

2401.
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

REVISTA

DA

FACULDADE DE CIÊNCIAS

VOL. III — N.º 3



A
9
12
COIMBRA

IMPRESA DA UNIVERSIDADE

a 0,02 mg. por lit. 1933
interpretar com igual perfeição

VOL. III — N.º 3

REVISTA

FACULDADE DE CIÊNCIAS



Expressão do resultado da análise de uma água mineral

O modo de exprimir a composição de uma água mineral tem acompanhado o desenvolvimento das teorias químicas. O resultado da análise da água de Moledo, estudada em 1871 pelos professores M. L. FERREIRA LEÃO, F. A. ALVES e L. de ALMEIDA LOURENÇO, é expresso primeiramente de harmonia com a teoria dualística de BERZELIUS, e, seguidamente, combinando os componentes positivos com os negativos segundo regras arbitrárias, apresenta a concentração de sais que hipoteticamente se supõe dissolvidos na água.

Em análises posteriores, por exemplo, nas das águas de Entre-os-Rios, feitas pelo professor FERREIRA DA SILVA em 1896, figuram primeiramente no resultado as concentrações dos radicais positivos e negativos, ainda, num caso ou noutro, com reminiscências da teoria de BERZELIUS, e em seguida, unindo os radicais positivos com os negativos segundo regras arbitrárias, é apresentada a concentração dos compostos que se supõe dissolvidos nas águas.

Posteriormente procura-se exprimir o resultado das análises de harmonia com a teoria dos iões. Não se resiste ao princípio, e em certos casos ainda agora, ao antigo uso de considerar também as concentrações de sais que arbitrariamente se obtêm combinando de determinado modo os iões positivos e negativos. E é de notar, como mostraremos mais tarde, que também ainda agora aparecem reminiscências da teoria dualística.

A análise química das águas minerais atingiu uma grande perfeição, podendo ser determinadas com rigor as concentrações dos componentes que existam em quantidade não inferior a 0,01 mgr. por litro. Porém, a teoria dos iões não permite interpretar com igual perfeição o resultado da análise duma água

mineral. ¿Quais são os iões que se encontram numa determinada água? A esta pergunta, por exemplo, não responde completamente a teoria iónica. No resultado da análise duma água, expresso segundo a teoria dos iões, tem, portanto, de haver qualquer coisa de arbitrário. O pouco conhecimento que temos relativamente às substâncias que existem na água em solução coloidal, complica o problema; o cálculo das concentrações de alguns iões é baseado na lei da acção de massa, que rigorosamente se não pode aplicar.

Tem de haver alguma arbitrariedade quando exprimimos a composição de uma água segundo a teoria iónica, mas essa arbitrariedade deve ser quanto possível reduzida. Pouco nos últimos anos se tem feito neste sentido, dizendo L. FRESENIUS (*Bäder Almanach*, 1932, pág. 37) que o modo de ver de L. GRÜNHUT, exposto em 1918 no conhecido livro de KÖNIG, *Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung* (vol. III, 3.^a parte, pág. 596 e segs.) ainda hoje é aceitável em quasi todos os pontos. Efectivamente nós não conhecemos nenhuma forma de exprimir a composição de uma água mineral, segundo a teoria dos iões, mais perfeita do que a proposta por E. HINTZ e L. GRÜNHUT em 1907 no *Deutsches Bäderbuch*, e por L. GRÜNHUT em 1918 no livro de KÖNIG. Decerto há alguma arbitrariedade no método proposto; as hipóteses feitas são, porém, justificadas, e as suas consequências estão de harmonia com os nossos actuais conhecimentos, como veremos. A lista dos trabalhos experimentais em que se fundamenta o método referido encontra-se, no livro de KÖNIG.

Há poucos anos aparece a necessidade de considerar, além das concentrações, as actividades. Para que o estudo de uma água mineral ficasse completo, deveríamos determinar o valor das actividades, ou coeficientes de actividade, da água e das substâncias nela dissolvidas. Hoje ainda não é possível a determinação experimental das actividades numa água mineral. Tem-se tentado resolver o problema recorrendo à teoria electrostática dos electrolitos. Esta teoria, porém, está ainda em formação, e, presentemente, não nos permite resolver o problema duma forma satisfatória.

O problema que hoje se põe, portanto, é apenas o da determinação das concentrações das substâncias dissolvidas na água, interpretando o resultado da análise o mais possível de harmonia com a teoria dos iões.

A análise de uma água mineral dá-nos directamente as concentrações de determinados iões. As concentrações de outros são calculadas indirectamente, e sobre a existência de alguns temos de estabelecer hipóteses.

Os hidrologistas portugueses calculam indirectamente as concentrações que não podem ser determinadas directamente baseando-se no valor da *alcalinidade*. Por alcalinidade entendemos o número de centímetros cúbicos de HCl de normalidade conveniente (0,1, 0,25, 0,5 ou 1) necessário para virar o alaranjado de metilo num litro da água mineral considerada. Designemos por A a alcalinidade expressa em cc. de HCl decinormal.

Representaremos a concentração duma substância expressa em moléculas-miligramas, ou milimoles, por litro, escrevendo a fórmula da substância entre os colchetes [], e a concentração expressa em equivalentes-miligramas, ou milivales, por litro, escrevendo a fórmula da substância entre os colchetes } }.

Numa água ácida relativamente à fenolftaleína será

$$0,1 A = \{ \text{HCO}_3^- \} + \{ \text{HS}^- \} + \frac{1}{2} \{ \text{HPO}_4^- \} + \frac{1}{2} \{ \text{HAsO}_4^- \}, \quad (1)$$

e numa água não ácida relativamente ao mesmo indicador será

$$0,1 A = \{ \text{HCO}_3^- \} + \{ \text{CO}_3^- \} + \{ \text{OH}^- \} + \{ \text{HS}^- \} + \{ \text{HSiO}_3^- \} + \{ \text{SiO}_3^- \} + \{ \text{BO}_2^- \} + \frac{1}{2} \{ \text{HPO}_4^- \} + \frac{1}{2} \{ \text{HAsO}_4^- \}. \quad (2)$$

Em primeiro lugar notaremos que as igualdades apresentadas não são rigorosamente verdadeiras, mas apenas aproximadas. Sabe-se bem, por exemplo, que um sulfureto não pode ser exactamente doseado com um ácido titulado e alaranjado.

No caso de uma água ácida relativamente à fenolftaleína, depois de subtraídos os valores de $\frac{1}{2} \{ \text{HPO}_4^- \}$ e $\frac{1}{2} \{ \text{HAsO}_4^- \}$, o que fica da alcalinidade corresponde ao bicarbonato-ião e ao hidrosulfureto-ião. Se conhecermos o valor de $\{ \text{HS}^- \}$, a igualdade (1) dará o valor de $\{ \text{HCO}_3^- \}$.

A determinação de $\{ \text{HS}^- \}$ quando não há ácido sulfídrico livre faz-se bem pelo método do iodo, mas quando há o ácido livre, e assim succede nas águas ácidas relativamente à fenolftaleína, a determinação experimental desse ácido livre oferece grandes dificuldades. O método seguido pelo professor C. LE-

PIERRE, *Comunicações dos Serviços Hidrológicos de Portugal*, tomo I, pág. 18, não nos parece aceitável. Com efeito, o ácido livre, não dissociado, faz parte dum sistema em equilíbrio que, quando o ácido é arrastado pela corrente do hidrogénio, se desloca, não sendo a quantidade de ácido que se consegue expulsar igual à do ácido que existia livre primitivamente. Adiante, quando nos referirmos às águas das Caldas da Rainha, trataremos dêste assunto mais pormenorizadamente.

Nas águas não sulfúreas, a determinação do bicarbonato-ião não oferece dificuldade.

Consideremos agora o caso de uma água não ácida relativamente à fenoltaleína. A igualdade (2) mostra que o problema é agora mais complicado, principalmente quando o valor de p_H da água é elevado, caso que vamos considerar. Então há necessidade de considerar os dois iões HCO_3^- e CO_3^{--} , o valor de $\{OH^-\}$ não é desprezável, devemos admitir a existência do ião BO_2^- , muitas vezes também a do ião $HSiO_3^-$, e mais raramente a do ião SiO_3^{--} ; não há ácido carbónico nem sulfídrico livres.

Neste caso, à relação (2), visto que não pode haver ácido carbónico livre, temos de juntar a seguinte igualdade:

$$\{HCO_3^-\} + \frac{1}{2} \{CO_3^{--}\} = [CO_2] \text{ total} \quad (3)$$

na qual $[CO_2]$ designa o número de milimoles por litro de gás carbónico total. Para determinarmos por meio das relações (2) e (3) os valores de $\{HCO_3^-\}$ e $\{CO_3^{--}\}$ precisamos, evidentemente, de conhecer as concentrações dos outros iões que entram na igualdade (2).

Analisando os resultados das análises que figuram em *Le Portugal Hydrologique et Climatique* e nas memórias publicadas sobre as nossas águas minerais, verificamos que o problema é resolvido supondo que alcalinidade corresponde apenas aos iões HCO_3^- , CO_3^{--} e HS^- , e pondo de parte os outros. Não nos parece justificável êste procedimento; as concentrações dos iões desprezados pode ser importante, e grande, portanto, o êrro cometido. Quando, adiante, falarmos nas águas do Carvalho mostraremos que assim sucede.

