar sob o CMS em VM/370, cremos estar o APL/CMS em vias de extinção). É também este o manual de um dos micro-computadores APL disponíveis agora, de que falamos algures e, tomadas em conta certas limitações, o equivalente «hardware» do APLSV.

Porque se relaciona com o conteúdo deste manual e também por este assunto ter sido, ao de leve, focado acima e ser de importância capital para o desenvolvimento do APL nos próximos anos, parece-nos indispensável fazer aqui um amplo parêntesis para discutir a compatibilidade entre estes interpretadores e ainda os vários aspectos em que existem incompatibilidades entre eles. Estas divergências, aberrantes à teoria de ser o APL uma linguagem completamente universal, de natureza supra-computacional até, tem sido objecto de várias controvérsias na literatura e delas, estamos certos, virá a depender a supremacia futura do APL no domínio da informática.

Assim, com excepção do domínio da função de execução, como indicamos a seguir, as funções nativas não possuem qualquer incompatibilidade, são todas definidas neste manual, e todo o programa operacional num dos sistemas mencionados acima pode ser usado em qualquer dos outros três, desde que não faça uso de funções ou variáveis de sistema, nem tenha entradas e saídas senão pelo terminal.

Em relação às funções de sistema já as coisas se não passam do mesmo modo. É admissível, por exemplo, que no micro-computador, sem relógio interno, acedido por um só utilizador, as funções de data e hora ou de comunicação com outros utilizadores sejam desconhecidas; mas também em *APL/CMS* ou em *VSAPL* não é possível reconhecer os outros utilizadores e muito menos dialogar com eles, excepto passando do âmbito do *APL* para o do *CMS*, ou para o sistema que suporta o *VSAPL*, e usando então as possibilidades do monitor respectivo, se ele o permitir. Isso, além de ter a desvantagem de obrigar o utilizador a conhecer o sistema, vai jogar contra a universalidade da linguagem.

Contudo, as incompatibilidades mais graves são, em resumo, aos níveis do domínio da função de execução e das variáveis partilhadas e do acesso a ficheiros. A função de execução permite, em *APL/CMS* e em *VSAPL*, executar dinamicamente certos comandos de sistema, por intermédio do processador auxiliar AP101 (vide abaixo), o que tinha sido sempre banido da definição do *APL*, e nem sequer é referido neste manual de Falkoff e Iverson, nem em qualquer outra obra destes Autores. É certo tal ter sido permitido em certas versões experimentais modificadas, como as das universidades canadianas de Laval e York, aliás também os primeiros interpretadores de domínio público para os quais a função de execução estava disponível. Há aqui uma verdadeira contradição, pois os comandos de sistema têm sido sempre, pela generalidade dos autores, considerados estranhos à linguagem.

Ao nível das entradas e saídas, as modificações são ainda bastante mais profundas, podendo infelizmente dizer-se que, quase sempre, tem de ser reescrita qualquer função definida com acesso sequencial ou directo a ficheiros, como o teria de ser para o *APL/700*. Mesmo no *VSAPL*, mudando o monitor, têm por vezes de ser feitas alterações. Tal crítica não se aplica ao micro-computador, pois, como dissemos, é essencialmente uma máquina *APLSV*.

Debruçando-nos com um pouco mais de atenção sobre esta delicada questão, diremos ser o diálogo entre o *APL* e as unidades periféricas feito no *APLSV* via um processador partilhado especial, o TSIO (Time Sharing Input Output); este gere também a partilha do tempo entre os vários utilizadores. Frisamos bem que o TSIO embora seja uma componente do OS/VS comporta-se, neste caso, como uma verdadeira variável partilhada. Aliás, é um segredo pouco respeitado, poder o *APLSV* ser usado por outros sistemas de exploração sem memória virtual. E existe uma versão do TSIO que pode operar com o *VSAPL* usado sob certos monitores, o VSTSIO referido abaixo e que facilita a migração do *APLSV* para o *VSAPL*.

No *APL/CMS* o diálogo com os periféricos e com o *CMS* é feito por intermédio de quatro processadores auxiliares (Auxiliary Processors), denominados, resp. por AP100, AP101, AP110 e AP111. Em síntese diremos servir o primeiro de veículo para os comandos entre os programas de controlo e de partilha do tempo e o *APL*, o segundo para registar em pilhas dos tipos

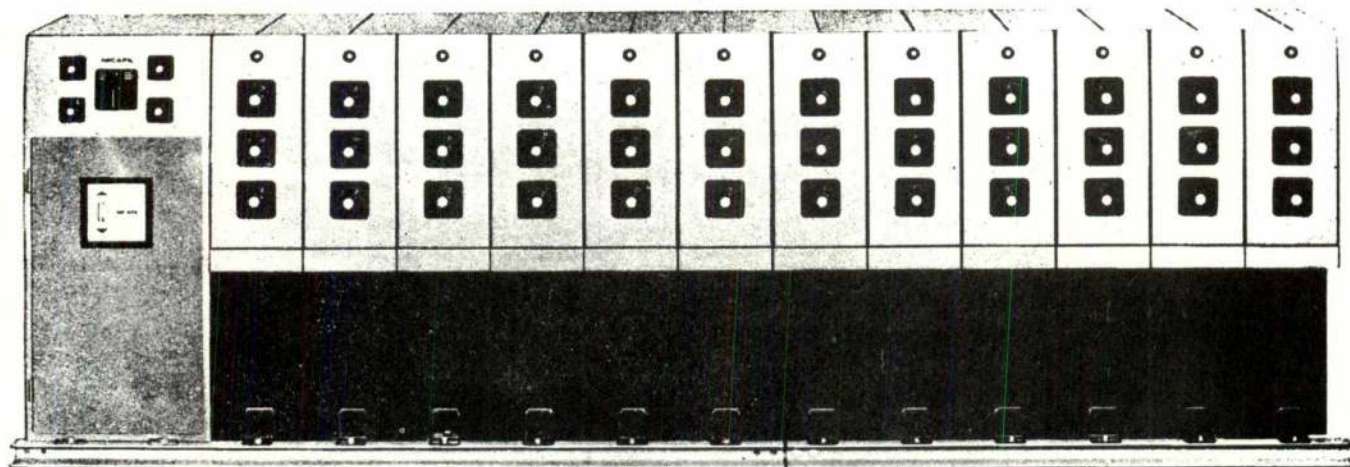
LIFO ou FIFO comandos da linguagem (podendo por esta via ser executados os comandos de sistema em funções definidas, hipótese, como sublinhámos, totalmente banida no *APLSV*), o terceiro para o acesso (através do programa de controlo) a ficheiros de natureza aleatória, e o quarto (também por intermédio do programa de controlo) para o acesso e criação de quaisquer ficheiros sequenciais, englobando-se nestes, como é óbvio, os relativos a unidades de cartões, impressoras, bandas magnéticas, discos magnéticos em organização sequencial, etc. É de notar exigirem o AP110 e o AP111 certas variáveis associadas de contagem e posicionamento nos registos a ler ou a escrever, que devem ser partilhadas também com o respectivo processador auxiliar e se designam por variáveis de controlo.

Uma limitação muito grande do *APL/CMS* é o facto de as variáveis partilhadas não poderem ser usadas por dois (ou mais) utilizadores e deste modo o intercâmbio de dados, tal como das mensagens, entre dois ou vários utentes ter de ser forçosa e anacronicamente gerido pelo *CMS*. O mesmo sucede com o *VSAPL*, só podendo então esta permuta realizar-se se o sistema de exploração ou o programa de controlo o permitirem.

Assim, a estes níveis, as incompatibilidades entre o *APLSV*, o *APL/CMS* e o *VSAPL* são, se não totais, pelo menos bastante grandes. Os dois primeiros estão, aliás, por razões de natureza comercial, em fase de serem ultrapassados pelo último. Embora no momento em que este artigo está a ser preparado para publicação (Julho de 1977) o *VSAPL*, já na segunda versão, ainda contenha bastantes erros de interpretador, pelo menos nas especificações detém muito do rigor do *APLSV* (embora, apesar de tudo, limitado em relação a ele, em especial no acesso a ficheiros). E, por outro lado, possui a simplicidade do tratamento das variáveis partilhadas do *APL/CMS*, sem descer aos pormenores do sistema de exploração sobre o qual opera. Existe já, nesta altura, a possibilidade de o *VSAPL* utilizar os processadores auxiliares mencionados antes (e outros), com excepção do AP100; e, como dissemos, existe uma versão do TSIO especialmente concebida para trabalhar com o *VSAPL*, o chamado VSTSIO; neste último deverá haver maior compatibilidade e facilidade de migração do *APLSV* para o *VSAPL*.

São pois latentes os perigos da proliferação de versões incompatíveis do *APL* até para o mesmo fabricante e para a mesma linha de computadores. Na ausência de uma norma da linguagem, por certo ainda durante vários anos, a avaliar pelo que se tem passado com o PL/I, aqui formulamos o nosso ardente voto de solução destas divergências. Neste sentido, no âmbito dos interpretadores do Sistema/370, parece normal vir o *VSAPL* a absorver primeiro o *APL/CMS*, e depois evoluir no sentido do *APLSV*. Por agora, como vimos, os mesmos processadores auxiliares do *APL/CMS* são usados de modo semelhante pelo *VSAPL* e a primeira fase da transição será, concerteza, fácil.

Devemos ainda mencionar, para finalizar estas divagações, importantes do ponto de vista do *APL* mas



Para a compensação de potências
reactivas, quer sejam
de 25, 300
ou 3000 kVAr

apresentamos
as baterias de condensadores

MICOMAT

que
garantem uma
tripla acção



Este conjunto é constituído por elementos preparados para trabalhos de rápida montagem e fácil aumento de capacidade. As baterias de condensadores

MICOMAT são compactas e de linhas modernas. Dirija as suas consultas e solicite literatura técnica ao representante da MICAFIL S.A. — Zurich (Suisse)

Sociedade de Electricidade Brown Boveri, Ld^a
Sede: Rua Sá da Bandeira, 481-2º-Dtº-Porto
Delegação: Rua Filipe Folque, 36-5º-Lisboa



G.T.R. PARA CRIAR NOVOS AMBIENTES

Um novo espaço à sua medida, rapidamente, a seu gosto, de acordo com as suas necessidades.

G.T.R. é material modulado de alta qualidade técnica:

Pavimentos para computadores, tectos falsos e divisórias patenteadas Cloisall.

G.T.R. a resposta exacta aos seus problemas de espaço.

G.T.R. é decoração, acabamento perfeito, longa vida, versatilidade, rapidez de montagem.

G.T.R. - Gabinete Técnico de Revestimentos garante a produção e entrega dos seus materiais.

Somos G.T.R. - Gabinete Técnico de Revestimentos, Lda.

Consulte-nos. Estamos na Rua Rodrigo da Fonseca, 52-1.º E.

Lisboa 1 - telef. 535217 - 561088 - 575466

G.T.R. - Um novo espaço à sua medida!



gabinete técnico de revestimentos, lda.

estranhas ao manual em revista, ser a tendência destes interpretadores de *APL* para se ocuparem só com a linguagem, deixando para outras componentes do sistema de exploração as tarefas de partilha do tempo, se usados em regime de «time-sharing», e dos métodos de acesso (daqui as incompatibilidades examinadas acima). Estas tarefas cabem, em resumo, no caso do *APLSV* ao TSIO e ao sistema de exploração OS/VS, no caso do *APL/CMS* ao CMS e para o *VSAPL* a outros módulos dos vários sistemas de exploração respectivos (a discussão deste tópico, tanto quanto nos agradaria fazê-lo, levar-nos-ia muito longe; por isso, e por ser totalmente alheia à linguagem, abstei-mo-nos de a fazer aqui).

Se bem que o *APLSV* e o *APL/CMS* permitam a execução de funções definidas em sistemas de «batch», o seu uso é muito mais simples em *VSAPL*; isso terá grande importância futura no desenho de sistemas *APL* para fins comerciais e de gestão. E, como nota final, de modo algum de importância secundária, relembremos permitir o *VSAPL* a interpretação directa pelo «hardware» de certos modelos da linha 370 de algumas funções nativas do *APL*; isso permite velocidades de execução muito maiores, economia de memória e concorrência directa parcial com o ASSEMBLER dessas máquinas.

Encerramos assim este enorme parêntesis — imposto por uma análise das perspectivas actuais e futuras da linguagem — e retomamos a crítica do novo manual de Adin Falkoff e Ken Iverson.

Na literatura da informática actual é uma obra inultrapassável do ponto de vista de rigor, contudo de leitura muito difícil, por vezes exigindo já profundos conhecimentos da linguagem, muita prática no seu uso e uma facilidade muito grande em exprimir e compreender algoritmos relacionados com o processamento de dados, traduzidos em *APL*. Como obra de referência que é não está escrita com qualquer preocupação de acessibilidade ou de natureza pedagógica. Porém, a afirmação feita em [*APL* — 1.ª Parte] acerca das obras agora substituídas, isto é, de serem essenciais para todos os estudos sérios da linguagem, mesmo quando relacionados com outros sistemas ou máquinas, continua aqui plenamente válida.

Uma tendência desta obra (e dos sistemas que trata) é no sentido dos processamentos de natureza administrativa e de gestão. Logo a páginas 2 a 6 é apresentado um exemplo (em si muito simples, mas cobrindo vários aspectos essenciais de uma versão moderna de *APL*) de gestão integrada de encomendas, inventário e facturação comercial. As 10 funções definidas usadas neste exemplo, listadas na Fig. 1-1, são da grande elegância e rigor a que os «pais» da linguagem nos habituaram. Se a mesma aplicação tivesse sido desenvolvida em COBOL, por exemplo, teriam sido necessárias talvez tantas páginas de programas como de linhas de código em *APL*...

Logo a seguir vem um parágrafo intitulado «As características do *APL*». Apesar de ocupar menos de uma página de texto, na nossa opinião é um sumário que se irá tornar clássico das possibilidades e da es-

trutura da linguagem. Aí se define o *APL* como uma linguagem de quadros e se lançam as bases de uma sintaxe simples e consistente e de uma semântica baseada em regras gerais e uniformes.

Outro aspecto considerado com grande rigor é o do controlo da execução: um único tipo de instrução continuará a abarcar todas as estruturas de controlo das outras linguagens (compare-se com o afirmado há um ano na crítica das Actas do Congresso de Copenhaga). Será o adeus definitivo às «belas» estruturas do ALGOL, do PL/I, do PASCAL, etc.? Talvez sim e talvez não; uma das correntes mais vigorosas no seio da comunidade *APL*ista, é a de as estruturas de controlo dessas linguagens escalares terem atingido nelas o auge do rigor da definição, mas não serem as mais apropriadas para uma linguagem algorítmica de quadros. Por isso, no estado actual do seu desenvolvimento o *APL* aguarda ainda uma definição mais adequada neste domínio.

Continuamos a pensar não ser este o próximo campo de expansão da linguagem, mas tenderem as inovações para a introdução dos quadros generalizados ou quadros de quadros. Isto não obstante certos interpretadores, como o do *APL/3000*, permitirem o uso de estruturas de controlo do tipo das do ALGOL, como dissémos antes numa versão denominada mesmo *APLGOL*. Essas estruturas, aliás, são programáveis com facilidade em *APL*, desde que se possam usar as funções de execução e de representação canónica e estabelecimento de função. Certos leitores poderão desde já imaginar a introdução de novas linguagens «*APL-like*».

Voltando a desviar-nos da crítica deste manual para encarar estas instruções de controlo, hoje aceites por alguns autores como basilares na programação estruturada, dos tipos IF...THEN...ELSE, DO...WHILE, e outras, às quais fizémos referência em [*APL* — 1.ª Parte], devemos notar outra vez, de passagem, ser possível, após a introdução no *APL* da função (monádica) de execução com o *APLSV* de 1973, definir por via recursiva todas as funções primitivas do *APL* em termos das restantes, com excepção da vulgaríssima instrução de transferência (incondicional ou condicional). Nenhuma função definida, designe-mo-la pelo banal GOTO, pode em *APL* substituir o símbolo →. Acerca dos grupos de IF...THEN...ELSE e de uma sua generalização em *APL* voltaremos a falar na crítica a Iverson (1976) abaixo.

Mas, fechando estas considerações para regressar uma vez mais ao manual de Falkoff e Iverson, devemos ainda salientar, aparecer, pela primeira vez, numa obra autoritária deste calibre, uma classificação sistemática das funções primitivas, aqui englobadas em quatro grupos: aritméticas, booleanas e relacionais, de selecção e estruturação e, por fim, as de finalidade geral.

Referimos já a tendência nítida deste manual para os processamentos comerciais e de gestão, o que não sucedia nos seus antecessores. Pareceu-nos sobremaneira significativa essa orientação na explicação do operador do produto interno e de algumas das suas variantes (de que um caso particular é a vulgaríssima

«soma de produtos» da álgebra linear), na pág. 27. Se é um facto este livro exigir ao leitor um nível de maturidade matemática acima, diríamos, do 1.^o ano das nossas universidades (por exemplo para a compreensão do operador do varrimento, em particular se aplicado a uma função escalar diádica associativa), é também verdade procurar-se muitas vezes evidenciar o uso de certos conceitos matemáticos pela resolução de problemas concretos. O mesmo poderíamos dizer para a discussão das funções pitagóricas, na pág. 24.

A laia de sumário desta longa crónica sobre a que é, na nossa opinião, a obra mais importante, neste momento, para a compreensão e estudo profundo do APL, resta-nos afirmar pensar estar ela predestinada a tornar-se tão marcante para o futuro da linguagem como o foi a primeira das suas antecessoras (Falkoff and Iverson (1972), em [APL — 1.^a Parte]) na edição original de 1968, para o lançamento e definição da linguagem, conduzindo à compatibilidade inicial entre as várias versões então desenvolvidas pelos diversos fabricantes. Os efeitos desta cooperação ainda hoje são bem evidentes e continuam a constituir um poderoso contributo para a explosão do APL, mau grado as tendências de divergência acima examinadas.

Freiberger, W. and Grenander, U. (1977). *A Short Course in Computational Probability and Statistics*. Springer-Verlag, Berlin-New York.

A segunda edição de um livro criticado antes, com melhorias significativas, sobretudo no aspecto matemático, porém não muito profundas no que se refere ao APL.

Continua a ser um excelente trabalho para quem se dedicar ao «interface» entre os computadores e a matemática, sobretudo para probabilistas e estatísticos.

Geller, Denis P. and Freedman, Daniel (1976). *Structured Programming in APL*. Winthrop Publishers, Cambridge, Massachusetts.

Como diz Gerald Weinberg na introdução a este livro, «programação estruturada em APL» é uma expressão ambígua, fazendo lembrar esta outra: «político honesto»... Só de si uma tal afirmação dá já uma ideia da acuidade deste tópico e por isso da importância futura deste assunto, sobretudo numa altura em que o APL se lançou em força a aplicações tradicionalmente feudos de outras linguagens e sistemas; algumas dessas têm sido múltiplas vezes mencionadas no decurso destes artigos: aplicações comerciais e de gestão de todos os tipos, bancos de dados, recolha de dados, sistemas de teleprocessamento, comutação de mensagens, controlo de processos e aquisição directa de dados, técnicas matemáticas na gestão, etc.

Antes de prosseguirmos na nossa análise impõem-se algumas observações. Até agora ninguém definiu com exactidão o conceito de «programação estruturada». Houve em tempos quem chegasse a defini-la

como a programação sem instruções do tipo GO TO, mas logo apareceu um artigo célebre de Donald Knuth intitulado: «Programação estruturada com GO TO», uma obra-prima da literatura informática, aliás. De igual modo já houve quem tivesse dito ser o APL uma linguagem hostil à programação estruturada (uma autoridade no campo do ALGOL), e ao mesmo tempo outros autores afirmam ser o APL uma linguagem estruturada por excelência. Duas ópticas incompatíveis e, por ora, inconciliáveis, quicá frutos da imprecisão do conceito de programação estruturada ou das posições afectivas assumidas por uns e por outros.

No tocante a este livro de Geller e Freedman, devemos desde já acautelar o potencial leitor para o facto de haver muito pouco da tal «programação estruturada», dos clássicos IF e DO...WHILE. O livro não pressupõe qualquer conhecimento prévio de APL, mas será por certo de leitura muito perigosa para quem não posuir algumas bases (de preferência sólidas, não necessariamente extensas). O texto discute várias situações complexas e uma familiaridade com a linguagem é, na nossa opinião, necessária para a compreensão desses casos.

Os exercícios, por exemplo, são em geral bastante arduos. Consideramos um destes o Ex. 3-10: trata-se de «descobrir» três funções (monádicas, deveriam os Autores ter acrescentado, ou o leitor terá de deduzir por si), tais que, aplicadas a 0 forneçam o resultado 1; estão nestas condições, é claro, a exponencial, a factorial e a negação lógica (fornecendo, respectivamente, valores em vírgula flutuante — 8 bytes na implementação tratada no livro, inteiros — 4 bytes, e binários — 1 bit!), mas o mesmo sucede, no conjunto das funções diádicas, à potência (com qualquer argumento escalar esquerdo), à divisão (com argumentos direito e esquerdo nulos — nas actuais implementações da linguagem), bem como à desigualdade (onde os dois argumentos são ambos 0) e a uma infinidade de outras funções diádicas ou monádicas definidas.

Outro caso traiçoeiro é o dos últimos exemplos da Fig. 3-12. O primeiro destes acerca do resultado de $+/+(1,1,1)_p10$ para o qual é óbvio o computador fornecer o valor 10, mas o verdadeiro resultado é uma matriz de uma só linha e uma só coluna com o único elemento igual a 10, por se tratar da soma, ao longo das duas últimas dimensões, do plano quadridimensional cuja única componente é 10.

O exemplo seguinte é sobre o resultado de $p+/+(2,2,2)_p5$; entrado num terminal forneceria como resposta 2 2 e isso confundirá o leitor menos experiente nestas andanças, pois tal resultado aparece «disfarçado» na lista das possíveis respostas como 2_p2 .

Este livro é, por certo, um óptimo auxiliar no sentido de se escreverem melhores programas, por serem mais compactos, estéticos, compreensíveis, rápidos na execução ou de modesta ocupação de memória. Uma crítica mais pesada é a de (ainda) só serem considerados os interpretadores do «velho» APL/360, já caducos de mais de 6 anos. Uma obra publicada em 1976 teria sido muito valorizada pelo uso de interpretadores modernos e a consideração de métodos de

acesso a ficheiros, visto que, a par da organização de dados, esta é uma das áreas mais selváticas da informática actual e, por isso, daquelas onde serão maiores os benefícios do uso de métodos estruturados.

Para finalizar diremos ser este livro, na nossa opinião, do maior interesse para o programador já iniciado na linguagem mas ainda não muito experiente e por isso isento de grandes vícios. O principiante terá mais dificuldades em o compreender e, em particular, em se aperceber da mensagem que se propõe transmitir. De qualquer modo, uma boa adição para uma biblioteca de informática.

Gilman, Leonard und Rose, Allen J. (1975). *APL Anwendung auf IBM-Systeme*. R. Oldenbourg Verlag, München-Wien.

Esta é a tradução alemã da excelente obra já examinada antes, constituindo, sem dúvida, um passo importante para a divulgação ainda maior do APL na Alemanha, Áustria e Suíça.

Esta tradução foi feita com base na primeira edição norte-americana, de 1970. Note-se ter sido a crítica feita em [APL — 1.ª Parte] já relativa à segunda edição, e haver agora uma outra, examinada abaixo. É pena, pois embora ultrapassada esta tradução pode ainda ser lida com proveito, devido ao facto de terem sido introduzidos alguns novos exemplos. Contudo, entre a tradução alemã desta obra e a de Pakin (1975) abaixo, não teríamos qualquer dúvida na escolha da última, em particular devido ao tratamento actualizado de ficheiros e das variáveis partilhadas.

Gilman, Leonard and Rose, Allen J. (1976). *APL: An Interactive Approach*. Second Revised Edition. John Wiley and Sons, New York.

Na crítica à segunda edição deste livro, em [APL — 1.ª Parte] dissémos ser este, na nossa opinião, um dos melhores livros para quem desejar aprender a linguagem para fins de programação.

Esta revisão da segunda edição difere da outra por melhorias na apresentação gráfica (secundárias aqui), mais umas boas dezenas de excelentes exercícios (alguns deles tornados clássicos na literatura da especialidade) e uma discussão bastante razoável do APL do micro-computador 5100, quer considerado como processador autónomo, quer como terminal simples de um sistema APLSV em modo «start/stop» ou como terminal inteligente do sistema APL*PLUS em modo BSC.

Este último aspecto permite-nos fugir de relance a esta crítica de modo a chamar a atenção para as possibilidades, ainda quase inexploradas, do APL nos domínios das comunicações e da inteligência distribuída. É do conhecimento geral poder este micro-computador servir ainda outros fins, como seja a aquisição directa de dados; contudo, nas versões do fabricante para as quais é suportado como terminal — APLSV e

VSAPL — nenhuma admite oficialmente essas facilidades. Tópico para especulações, portanto...

Voltando ao livro em análise, se a edição anterior já era muito boa, então esta é um requisito para o novato e até mesmo para o programador experiente. Obra excelente, difícil de ultrapassar em clareza e rigor, daquelas que se lêem repetidas vezes, encontrando-se sempre alguma ideia nova da filosofia própria do APL.

Giloi, W. K. (1977). *Programmieren in APL*. Walter de Gruyter, Berlin.

Com grande pesar apenas podemos indicar o título desta obra, muito recente. Oxalá tenhamos a oportunidade de fazer a sua crítica mais tarde, pois o Professor Giloi é um conhecido especialista europeu de informática, sendo de mencionar, em particular, os seus trabalhos sobre computação gráfica em APL e estruturas de controlo.

Grey, Louis D. (1976). *A Course in APL With Applications*. Second Edition. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts.

A segunda edição do livro já examinado antes. De novo, para além de algumas pequenas correcções e melhorias, quatro capítulos sobre variáveis partilhadas e APLSV, porém não muito detalhados. Continua a ser uma das raras obras deste tipo onde são tratados problemas a um nível mais avançado de complexidade matemática. Um dos apêndices é dedicado a uma descrição sumária do micro-computador 5100, porém muito aquém da de Gilman and Rose (1976).

Harms, Edward and Zabinski, Michael P. (1977). *Introduction to APL and Computer Programming*. John Wiley & Sons, New York.

Escrito a um nível próximo do de Gilman and Rose (1976), com o qual tem bastantes semelhanças, este livro é uma excelente referência para um nível introdutório, mas de qualquer modo acima do elementar.

A discussão das funções primitivas é bastante extensa, sem ser totalmente exaustiva (cf. Polivka and Pakin (1976)). É pena o mesmo não se poder dizer dos operadores, onde apenas é apresentado o da redução e para vectores e matrizes, quedando-se os Autores por uma breve definição dos outros. O mesmo podemos dizer para os quadros, sendo só tratados vectores e matrizes e ficando os de ordem superior para uma menção passageira.

Contudo, o livro é muito rico em exercícios, na sua maioria tirados de aplicações práticas, muitas relacionadas com aspectos de gestão. Outros tratam questões de estatística, simulação, modelos financeiros, aspectos computacionais (os Capítulos 9 e 10 sobre ordenações e buscas são muito recomendáveis) e represen-

tações gráficas de valores. Alguns exigem conhecimentos mais avançados de matemática, por exemplo para calcular aproximações de somas de séries ou verificar a sua divergência (Ex. 8 do Cap. 6 e 11 do Cap. 7), resolução de equações algébricas (Cap. 7) e modelos probabilísticos (Cap. 11).

Os organigramas são tratados com profundidade invulgar em livros de APL, se bem que o seu interesse nesta linguagem seja reduzido e confinado quase só a aplicações do tipo comercial. Tivemos ainda a sensação, ao ler o livro, de ser difícil a um principiante compreender certas passagens, como a dos vectores vazios (6.4) e a da determinação do tipo de dados a partir da compressão e expansão por 0 (também no Cap. 6), pois isso exige um conhecimento prévio mais profundo do que se passa no interior do computador.

Temos dito várias vezes que em qualquer livro sobre APL muitas coisas têm de ficar de fora. Neste também é pena os aspectos de ficheiros não serem tratados, tanto mais quanto é certo o livro ser baseado no APL*PLUS, «parente» muito próximo do APLSV.

De qualquer modo, embora por deficiências pessoais continuemos a preferir Gilman and Rose, sem dúvida nenhuma esta é uma obra de grande interesse na bibliografia APLista.

Hellerman, Herbert and Smith, Ira A. (1976). *APL/360 Programming and Applications*. McGraw-Hill Book Company, New York.