Determinado directamente o valor de $\{HS^-\}$, e calculados por meio das igualdades (2) e (3), admitindo a hipótese referida, os valores de $\{HCO_3^-\}$ e $\{CO_3^{--}\}$, acham os nossos hidrologis-

tas a diferença entre a soma dos milivales correspondentes aos catiões e a correspondente aos aniões, e consideram esta diferença igual a $\{S i O_3^-\}$ (*Termas de S. Pedro do Sul* — C. LEPIERRE, 1929, etc.). Notemos que, supondo que é defensável o caminho seguido, é mais conforme à teoria iónica considerar o ião $HS i O_3^-$, e não o ião $S i O_3^-$.

O hidroxilião não figura no resultado das análises das nossas águas, e, contudo, a sua concentração pode ter um valor importante.

No resultado das análises das nossas águas alcalinas relativamente à fenolftaleína, mesmo nas de p_H mais elevado, figura sempre o ácido carbónico livre. Esta hipótese é absolutamente inadmissível. Nessas águas apenas existem os iões HCO_3^- e CO_3^{--} .

Notemos finalmente que no resultado das análises das águas consideradas apenas figura o ião CO_3^{--} , e não também o bicarbonato-ião (*Portugal Hidrologique*, águas de Vizela e Entre-os-Rios, por exemplo), mesmo quando o analista calcula as concentrações dos dois iões (*Termas de S. Pedro do Sul*, C. LEPIERRE). Ora é fácil de ver que, se em vez de considerarmos os valores de $\{HCO_3^-\}$ e $\{CO_3^{--}\}$, fizermos figurar no resultado da análise apenas o ião CO_3^{--} , atribuindo-lhe um número de milivales igual à soma dos dois valores referidos, fica livre uma quantidade de gás carbónico igual a metade da correspondente ao bicarbonato-ião. É o que sucede no resultado das análises que citamos, e que não se justifica.

Num outro ponto nos merece ainda reparos o resultado das análises das nossas águas. Não nos parece razoável que sendo uma parte do resultado expresso, o mais possível, de harmonia com a teoria dos iões, a parte que se refere aos ácidos fracos indissociados seja expressa segundo a teoria de BERZELIUS. Supomos que, de harmonia com a teoria iónica, devemos exprimir o resultado da segunda parte da análise considerando os ácidos que supomos existirem na solução indissociados, e não os seus anidridos. No caso do ácido carbónico, como este se encontra dissociado em anidrido e água, tanto é justificável considerar o ácido como o anidrido.

A teoria iónica não nos permite resolver actualmente dum modo completo os problemas complicados das águas minerais,

como já dissemos. O resultado da sua análise não pode, dum modo geral, ser expresso sem recorrer a hipóteses mais ou menos arbitrarias. A arbitrariedade deve, porém, reduzir-se ao mínimo, respeitando-se a teoria iónica o mais possível. Julgamos que os nossos hidrologistas não seguem o melhor caminho, e outro melhor do que o proposto por GRÜNHUT e HINTZ não conhecemos.

Na convicção de que prestamos um serviço aos nossos analistas pouco familiarizados com a língua alemã, vamos resumir o trabalho dos dois notáveis hidrologistas e applicá-lo ao caso de algumas das águas minerais portuguesas, comparando os resultados obtidos com os que têm sido apresentados.

Quando a água não é ácida relativamente ao alaranjado, a concentração dos sulfatos, fosfatos e arsenatos é expressa respectivamente em SO_4^- , HPO_4^- e HASO_4^- . Os ácidos fracos (carbónico, sulfídrico, silfício, titânico e bórico) são primeiramente postos de parte, e só depois estudados.

No que vamos dizer referimo-nos sempre a um litro de água. Designemos por S_1 a soma dos equivalentes-miligramas, ou milivales, correspondentes aos catiões, e por S_2 a mesma soma correspondente aos aniões, postos de parte os ácidos fracos. Seja

$$d = S_1 - S_2.$$

Designemos por C a quantidade total de ácido carbónico expressa em milimoles, e por S a quantidade total de ácido sulfídrico expressa também em milimoles.

Podem dar-se dois casos:

$$d > 0 \quad \text{ou} \quad d < 0;$$

no primeiro caso a água é alcalina relativamente ao alaranjado, e no segundo é ácida relativamente ao mesmo indicador. No primeiro caso pode ainda ser

$$d < C \quad \text{ou} \quad d > C;$$

quando é $d < C$, a água é ácida relativamente à fenolftaleína, e quando é $d > C$ é neutra ou alcalina relativamente ao mesmo indicador.

Temos dèste modo repartido as águas em diferentes grupos, que vamos considerar sucessivamente.

1.º GRUPO

$$d > O, d < C, S = O$$

Trata-se duma água não sulfúrea, alcalina relativamente ao alaranjado e ácida relativamente à fenolftaleína. Este grupo compreende a maior parte das águas minerais.

Neste caso temos

$$\left\{ \text{HCO}_3^- \right\} = d \quad \text{milivales por litro}$$

$$[\text{CO}_2] \text{ livre} = (C - d) \text{ milimoles por litro.}$$

Supomos que os ácidos silícico, titânico, bórico e arsenoso existem livres e indissociados.

Exemplo

Água de Vidago II

Nesta água é $p_H = 6,3$ (Peres de Carvalho — *Communications présentées au XIII^e Congrès International d'Hydrologie*, Lisboa, 1931), e a sua análise foi feita pelo professor C. LEPIERRE (*Le Portugal Hydrologique et Climatique*, pág. 331).

A composição da água, postos de parte os ácidos fracos, é a seguinte:

| Catiões | | Aniões | |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| milivales/litro | | milivales/litro | |
| Na ⁺ | 41,111 | NO ₃ ⁻ | 0,009 |
| K ⁺ | 2,175 | Cl ⁻ | 1,340 |
| Li ⁺ | 0,461 | F ⁻ | 0,011 |
| NH ₄ ⁺ | 0,035 | SO ₄ ⁻ | 0,103 |
| Mg ⁺⁺ | 2,483 | HPO ₄ ⁻ | 0,028 |
| Ca ⁺⁺ | 7,017 | | |
| Ba ⁺⁺ | 0,002 | | S ₂ = 1,491 |
| Sr ⁺⁺ | 0,004 | | |
| Fe ⁺⁺ | 0,150 | | |
| Mn ⁺⁺ | 0,009 | | |
| Al ⁺⁺⁺ | 0,043 | | |
| | S ₁ = 53,490 | | |

Temos

$$d = 53,490 - 1,491 = 51,999,$$

e é

$$C = 87,33.$$

Portanto

$$d > 0 \text{ e } d < C$$

Teremos

$$\begin{aligned} \{ \text{HCO}_3^- \} &= d = 51,999 \\ [\text{CO}_2] \text{ livre} &= C - d = 35,331 \end{aligned}$$

O resultado da análise deve ser completado da seguinte maneira:

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Aniões considerados..... | 1,491 milivales |
| HCO_3^- | 51,999 |
| | <hr/> |
| | 53,490 milivales |
| Ácidos não dissociados: | |
| CO_2 | 1554,56 miligramas |
| H_2SiO_3 | 85,34 |
| H_2TiO_3 | 0,01 |
| HBO_2 | 0,08 |

Designando por A a alcalinidade, temos

$$0,1 A = \{ \text{HCO}_3^- \} + \frac{1}{2} \{ \text{HPO}_4^- \} = 52,01$$

donde

$$A = 520 \text{ cc. de HCl } 0,1 n.$$

A alcalinidade observada é

$$A = 520 \text{ cc. de HCl } 0,1 n$$

Temos também

$$[\text{H}^+] = 3,04 \times 10^{-7} \times 35,331 / 51,999 = 10^{-6,7} \text{ iões-gramas}$$

donde

$$p_{\text{H}} = 6,7$$

A expressão do resultado da análise duma água deste tipo é das mais simples.

Notemos que, embora sem importância, alguma coisa há de convencional no resultado apresentado. De facto, por exemplo, atendendo à acidez real da água, deveríamos considerar os iões HPO_4^- e H_2PO_4^- e não apenas o ião HPO_4^- (H. BRITTON — *Hydrogen ions*, pág. 163).

2.º GRUPO

$$d > 0, d < C, S > 0$$

Trata-se de uma água sulfúrea, alcalina relativamente ao alaranjado e ácida relativamente à fenolftaleína.

Neste caso é fácil de calcular (TREADWELL — *Quantitative Analyse*, 1927, pág. 589) que

$$\left. \begin{aligned} [\text{H}_2\text{S}] \text{ livre} &= \frac{1,7 S + C - 0,7 d}{1,4} - \\ &\quad - \sqrt{\left(\frac{1,7 S + C - 0,7 d}{1,4}\right)^2 - \frac{S(S+C-d)}{0,7}}, \\ \{ \text{HS}^- \} &= S - [\text{H}_2\text{S}], \\ \{ \text{HCO}_3^- \} &= d - \{ \text{HS}^- \}, \\ [\text{CO}_2] \text{ livre} &= C - d + \{ \text{HS}^- \}. \end{aligned} \right\} (4)$$

Supomos que os ácidos silícico, titânico, bórico e arsenoso existem livres e indissociados.

Exemplo

Água das Caldas da Rainha

Nesta água é $p_{\text{H}} = 7,23$ (PERES DE CARVALHO, *loc. cit.*), e a sua análise foi feita pelo professor C. LEPIERRE (*Comunicações dos Serviços Hidrológicos de Portugal*, tómo I.