Para quem, durante anos usou o livro do Professor Hellerman sobre os princípios dos computadores digitais, do qual fizemos antes uma análise (Hellerman (1973) em [APL — 1.ª Parte]), acompanhou a evolução desse texto desde a «linguagem de Iverson» até à última edição, e conhece os trabalhos deste Autor sobre APL, este livro de Hellerman e Smith é, até certo ponto, uma delusão.

Vejamos: foi Hellerman o primeiro Autor a tentar implementar o APL (embora só duma parte, contudo relevante para o tratamento de quadros a tal ponto que nessa altura chegou a pensar-se em crismar o APL como «Array Processing Language»), então num computador 1620. Esse projecto foi desenvolvido logo por alturas de 1963, no seguimento do primeiro livro de Iverson e veio a revelar-se de notável interesse em dois importantíssimos aspectos: a natureza essencialmente interpretativa da linguagem (pelo menos ainda por agora, e que tem estado a assumir características inéditas nos aspectos «hardware», como temos mencionado múltiplas vezes) e a sua utilização em sistema de tempo repartido na maioria dos casos. Por isso, de um Autor pioneiro no ensino e investigação desta técnica esperávamos muito mais num livro elementar.

Na realidade, como os Autores dizem no início, o livro surgiu de um texto utilizado na Universidade Estadual de Nova York (SUNY) em Binghamton, uma das universidades norte-americanas mais orientadas para o uso do APL, no ensino dos fundamentos da linguagem a grandes massas de alunos. A versão usada é o «velho»

APL - XM6, de 1970. Por isso este texto é uma introdução, acessível, com exemplos simples, mas em geral não muito profundo. As novas funções do APLSV são tratadas num apêndice de menos de cinco páginas, mais a título de mera curiosidade do que a qualquer outro.

Algumas notas adicionais para os eventuais leitores desta obra. Primeira: as «gralhas» são numerosas, desde a troca de 0 por O, à falta de certos caracteres, em geral de detecção fácil. Segunda: a terminologia dos Autores é diferente da comumente aceite hoje em dia; como mais irritante pensamos ser, designar certas funções nativas por «operadores» (um parágrafo, 2-8, é dedicado à justificação deste uso); o operador de eixos é um notável ausente, fazendo-se apenas uma breve referência à «dimensão» (coordenada) ao longo da qual certos desses «operadores» especiais são aplicados.

A terceira palavra de cuidado é para alguns erros que existem — e isso num texto universitário de introdução talvez já não seja admissível. Como mais saliente encontrámos o da menção do uso das funções de subida e descida aplicadas a coordenadas de matrizes (tal chegou a ser, de facto, mencionado na 2.ª edição do manual Falkoff and Iverson (1972) em [APL — 1.ª Parte]), mas tal extensão revelou-se mais tarde redundante e foi abandonada sem nunca chegar a estar operacional no APL/360 ou em qualquer dos seus sucessores, acabando esta referência por ser retirada dessa obra. Faz, de facto, parte do APL implementado no «hardware» do STAR e dos interpretadores da série Cyber da CDC, como referimos na crítica a Demars, Rault et Ruggiu feita o ano passado, mas este livro de Hellerman e Smith não se dirige a essas máquinas). Também não é correcta a imposição do uso da função de codificação no Exercício 4-7 pois tem precisamente de ser usada a de descodificação (para estas funções, o argumento à direita e o resultado desempenham, sob certas condições, papel inverso, não podendo porém considerar-se «inversas» uma da outra, pelo menos no sentido em que na definição teórica da linguagem outras o são).

Focámos vários aspectos negativos, mas o livro tem também alguns méritos. Mencionámos a sua leitura simples e acessível, e nesse aspecto colocá-lo-íamos, por exemplo, ao nível do de Prager (1971) embora cientificamente bastante acima. Devemos ainda salientar alguns bons exemplos, pouco vulgares na literatura, em particular em obras deste cariz, entre os quais focamos as aplicações à estatística elementar, um bom exemplo de ordenações alfanuméricas — tão importantes em aplicações de gestão, um de crescimento populacional e outro de simulação e dois excelentes casos de aplicações econométricas (nestes será necessário cuidado ao utilizar as funções de biblioteca, pois aqui são usadas em situações especiais e uma delas até com um nome não standard).

Há ainda dois parágrafos, e devemos frizar ser esta a primeira vez que encontramos estes assuntos numa obra elementar (cf. a crítica de Geller and Freedman (1976)), sobre «higiene da programação», para usar a terminologia do livro, isto é, programação estruturada e correcção de programas. Por estes motivos vale a pena ler o livro.

A laia de resumo diríamos, neste momento, parecer-nos cada vez mais difícil, dada a complexidade do assunto, encontrar um bom livro introdutório de *APL* (embora, como é óbvio e referimos noutras críticas, haja excepções); muitos dos que aparecem visando este fim acabam a maior parte das vezes por ser apenas de valor para quem já conhece a linguagem...

Hicks, B. L. and Hunka, S. (1972). *The Teacher and the Computer*. W. B. Saunders Company, Philadelphia.

Não sendo de modo algum uma publicação sobre *APL*, a linguagem é tratada neste livro com um certo relevo, por ser um dos veículos usados nos programas de ensino assistido pelo computador (CAI). Uma breve comparação das três linguagens usadas neste estudo vem apresentada a partir da página 182, e é sobremaneira favorável ao *APL*. Dadas as características deste livro é pena este assunto não ter podido ser aprofundado.

Mesmo assim é uma obra de leitura muito agradável para quem se interessar pelo CAI, um dos campos de eleição para aplicações relativamente elementares do *APL*. Como antes referimos noutros artigos sobre este tópico, estamos certos vir esta área, já de notável expansão para o *APL*, a tornar-se muito mais importante de futuro, quando for possível utilizar grandes computadores a comandar um número de terminais tal que os custos do «hardware» central e da escrita de programas, de grande elaboração para este género de aplicações, se reduzam a níveis insignificantes. Aliás existem hoje imensos sistemas de aprendizagem do *APL* «on line».

Apenas a título de mera curiosidade mencionamos terem sido usadas neste estudo como sistemas *APL* duas máquinas, uma, o 360/67 da Universidade de Alberta, também usada no desenvolvimento de quase todos os trabalhos do Professor Smillie referidos nestas críticas bibliográficas. O outro sistema, também instalado na mesma Universidade, é um pequeno computador IBM 1500, desenvolvido tendo em vista o CAI e dispondo de um interpretador muito simples de *APL*, permitindo o uso de vários terminais de pantalha, porém já retirado do mercado norte-americano há alguns anos. Esperamos que novos computadores, tais como os HP 3000 - II e os PDP - 11 mais pequenos, já referidos aqui, possam suprir esta lacuna e incrementar o uso do *APL* no CAI, devido à grande versatilidade da linguagem para fins interactivos e educacionais.

Hill, Frederick and Peterson, Gerald R. (1973). *Digital Systems: Hardware Organization and Design*. John Wiley and Sons, New York.

Este livro dedica-se ao estudo das componentes de sistemas digitais, usando a «linguagem de Iverson» como veículo de descrição dos circuitos digitais. Enquadra-se numa filosofia próxima da de outros autores, nomeadamente Penfield (1971) e Hellerman (1973), em [*APL*

— 1.ª Parte], Spence (1973) e, muito em particular, Blaauw (1976).

Embora, tal como referimos para o livro de Blaauw, estes tópicos caíam à margem do nosso domínio de interesses directos, pareceram-nos sobremaneira recomendáveis o Caps. 5 e 8, sobre a variante do *APL* para descrição do «hardware» e microprogramação. Certos parágrafos mereceram-nos especial atenção como sejam a organização dos registos e as instruções de ciclos múltiplos, no Cap. 6. O estudo da linguagem ASSEMBLER, para micro-programas, no Cap. 8 é de grande interesse. Os Caps. 12 e 13 tratam de algoritmos de multiplicação e de divisão e de vírgula flutuante. O Cap. 15 discute processadores especiais, com um parágrafo sobre máquinas paralelas do tipo do ILLIAC IV e do STAR — este, como sabemos, é, em grande parte, uma máquina *APL*.

Estamos certos ter este livro muito valor para informáticos com reduzidos conhecimentos da estrutura «hardware» dos computadores, servindo-lhes para melhor interpretar certas espécies de processamentos. Por exemplo, no Cap. 2, é apresentada a linguagem ASSEMBLER simplificada, com as suas traduções de várias instruções FORTRAN, em particular de um ciclo de DO. Este caso está ligado a outro no Cap. 7, onde por sua vez é dada uma interpretação do mesmo ciclo no «hardware» *APL*.

Como dissemos, o *APL* é tratado numa modalidade específica para descrição do «hardware», no Cap. 5. Contudo, esta assenta na notação de Iverson (ver Iverson (1962) em [*APL* — 1.ª Parte]). O parágrafo 5.8 é uma breve introdução ao *APL* actual.

Se é certo que este livro podia, do ponto de vista notacional, ter sido muito actualizado, não nos parece dever deixar passar a oportunidade para referir as vantagens da transferência binária, expressas no *APL* primitivo. Ao sabor do acaso escolhemos a última linha do programa de emulação no «hardware» da compressão *APL* de U/X (onde U é vector lógico com a mesma dimensão de X):

$$7. \quad i:\rho X, (<, \geq) \rightarrow (3, 8)$$

Ora, em *APL* moderno esta linha viria:

$$[7] \quad \rightarrow 3 \times 1 I < \rho X$$

ou outra análoga, porém sempre uma transferência onde a segunda condição (salto para fora do programa, correspondente à passagem para a linha seguinte) é subentendida e não explícita.

Em resumo: um livro de leitura indispensável para a compreensão do porquê de certos aspectos do *APL* e do seu uso nas arquitecturas de alguns computadores.

Iverson, Janet A. (1976). *Solutions for Algebra: An Algorithmic Treatment*. *APL Press*, Swarthmore, Pennsylvania.

Este é o livro de soluções dos exercícios de Iverson (1972), delineado na mesma orientação do texto principal e portanto obra de profundo interesse para professores e estudantes do ensino secundário que utilizem o APL como linguagem da matemática. Recomendamos tanto este livro como já o havíamos feito para o outro.

Iverson, Kenneth E. (1976). *Elementary Analysis*. APL Press, Swarthmore, Pennsylvania.

No decurso de vários trabalhos, exposições e até do ensino do APL (vejam-se, e.g. alguns pontos de exames de 1972, 1973 e 1974 do Instituto Superior Técnico e da Universidade de Luanda, publicados na *Gazeta de Matemática* desses anos), temo-nos preocupado em sublinhar estar o APL muito acima de uma vulgar linguagem de codificação de programas de computador. Como característica mais importante consideramos (opinião subjectiva e portanto discutível) ser o APL acima de tudo uma notação algorítmica, muito rigorosa, compacta e flexível, muito mais, em qualquer destes aspectos do que a notação matemática e científica comum; esta é possuidora de um alfabeto inconsistente, indefinido, e de uma simbologia ao sabor dos caprichos de cada autor. Por isso, em todos os processos de natureza finita o APL suplanta, com vantagens, a vulgar escrita da matemática.

Outro aspecto tem preocupado muitos cultores do APL: a sua extensão, por aproximações, a processos infinitos, como sejam os tratados pela análise matemática. Este livro de Iverson é um dos primeiros passos nesse sentido (sem dúvida não o primeiro, pois vários trabalhos de extensão do APL às probabilidades contínuas estão em decurso na Universidade de Alberta, sob a orientação do Professor Smillie), ligando-se a duas outras obras do mesmo Autor (Iverson (1966) e Iverson (1972), ambas em [APL — 1.ª Parte]), cujo domínio nos parece pre-requisito aconselhável para a compreensão deste texto.

Um comentário, quiçá uma crítica, é o ser usada sempre a origem 0; o mesmo sucede também em Orth (1976), abaixo, ao contrário de Iverson (1972) e do livro de soluções, acima, onde é sempre usada a origem 1.

Há vantagens e inconvenientes em qualquer das escolhas: a origem 1 é a vulgar no computador quando é carregado o interpretador APL e o utilizador fica a aceder a uma área de trabalho em branco. Esta origem é de uso intuitivo em todas as considerações envolvendo números naturais, por exemplo os 5 primeiros inteiros positivos $1 \leftarrow \rightarrow 1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5$ ou o elemento no canto superior esquerdo de uma matriz M que é $M[1 \ 1]$. Na origem 0 os mesmos resultados serão, resp. $0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 4$ e $M[0 \ 0]$.

Porém, a origem 0 tem vantagens notáveis; ainda no primeiro caso acima $0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 4$ é o vector das potências da variável num polinómio do 4.º grau. E certas fórmulas APL passam a ser válidas, como é o caso de

$$0 * \phi_1 N \leftarrow \rightarrow (-N) \uparrow 1$$

para N inteiro e positivo.

Enfim, para o programador experiente ou para o teórico da linguagem, nenhuma diferença fará usar uma origem ou outra. Mas daqui resultará uma certa confusão para um jovem estudante que depois de ler o livro de álgebra venha a dedicar-se a este. Daqui este comentário sobre as origens em APL.

Cuidado muito especial é dedicado neste livro ao conceito de função e à sua definição formal. Aqui é apresentado pela primeira vez um novo esquema de definição de funções, designado por forma α_ω . Embora não seja a forma canónica de definir uma função APL no computador, possui importantes vantagens teóricas e pode também ser usada pelo computador, mediante um conjunto apropriado de funções definidas especiais, em parte discutidas no Cap. 10.

Se a função é monádica apenas é usado o argumento direito ω ; nas funções diádicas α desempenha o papel de argumento esquerdo. Vamos abaixo exemplificar esta metodologia, usada também por Orth (1976) e Smillie (1976).

A definição mais geral na forma α_ω pode representar-se, esquematicamente, da seguinte maneira:

nome : expressão primária : proposição : expressão secundária

O valor da função é o valor da expressão primária se a proposição é falsa (possui o valor binário 0 em APL); será o valor da expressão secundária se a proposição for verdadeira (1 em APL). Se só houver uma expressão, considera-se a proposição como sendo verdadeira, e neste caso omite-se, sendo a função definida pelo valor da única expressão existente, primária portanto.

A título de exemplo, a vulgar função factorial é definida, usando o formalismo clássico da recursividade, na nova simbologia:

$$FAC : \omega \times FAC \ \omega - 1 : \omega = 0 : 1$$

Compare-se esta definição, mais simples e compacta, com a representação canónica de uma possível função definida para FAC nos moldes clássicos:

$$Z \leftarrow FAC \ N \\ Z \leftarrow (N \times FAC \ N - 1 \ IF \ N > 0), '1' \ IF \ N = 0$$

(esta exige uma outra função definida adequada IF).

Se a função for recursiva, como é o caso de FAC, só poderá ocorrer na expressão primária. Quando houver duas expressões e proposição, esta é executada em primeiro lugar, e o seu resultado determina qual das expressões será usada: a primária se o seu valor for 0 e a secundária se sair 1, como vimos.

Dissemos já ter a notação α_ω vantagens consideráveis pelo facto de retirar da definição o aspecto da

programação, concentrando-se na essência matemática do problema a resolver. Vejamos por isso outro caso, menos trivial e um pouco mais complexo (este não tratado por Iverson); uma função recursiva para o cálculo do máximo divisor comum de dois números, usando o algoritmo de Euclides, pode agora escrever-se, com toda a simplicidade:

$$MDC : (\alpha | \omega) \text{ MDC } \alpha : \alpha = 0 : \omega$$

onde $|$ é a função diádica do resíduo e portanto $\alpha | \omega$ denota o resto da divisão de ω por α .

Algun crítico mordaz poderia ter concluído, da nossa explicação sumária de forma $\alpha | \omega$, ser ela uma espécie de grupo IF ... THEN ... ELSE, mas por ordem diferente, isto é, um ELSE ... IF ... THEN; esperamos, pois, com este exemplo do máximo divisor comum ter esclarecido uma tal dúvida. A definição acima é válida para todos os valores inteiros dos argumentos, mesmo no caso de ser $\alpha > \omega$, e equivale portanto a todo um programa envolvendo vários desses grupos.

Não possuindo estruturas de controlo o APL acaba, afinal, por ser muito mais rico nesse aspecto do que outras linguagens onde elas profleram.

Outro exemplo, este óbvio, dir-se-á, mas já veremos as suas implicações, dá a definição da raiz quadrada de um argumento real não-negativo:

$$SQRT : \omega * .5$$

e, logo adiante, Iverson define o perímetro de um polígono via:

$$LP : SQRT +/[1](\omega - 1\phi\omega)*2$$

E agora, note-se bem, esta definição, expressa em termos da anterior, é válida para qualquer dimensão do espaço vectorial onde se considere este polígono.

Por agora, parece-nos prematuro tentar prever a projecção futura desta obra, de publicação recentíssima, em si tão revolucionária como todas as obras do Dr. Ken Iverson. Não sabemos tão pouco em que medida ela irá influenciar as implementações da linguagem em versões futuras. Contudo, parece-nos poder, desde já, concluir ser o enriquecimento da linguagem do ponto de vista teórico uma feliz consequência; por outro lado, repetindo uma afirmação muitas vezes feita, não devemos ainda contar com a extensão do APL ao campo dos complexos (por agora! — compare-se com o que dissemos em Dezembro de 1975 acerca das Actas do Congresso de Copenhaga): a tendência actual é para a simplificação dos conceitos.

Sobre este aspecto, vejam-se, por exemplo, as fórmulas da trigonometria do seno e do cosseno da soma

de dois ângulos, expressas em APL, onde V é o vector dos valores dos ângulos, em radianos:

$$\begin{aligned} 10+/V &\leftarrow \rightarrow +/\times/0 \ 1\phi 1 \ 2\circ.\circ V \\ 20+/V &\leftarrow \rightarrow -/\times/1 \ 2\circ.\circ V \end{aligned}$$

sob a condição de ser $2\leftarrow \rightarrow pV$

É portanto possível antever desde já poderem vir as «máquinas APL» do futuro não só a calcular os valores de certas funções, em particular das funções comuns da matemática e outras nativas do APL, mas também a simplificar e verificar a veracidade de certas fórmulas em que elas intervenham.

Neste livro muitos dos processos infinitos da análise matemática elementar são abordados por aproximações polinomiais (finitas, portanto). Assim sucede com a definição das funções transcendentais e trigonométricas. O conceito de derivada de uma função polinomial ocupa também uma posição de relevo e o papel da fórmula de Taylor é fundamental.

Resumindo: um trabalho que deveria ser lido pelo menos por todos os professores de matemática e de computação das universidades e dos últimos anos do liceu. Mesmo sem usar o computador, os resultados são admiráveis.

Kaier, Ekkehard (1977). *Lehren, Lernen und Computer. Datenverarbeitung in Schule, Aus- und Weiterbildung*. Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, Stuttgart.

De modo algum se pode considerar este pequeno volume como um tratado sobre ensino assistido por computador; trata, de maneira bastante leve e descritiva este tópico, mas sem bases muito científicas. O APL é a linguagem mais usada nos exemplos, havendo uma pequena apresentação de algumas funções primitivas em modo de calculador e da maneira de escrever funções definidas muito simples, sobretudo para fazer perguntas ao aluno.

A grande vantagem desta exposição está sobretudo nas ideias que pode transmitir aos educadores sobre este tipo de aplicação dos computadores e só nessa óptica o recomendaríamos.

Nelson, Theodore H. (1975). *Computer Lib/Dream Machine*. Hugo's Book Service, Chicago, Illinois.

Depois do Women's Lib era inevitável este... Computer Lib. Só ficamos ainda na dúvida sobre qual destes dois movimentos mais virá a afectar o... Men's Lib.

Bom: não é este o lugar adequado para examinar este maravilhoso livro em detalhe. Muito em resumo devemos confessar ser um dos livros mais interessantes que alguma vez lemos sobre computadores: escrito com sabor ligeiro e humorístico, com dactilografia, fotografias e desenhos do próprio Ted Nelson (de quem aparecem dois currícula, um em cada capa, o primeiro

formal, sobre as actividades informáticas, e o outro, informal, acerca dos seus gostos literários), é uma verdadeira delícia.

Recheado de anedotas e histórias sobre a evolução, aplicações e perspectivas dos computadores, tratando desde minis (a começar pela Mini de Walt Disney e do Rato Mickey) a super-computadores (se tal designação é permissível), este livro é um «must» para todos os informáticos. As discussões são sempre informais e não muito profundas... mas transmitem ideias importantes: é o caso dos conceitos de compilador e de interpretador, de pilha, da arquitectura de várias famílias de computadores, de cibernética, de inteligência artificial, etc., etc. Algumas críticas feitas a certas linhas de computadores, e em especial aos Sistemas 360/370 são incisivas e pertinentes.

Nesta obra são tratadas, sumariamente, três linguagens: BASIC, TRAC e APL. A esta última são dedicadas quatro páginas, com exemplos admiráveis de simplicidade e humor; é claro que o tratamento não é, nem podia ser, exaustivo. Mas algumas das ideias fundamentais estão lá, em particular a de se tratar de uma verdadeira linguagem de quadros; e estas páginas estão escritas na veia do livro, vivas e atraentes.

Há uma referência ao micro-computador MCM 70 (primeira versão do MCM 800, que referimos antes — a sede da MCM já não é a mesma) e ao modelo, então ainda no segredo dos laboratórios, 5100 da IBM. Uma pequena bibliografia refere para leituras posteriores sobre APL. Por fim, vários pequenos incentivos para prosseguir o estudo da linguagem («...don't ask what it does, but it is allowed...»).

Orth, Donald (1976). *Calculus In a New Key*. APL Press, Swarthmore, Pennsylvania.

Outra contribuição para o uso do APL como linguagem científica, seguindo uma filosofia originada e desenvolvida por vários autores, incluindo o próprio Iverson. Em princípio, a leitura deste livro devia seguir-se a Iverson (1976), sobre análise matemática elementar. Aqui e além os pontos de contacto entre as duas obras são bastantes nítidos, por exemplo a mesma metodologia de definição de funções. Porém, além da análise, outros ramos mais avançados da matemática são tratados sob a perspectiva do APL, em especial a álgebra das matrizes e o cálculo diferencial e integral.

O estudo dos polinómios, ao qual Iverson dedica muita atenção nos seus trabalhos sobre matemática elementar, leva Orth à introdução do conceito de limite numa maneira informal. Este é depois usado na demonstração da existência do integral definido de uma função monotónica; daqui em diante o Autor aborda sucessivamente casos mais gerais. A derivada de uma função F , monádica definida, é uma outra função, também monádica definida, DF ; e o integral definido de F é uma função diádica definida SF (aqui é necessário considerar o intervalo de integração como um dos argumentos). Assim o Autor reduz, de maneira muito interessante e intuitiva, a questão da existência da derivada

e do integral definido de F num intervalo finito ao estudo do domínio das funções DF e SF .

Pensamos poder este tipo de problemas conduzir a novas e frutuosas questões de âmbito teórico e prático do APL. Contudo, nesta fase de desenvolvimento da linguagem, parece-nos prematuro prever qualquer evolução no tocante a aplicações a outras funções não numéricas, primitivas ou definidas.

No decurso deste livro são discutidos vários exemplos de aplicação: processos de Markov, ajustamentos de polinómios, álgebra de matrizes, circuitos eléctricos, vibrações mecânicas, etc. Há um problema maravilhoso, mesmo no final do livro, sobre aproximações numéricas a valores da função z de Riemann; este de modo algum é elementar.

É pena não serem, do mesmo modo, abordadas questões de geometria em espaços de dimensão superior a dois; isso de modo algum invalida os muitos méritos deste livro. Estes problemas, porém, estando intimamente ligados à teoria dos quadros de quadros, por certo aguardam outros desenvolvimentos; de passagem devemos referir ter o Professor Orth colaborado neles.

Outro excelente livro, indispensável para quem se dedicar ao uso do APL no ensino das ciências exactas.

Pakin, Sandra (1973). *APL: A Short Course*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

Embora este livro tenha já alguns anos, só há pouco tivemos ensejo de o ler. Trata-se de um pequeno volume, escrito com muito cuidado, para pessoas sem qualquer experiência informática; também não pressupõe outros conhecimentos científicos.

É um livro para ser seguido com a execução de numerosos casos num terminal. A desvantagem aqui é a de haver muitos exemplos que para serem bem compreendidos requerem funções codificadas antes; isso será um inconveniente para muitos leitores, mas ao terminal tem as vantagens de se poder aprender experimentando, o ideal para uma linguagem interactiva.

De resto, embora a um nível científico muito aquém do dos outros livros da mesma Autora, é muito fácil de seguir. Quem possuir já alguns conhecimentos da linguagem poderá aproveitar de múltiplos esclarecimentos disseminados pelo livro — numa linguagem tão rica e em evolução há sempre alguma coisa de novo para aprender. A explicação dos comandos de sistema (Cap. 2) e da definição e edição de funções (Cap. 3) é das mais simples que conhecemos.

Claro que sendo uma obra com quatro anos, não considera os modernos aspectos do APL. Para além disso pensamos ainda ser um livro de leitura interessante e aconselhável.

Pakin, Sandra (1975). *APL Handbuch*. Deutsche Uebersetzung Hans Lochner. Science Research Associates GmbH, Stuttgart.

Este livro está bastante para além de uma simples tradução do magnífico livrinho de Pakin (1972) em [APL — 1.ª Parte]. O Tradutor para a língua alemã, Hans Lochner, realizou um excelente trabalho ao introduzir alguns notáveis complementos, em particular na discussão das características e diferenças dos interpretadores de APL/CMS e APLSV. Recorde-se termos na crítica do original, o ano passado, sublinhado ser de lamentar haver sido escrito antes de 1973, data da divulgação do APLSV e das variáveis partilhadas.

A descrição do funcionamento das variáveis partilhadas em processamentos sequenciais e sequenciais indexados, a páginas 156 e seguintes, embora siga as linhas clássicas, é muito completa, quicá a melhor a nível elementar destes atributos fundamentais do moderno APL, não tão extensa, mas muito mais simples do que a de Polivka and Pakin (1976). Os exemplos do uso das funções de formato e execução, também tratados pela primeira vez nesta tradução, foram muito bem escolhidos, de modo a dar uma ideia clara das potencialidades do seu uso nos domínios de gestão.

Tudo o que antes dissémos sobre o original desta obra mantemos aqui, e com as actualizações introduzidas pelo Tradutor este livro é, de igual modo, indispensável para estudo e consulta para quem domine a língua. Oxalá uma nova edição em língua inglesa incorpore também todos estes aspectos.

Para o germanófilo esta tradução tem ainda um interesse bastante grande do ponto de vista da introdução do «calão» do APL na língua alemã. Alguns termos soam um pouco estranhos, talvez por serem novos, mesmo nesta língua, mas irão por certo ter uma influência muito grande numa futura normalização da linguagem e dos seus nomes nos países de língua alemã, tal como os termos da primeira edição da obra original (de 1968) tiveram na implantação do APL e da sua terminologia, em certos casos tão diferentes da tradicional do processamento de dados, na América do Norte, primeiro, e noutros países de língua inglesa, depois.

Sobre a originalidade dos nomes alemães escolhidos, ocorrem-nos, de passagem, as funções de execução e codificação e a função de sistema de representação canónica, designadas neste livro, resp., por activação, desactivação e neutralização.

Embora o livro seja ainda de formato razoável (230 páginas), é uma esplêndida obra, das que com mais entusiasmo recomendamos aos principiantes.

Paulman, Jack (1976). *Fundamentals of APL Programming*. William C. Brown Publishing Company, Publishers, Dubuque, Iowa.

Um livro interessante, embora bastante elementar, sobre APL/360. A sua leitura é agradável, os exemplos e exercícios muito fáceis de seguir e compreender. Porém, como já vem sendo costume nestes livros elementares, em particular naqueles onde só é tratado o «vetusto» APL/360, possui sérias limitações, deixando de lado importantes capítulos da linguagem e da sua actual filosofia.

Embora a este nível haja vários outros livros que aconselharíamos de preferência a este, não deixamos mesmo assim de registar a sua preocupação pedagógica, talvez devido ao facto de ter sido usado como texto de ensino da linguagem para alunos que iniciavam os primeiros passos no estudo da computação.

Peele, Howard A. (1974). *APL/360 «U-Programs»*. Shared Educational Computer System, Inc., Poughkeepsie, New York.

Este Autor é conhecido pelas suas publicações sobre jogos usando APL e neste livro essa faceta reflecte-se nalguns exemplos curiosos.