A composição da água, pondo de parte os ácidos fracos é a seguinte:

| Catiões | | Aniões | |
|-------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|
| milivales/litro | | milivales/litro | |
| Na^+ | 28,8900 | NO_3^- | 0,0019 |
| K^+ | 0,4163 | Cl^- | 28,2036 |
| Li^+ | 0,3026 | Br^- | 0,0009 |
| NH_4^+ | 0,0189 | I^- | 0,0039 |
| Mg^{++} | 5,0510 | F^- | 0,0368 |
| Ca^{++} | 13,4624 | SO_4^{--} | 14,3362 |
| Ba^{++} | 0,0087 | $\text{S}_2\text{O}_3^{--}$ | — |
| Sr^{++} | 0,0297 | HPO_4^- | 0,0013 |
| Al^{+++} | 0,0100 | HAsO_4^- | 0,0001 |
| Fe^{++} | 0,0358 | | <u>42,5847</u> |
| Mn^{++} | 0,0113 | | |
| Pb^{++} | 0,0002 | | |
| | <u>48,2369</u> | | |

Temos

$$d = 48,2369 - 42,5847 = 5,6522,$$

e é

$$C = 7,096.$$

Portanto

$$d > 0 \text{ e } d < C$$

Atendendo a que

$$S = 0,217$$

as fórmulas (4) dão

$$[\text{H}_2\text{S}] \text{ livre} = 0,105$$

$$\{\text{HS}^-\} = 0,112$$

$$\{\text{HCO}_3^-\} = 5,540$$

$$[\text{C}_2\text{O}] \text{ livre} = 1,556$$

O resultado da análise deve ser completado da seguinte maneira.

| | |
|------------------------------------|-------------------|
| Aniões considerados | 42,5847 milivales |
| HS^- | 0,112 |
| HCO_3^- | 5,540 |
| | <hr/> |
| | 48,2367 milivales |
| Ácidos não dissociados: | |
| H_2S | 3,570 miligramas |
| CO_2 | 68,464 |
| H_2SiO_3 | 23,310 |
| H_2TiO_3 | 0,07 |
| HBO_2 | 0,02 |

Teremos

$$0,1 A = \{ \text{HCO}_3^- \} + \{ \text{HS}^- \} + \frac{1}{2} \{ \text{HPO}_4^- \} + \frac{1}{2} \{ \text{HAsO}_4^- \}$$

$$= 5,65$$

donde

$$A = 56,5 \text{ cc. de HCl } 0,1 n.$$

A alcalinidade observada é

$$A = 54 \text{ cc. de HCl } 0,1 N.$$

Temos também

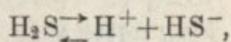
$$\{ \text{H}^+ \} = 3,04 \times 10^{-7} \times 1,556/5,540 = 10^{-7,07} \text{ iões-gramas}$$

ou

$$p_H = 7,07.$$

Observações.—O professor C. LEPIERRE, expulsando o gás sulfídrico com uma corrente de hidrogénio, achou $\{ \text{HS}^- \} = \frac{[\text{H}_2\text{S}]}{2} = \frac{1}{2} S = 0,108$. É certo que estes valores pouco diferem dos que calculamos; êste facto, porém, não prova que noutros casos a diferença não possa ser importante.

Na água estabelece-se o equilíbrio



e é evidente que, à medida que o gás sulfídrico é arrastado, o equilíbrio se desloca para a esquerda, produzindo-se nova quantidade de ácido sulfídrico. Juntamente com o gás sulfídrico é também arrastado o gás carbónico; à medida que este gás se liberta o valor de p_H vai aumentando, e, portanto, o equilíbrio considerado tende a deslocar-se para a direita. Até se estabelecer um novo estado de equilíbrio, libertam-se quantidades de gás sulfídrico e gás carbónico, que, como é evidente, não são necessariamente iguais às quantidades dos gases referidos que existiam livres. É certo que há autores que recomendam a determinação do ácido sulfídrico livre por meio duma corrente de hidrogénio (F. TOUPLAIN — *Analyse Générale des Eaux*, 1922, pág. 105, por exemplo), mas, pela razão dada, este método não é para aconselhar, como já em 1904 fez notar F. AUERBACH (*Zeitschr. f. phys. chemie* — 1904, 49, 217).

A explicação que o professor LEPIERRE dá (*loc. cit.*, pág. 18) da igualdade, que encontrou, $\{HS^-\} = [H_2S]$ livre não nos parece aceitável. Como AUERBACH demonstrou (*loc. cit.*), é

$$\frac{[HS^-]}{[H_2S]} = \frac{0,3 \times [HCO_3^-]}{[CO_2 + H_2CO_3]}$$

isto é, a relação considerada varia na razão inversa da concentração hidrogeniônica. São interessantes as determinações experimentais feitas HINTZ e GRÜNHUT (DIETRICH e KAMINER — *Handbuch der Balneologie*, vol. I pág. 281).

3.º GRUPO

$$d > O, d \gg C, S = O$$

Trata-se duma água não sulfúrea, alcalina relativamente ao alaranjado, e neutra ou alcalina relativamente à fenolftaleína.

Supomos que o ácido titânico existe livre e indissociado.

Designemos por B e A, respectivamente, o ácido bórico e arsenoso totais expressos em milimoles por litro. A diferença

$$d - B - A$$

é, em regra, $> C$; neste caso consideramos apenas os iões $B O_2^-$ e $A s O_2^-$, e não os ácidos livres. Se assim não suceder, consideramos apenas o ião $A s O_2^-$, e não o ácido arsenoso livre, e supomos que existe o ião $B O_2^-$ e o ácido bórico livre; será

$$\{ B O_2^- \} = d - C - \{ A s O_2^- \}$$

$$[H B O_2] \text{ livre} = B - \{ B O_2^- \}$$

e

$$d' = d - \{ B O_2^- \} - \{ A s O_2^- \} = C.$$

Geralmente, porém, é $d' > C$, não havendo ácido bórico e arsenoso livres.

No caso que estamos considerando não existe ácido carbónico livre, existe o ião $C O_3^-$ e $H C O_3^-$, e pode ter valor importante a concentração de $O H^-$.

Será

$$\left. \begin{aligned} [C O_2] \text{ livre} &= 0 \\ \{ C O_3^- \} &= d' + K - \sqrt{(d' + K)^2 - 4 C (d' - C)} \\ \{ H C O_3^- \} &= C - 0,5 \{ C O_3^- \} \\ \{ O H^- \} &= d' - C - 0,5 \{ C O_3^- \} \end{aligned} \right\} (5)$$

designando por K a constante de hidrolise do ácido carbónico. Esta constante varia com a temperatura; AUERBACH determinou os seguintes valores:

| Temperatura | K |
|-------------|------|
| 10° | 0,05 |
| 18° | 0,1 |
| 25° | 0,2 |
| 35° | 0,4 |
| 50° | 1 |

Vejamos agora o que diz respeito ao ácido silícico. Calculemos o valor da relação $\{ C O_3^- \} / 2 C$. Quanto mais próximo da unidade fôr este valor, menor será a quantidade de ácido

silícico livre, e maior será a concentração dos iões HSiO_3^- , ou HSiO_3^- e SiO_3^- .

A. Se fôr $\{ \text{CO}_3^- \} / 2C < 0,24$, consideramos apenas ácido silícico livre.

B. Se fôr $\{ \text{CO}_3^- \} / 2C > 0,24$, procedemos do seguinte modo.

Designemos por Si a quantidade total de ácido silícico expressa em milimoles por litro. Seja x a quantidade de ácido silícico livre expressa em milimoles por litro. Suponhamos que existe apenas o ião HSiO_3^- ; será $\{ \text{HSiO}_3^- \} = 1 - x$.

Os valores dados pelas fórmulas (5) devem ser recalculados. Deve ser

$$\left\{ \text{CO}_3^- \right\} = \frac{d - (1-x)\text{Si} + K - \sqrt{(d - (1-x)\text{Si} + K)^2 - 4C(d - (1-x)\text{Si} - C)}}{2C} \quad (6)$$

correspondendo teóricamente a cada valor de x um determinado valor de $\{ \text{CO}_3^- \} / 2C$. Esta correspondência encontra-se na seguinte tabela:

| x | $\{ \text{CO}_3^- \} / 2C$ | x | $\{ \text{CO}_3^- \} / 2C$ |
|-----|----------------------------|-----|----------------------------|
| 0,9 | 0,26 | 0,4 | 0,82 |
| 0,8 | 0,44 | 0,3 | 0,88 |
| 0,7 | 0,57 | 0,2 | 0,93 |
| 0,6 | 0,68 | 0,1 | 0,966 |
| 0,5 | 0,76 | | |

O valor de x determina-se por tentativas. Atribuimos a x diferentes valores e introduzimo-los na fórmula (6); aceitamos o valor que der para a relação $\{ \text{CO}_3^- \} / 2C$ um valor próximo do dado pela tabela.

Determinado x , ficamos conhecendo

$$[\text{H}_2\text{SiO}_3] \text{ livre} = x \text{ Si}$$

$$\{ \text{HSiO}_3^- \} = (1 - x) \text{ Si}$$

Os valores de $\{CO_3^-\}$, $\{HCO_3^-\}$ e $\{OH^-\}$ serão dados pelas fórmulas (5) substituindo lá d' por $d' - (1 - x) Si$.

C. Se fôr $x < 0,1$ então temos de considerar os iões $HSiO_3^-$ e SiO_3^- , ou apenas o ião SiO_3^- .

Não consideramos este caso porque nos parece que nenhuma das nossas águas minerais conhecidas é nele abrangida; encontra-se tratado desenvolvidamente no trabalho de GRÜNHUT publicado no livro de KÖNIG.

Exemplos

Água do Gerez

(MENDES)

A análise desta água foi feita pelo professor C. LEPIERRE (*Portugal Hidrologique*, pág. 242). Não encontramos nenhuma determinação do valor de p_H desta água; apenas o referido analista diz (*Comunicações dos serviços hidrológicos de Portugal*, tomo IV, pág. 7) que se trata duma água alcalina relativamente à fenolftaleína.

A composição da água, pondo de parte os ácidos fracos, é a seguinte:

| Catiões | | Aniões | |
|------------------------|--------------|--------------------------------------|--------|
| milivales/litro | | milivales/litro | |
| Na+..... | 2,973 | Cl ⁻ | 0,375 |
| K+..... | 0,064 | F ⁻ | 0,542 |
| Li+..... | 0,030 | NO ₃ ⁻ | 0,030 |
| NH ₄ +..... | 0,002 | SO ₄ ⁻ | 0,243 |
| Mg++..... | 0,030 | HP O ₄ ⁼ | 0,0048 |
| Ca++..... | 0,235 | AlO ₂ ⁻ | 0,0232 |
| Fe++..... | 0,007 | | 1,218 |
| Mn++..... | 0,006 | | |
| | <u>3,347</u> | | |

Temos

$$d = 3,347 - 1,218 = 2,129,$$

e é

$$C = 1,99.$$

É

$$B = \{ \text{B O}_2^- \} = 0,0004$$

e

$$d' = d - \{ \text{B O}_2^- \} = 2,129 - 0,0004 = 2,1286.$$

Será $d' > C$; não admitimos, portanto, a existência do ácido bórico livre.

Teremos

$$[\text{C O}_2] \text{ livre} = 0,$$

e as fórmulas (5) dão, atendendo a que a temperatura da água é de $37,3^\circ$ e $K = 0,4$,

$$\{ \text{C O}_3^- \} = 0,2286;$$

será

$$\{ \text{C O}_3^- \} / 2C = 0,057 < 0,24.$$

Supomos, portanto, que todo o ácido silícico está livre e indissociado. Temos apenas de calcular os valores de $\{ \text{H C O}_3^- \}$ e $\{ \text{O H}^- \}$. Temos, fórmulas (5),

$$\{ \text{H C O}_3^- \} = 1,8757$$

$$\{ \text{O H}^- \} = 0,0243$$

O ácido titânico considera-se indissociado.

O resultado da análise deve ser completado do seguinte modo:

| | |
|---------------------------|------------------|
| Aniões considerados | 1,2180 milivales |
| B O_2^- | 0,0004 |
| C O_3^- | 0,2286 |
| H C O_3^- | 1,8757 |
| O H^- | 0,0243 |
| | <hr/> |
| | 3,3470 milivales |

Ácidos não dissociados:

| | | |
|------------------|--------|------------|
| H_2SiO_3 | 97,64 | miligramas |
| H_2TiO_3 | 0,404. | |

Teremos

$$0,1 A = \{CO_3^{--}\} + \{HCO_3^-\} + \{OH^-\} + \{BO_2^-\} + \frac{1}{2}\{HPO_4^{--}\}$$

donde

$$A = 21,3$$

A alcalinidade observada é

$$A = 21,6 \text{ cc. de HCl } 0,1 \text{ n.}$$

Teremos também

$$[H^+] = 10^{-13,51} / 10^{-4,61} = 10^{-8,9} \text{ iões-gramas}$$

donde

$$p_H = 8,9$$

Água do Gerez

(BICA)

Análise dos professores Ferreira da Silva e P. Salgado

Nesta água o valor de p_H é 8,65 (PERES DE CARVALHO, *loc. cit.*). A análise da água foi feita pelos professores F. DA SILVA e P. SALGADO (*As águas termais do Gerez, nascentes da Bica, Forte e Telha, e Portugal Hidrologique*, pág. 238). Os autores da análise não determinaram separadamente as concentrações do ferro e alumínio. Apresentam, conjuntamente, as concentrações destes metais debaixo da forma de óxido férrico e de óxido de alumínio.

Supomos que o ferro e alumínio se encontram nesta água numa proporção igual à média daquelas em que se encontram nas águas do Gerez do mesmo tipo analisadas por C. LEPIERRE.

A composição da água é, pondo de parte os ácidos fracos, a seguinte:

| Catiões | | Aniões | |
|------------------------|----------------|--------------------------------------|---------|
| milivales/litro | | milivales/litro | |
| K ⁺ | 0,0566 | Cl ⁻ | 0,3645 |
| Na ⁺ | 2,9239 | Br ⁻ | 0,00027 |
| Li ⁺ | 0,0440 | I ⁻ | 0,00008 |
| Ca ⁺⁺ | 0,1919 | F ⁻ | 0,6368 |
| Mg ⁺⁺ | 0,0280 | SO ₄ ⁻ | 0,2059 |
| Ba ⁺⁺ | 0,0006 | HAsO ₄ ⁻ | 0,00017 |
| Mn ⁺⁺ | 0,0064 | AlO ₂ ⁻ | 0,00346 |
| Sr ⁺⁺ | 0,0003 | | 1,21118 |
| Fe ⁺⁺ | 0,00092 | | |
| | <u>3,25262</u> | | |

Temos

$$d = 3,25262 - 1,21118 = 2,04144$$

e é

$$C = 2,5038.$$

Vemos, portanto, que é

$$d < C.$$

O resultado da análise leva-nos à conclusão de que na água da Bica deve haver ácido carbónico livre. Esta hipótese é inadmissível visto que o valor de p_H é 8,65 (BRITTON — *loc. cit.*, pág. 160).

Julgamos que o resultado desta análise deve ser revisto, sendo possível que tenha havido qualquer erro de cálculo ou de impressão que dê origem à inaceitável conclusão a que chegámos.

(BICA)

Análise de Sousa Reis

A análise da água da Bica feita por Sousa Reis (RICARDO JORGE — *As águas do Gerez*, 1888, pág. 97), supondo que o ferro

e alumínio existem na proporção que considerámos no caso da análise anterior, leva à seguinte composição:

| Catiões | | Aniões | |
|------------------------|---------------|-------------------------------------|--------|
| milivales/litro | | milivales/litro | |
| Na ⁺ | 3,1800 | Cl ⁻ | 0,3870 |
| K ⁺ | 0,1560 | F ⁻ | 0,5400 |
| Li ⁺ | 0,0540 | SO ₄ ⁻ | 0,3900 |
| Ca ⁺⁺ | 0,1740 | AlO ₂ ⁻ | 0,0018 |
| Mg ⁺⁺ | 0,0230 | | 1,3188 |
| Fe ⁺⁺ | 0,0004 | | |
| | <u>3,5874</u> | | |

Temos

$$d = d' = 3,5874 - 1,3188 = 2,2686$$

e é

$$C = 1,57.$$

Teremos

$$d > C;$$

as fórmulas (5) dão

$$[C O_2] \text{ livre} = 0$$

e, atendendo a que a temperatura da água é de 42,5° e $K = 0,7$,

$$\{C O_3^-\} = 0,8656$$

e

$$\{C O_3^-\} / 2C = 0,27 > 0,24.$$

O ácido silícico total é $Si = 1,37$. Fazendo na fórmula (6) $x = 0,9$, obtemos $\{C O_3^-\} / 2C = 0,257$; a tabela mostra que o valor de x é aceitável. Teremos, portanto,

$$[H_2 S i O_3] \text{ livre} = x \times Si = 1,233$$

$$\{H S i O_3^-\} = (1 - x) Si = 0,137.$$

As fórmulas (5) dão agora novamente, substituindo d' por $d' - (1-x)Si$,

$$\{CO_3^-\} = 0,807$$

$$\{HCO_3^-\} = 1,167$$

$$\{OH^-\} = 0,158.$$

O ácido titânico considera-se indissociado. O resultado da análise deve ser completado da seguinte maneira:

| | |
|---------------------------|------------------|
| Aniões considerados | 1,3188 milivales |
| CO_3^- | 0,807 |
| HCO_3^- | 1,167 |
| $HSiO_3^-$ | 0,137 |
| OH^- | 0,158 |
| | 3,5878 milivales |

Ácidos indissociados:

| | |
|------------------|------------------|
| H_2SiO_3 | 96,31 miligramas |
|------------------|------------------|

Teremos

$$0,1 A = \{CO_3^-\} + \{HCO_3^-\} + \{OH^-\} + \{HSiO_3^-\} = 2,27$$

donde

$$A = 22,7.$$

F. DA SILVA e P. SALGADO acharam $A = 19,6$ cc. de HCl 0,1 n , e C. LEPIERRE achou 23,2 cc.

Temos também

$$[H^+] = 10^{-43,34} / 10^{-3,8} = 10^{-9,5} \text{ iões-gramas}$$

donde

$$p_H = 9,5$$

Este valor é muito superior ao observado. A diferença não pode ser atribuída ao facto de considerarmos a composição da água à temperatura da nascente, 42,5°, e o valor p_H ter sido

determinado a 25°. Adiante trataremos da importância desta diferença.

Observações. — Passando em revista as águas consideradas no *Portugal Hidrologique* e aquelas cujas composições conhecemos, ainda não consideradas no referido livro, verificamos que as águas do Gerez (análises do professor C. LEPIERRE) são das que possuem menor concentração de ferro, e maior de alumínio. Este resultado está de harmonia com o valor da acidez real das águas.