Quanto ao conteúdo do livro, é um receituário do que se pode «ir fazendo» com a linguagem: com exemplos elementares, o livro é a reprodução do «input» e do «output» obtidos num terminal, com comentários manuscritos dispersos.

Não sabemos em concreto qual o tipo de leitores para os quais o Autor escreveu o livro, mas não andaremos longe em supor serem alunos e professores dos últimos anos do ensino secundário. A esse nível é portanto irrelevante a discussão elementar das funções, limitada quase só a aspectos numéricos, a falta dos ficheiros (é ainda tratado o APL antigo), etc. Mesmo assim, os operadores do produto interno e do produto externo são considerados com uma certa profundidade. Enfim, sem entusiasmos excessivos, é uma referência elementar de considerar.

Polivka, Raymond and Pakin, Sandra (1976). *APL. The Language and Its Usage*. (Second Printing). Prentice-Hall Series in Automatic Computation. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

— (1976). *Solution Manual to APL: The Language and Its Usage*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

A crítica ao livro principal que havíamos feito antes baseou-se numa primeira versão (policopiada) do que veio a ser o livro de 1975. Na fase da preparação final do texto os Autores introduziram revisões substanciais a esse trabalho, em especial nos últimos capítulos sobre variáveis partilhadas. Além disso em 1976 surgiu uma reedição deste livro, corrigindo substancialmente várias lacunas, erros de definição e imensas «gralhas» de natureza tipográfica (a lista destas, relativa à primeira edição e distribuída pessoalmente pelos Autores, ocupa 15 páginas e... não está completa).

Depois desta reedição foi também publicado o Manual das soluções dos exercícios, obra bem valiosa aliás, e da qual passaremos também abaixo uma rápida revisão.

Por estes motivos sentimos merecerem agora estas obras, já numa fase de carácter definitivo, uma crítica

de maior detalhe e, vamos lá, muito mais favorável do que a apresentada o ano transacto.

Na sua versão actual o livro principal é, de longe, o mais extenso que conhecemos sobre *APL*: quase 550 páginas de texto, e mais de outras 20 dedicadas a listagens bibliográficas de livros, artigos de revistas e trabalhos diversos sobre *APL* publicados desde 1968 só em língua inglesa. Note-se ainda terem os Autores tido o cuidado de não listar manuais de fabricantes (e ainda há quem pense ser o *APL* mais uma «novidade» no campo dos computadores).

Em conjunto com o livro das soluções trata-se, pois, de uma pequena obra enciclopédica. O aspecto que antes havíamos frisado, da ênfase no ensino mantém-se, nalguns casos até se acentua, mas o livro abarca agora, por assim dizer, todos os aspectos relevantes do uso da linguagem. É, em particular, notável a comparação das entradas e saídas para os sistemas tratados: *APLSV* (com tratamento preferencial, como seria de esperar), *APL*PLUS* e *APL/700* (das linhas Burroughs). A discussão do *APLSV* é talvez a mais completa existente hoje para fins de aplicações.

Temos contudo várias observações a fazer acerca deste trabalho, mesmo considerando só a actual edição revista. Assim, os Autores abordam o problema da definição do *APL* de maneira bastante formal, quase diríamos à laia da sequência «Definition-Satz-Beweis» de tantos textos de matemática (isso de modo algum diminui o valor da obra, bem pelo contrário). Para cada função nativa, por uma certa ordem, são dadas as definições possíveis nos vários casos em que é aplicável, de uma única abordagem, todas pois, fisicamente, na mesma parte do livro. Após isso não se volta a discutir cada uma dessas funções, fazendo-se, no entanto, sucessivamente largo uso delas, sempre que necessário, em exemplos, problemas e exercícios e até na definição recursiva de outras funções nativas.

Quer dizer, o grande mérito do livro, mesmo na forma actual, parece-nos ser como obra de referência e não como texto de ensino ou aprendizagem; esse parecia ter sido o objectivo primário a alcançar. Ao longo do conjunto de mais de 600 páginas os exemplos são variados e férteis, para quase todos os possíveis tipos de aplicação, por vezes bastante complexos.

Alguns dos muitos problemas e exercícios são bastante difíceis. Num ou noutro caso nós próprios não fomos capazes de os resolver sem recorrer a conceitos ou funções só desenvolvidos mais tarde no livro ou exigindo outras técnicas mais avançadas. Estão neste caso os do fim do Cap. 7 sobre a escrita de funções que simulem os operadores de relação do FORTRAN (.EQ., .LT., etc.) ou do PL/I, e das instruções do tipo IF...THEN...ELSE (recorde-se o que dissemos em [APL — 1.ª Parte] sobre um dos possíveis usos do *APL* na escrita de compiladores ou interpretadores de outras linguagens; na crítica feita mais abaixo a Stütz (1974) este uso voltará a ser abordado). Estes exercícios são muito complexos, exigem um domínio profundo do *APL* e além disso um conhecimento exaustivo do interpretador a ser usado — nestes casos para combinar a função de execução com a transferência de

valores de variáveis globais de umas funções para outras.

O livro das soluções dá resposta aos vários problemas do texto principal. É um notável complemento, quase diríamos indispensável para a compreensão total do outro. Deve porém evitar-se a sua consulta simultânea a fim de procurar meios próprios de resolução dos exercícios.

É evidente necessitarem estes livros de melhorias em futuras edições. Nas actuais, apesar da sua extensão, ainda alguns domínios poderiam ter sido alargados. Porém a nossa impressão é a de se poderem tornar obras de referência com grande impacto e esse será o seu maior mérito. Como tal, e antes referimos, são uma pequena enciclopédia e sintópico do *APL*.

Pratt, Terrence W. (1975). *Programming Language: Design and Implementation*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Um livro maravilhoso, dos melhores que conhecemos, sobra a teoria das linguagens de programação. Dada a linha mestra deste artigo não nos podemos ocupar com tanto detalhe dele como desejaríamos e muito sumariamente diremos que enquanto numa 1.ª Parte é feito um estudo profundo sobre aspectos gerais das linguagens de computadores, por exemplo compilação e interpretação, estruturas de dados e operações, controlo de sequências, sintaxe, etc., a 2.ª Parte é dedicada à discussão, embora breve, dos aspectos mais importantes do FORTRAN, ALGOL 60, COBOL, PL/I, LISP 1.5, SNOBOL 4 e *APL*. Um apêndice refere-se a linguagens universais e máquinas de Turing e neste é superbo o parágrafo sobre as diferenças entre as linguagens de programação.

A descrição do *APL* é portanto muito superficial e limita-se, nas 25 páginas que o Autor dedica a este tópico, apenas aos aspectos mais essenciais. Ele próprio nota ter sido esta a única linguagem interactiva a figurar na sua lista. Também são feitas, com justiça diga-se de passagem, algumas críticas. A nosso ver só não é pertinente a respeitante à restrição da homogeneidade das estruturas de dados dos quadros que, embora actual, pode ser contornada nos modernos interpretadores pelo uso da função de execução e está, aliás, em vias de ser completamente ultrapassada.

Um parágrafo é dedicado à estrutura de um computador *APL* virtual, assunto de enorme actualidade, se bem que esta descrição, moldada sobre um artigo de Breed e Lathwell, datado de 1968 e clássico na literatura da linguagem, esteja um pouco antiquada.

As nossas críticas a estas 25 páginas de *APL*, inseridas no contexto global do livro repartem-se pelos seguintes aspectos:

1.º — O *APL* tratado é o *APL/360*, com todas as limitações já nossas conhecidas e nenhuma das mais modernas possibilidades é considerada, tendo sido aqui sobretudo marcantes as faltas de referência ao controlo dinâmico do ambiente do *APL*, por exemplo, funções e variáveis de sistema; sobre a falta da função de

execução já acima nos pronunciámos também. 2.º — É dado muito relevo ao «interface» com o sistema, nomeadamente comandos. Não nos parece que este aspecto fosse de considerar com tal detalhe, dadas as limitações de espaço do livro e no aspecto concreto do uso de um computador específico; além disso, como temos afirmado, os comandos são, em si, estranhos à linguagem. 3.º — A bibliografia recomendada é escassa e deveria ter sido mais actualizada.

Estas críticas de modo algum pretendem depreciar a obra do Professor Pratt. Aliás, e repetimos, do ponto de vista da teoria das linguagens de programação é livro cuja leitura sinceramente recomendamos a todos os académicos e profissionais de informática.

Sieber, D. M. und Urnes, N. M. (1977). *APL Einführung*. Science Research Associates GmbH, Stuttgart.

Um livro introdutório, de leitura muito agradável e, como se diz na capa, destinado a «economistas, engenheiros, alunos e professores em empresas, repartições, escolas e universidades».

De todas as críticas feitas neste artigo este é talvez o melhor livro, a um nível muito introdutório, no sentido de ser o mais rigoroso. A linguagem tratada é o *APLSV* e embora algumas funções e operadores não sejam discutidos, os que aqui aparecem dão uma boa ideia do poder da linguagem àqueles tipos de profissionais.

De interesse especial para esta audiência é a apresentação dos quadros a 3 dimensões, a partir da pg. 79, quer do ponto de vista da flexibilidade da linguagem, quer do das aplicações práticas.

Além das tais funções e operadores que ficaram de fora — e muito teria de ser posto de lado num livro de cerca de 100 páginas — pareceu-nos, contudo, severa a falta de consideração das entradas e saídas. É claro que nem sequer há uma menção a ficheiros e essas são, a nosso entender, as grandes limitações do livro, intencionais, aliás.

Smillie, Keith W. (1976). *A Short Introduction to APLSV*. Department of Computing Science. The University of Alberta, Edmonton, Alberta.

A continuação, por assim dizer, do volume sobre *APL/360* do mesmo Autor. Porém o seu título é um pouco enganador, pois limita-se a discutir algumas funções primitivas e de sistema introduzidas em 1973 (execução, formato, representação canónica) ou alteradas de um interpretador para o outro (transposta diádica, resíduo de argumento esquerdo negativo, decodificação e inversão ou divisão de matrizes), bem como o operador do varrimento.

Estas são, sem dúvida as características mais importantes do *APLSV* para estudantes ou utilizadores sem problemas de ficheiros. Contudo é pena este manual não se dedicar, nem superficialmente, às variáveis

partilhadas (mesmo apesar do «short» no título). De resto, do ponto de vista pedagógico, é impecável em estilo e apresentação.

Smillie, Keith W. (1976). *Notes on Probability*. Department of Computing Science. The University of Alberta, Edmonton, Alberta.

Como todos os trabalhos deste Autor, estes apontamentos são uma verdadeira delícia: agradaram-nos sobretudo pela elegância, clareza e profundidade da exposição.

A forma $\alpha\omega$ é usada sempre, sendo aqui bem patente a sua utilidade como instrumento de definição de novos conceitos. Por exemplo, o momento de ordem ω de uma distribuição de valores representados pelo vector α (compare-se com a crítica de Iverson (1976)) é:

$$M : (+/\alpha*\omega) \div N \alpha$$

onde, por sua vez,

$$N : +/\omega=\omega$$

Note-se ser esta definição válida mesmo no caso de α ser vazio, vindo então o valor 1 para os momentos de qualquer ordem.

São notáveis as demonstrações dos teoremas clássicos da teoria elementar das probabilidades, em especial o da probabilidade da união de acontecimentos. Os axiomas de Kolmogorov aparecem depois de maneira natural, sempre expressos em termos do *APL*.

Bom seria se outros matemáticos fizessem uso destes meios no ensino e na investigação. Como referimos em Spence (1973), outras aplicações deste estilo estão em marcha no domínio da teoria dos grafos, topologia, etc.

Spence, Robert (1973). *Resistive Circuit Theory*. McGraw-Hill Book Company. New York.

Este livro dedica-se ao estudo de circuitos e usa o *APL* como notação científica. No decurso do texto vão sendo introduzidos os conceitos da linguagem necessários para a matéria tratada e para a resolução em computador dos problemas numéricos. Mesmo não sendo coberto todo o *APL* (nem poderia sê-lo, dadas as finalidades do Autor), vai-se bastante mais além do que em Penfield (1971) [*APL* — 1.ª Parte].

A exposição é muito intuitiva e interessante, mesmo para os leigos nestas matérias de circuitos. Não estando em condições de criticar a parte da electrotecnia como esta obra por certo mereceria, referimos apenas alguns outros tópicos, por exemplo os relativos aos grafos dirigidos e às matrizes de incidência, cujo tratamento é muito preciso e claro: mesmo um matemático poderá aproveitar grandemente desta leitura.

O livro evita aplicações complexas das funções e operadores do APL; em vários casos os algoritmos apresentados teriam beneficiado do uso de quadros de número dimensional superior, mas o uso exclusivo de vectores e matrizes torna-se aqui uma vantagem, por simplificar os requisitos da linguagem e tornar o livro acessível.

Temos a impressão de ser este trabalho de grande utilidade para cursos da especialidade das nossas universidades, e em particular no Instituto Superior Técnico.

Stütz, Ottmar (1974). *APL: Zwischenbilanz der Praxis. Erfahrungsberichte von APL-Benutzern*. IBM Beiträge zur Datenverarbeitung, Heft 4, IBM-Deutschland GmbH, Stuttgart.

Esta colectânea de 10 artigos de utilizadores de APL é uma verdadeira jóia para avaliar a linguagem do ponto de vista das aplicações. O Editor, infelizmente falecido há pouco, foi um dos primeiros entusiastas na Alemanha, e até na Europa, e esta colecção de artigos é bem o reflexo do seu dinamismo neste campo.

Os títulos dos artigos são, por ordem: «Introdução ao APL» (O. Stütz), «O APL na Companhia de Seguros da Vida Allianz» (K.-H. Brommler), «Utilização do APL na solução de problemas comerciais na Burmah-Castrol Europeia» (H. Melms), «Uso do APL na IBM-Alemanha» (K. Haberlandt), «O APL no Centro de Investigações Nucleares de Karlsruhe» (D. Schriefer et. al.), «Bancos de dados em Hamburgo» (B.-M. Schüler), «O APL como linguagem de descrição de sistemas informáticos» (L. Richter), «O APL — linguagem de ensino do futuro?» (W. Augsberger e K.-H. Leborg), «O APL e o ensino da matemática» (J. Specht), «Experiências do APL como linguagem de ensino no domínio da informática» (R. Günzenhäuser e W. Glatthaar).