Consideremos separadamente o caso do ferro e do alumínio na água Mendes.

A quantidade de ferro existente na água do Gerez deve ser limitada pela solubilidade do hidróxido, carbonato ou fosfato ferroso. Consideremos o caso do hidróxido. Temos, na água Mendes,

$$\{ Fe^{++} \} = 7 \times 10^{-3}$$

e

$$[Fe^{++}] = 3,5 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ iões-gramas.}$$

Suponhamos que $[OH^{-}] = 10^{-5}$ ($p_H = 9$). Teremos

$$[Fe^{++}] \times [OH^{-}]^2 = 3,5 \times 10^{-16}.$$

Com respeito ao produto de solubilidade do hidróxido ferroso, encontramos na literatura valores desde $1,2 \times 10^{-12}$ (SEIDELL — *Solubilities*, pág. 1244) até $5,3 \times 10^{-15}$ (TREADWELL — *Tabellen zur Qualitativen Analyse*); BRITTON (*loc. cit.*, pág. 303), potenciometricamente, achou um valor muito menor. Em face da incerteza do valor do produto de solubilidade do hidróxido ferroso, nada podemos concluir. O produto $[Fe^{++}] \times [OH^{-}]^2$ tem, na água considerada, um valor intermédio entre os valores indicados do produto de solubilidade do hidróxido ferroso, e o achado por BRITTON.

Vejamos agora qual é na água Mendes o valor do produto $[Fe^{++}] \times [CO_3^{-}]$. Como é

$$[CO_3^{-}] = 0,114 \times 10^{-3} \text{ iões-gramas}$$

teremos

$$[Fe^{++}] \times [CO_3^{--}] = 4 \times 10^{-10}.$$

Nada encontramos na literatura a respeito do produto de solubilidade do carbonato ferroso além da indicação da sua muito pequena solubilidade na ausência do gás carbónico, como sucede na água que consideramos. Notemos, porém, que o carbonato ferroso se dissolve em quantidade relativamente importante, na ausência do gás carbónico, na presença de quantidades grandes dos cloretos de sódio e magnésio, e dos sulfatos dos mesmos metais (SEIDELL — *Solubilities*, pág. 336).

Atendendo a que se trata de uma água acrítica (1), os iões existentes não devem influir muito na solubilidade do carbonato ferroso. Não vemos a possibilidade da existência do ferro debaixo da forma de iões complexos, contra a existência dos quais se pronunciam GRÜNHUT e HINTZ (DIETRICH e KAMNER — *Handbuch der Balneologie*, tómo I, pág. 240).

A influência dos iões existentes na água sobre a solubilidade do hidróxido ou carbonato ferroso avaliar-se-ia se conhecêssemos os coeficientes de actividade do hidroxilião, carbonato-ião e ferro-ião. Os professores PULIDO VALENTE e F. FONSECA (*Acção farmacológica e terapêutica da água do Gerez*) tentaram a determinação das actividades na água da Bica, do mesmo tipo da Mendes, baseando-se em números que devem ser rectificadoss, como já mostrámos, considerando iões que não devem ser considerados e esquecendo outros cuja existência devemos admitir. Nenhum dos iões que agora nos interessam figura no resultado proposto pelos referidos professores. À insuficiência actual da teoria electrostática dos electrolitos para a resolução de problema tão complicado, há a acrescentar o facto de o problema não ter sido pôsto devidamente: é mais razoável considerar o ião $HA s O_4^{--}$ do que $As O_4^{--}$, devemos considerar o ião BO_2^- e não BO_3^{--} , HCO_3^- e CO_3^{--} e não apenas HCO_3^- , e faltam os iões Fe^{++} , AlO_2^- e OH^- . Dizem os autores que provávelmente o hidróxido férrico existe no estado colóidal. Não sabemos com que

(1) Êste térmo é correntemente usado na literatura alemã. RICARDO JORGE propõe o térmo *oligo-salina* (*As Caldas do Gerez*, 1888). Também se diz *água de baixa concentração*, ou *fracamente mineralizada* (*Archives of Medical Hidrology*, Agôsto 1930, *Portugal Hidrologique*).

fundamento é feita esta afirmação. É certo que, em virtude da pequena concentração do ferro, não nos é fácil demonstrar experimentalmente que na água existe o ferro no mínimo, embora a demonstração seja possível, mas geralmente, e com fundamento, excepto nas águas muito ácidas, é debaixo desta forma que o ferro exclusivamente se considera. Não vemos nenhuma razão especial para admitir a existência do hidrosol de hidróxido férrico, embora, em virtude das concentrações iónicas serem muito pequenas, não seja evidente a sua impossibilidade (FREUNDLICH — *Kapillarchemie*, tomo II, pág. 124). Admitindo, porém, que os coeficientes de actividade dos iões da água do Gerez estão compreendidos entre 0,77 e 0,94, como os autores acharam, e supondo, decerto aproximadamente, que numa solução só de hidróxido ou carbonato ferroso os coeficientes de actividade dos dois iões são iguais à unidade, é fácil de ver que pior na hipótese, coeficiente de actividade igual a 0,77, os produtos de solubilidade dos compostos referidos seriam, na água do Gerez, aproximadamente duplicados.

Nada podemos, porém, em virtude dos poucos dados que temos sobre a solubilidade do carbonato ferroso, concluir com segurança.

Vemos, todavia, que, atendendo aos valores importantes da concentração do hidroxilião e carbonato-ião, a quantidade de ferro que a água do Gerez contém é relativamente muito grande e não deve diferir muito da correspondente à saturação.

Com respeito ao alumínio que, como já dissemos, as águas do Gerez contém em quantidade importante, devemos supor que ele existe debaixo da forma de aluminato-ião em virtude do elevado valor de p_H (BRITTON — *loc. cit.*, pág. 306, ou P. PASCAL — *Traité de Chimie Minérale*, tomo VII, pág. 383).

Devemos notar que GRÜNHUT nada diz sobre a existência do ião AlO_2^- nas águas minerais, e não vemos este ião na lista dos que J. KNETT diz terem sido até agora considerados (*Österreichisches Bäderbuch*, 1928, tabela II). Parece-nos, porém, que no caso da água do Gerez, sendo tão grande o valor de p_H , é mais conforme as últimas determinações experimentais admitir a existência do aluminato-ião, e não a do alumínio-ião. Rigorosamente, admitindo a existência do ião AlO_2^- , teríamos de o considerar no cálculo da alcalinidade.

De tôdas as águas bicarbonatadas portuguesas, que figuram no *Portugal Hidrológico* e nas memórias que possuímos, aquelas que contêm maior quantidade de ferro e alumínio são as águas das Pedras Salgadas: Grande Alcalina e Pedras Salgadas. As segundas têm por litro 18,2 mgr. de ferro, e as primeiras 1,16 mgr. de alumínio (*Portugal Hidrológico*, págs. 311 e 319).

Trataremos primeiramente do ferro na água Pedras Salgadas. Temos os seguintes valores:

$$[F e^{++}] = 0,325 \times 10^{-3} \text{ iões-gramas}$$

$$[H C O_3^-] = 41,04 \times 10^{-3} \text{ iões-gramas.}$$

$$[F e^{++}] \times [H C O_3^-]^2 = 547 \times 10^{-9}.$$

A solubilidade do bicarbonato ferroso depende da pressão de saturação do gás carbónico livre dissolvido na água. A quantidade de gás carbónico livre por litro é, na água considerada, de 2279,34 mgr. À temperatura da água, 14°, e à pressão de uma atmosfera, dissolvem-se num litro de água 2,08 gr. de gás carbónico, e, portanto, a pressão de saturação na água das Pedras Salgadas é igual a $2279,34/2080 = 1,09$ atmosferas.

P. PASCAL (*loc. cit.*, tómo IX, pág. 855) dá para o carbonato ferroso, na água saturada de gás carbónico à pressão de saturação de uma atmosfera, e temperatura de 20°, a solubilidade de 3,25 partes em 10.000 de água. Podemos, aproximadamente, supor que num litro se dissolvem $2,8 \times 10^{-3}$ moles de bicarbonato ferroso, o que, na hipótese dêste sal estar todo dissociado, dá para o seu produto de solubilidade o valor $87,8 \times 10^{-9}$. A. SEIDELL (*loc. cit.*, pág. 336) dá as solubilidades do bicarbonato ferroso determinadas em 1918 por SMITH; os valores de SMITH conduzem a um produto de solubilidade próximo do considerado.

HINTZ e GRÜNHUT (DIETRICH e KAMINER — *loc. cit.*, tómo I, pág. 240), fundados em determinações de solubilidades anteriores às que consideramos, admitem que o produto de solubilidade do bicarbonato ferroso tem um valor muito maior do que aquele a que conduzem as determinações que consideramos. Julgam, portanto, que as águas minerais estão bastante longe da saturação com respeito ao sal considerado, e põem a hipótese da

quantidade de ferro dissolvido ser limitada pela presença de outro ião, talvez o hidrofosfato-ião visto que $FeHPO_4$ é muito pouco solúvel, como sucede em águas sulfúreas em que é limitada pela presença do hidrosulfureto-ião e ácido sulfídrico.

Não encontramos dados com respeito à solubilidade do fosfato ferroso. Os mais recentes relativos ao bicarbonato parecem-nos que mostram que em várias águas bicarbonatadas a concentração do ferro não deve diferir muito da correspondente à saturação do bicarbonato. O quadro seguinte permite-nos comparar debaixo d'êste ponto de vista algumas das nossas águas bicarbonatadas mais ricas de ferro, nas quais a pressão de saturação do gás carbónico é aproximadamente de uma atmosfera.

| | Temperatura (cent.) | Pressão aprox. de sat. do CO_2 (atm.) | $[Fe^{++}] \times [HCO_3^-]^2$ |
|-----------------------|------------------------|---|--------------------------------|
| Bem Saúde.... | 16,5 | 0,7 | 29×10^{-9} |
| Melgaço | 15,7 | 1 | 126×10^{-9} |
| Vidago II | 16,5 | 0,8 | 203×10^{-9} |
| D. Fernando ... | 12,2 | 1 | 245×10^{-9} |
| Salus | 15,4 | 1 | 338×10^{-9} |
| Grande Alcalina | 12,7 | 1 | 424×10^{-9} |
| Pedras Salgadas | 14 | 1 | 547×10^{-9} |
| Vidago I | 16,6 | 0,8 | 628×10^{-9} |

O pouco conhecimento que temos da solubilidade do bicarbonato ferroso não nos permite tirar conclusões seguras.

Nas águas bicarbonatadas a quantidade de alumínio é muito pequena. HINTZ e GRÜNHUT (DIETRICH e KAMINER — *loc. cit.*, pág. 256) dizem que só excepcionalmente a quantidade de alumínio é superior a 1 mgr. por litro. E consideram a possibilidade do alumínio provir do material usado na análise da água, e não ser, de facto, um componente desta.

As águas Grande Alcalina e Pedras Salgadas contêm respectivamente 1,16 e 1,04 mgr. de alumínio por litro, e a Salus tem 0,75 mgr. (*Portugal Hydrologique*). São, entre as nossas águas, excepcionalmente ricas d'êste elemento, e das poucas que o contêm em maior quantidade do que as águas do Gerez.

Notemos, atendendo a que o valor de p_H das águas das

Pedras Salgadas é próximo de 6 (SÍLVIO REBÊLO — *A concentração hidrogeniônica e a sua importância em biologia*, pág. 98) e o da Salus é 6,5 (PERES DE CARVALHO — *loc. cit.*), que o valor do produto $[Al^{+++}] \times [OH^-]^3$ não excede o produto de solubilidade do hidróxido de alumínio indicado por TREADWELL (*loc. cit.*) e outros, mas excede o que se deduz das determinações de BRITTON (*loc. cit.*, pág. 306). Perante esta incerteza parece que não se pode pôr de lado a hipótese da existência do hidrosol de hidróxido de alumínio.

4.º GRUPO

$$d > O, \quad d > C, \quad S > O$$

Com respeito aos ácidos bórico e arsenoso procedemos exactamente como no caso do grupo anterior. Determinado o valor de d' , podem dar-se dois casos: $d' < C + S$ ou $d' > C + S$. Consideremos separadamente os dois casos.

$d' < C + S$. Neste caso a água contém algum ácido carbónico livre, existe o hidrosulfureto-ião e ácido sulfídrico livre, e consideramos todo o ácido silícico livre e indissociado.

As fórmulas (4) resolvem o problema.

Se tanto d como d' forem menores do que $C + S$, os ácidos bórico e arsenoso são considerados apenas no estado livre. As fórmulas (4) são aplicadas tais como as consideramos.

Se fôr $d > C + S$ e $d' < C + S$, nas fórmulas (4) d é substituído por d' .

$d' > C + S$. Neste caso, a água não contém ácido carbónico nem sulfídrico livres. Será

$$\{HS^-\} = S.$$

O problema resolve-se com o auxílio das fórmulas (5) e (6) apenas com a diferença de, em vez de d' , considerarmos $d' - S$.

Exemplos

Água de S. Pedro do Sul

Nesta água é $p_H = 8,87$ (PERES DE CARVALHO — *loc. cit.*). A sua análise foi feita pelo professor C. LEPIERRE (*Termas de S. Pedro do Sul, 1929*). A composição da água, não considerando os ácidos fracos, é a seguinte:

| Catiões | | Aniões | |
|------------------------------------|-------|--|--------|
| milivales/litro | | milivales/litro | |
| Na ⁺ | 3,927 | NO ₃ ⁻ | 0,005 |
| K ⁺ | 0,083 | Cl ⁻ | 0,780 |
| Li ⁺ | 0,023 | F ⁻ | 0,116 |
| NH ₄ ⁺ | 0,001 | SO ₄ ⁻ | 0,520 |
| Mg ⁺⁺ | 0,073 | S ₂ O ₃ ⁼ | 0,004 |
| Ca ⁺⁺ | 0,178 | HPO ₄ ⁼ | 0,009 |
| Sr ⁺⁺ | 0,001 | HA s O ₄ ⁼ | 0,0007 |
| Al ⁺⁺⁺ (?)..... | 0,005 | | <hr/> |
| Fe ⁺⁺ | 0,028 | | 1,4347 |
| Mn ⁺⁺ | 0,013 | | |
| | <hr/> | | |
| | 4,332 | | |

Temos

$$d = 4,3320 - 1,4347 = 2,8973.$$

É

$$C = 2,458 \text{ e } S = 0,155$$

e, portanto,

$$d > 0, \quad d > C. \text{ e } d = d' > C + S.$$

A água não deve conter nem ácido carbónico nem sulfídrico livres, mas os iões HCO₃⁻, CO₃⁼, HS⁻ e OH⁻.

Temos, atendendo a que a temperatura da água é de 67,5°, e supondo K = 1, valor que corresponde à temperatura de 50°,

$$\{CO_3\}^- / 2C = 0,08 < 0,24;$$

portanto, todo o ácido silícico deve ser considerado livre.

As fórmulas (5) dão, substituindo d' por $d' - S$,

$$\{ \text{HCO}_3^- \} = 2,261$$

$$\{ \text{OH}^- \} = 0,087.$$

O resultado da análise deve ser completado da seguinte maneira:

| | | |
|-------------------------------------|-----------|-----------|
| Aniões considerados..... | 1,435 | milivales |
| HS ⁻ | 0,155 | |
| CO ₃ ⁼ | 0,394 | |
| HCO ₃ ⁻ | 2,261 | |
| BO ₂ ⁻ | vestígios | |
| OH ⁻ | 0,087 | |
| | 4,332 | milivales |

Ácidos indissociados:

$$\text{H}_2\text{SiO}_3 \dots\dots\dots 96,480 \text{ miligramas}$$

$$\text{H}_2\text{TiO}_3 \dots\dots\dots 0,306$$

Teremos

$$0,1 A = \{ \text{CO}_3^- \} + \{ \text{HCO}_3^- \} + \{ \text{HS}^- \} + \{ \text{OH}^- \} + \frac{1}{2} \{ \text{HPO}_4^- \} + \\ + \frac{1}{2} \{ \text{HASO}_4^- \} = 2,9$$

donde

$$A = 29 \text{ cc. de HCl } 0,1 \text{ n.}$$

A alcalinidade observada é

$$A = 27,4.$$

Temos também

$$\{ \text{OH}^- \} = 10^{-4,06}$$

donde

$$p_{\text{H}} = 12,6 - 4,06 = 8,54$$

à temperatura de 50°.

Água das Termas do Carvalho

(NASCENTE DOS LEPROSOS)

A análise desta água foi feita pelo professor C. LEPIERRE a pedido da Câmara Municipal de Castro Daire, que nos permitiu a sua publicação.

A composição da água, postos de parte os ácidos fracos, é a seguinte:

| Catiões | | Aniões | |
|----------------------------|--------------|--|-------|
| milivales/litro | | milivales/litro | |
| Na ⁺ | 3,820 | Cl ⁻ | 0,710 |
| K ⁺ | 0,240 | F ⁻ | 0,005 |
| Li ⁺ | 0,040 | SO ₄ ⁼ | 0,280 |
| Mg ⁺⁺ | 0,046 | S ₂ O ₃ ⁼ | 0,020 |
| Ca ⁺⁺ | 0,120 | HPO ₄ ⁼ | 0,007 |
| Al ⁺⁺⁺ (?)..... | 0,040 | NO ₃ ⁻ | 0,004 |
| Fe ⁺⁺ | 0,120 | | 1,026 |
| Mn ⁺⁺ | 0,020 | | |
| | <u>4,446</u> | | |

Temos

$$d = 4,446 - 1,026 = 3,420.$$

É

$$C = 1,16 \text{ e } S = 0,16$$

e, portanto,

$$d > 0, d > C \text{ e } d = d' > C + S.$$

A água não deve conter nem ácido carbónico nem sulfídrico livres; contém os iões HCO₃⁻, CO₃⁼, HS⁻ e OH⁻; falta estudar o caso do ácido silícico.

Temos, atendendo a que a temperatura da água é de 25° e K = 0,2,

$$\left\{ \text{CO}_3^{=} \right\} / 2C = 0,849 > 0,24.$$

Devemos, portanto, admitir a existência do ião HS i O₃⁻. Fa-

zendo $x=0,5$, a fórmula (6) dá, atendendo a que $Si=1,061$,

$$\{CO_3^-\}/2C=0,77;$$

a tabela mostra que este valor é aceitável.