Sem excepção consideramo-los todos muito bons dentro dos tópicos que abordam. É evidente tratar-se de um «menu» para todos os paladares, talvez uma das melhores provas da universalidade da linguagem. A título pessoal, o autor destas críticas achou sobremaneira instrutivos os artigos de Schriefer et. al. (com uma brilhante descrição de um interpretador de LISP em APL, de vários processamentos científicos e de gestão do pessoal no Centro de Investigações Nucleares de Karlsruhe); o do Professor Lutz Richter (com um excelente tratamento em APL dos algoritmos mais comuns de substituição de páginas em sistemas de pilha ou de memória virtual e do simulador de um micro-computador, numa selecção dos cursos de informática da Universidade de Dortmund) e os três últimos artigos, todos eles dedicados a aspectos de ensino, quer usando o APL como meio de expressão da notação científica ou para o ensino auxiliado pelo computador.

O leitor atento deduzirá daqui não haver outras limitações às aplicações e usos da linguagem nos modernos computadores, pressuposto o seu devido dimensionamento, a não ser a imaginação dos responsáveis por esses sistemas.

Como primeira obra genuinamente alemã sobre APL, não poderíamos exigir melhor. Pena é a limitação da língua não a ir tornar, concerteza, tão conhecida noutros países, entre os quais o nosso, como o autor destas linhas ambicionaria.

Weidman, Clark (1975). *Handbook of APL Programming*. Petrocelli/Charter, New York.

Este é um dos primeiros livros cuja orientação não é específica do APL/360 ou de algum dos seus sucessores. Dirige-se primordialmente ao interpretador desenvolvido na Universidade de Massachusetts para o computador CDC 3600 (conhecido por APL/UMASS), mais tarde aperfeiçoado e adaptado para correr também nos sistemas 6600, 7600 e na série Cyber do mesmo fabricante. Contudo, a notação, essa sim, é a clássica do APL, e não a usada nalguns terminais, por exemplo, os teletipos, onde por limitação do jogo de caracteres, certos símbolos do alfabeto APL são substituídos por mnemónicas.

Esta obra de Weidman é uma boa contribuição para a literatura da especialidade; não está ao nível de outros livros criticados acima, mas embora fugindo aos moldes tradicionais, é muito fácil de ler, apresenta os vários tópicos com muita clareza e está quase isenta de erros tipográficos. Mesmo assim, nalguns tópicos vai além dos exercícios vulgares nos livros elementares, como seja no tratamento da reestruturação de matrizes e, em especial, na tomada e largada de subquadros.

Também nos pareceu proveitosa a leitura dos parágrafos e resolução dos exercícios relacionados com questões de análise numérica. Os parágrafos que tratam dos comandos de sistema, vários deles orientados unicamente para os computadores CDC são, em geral, de somenos importância.

É pena todas as porções da linguagem definidas após 1973 não estarem consideradas, embora isso seja uma limitação do interpretador estudado e não do livro em si. Seria interessante a sua incorporação na linha Cyber (desconhecemos se está de facto a ser feita) e o seu tratamento numa futura edição desta obra.

Original e curiosa, no interpretador de APL/UMASS, é a catenação ao longo da primeira coordenada de quadros, para a qual é usado o operador $\overline{\quad}$, equivalente noutros sistemas a $\lceil \square \rceil$ ou $\lceil \lceil \rceil$ ou $\lceil \lceil \lceil \rceil$ ou ainda $\lceil \lceil \lceil \lceil \rceil$ — repare-se na analogia com, por exemplo, $++$.

Em [APL — 1.ª Parte] passámos uma vista de olhos pelas Actas dos três Congressos APL realizados na Europa; desta vez vamos ocupar-nos com as dos Congressos de 1974 e 1976, realizados na América do Norte. Dos anteriores a 1974 fora da Europa (resp. de 1969 em Binghamton, 1970 em Greenbelt, 1972 em Atlanta e 1973 em Toronto) não existem, infelizmente, livros disponíveis. Para 1977 não está previsto

qualquer Congresso, realizando-se apenas uma reunião restrita de utilizadores da linguagem a quando do Congresso da ACM em Seattle no mês de Outubro.

Proceedings of the Sixth International APL Users' Conference (1974). Coast Community College District, Costa Mesa, California.

Neste Congresso do APL realizado há três anos, foram apresentadas 68 comunicações. Vistas a uma tal distância no tempo, muitas delas focaram temas entretanto tornados clássicos na linguagem, alguns solucionados pelas vias indicadas ou por outras.

Talvez pelo facto de a organização ter pertencido a um conjunto de duas universidades da Califórnia (Golden West College e Orange Coast College), que partilham entre si um importante Centro de Cálculo onde o desenvolvimento do APL para fins de ensino tem sido notável, muitos dos trabalhos reflectem uma tendência para os aspectos do ensino em geral, do tratamento de dados de natureza escolar e do ensino assistido pelo computador.

Dos artigos que mais nos impressionaram na longa lista, impossível de rever em detalhe aqui, devemos citar os do Professor Alfred Bork, sobre algumas vantagens do APL para processamentos gráficos — assunto em que é pioneiro; um artigo de L. Davis e D. Macero com várias indicações utilíssimas para o uso do APL como linguagem de CAI, assunto por nós abordado há alguns anos e também muitas vezes mencionado nestas revistas (veja-se acima a crítica a Hicks and Hunka (1972)); outro artigo de R. Cocklin sobre o mesmo tópico. Vários artigos tratam de aplicações matemáticas: estatística e probabilidades (K. Smillie e M. J. Hopkins, H. G. Moria e T. V. Narayana), análise combinatória (E. Kellerman e W. Rodgers) e teoria dos grupos (J. Crayton), quase todos de leitura simples e instrutiva. Nesta mesma linha é mais complexo o de R. S. Goncharsky, A. Rauch e W. W. White, sobre o «interface» entre o APL e o MPSX.

Alguns artigos tratam de sistemas APL do tipo «batch», havendo alguns relativos ao APL/1130 (estes sistemas caíram muito em desuso, mas tiveram a sua moda há alguns anos). Referimos o artigo de A. Bork sobre gráficos: outros dois artigos tratam deste assunto, um sobre entradas gráficas, de A. L. Jones e R. H. Katyl, e o outro investiga ajustamentos de curvas (usando um terminal especial, Tektronix 4013), da autoria de Anne Kellerman; esta Autora apresenta ainda um outro trabalho, em cooperação com J. Meyer, sobre o ensino intermédio do APL para iniciados na linguagem.

Entre outros artigos de interesse devemos mencionar um sobre APLGOL (veja-se acima Falkoff and Iverson (1976)), pelo iniciador desta técnica R. A. Kelley; há também um excelente trabalho descrevendo os primeiros anos da linguagem, os problemas enfrentados e os então obstáculos à sua expansão (alguns ainda actuais), de C. Crevelling; outros sobre a teoria da linguagem (J. Mezei, L. Robichaud e E. A. Ashcroft).

Um artigo de G. B. Alleman e J. Richardson debruça-se sobre a comparação entre o FORTRAN e o APL em processamentos de análise numérica, havendo muitas vantagens para este — já nos velhos interpretadores APL-XM6 e ainda sem o «hardware» especializado agora disponível.

Embora seja um tópico de carácter muito subjectivo, não podemos deixar de relacionar este artigo de Alleman e Richardson com um outro, clássico nas comparações de tempos de execução entre o APL e o FORTRAN, do Professor Garth Foster, da Universidade de Syracuse (Foster, G. H. (1972). Some cost comparisons between APL and FORTRAN. *Proceedings of SHARE XXXIX*, Toronto, August 1972). As conclusões de Foster e de Alleman e Richardson referem-se aos interpretadores XM6, mas algumas delas ainda são válidas. Em qualquer dos estudos só foram consideradas aplicações do tipo científico, envolvendo problemas de análise numérica, pelo que o FORTRAN terá sido consideravelmente beneficiado. Mesmo assim, e em resumo, actualizando essas conclusões, diríamos hoje o seguinte:

— programas pequenos correm em geral mais depressa em APL do que em FORTRAN e isso é válido em particular tirando partido das estruturas de quadros e dos operadores do APL. Por exemplo, nos modelos da linha 370 com «hardware» APL o clássico problema da inversão de matrizes é reconhecido como sendo de execução mais rápida em APL do que em FORTRAN para matrizes até ordens superiores a 50, dependendo este valor do modelo de computador em uso;

— é de notar que não existem em APL tempos de compilação ou de carregamento («linkagem», «loader» ou editor de ligações). Em problemas pouco extensos ou em fase de teste estes tempos ocupam proporções do tempo total dos programas em FORTRAN muitas vezes superiores a 50%;

— Foster conclui também ser vulgar em regime de multiprogramação que só as rotinas de entrada/saída do FORTRAN excedem em ocupação de memória o próprio interpretador do APL;

— o APL é cerca de 10 vezes mais compacto do que o código FORTRAN comparável depois de compilado (e, em média, entre 5 a 7 na forma original).

Nestas divagações não nos prendemos sequer com os tempos de programação e de teste, hoje considerados como muito mais importantes do que os tempos da máquina propriamente ditos e admitidos como sendo da ordem de 3 a 4 vezes menores em APL do que em qualquer outra linguagem.

APL 76. Proceedings of the Ottawa Congress. Association for Computing Machinery, New York (1976).

O último e maior dos Congressos do APL teve como lema: «Pondo o APL a trabalhar», referindo-se em especial a aplicações de natureza comercial e de gestão e a bancos de dados. Ao todo, sem contar com as apresentações de natureza geral, estas Actas englobam 54 comunicações sobre os tópicos mais diversos.

Para além dos relativos às aplicações que constituíam o lema do Congresso, os artigos concentram-se em torno de uma maior produtividade (em parte voltando vários articulistas a bater na tecla das estruturas de controlo, mas por outro lado também em melhoras técnicas do uso da linguagem, melhor documentação, etc.), grande ênfase em sistemas de informação e certos outros aspectos por assim dizer novos, como seja o conceito de «código para deitar fora» («throwaway code»), numa interessante exposição do Professor Ephraim McLean, da Universidade da Califórnia em Los Angeles.

Uma vez mais, numa análise de artigos de feição tão diversa, pouco mais resta ao crítico do que escolher, a seu gosto subjectivo, alguns deles para os comentar.

Assim, vejamos: alguns Autores, embora discutindo tópicos de relevo, mal se poderão considerar representativos das modernas tendências do APL; recorda-mo-nos de um artigo sobre gestão de áreas de trabalho e outro sobre funções que editam funções definidas. Embora com uma certa curiosidade, repetimos, são meros exercícios, porventura representativos da conveniência do uso desta linguagem, em especial em modo conversacional (tais tipos de programas não seriam possíveis ou só muito complexos em FORTRAN, ALGOL, PL/I, BASIC ou COBOL).

Mas já outros apresentam novidades de interesse futuro: é o caso de três artigos sobre estruturas de ficheiros em APL (resp. de J. Engel, J. Schmidt e I. Cuthill), e outras séries de artigos sobre extensões do APL (H. Bingham, C. Karvin, M. Alfonseca, M. Tavera e R. Orgass) e bancos de dados (C. Mamahood, V. Spadavecchia, F. Antonacci, P. Dell'Orco, K. Wing e Y. Wong). Uma sessão do Congresso foi dedicada a certos conceitos elementares (o que não é aqui sinónimo de

simples): comparação de tolerâncias (R. Lathwell), quadros generalizados vazios (Z. Ghandour) e uma comunicação sobre o resultado de $0 \div 0$ (onde E. McDonnell sugere 0 em vez de 1, como é vulgar nos sistemas APL, mais por conveniência até agora, do que por motivos teóricos, como sucede para o cálculo do limite quando $x \rightarrow 0$ de $\sin x/x$; note-se que para $0 \cdot 0$ existem fortes razões teóricas e práticas para usar o valor 1).

Apreciámos e sugerimos para leitura muito em particular os artigos de aplicações à estatística e econometria (K. Smillie, E. Vichi, G. Soda, K. Spielberg, F. Schober, J. Prins, D. Bent e G. Pessis) e à análise numérica (J. McKenna). O artigo de Smillie usa a notação mais moderna de expressão teórica de funções, desenvolvida por Iverson (ver em Iverson (1976) a forma ω), também usada aqui num trabalho do próprio Iverson sobre operadores combinatórios, do mesmo modo muito recomendável. A. Falkoff discute algumas implicações das variáveis partilhadas e, como de costume, ficamos com a ânsia de saber mais do que ele nos quer dizer.

Por último, um artigo de Y. Le Borgne apresenta a divulgação do APL na Europa e indica números impressionantes quanto às perspectivas actuais e futuras desta linguagem no nosso continente: mais de 15 000 utilizadores para um total de 100 instalações. Se considerarmos que estes números se distribuem quase só pelos grandes países da Europa Ocidental e que certos tipos de máquinas, incluindo os micro-computadores APL, só agora começam a dar os primeiros passos nesta parte do mundo, teremos uma pálida visão do que pode vir a ser o APL entre nós dentro de alguns anos. Aliás, já depois disso, o mesmo Autor publicou na revista francesa «O-1 Informatique» o resultado de um inquérito segundo o qual o APL é hoje usado em cerca de 5% das aplicações informáticas na Europa.

Betão normal reforçado com armadura metálica

J. M. MADEIRA COSTA
Engenheiro Civil

8 — «INFLUÊNCIA DO COEFICIENTE m »

8.1 — Equações gerais

Analisa-se neste capítulo a incidência do coeficiente $m = \frac{E_a}{E_b}$, no comportamento das secções.

Este estudo incidirá essencialmente sobre a influência de m , na posição da linha neutra (α) e nas tensões na armadura σ_a e no betão σ'_{bs} .

Admite-se, que as secções foram dimensionadas tomando não o valor de m correspondente ao valor real de E_b , mas $m = 15$.

Pretende-se verificar qual a incidência desta consideração no valor real de α , σ_a e σ'_{bs} .

— De (5.54), é:

$$\omega_a = \eta_{2ab} \cdot \theta_{1\alpha}$$

$$\text{com } \theta_{1\alpha} = \frac{\alpha}{m(1-\alpha)} \quad \text{e} \quad \eta_{2ab} = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot \theta_{0\alpha}$$

sendo $\theta_{0\alpha}$ dado por (5.12)

E , então:

$$\omega_a = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot \theta_{0\alpha} \cdot \frac{\alpha}{m(1-\alpha)}$$

ou

$$\omega_a = \frac{\alpha^2}{2m(1-\alpha)} \quad (8.1)$$

— De (5.55)

$$\mu = \theta_{1\alpha} \cdot \eta_{2ab} \cdot (\varepsilon_\alpha) \cdot \sigma_a$$

$$= \frac{\alpha}{m(1-\alpha)} \cdot \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot \theta_{0\alpha} \cdot (\varepsilon_\alpha) \cdot \sigma_a$$

ou

$$\mu = \frac{\alpha^2}{2m(1-\alpha)} \cdot \theta_{0\alpha} \cdot (\varepsilon_\alpha) \cdot \sigma_a \quad (8.2)$$

sendo (ε_α) dado por (5.33).