Teremos, portanto,

$$[H_2SiO_3] \text{ livre} = 0,53$$

$$\{HSiO_3^-\} = 0,53,$$

e as fórmulas (5) dão

$$\{CO_3^-\} = 1,79$$

$$\{HCO_3^-\} = 0,265$$

$$\{OH^-\} = 0,675,$$

O resultado da análise deve ser completado da seguinte maneira:

| | |
|---------------------------|-----------------|
| Aniões considerados | 1,026 milivales |
| HS^- | 0,160 |
| CO_3^- | 1,790 |
| HCO_3^- | 0,265 |
| $HSiO_3^-$ | 0,530 |
| OH^- | 0,675 |
| | 4,446 milivales |

Não dissociados:

| | |
|------------------|-------------------|
| H_2SiO_3 | 41,499 miligramas |
| H_2TiO_3 | 0,159 |

Temos

$$0,1A = \{CO_3^-\} + \{HCO_3^-\} + \{HS^-\} + \{OH^-\} + \{HSiO_3^-\} + \\ + \frac{1}{2} \{HPO_4^-\} = 3,42$$

donde

$$A = 34,2 \text{ cc. de HCl } 0,1n.$$

A alcalinidade observada é

$$A = 21,6.$$

Temos também

$$\{ \text{OH}^- \} = 10^{-0,47}$$

donde

$$p_{\text{H}} = 13,9 - 3,17 = 10,7$$

à temperatura de 25°.

Observações. — Entre o resultado que calculámos da análise da água de S. Pedro do Sul, e o apresentado pelo professor C. LEPIERRE há as seguintes diferenças: nós consideramos os iões HCO_3^- , CO_3^- e OH^- , enquanto que o referido analista considera os iões CO_3^- e SiO_3^- , e admite a existência do ácido carbónico livre.

Atendendo ao valor de p_{H} da água, conclui-se que deve haver os iões HCO_3^- e CO_3^- , predominando o primeiro, e que não pode haver ácido carbónico livre (BRITTON — *loc. cit.*, pág. 160); não pode existir o ião SiO_3^- , e é razoável admitir apenas ácido silícico livre (BRITTON — *loc. cit.*, pág. 466). A concentração do ião OH^- não é desprezável. Já atrás mostrámos a razão porque o gás carbónico que figura livre é igual a metade do anidrido carbónico dos bicarbonatos que o analista calculou, mas que no resultado da análise não figuram.

Notemos ainda que a alcalinidade deduzida (*Termas de S. Pedro do sul*, pág. 13) não está certa. O analista admite a existência do ião SiO_3^- , mas não entra em conta com êle no cálculo da alcalinidade. Esta seria dada pela igualdade

$$0,1 A = \{ \text{CO}_3^- \} + \{ \text{HS}^- \} + \{ \text{SiO}_3^- \} = 2,585 + 0,155 + 0,158 = 2,896$$

donde

$$A = 28,98 \text{ cc. de HCl } 0,1 n, \text{ e não } 27,4 \text{ cc.}$$

Com respeito à água do Carvalhal faremos considerações análogas às que fizemos a respeito das águas de S. Pedro do Sul. Agora, porém, não podemos admitir que todo o ácido silícico está livre; temos de admitir a presença do ião HSiO_3^- . Não é razoável admitir, como o analista faz, a existência do ião SiO_3^- .

No cálculo da alcalinidade, o analista não entra em conta com o fosfato-ião e com o silicato-ião; a alcalinidade seria dada pela igualdade

$$0,1 A = \{C O_3^-\} + \{H S^-\} + \{S i O_3^-\} + \frac{1}{2} \{H P O_4^-\} = 2,001 + \\ + 0,16 + 1,26 + 0,0035 = 3,42$$

e igual, portanto, a 34,2 cc. de HCl 0,1 *n* e não a 21,6 cc.

A diferença entre a alcalinidade observada e que se deveria deduzir é muito grande.

O valor de p_H a que a análise da água considerada conduz é excepcionalmente grande, muito maior do que os maiores que têm sido determinados nas águas portuguesas, e nós conhecemos. Este facto levou-nos a determinar o valor de p_H numa amostra que obtivemos da água da Nascente dos Leprosos; empregando o electrodo de hidrogénio, achamos, à temperatura 20°, o valor 8,90, de facto muito elevado, mas muito menor do que o deduzido.

Tanto na água de S. Pedro do Sul como na do Carvalhal julgamos, pelas razões consideradas a propósito da água do Gerez, que o alumínio deve existir debaixo da forma de aluminato-ião. Como a concentração do alumínio é pequena, a expressão do resultado da análise pouco seria modificada se considerássemos o ião AlO_2^- em vez de Al^{+++} .

Se, de facto, nas águas de p_H elevado se deve considerar o ião AlO_2^- , é então necessário estabelecer um limite abaixo do qual se admite a existência de Al^{+++} , e acima a do ião AlO_2^- .

5.º GRUPO

$$d < 0$$

Neste caso a água é ácida relativamente ao alaranjado.

Em vez dos iões HPO_4^- e HSO_4^- consideramos os iões $H_2PO_4^-$ e $H_2AsO_4^-$. Nas águas deste grupo predomina o ácido sulfúrico e o ferro ou alumínio. Consideramos o ião H^+ e uma quantidade equivalente do ião HSO_4^- .

Designemos por d'' a diferença entre a soma dos milivales

correspondentes aos catiões e a mesma soma correspondente aos aniões, considerando os iões $H_2PO_4^-$ e $H_2AsO_4^-$ e não, como no cálculo de d , os iões HPO_4^- e $HAso_4^-$; na determinação de d'' entramos com o valor de $\{SO_4^-\}$ total.

Supõe-se

$$\begin{aligned} \{H^+\} &= -0,5 d'' \\ \{HSO_4^-\} &= -0,5 d'' \\ \{SO_4^-\} &= \{SO_4^-\} \text{ total} + d''. \end{aligned}$$

O ácido carbónico, sulfídrico, bórico, arsenoso, silícico e titânico supõem-se exclusivamente no estado livre.

Exemplos

O professor C. LEPIERRE (*Communications présentées au XIII^e Congrès International d'Hydrologie*) estudou duas águas deste grupo: água da Foz da Certã e água de Valbom. O resultado da análise da última encontra-se também no *Portugal Hydrologique*.

Qualquer das duas águas é ácida relativamente ao alaranjado; o valor de p_H da primeira é 4,22 (HERCULANO DE CARVALHO) e o da segunda é 1 (C. LEPIERRE).

Consideremos apenas a água de Valbom. Não concordamos com a forma como está expresso o resultado da análise de qualquer das águas, mas a de Valbom merece-nos especial referência.

O resultado da análise apresentado pelo professor C. LEPIERRE é o seguinte:

| Catiões | | Aniões | |
|-----------------|--------|-------------------------------------|--------|
| milivales/litro | | milivales/litro | |
| Al+++ | 8,355 | SO ₄ ⁼⁼ | 7,840 |
| Fe+++ | 0,820 | Cl ⁻ | 1,408 |
| Ca++ | 0,400 | NO ₃ ⁻ | 0,020 |
| Mg++ | 0,240 | HCO ₃ ⁻ | 3,050 |
| K+ | 0,800 | | 12,318 |
| Na+ | 1,700 | | |
| | 12,315 | | |

SiO₂ (do ácido silícico livre) = 57 mgr./litro.

Imediatamente nos chama a atenção o facto de o analista, que nas águas que tem estudado com p_H mais elevado nunca deixa de admitir a existência de ácido carbónico livre, nesta água, com $p_H=1$, não considera ácido carbónico livre, mas sim todo debaixo da forma de bicarbonato-ião. Esta hipótese é inadmissível; com um p_H tão baixo, não se deve admitir a existência do bicarbonato-ião; todo o ácido carbónico está livre. Diz o professor LEPIERRE que, evaporando a água, não encontra carbonatos no resíduo; é o que evidentemente se deduz da existência de todo o ácido carbónico no estado livre.

Também nos surpreendeu que seja $p_H=1$. Sendo assim, será $\{H^+\} = 100$; quer dizer, a concentração hidrogeniônica é muito superior à soma das concentrações de todos os catiões, e, nem considerando o bicarbonato-ião, a soma dos milivales dos aniões sequer se aproxima da soma dos milivales dos catiões que deve ser considerada (112,315). Supondo que há bicarbonato-ião e não ácido carbónico livre, é fácil de ver que deverá ser $p_H = -\infty$.

É evidente que houve qualquer lapso ou engano na apresentação do resultado da análise desta água.

Unicamente no intuito de fazer desaparecer as dificuldades que encontramos, resolvemos estudar a água de Valbom. A água foi colhida no dia 8 de Maio, por meio dum balde, num pço, onde se reúne a água de três nascentes, situado numa propriedade de Manuel F. de Magalhães, em Rossamonde, Valbom, Gondomar.

A análise foi feita pelos métodos mais rápidos, e não pelos mais rigorosos, e não determinamos a concentração do ácido carbónico, que não nos interessava.

Encontrámos:

Alaranjado — cör de rosa

$p_H = 3,34$ (electrodode hidrogénio, 20°)

Resistividade = 1286 Ω . cm. a 23°

| Catiões | | Aniões | |
|-----------------|---------------------|--|---------------------|
| mgr /litro | milivales/ litro | mgr /litro | milivales/ litro |
| K+ | 6,256 | Cl ⁻ | 53,36 |
| Na+ | 31,280 | NO ₃ ⁻ | 4,01 |
| Ca++ | 26,990 | SO ₄ ⁼ | 307,40 |
| Mg++ | 2,090 | | |
| Fe++ | 0,600 | | |
| Al+++ | 37,730 | | |
| | 7,239 | | 7,968 |

H₂SiO₃ 58,56 mgr./litro

CO₂ ?