— De (5.6), é:

$$\sigma'_{bs} = \theta_{1\alpha} \cdot \sigma_a$$

ou

$$\sigma'_{bs} = \frac{\alpha}{m(1-\alpha)} \cdot \sigma_a \quad (8.3)$$

8.2 — Secções rectangulares (■)

Em secções rectangulares é:

$$\theta_{c\alpha} = 1$$

e

$$(\varepsilon_\alpha) = 1 - \frac{\alpha}{3} = \frac{1}{3}(3-\alpha)$$

No que se segue designa-se por m_1 e α_1 o coeficiente de homogeneização e a posição da linha neutra correspondentes a $m = m_1 = 15$ e por m_2 e α_2 os valores de m e α correspondentes a outros valores de m .

— De (8.1), obtém-se:

$$\frac{\alpha_1^2}{2m_1(1-\alpha_1)} = \frac{\alpha_2^2}{2m_2(1-\alpha_2)}$$

ou

$$(1-\alpha_1)\alpha_2^2 + k \cdot \alpha_1^2 \cdot \alpha_2 - k \cdot \alpha_1^2 = 0 \quad (8.4)$$

Valores de $\langle \alpha_2 \rangle$ e $\langle \alpha_2 | \alpha_1 \rangle$ E_b — kgf. cm⁻²

E_b	525.000	420.000	350.000	210.000	175.000	140.000	105.000	84.000	70.000
m	4	5	6	10	12	15	20	25	30
α_1	0,2667	0,333	0,400	0,6667	0,800	1,00	1,333	1,6667	2,00
0,1	0,053 0,53	0,059 0,59	0,064 0,64	0,082 0,82	0,09 0,90	*	0,114 1,145	0,127 1,270	0,138 1,38
0,2	0,103 0,545	0,121 0,605	0,132 0,659	0,1607 0,835	0,181 0,905	*	0,227 1,135	0,250 1,25	0,27 1,35
0,3	0,169 0,562	0,187 0,622	0,203 0,675	0,253 0,842	0,273 0,931	*	0,337 1,124	0,368 1,227	0,394 1,315
0,4	0,233 0,584	0,256 0,642	0,278 0,694	0,342 0,855	0,367 0,918	*	0,443 1,111	0,481 1,201	0,511 1,277
0,5	0,305 0,609	0,333 0,667	0,358 0,717	0,434 0,869	0,462 0,927	*	0,549 1,097	0,587 1,174	0,618 1,256
0,6	0,384 0,641	0,418 0,696	0,446 0,744	0,531 0,881	0,562 0,936	*	0,649 1,082	0,686 1,114	0,716 1,193
0,7	0,477 0,682	0,514 0,735	0,545 0,779	0,633 0,901	0,663 0,948	*	0,745 1,064	0,778 1,111	0,803 1,147
0,8	0,593 0,739	0,629 0,786	0,669 0,829	0,742 0,927	0,769 0,961	*	0,836 1,045	0,861 1,076	0,879 1,099
0,9	0,714 0,826	0,777 0,863	0,802 0,891	0,892 0,958	0,880 0,978	*	0,921 1,024	0,935 1,039	0,945 1,05
1,0	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00	*	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00

Valores de α_2 em cima; de $\alpha_2 | \alpha_1$ em baixo
QUADRO 8.1

$\langle \sigma_{a,2} / \sigma_{a,1} \rangle$; $\langle \sigma'_{bs,2} / \sigma'_{bs,1} \rangle$

m	4	5	6	10	12	15	20	25	30
k	0,2667	0,333	0,400	0,6667	0,800	1,00	1,333	1,6667	2,00
0,10	0,983 1,857	0,986 1,671	1,003 1,541	1,005 1,212	0,995 1,119	*	1,014 0,881	1,012 0,705	1,019 0,734
0,20	0,969 1,718	0,973 1,608	0,971 1,479	0,988 1,186	0,993 1,098	*	1,008 0,890	1,018 0,815	1,027 0,760
0,30	0,952 1,603	0,956 1,540	0,960 1,427	0,983 1,165	0,993 1,088	*	1,014 0,903	1,020 0,826	1,040 0,789
0,40	0,944 1,613	0,955 1,481	0,952 1,374	0,978 1,144	0,990 1,076	*	1,019 0,916	1,029 0,858	1,043 0,818
0,50	0,924 1,521	0,940 1,407	0,938 1,322	0,976 1,122	0,987 1,064	*	1,016 0,929	1,035 0,883	1,050 1,849
0,60	0,929 1,433	0,929 1,351	0,942 1,261	0,970 1,098	0,983 1,051	*	1,020 0,914	1,038 0,907	1,048 0,881
0,70	0,913 1,328	0,927 1,269	0,938 1,203	0,969 1,075	0,986 1,039	*	1,020 0,958	1,034 0,931	1,045 0,913
0,80	0,911 1,237	0,928 1,180	0,939 1,146	0,974 1,050	0,986 1,026	*	1,017 0,973	1,029 0,966	1,040 0,944
0,90	1,039 1,126	0,942 1,094	0,953 1,072	0,985 1,026	0,995 1,013	*	1,015 0,987	1,021 0,979	1,020 0,973
1,0	0,267 1,000	0,333 1,000	0,400 1,000	0,667 1,000	0,800 1,00	*	1,332 1,00	1,667 1,00	2,00 1,0

Valores de $\sigma_{a,2} / \sigma_{a,1}$ em cima; $\sigma'_{bs,2} / \sigma'_{bs,1}$ em baixo
QUADRO 8.2

sendo

$$\bar{k} = \frac{m_2}{m_1} \quad (8.5)$$

será

$$\alpha_2 = k \cdot \frac{1 - \sqrt{1 + \frac{4}{k} \cdot \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1^2}}}{2 \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1^2}} \quad (8.6)$$

— De (8.2), obtém-se:

$$\begin{aligned} \frac{\alpha_1^2}{2 m_1 (1 - \alpha_1)} \cdot \frac{1}{3} (3 - \alpha_1) \cdot \sigma_{a,1} = \\ = \frac{\alpha_2^2}{6 m_2 (1 - \alpha_2)} \cdot (3 - \alpha_2) \cdot \sigma_{a,2} \end{aligned}$$

ou

$$\frac{\sigma_{a,2}}{\sigma_{a,1}} = k \cdot \frac{\alpha_1^2}{\alpha_2^2} \cdot \frac{1 - \alpha_2}{1 - \alpha_1} \cdot \frac{3 - \alpha_1}{3 - \alpha_2} \quad (8.7)$$

— De (8.3), obtém-se:

$$\frac{\sigma'_{bs,2}}{\sigma'_{bs,1}} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot \frac{3 - \alpha_1}{3 - \alpha_2} \quad (8.8)$$

* * *

— Da relação (8.6) indicam-se no Quadro 8.1 valores de $\langle \alpha_2 \rangle$ e de $\langle \alpha_2 | \alpha_1 \rangle$ função de k e de α_1 .

Verifica-se que a posição de l.n. desce com a diminuição de E_b . Como os efeitos da fluência se traduzem por uma redução de E_b é de esperar que l.n. tenha tendência a descer com o decorrer do tempo pelo menos em secções de resistência à tracção nula.

— Das relações (8.7) e (8.8) é possível obter as relações entre as tensões na armadura e no betão função de E_b e de α . Tais relações indicam-se no Quadro 8.2.

Verifica-se que a tensão no aço é pouco sensível à variação de E_b e que a tensão no betão varia apreciavelmente com E_b decrescendo com este valor.

— É assim de esperar que por efeitos de fluência as tensões no betão tendam a decrescer com o decorrer do tempo.

Os valores dos Quadros 8.1 e 8.2 encontram-se representados nas Figs. 8.1 e 8.2.

8.3 — Secções T

— De (8.1), é:

$$\frac{\alpha_1^2}{m_1(1-\alpha_1)} \cdot \theta_{0\alpha_1} = \frac{\alpha_2^2}{m_2(1-\alpha_2)} \cdot \theta_{0\alpha_2}$$

ou

$$\frac{\alpha_2^2}{1-\alpha_2} \cdot \theta_{0\alpha_2} = k \cdot \frac{\alpha_1^2}{1-\alpha_1} \cdot \theta_{0\alpha_1} \quad (8.9)$$

Esta equação permite obter α_2 função de k e α_1

— De (8.2)

$$\begin{aligned} \frac{\alpha_2^2}{m_2(1-\alpha_2)} \cdot \theta_{0\alpha_2} \cdot (\varepsilon_\alpha)_2 \cdot \sigma_{a_2} &= \\ &= \frac{\alpha_1^2}{m_1(1-\alpha_1)} \cdot \theta_{0\alpha_1} \cdot (\varepsilon_\alpha)_1 \cdot \sigma_{a_1} \end{aligned}$$

ou

$$\frac{\sigma_{a_2}}{\sigma_{a_1}} = k \cdot \frac{\alpha_1^2}{\alpha_2^2} \cdot \frac{1-\alpha_2}{1-\alpha_1} \cdot \frac{\theta_{0\alpha_1}}{\theta_{0\alpha_2}} \cdot \frac{(\varepsilon_\alpha)_1}{(\varepsilon_\alpha)_2} \quad (8.10)$$

Esta relação permite obter a relação entre as tensões na armadura $\frac{\sigma_{a_2}}{\sigma_{a_1}}$ função de E_b e de α_1 .

— De (8.3), é:

$$\frac{\sigma'_{bs_2}}{\sigma'_{bs_1}} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot \frac{\theta_{0\alpha_1}}{\theta_{0\alpha_2}} \cdot \frac{(\varepsilon_\alpha)_1}{(\varepsilon_\alpha)_2} \quad (8.11)$$

Esta relação permite obter a relação entre as tensões no betão na fibra mais comprimida $\frac{\sigma'_{bs_2}}{\sigma'_{bs_1}}$ função de E_b e de α_1 .

Seria assim possível estabelecer quadros numéricos e diagramas como se fez para as secções rectangulares.

A quantificação é laboriosa em si mesma, e haveria que considerar várias combinações de $m_0 = b_0/b$ e de $n_0 = h_0/h$. Neste estudo, apresentam-se somente conclusões genéricas seguintes:

a — O andamento dos diagramas correspondentes aos apresentados nas figuras 8.1 e 8.2, é semelhante;

b — Os valores de α_2 nas secções T, são mais pequenos que nas secções I para $k < 1,0$. Quer dizer a linha neutra aproxima-se mais da fibra mais comprimida;

c — Os valores de α_2 são maiores para $k > 1,0$. Quer dizer a linha neutra afasta-se mais da fibra mais comprimida;

d — As variações indicadas em b e c não excedem normalmente 10 % o que, atendendo às aproximações teóricas introduzidas, se considera não significativa no comportamento das secções;

e — As variações da tensão no betão σ'_{bs} , são menos sensíveis que nas secções rectangulares;

Como exemplo, apresentam-se os valores do Quadro 8.3, referentes a uma secção T com $m_0 = n_0 = 0,18$

$$\langle \sigma'_{bs_2} / \sigma'_{bs_1} \rangle$$

m		4	30
α_1	k	0,2667	2,0
0,4	I	1,613	0,818
	T	1,43	0,89
0,8	I	1,237	0,944
	T	1,12	0,97

QUADRO 8.3

f — Como nas secções rectangulares, as variações de tensão na armadura (σ_a), são muito reduzidas (mais reduzidas ainda que nas secções rectangulares).

No Quadro 8.4 apresentam-se valores de α_2 e de $\langle \sigma_{a2} / \sigma_{a1} \rangle$ relativos a uma secção T com $m_0 = n_0 = 0,18$.

m		4	30
α_1			
0,4	α_2	0,207	0,539
	σ_{a2}/σ_{a1}	0,98	1,02
0,8	α_2	0,555	0,884
	σ_{a2}/σ_{a1}	0,96	1,02

QUADRO 8.4

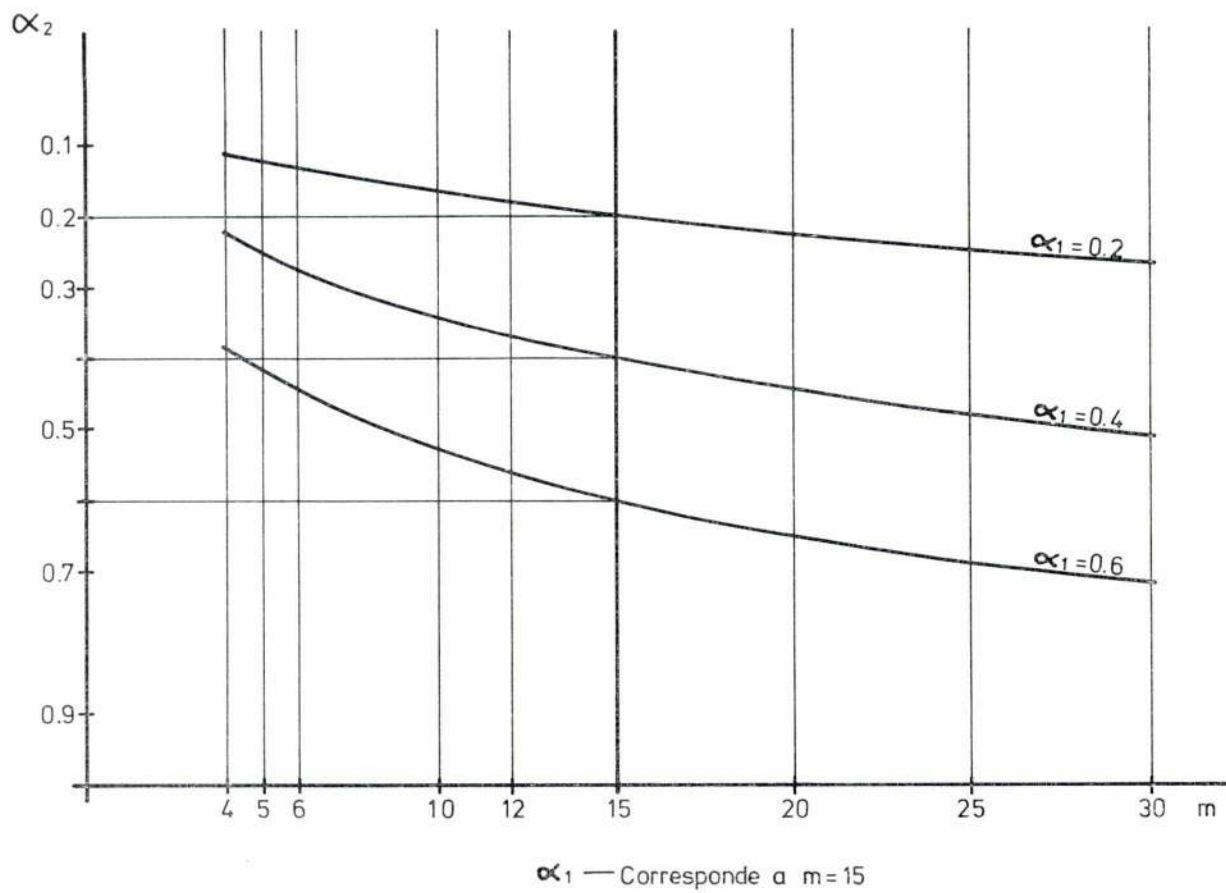


Fig. 8.1

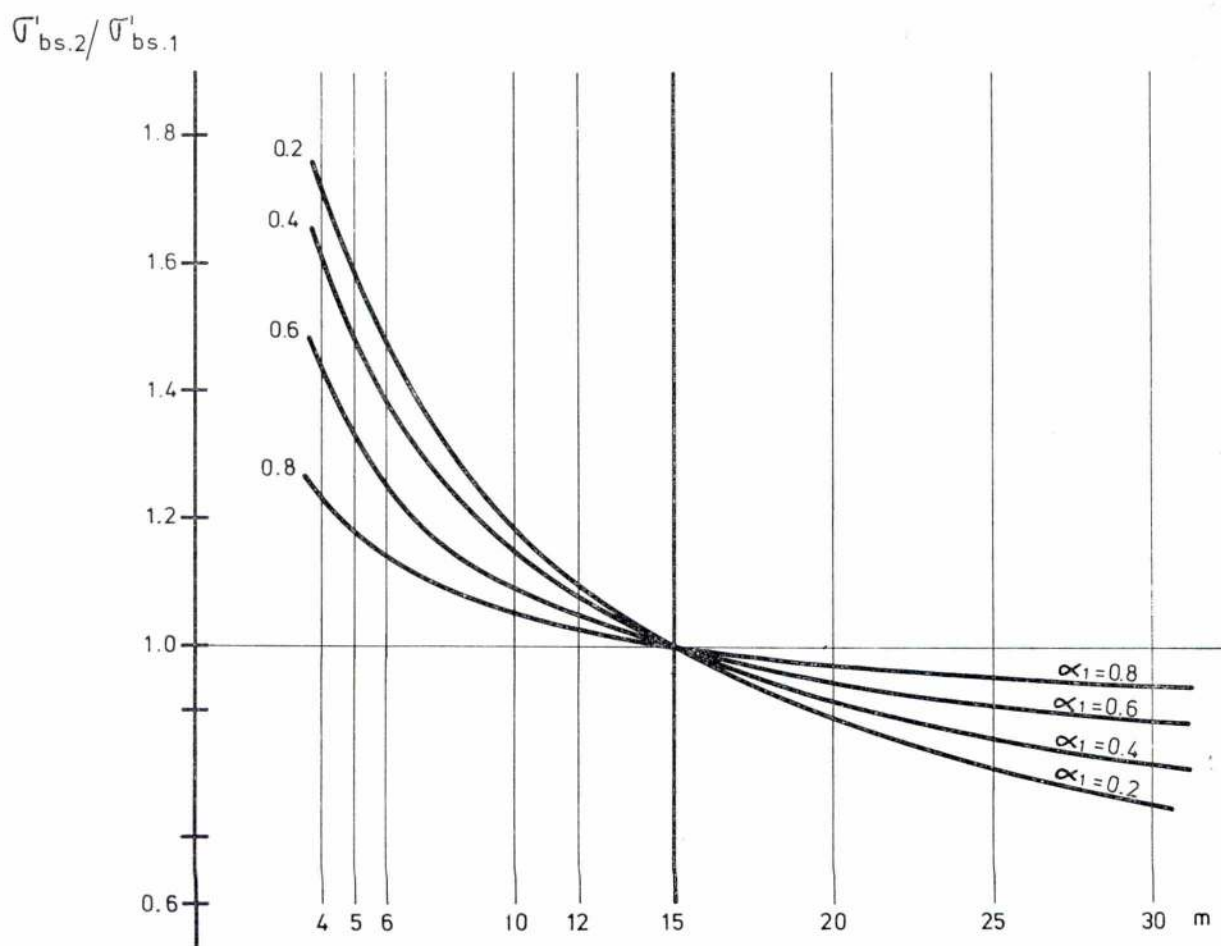


Fig. 8.2

Resumo dos Artigos publicados na «Técnica» n.º 447

Ano LIII — Fevereiro 1978

C. D. U. 621.39(469)

M. ABREU FARO
PEDRO TEIXEIRA

CONCEPÇÃO E PROJECTO DE SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES NO PAIS

Técnica N.º 447 — LIII — 2-1978, p. 389 a 395

C. D. U. 624.072.334.1

J. S. BRAZÃO FARINHA

VIGAS VIERENDEEL SIMPLES

Técnica N.º 447 — LIII — 2-1978, p. 397 a 416

Apresenta-se o formulário correspondente a vigas Vierendeel simétricas de altura constante e de 2, 3, 4 e 5 painéis, constituídas por barras verticais e horizontais, sendo as cordas, bem como os pendurais, de momento de inércia constante, respectivamente I_h e I_v .

Consideram-se apenas os casos das vigas solicitadas por cargas concentradas verticais nos nós ou por cargas uniformemente distribuídas nas cordas.

O método utilizado neste estudo é o de Cross, numa análise de tipo genérico.

C. D. U. 691.223:625.8(661)

JOSÉ CARLOS DE O. S. HORTA

OS PAVIMENTOS EM AREIA GIPSOSA DO SAHARA

Técnica N.º 447 — LIII — 2-1978, p. 417 a 430

Em clima árido, para valores de precipitação inferiores a 100 mm por ano, o gesso pode ser utilizado como material de pavimentação. Algumas regiões do Sahara setentrional estão, de resto, desprovidas de qualquer outro material para construção de estradas. As areias gipsosas não são extraídas de depósitos sedimentares, mas de formações pedológicas ou hidrológicas, as crostas gipsosas, verdadeiros grês com cimento gipsoso, que se formam por evaporação da franja capilar de toalhas freáticas selenitosas.

As areias gipsosas extraídas destas crostas podem ser utilizadas em bases de estradas se apresentarem um teor em sulfatos superior a 70 % na fracção que passa pelo peneiro de 1 mm. As camadas em areia gipsosa adquirem uma rigidez tanto maior quanto os finos gipsosos se encontrarem mais divididos. Com efeito, uma superfície específica mais elevada favorecerá uma maior dissolução dos finos gipsosos na água de compactação e uma resistência melhor da camada por cristalização do gesso ao secar.

Pavimentos em areia gipsosa estão em serviço no Sahara há dez a vinte anos e comportam-se bem sempre que estejam ao abrigo da humidade. Na travessia das depressões húmidas, convém sobrelevá-los para evitar deteriorações (descais com fendilhamento) devidas à perda de coesão por dissolução do gesso. Quando a água penetra e circula no pavimento, outro tipo de deterioração pode aparecer: inchaços causados pela dissolução do gesso a certos níveis seguida de cristalização a outros níveis com empolamento da camada.

Para evitar outros tipos de deteriorações como a borra de café e os cogumelos ou empolas ou intumescências salinas, convém limitar a menos de 0,5 % o teor em cloretos admissível nos materiais de pavimentação.

Sob a influência da temperatura e da humidade atmosféricas, os pavimentos em materiais gipsosos fendem-se. Estas fendas higroscópicas não trazem consequências negativas para o comportamento dos pavimentos. Resultam da contracção higroscópica do gesso ao desidratar-se.

C. D. U. 681.14.016

J. MARQUES HENRIQUES

UMA BIBLIOGRAFIA DE APL — 2.ª PARTE

Técnica N.º 447 — LIII — 2-1978, p. 431 a 448

O crescimento contínuo do APL em todos os campos do processamento automático da informação tem acarretado o aparecimento, cada vez mais frequente, de novos livros sobre a linguagem, suas aplicações e fundamentos teóricos. A análise bibliográfica abaixo é a continuação de um trabalho iniciado antes e reflecte esse crescimento vigoroso.

C. D. U. 624.07[012.4]2

J. M. MADEIRA COSTA

BETÃO REFORÇADO COM ARMADURA METALICA

Técnica N.º 447 — LIII — 2-1978, p. 449 a 452

Synopsis of articles published in «Técnica» n.º 447

LIII — February 1978

U. D. C. 681.14.016

J. MARQUES HENRIQUES

A BIBLIOGRAPHY OF APL — (PART II)

Técnica N.º 447 — LIII — 2-1978, p. 431 a 448

The continued growth of APL in all fields of information processing has further originated an increased publication of new books on the language, its applications and theoretical background. The book reviews below are a follow-up to a previous paper and further enhance the image of such a strong growth.

U. D. C. 621.39(469)

M. ABREU FARO
PEDRO TEIXEIRA

CONCEPTION AND PLAN OF TELECOMMUNICATION
SYSTEMS IN PORTUGAL

Técnica N.º 447 — LIII — 2-1978, p. 389 a 395

U. D. C. 624.072.334.1

J. S. BRAZÃO FARINHA

VIERENDELL GIRDERS

Técnica N.º 447 — LIII — 2-1978, p. 397 a 416

It is presented the formulary corresponding to symmetric Vierendeel girders, of constant height and of 2, 3, 4 and 5 panels, formed by vertical and horizontal bars with constant inertia.

The cases of girders carried by concentrated loads on the vertical members or uniformly distributed loads on the chords are considered.

It was used the Cross method on a generic type of analysis.

U. D. C. 624.07[012.4]2

J. M. MADEIRA COSTA

NORMAL CONCRETE REINFORCED WITH STEEL

Técnica N.º 447 — LIII — 2-1978, p. 449 a 452

U. D. C. 691.223:625.8(661)

JOSÉ CARLOS DE O. S. HORTA

LES CHAUSSEES EN SABLES GYPSEUX DU SAHARA

Técnica N.º 447 — LIII — 2-1978, p. 417 a 430

Under arid climate, for a cumulated height of precipitations less than 100 mm a year, gypsum may be used as pavement material. Certain regions in northern Sahara are lacking any other pavement material. Gypsum sands are not extracted from sedimentary deposits but from pedological or hydrological formations, the gypsum crusts, veritable gypsum cemented sandstones, that are formed by evaporation of the capillary fringe of selenitous phreatic water tables.

The gypsum sands taken out from these crusts may be employed in base courses, if they present a sulphate content of more than 70 % in their fraction passing through the 1 mm sieve. The gypsum sand layers gain a rigidity which is as much higher as the gypsum fines are in a greater state of division. In fact, a greater specific surface will favour a greater dissolution of the gypseous fines in compaction water and a better resistance of the layer following the cristallization of gypsum during its drying.

Pavements in gypsum sand have been serving in the Sahara for ten to twenty years. Their behaviour is satisfactory wherever they are protected from humidity. In depressions they should be raised in order to avoid some deteriorations (waning with honeycomb cracking) due to the loss of cohesion by gypsum dissolution. When water enters and moves in the pavement another type of deterioration may appear: swellings caused by dissolution of gypsum at certain levels followed by its cristallization at other levels with loosening of the layer.

In order to avoid some other types of deteriorations such as coffee dregs and blisters, it is convenient to limit upwards the admissible chlorides content to 0,5 % in pavement materials.

Under the influence of temperature and atmospheric moisture pavements constructed with gypseous materials are subject to cracking, that results from the hygroscopical shrinkage of gypsum as dehydration proceeds. The hygroscopical cracks have no negative consequences on the behaviour of the pavements.

Edições da Técnica

TABELA DE PREÇOS

TABELAS PARA O CÁLCULO DO BETÃO ARMADO

Brazão Farinha, 6.ª edição — 1970 . . . 450\$00

GUIA DE ANÁLISE QUÍMICA DAS ÁGUAS

A. Herculano de Carvalho, 1.ª edição — 1961 150\$00

TOPOGRAFIA GERAL

C. Xerez — 1.º vol. 3.ª edição — 1978 . . . 350\$00

C. Xerez — 2.º vol. 2.ª edição — 1966 . . . 250\$00

CÁLCULO DE PÓRTICOS

G. Kani — Trad. da 7.ª edição alemã — 1962 100\$00

TABELAS TÉCNICAS

Vicente Ferreira e Brazão Farinha, 8.ª edição
1977 500\$00

MANUAL DE ESTRUTURAS

Brazão Farinha — 1.º VOLUME

Encadernado 625\$00

Plastificado 587\$50

MANUAL DE HIDRÁULICA GERAL

A. Lencastre, 2.ª edição — 1969 450\$00

2.º e 3.º Volumes (*)

DICIONÁRIO DE UNIDADES E TABELAS DE CONVERSÃO

Vasco Costa e Osvaldo Francês, 1.ª edição —
1959 75\$00

BETÃO PREESFORÇADO

(A cargo dos participantes na Semana de Be-
tão Preesforçado — I. S. T. — 1975) . . . 425\$00

NÚMEROS E VARIÁVEIS COMPLEXAS

A. H. Simões de Abreu, 1.ª edição 1977 . . . 312\$50

(*) LIVROS A PUBLICAR BREVEMENTE

Desconto de 10% aos assinantes

PEDIDOS À

técnica

Já à Venda

BETÃO PREESFORÇADO

1.^A EDIÇÃO - 1978

**(A cargo dos participantes na Semana de Betão
Preesforçado - I. S. T. - 1975)**

TOPOGRAFIA GERAL

1.^o VOLUME

3.^A EDIÇÃO - 1978

Eng.^o C. Xerez