Teremos portanto,

$$d'' = d = 7,239 - 7,968 = -0,729$$

e

$$\{H^+\} = -0,5 \quad d'' = 0,364$$

$$\{HSO_4^-\} = -0,5 \quad d'' = 0,364$$

$$\{SO_4^=\} = \{SO_4^=\} \text{ total} + d'' = 5,671.$$

O resultado da análise deve ser completado e modificado da seguinte maneira:

| Catiões | | Aniões | |
|------------------------|-------|---|-------|
| milivales/litro | | milivales/litro | |
| Catiões considerados . | 7,239 | Cl ⁻ | 1,504 |
| H+ | 0,364 | NO ₃ ⁻ | 0,064 |
| | 7,603 | HSO ₄ ⁻ | 0,364 |
| | | SO ₄ ⁼ | 5,671 |
| | | | 7,603 |

Ácidos livres:

H₂SiO₃ 58,56 mgr./litro

CO₂ CO₂ total

Do resultado da análise deduz-se

$$[H^+] = 0,364 \times 10^{-3} = 10^{-3,44} \text{ iões-gramas}$$

ou

$$p_H = 3,44.$$

Consideremos a diferença entre o valor de p_H determinado directamente nas águas que estudámos e o valor deduzido do resultado da análise, expresso segundo vimos. O seguinte quadro apresenta esta diferença.

| | p_H observado | p_H deduzido | Δp_H |
|-----------------------|--------------------|-------------------|--------------|
| Vidago II..... | 6,3 | 6,7 | + 0,4 |
| Caldas da Rainha..... | 7,23 | 7,07 | - 0,16 |
| Mendes..... | ? | 8,9 | ? |
| Bica..... | 8,65 | 9,5 | + 0,85 |
| S. Pedro do Sul..... | 8,87 | 8,54 | - 0,33 |
| Carvalhal..... | 8,9 | 10,7 | + 1,8 |
| Valbom..... | 3,34 | 3,44 | + 0,1 |

Notemos primeiramente que na determinação do valor de p_H duma água mineral por métodos diferentes se encontram por vezes diferenças que, excepto no caso da água do Carvalhal, são da ordem de grandeza das que figuram no quadro (PERES DE CARVALHO — *loc. cit.*).

Vejamos, porém, melhor a importância das diferenças encontradas. Consideremos apenas as águas de maior e menor valor de p_H , em cujos resultados da análise figuram, no primeiro caso, o valor de $\{OH^-\}$, e, no segundo o valor de $\{H^+\}$.

Designemos por $\Delta[OH^-]$ a variação de $[OH^-]$ correspondente a Δp_H . É fácil de ver que

$$\Delta[OH^-] = \frac{10^{-14} \times (1 - 10^{-\Delta p_H})}{10^{-(p_H + \Delta p_H)}}$$

e, portanto, que, para o mesmo valor de Δp_H , $\Delta[OH^-]$ é tanto maior quanto maior fôr o valor de p_H .

Consideremos, por exemplo, a água da Bica, analisada por SOUSA REIS. É $p_H = 8,65$ e $\Delta p_H = +0,85$. Teremos $\Delta [OH^-] = 2,7 \times 10^{-5}$ ou $\Delta \{OH^-\} = 2,7 \times 10^{-2}$. Esta última diferença, que principalmente nos interessa visto que no resultado da análise figura $\{OH^-\}$, não chega a ser de três centésimas de milivale. O facto de Δp_H ter um valor importante não desabona, portanto, a análise de SOUSA REIS, tão perfeita na época em que foi feita.

No caso da água do Carvalho é $p_H = 8,9$ e $\Delta p_H = +1,8$. Teremos $\Delta [OH^-] = 0,49 \times 10^{-3}$ ou $\Delta \{OH^-\} = 0,49$. Esta diferença, quasi de cinco decimas de milivale, parece-nos importante. E é de notar que, como mostrámos, há uma diferença importante também entre o valor da alcalinidade observada e a que se deve deduzir.

Tratemos agora das águas com menor valor de p_H . Designemos por $\Delta [H^+]$ a variação de $[H^+]$ correspondente a Δp_H . É fácil de ver que

$$\Delta [H^+] = 10^{-p_H} (10^{-\Delta p_H} - 1)$$

e, portanto, que, para o mesmo valor de Δp_H , $\Delta [H^+]$ é tanto maior quanto menor fôr p_H .

No caso da água de Valbom é $p_H = 3,34$ e $\Delta p_H = +0,1$. Teremos $\Delta [H^+] = 9,4 \times 10^{-5}$ ou $\Delta \{H^+\} = 9,4 \times 10^{-2}$. Esta última diferença, que principalmente nos interessa visto que no resultado da análise figura $\{H^+\}$, é um pouco inferior a um décimo de milivale. Notemos que a análise desta água foi feita pelos métodos mais rápidos, e não pelos mais rigorosos.

Julgamos poder concluir que o método de GRÜNHUT e HINTZ leva os valores de p_H que concordam, dentro de limites aceitáveis, com os determinados directamente.

Terminando o nosso trabalho, devemos notar que o facto de discordarmos várias vezes das opiniões do professor C. LEPIERRE se deve unicamente a que a maior parte das águas minerais portuguesas têm sido estudadas por este professor, e não significa menos consideração pelo muito com que o distinto analista tem contribuído para o desenvolvimento da Hidrologia portuguesa.

Entendemos que deve ser modificada a forma de exprimir a

composição das nossas águas minerais, como julgamos ter demonstrado. Quando não seja seguido o caminho que indicamos, deve seguir-se outro que não esteja em desarmonia com a teoria iónica, segundo a qual se exprime hoje a referida composição. Para êste assunto chamamos a atenção dos nossos hidrologistas.

Coimbra, Junho de 1933.

EGAS F. PINTO BASTO.

Novos estudos cariológicos no género «Narcissus» L.

(Conclusão)

CAPÍTULO VI

A taxonomia do género «Narcissus» L.

A sistemática do género *Narcissus* tem apresentado e apresenta ainda algumas dificuldades aos investigadores. A nosso ver, essas dificuldades provêm principalmente dos seguintes factos:

1.º — A beleza, a fragrância, pelo menos em algumas espécies, das flores e a facilidade com que se cultivam os narcisos fizeram com que estas plantas fôsem extraordinariamente apreciadas pelos horticultores e jardineiros. Efectivamente, os narcisos foram introduzidos nas culturas há já muito tempo e actualmente encontram-se espalhados por quasi todos os jardins. O valor comercial que estas plantas possuíram e ainda possuem, graças à existência de inúmeros admiradores de narcisos, tem encorajado os horticultores a obter formas novas, submetendo-as a uma cultura intensa e efectuando hibridações, não só entre variedades da mesma espécie, mas também entre indivíduos de espécies diferentes. Por êstes processos se produziram inúmeras formas, umas não híbridas e outras híbridas, intermediárias entre variedades ou entre espécies. Como o primeiro taxonomista que se ocupou mais profundamente do género (HAWORTH, 1831) tinha um conceito de espécie bastante restricto, e como baseou o seu estudo em material proveniente, em grande escala, de jardins, tôdas as formas hortícolas foram distinguidas com nomes específicos. Compreende-se, assim, que HAWORTH distinguisse no género 150 espécies e que os seus estudos lançassem a primeira confusão na sua taxonomia;

2.º — O polimorfismo que ocorre nas culturas nota-se tam-

bém, de uma maneira bastante nítida, nas condições naturais e é, como vimos atrás, principalmente devido à poliplòidia e à hibridação. Muitas formas obtidas nas culturas tornaram-se selvagens em muitas localidades, o que veio agravar ainda mais o polimorfismo natural;

3.º — A delimitação das espécies é aqui muito difícil, reinando a esse respeito uma grande diversidade de opiniões entre os taxonomistas. O mesmo sucede no que respeita ao estabelecimento dos grupos mais elevados (secções e sub-géneros).

Pelas razões expostas, a sistemática do género apresenta-se complicada, o que explica, talvez, o facto de não possuirmos dele nenhuma monografia actualizada.

Como actualmente reina ainda entre os taxonomistas uma grande diversidade de opiniões no que respeita à delimitação das espécies, à sua sinonímia e agrupamento, ao valor a atribuir aos diversos grupos de espécies e aos caracteres utilizados para definir esses grupos, torna-se necessária uma revisão cuidadosa do género, a fim de serem elucidados muitos pontos da sua sistemática. Essa diversidade de opiniões é bem posta em evidência percorrendo os trabalhos dos taxonomistas que, até à data, se ocuparam mais pormenorizadamente do género.

O primeiro trabalho sôbre os narcisos é a monografia de HAWORTH (1831), na qual o autor descreve e representa quasi tôdas as plantas que, à data, se encontravam em cultura nos jardins de Inglaterra. HAWORTH distingue 150 espécies, agrupadas em 16 géneros:

- 1.º — Corbularia;
- 2.º — Ajax;
- 3.º — Oileus;
- 4.º — Assaracus;
- 5.º — Illus;
- 6.º — Ganymedes;
- 7.º — Diomedes;
- 8.º — Tros;
- 9.º — Queltia;
- 10.º — Schizanthos;
- 11.º — Philogyne;
- 12.º — Jonquilla;
- 13.º — Chloraster;
- 14.º — Hermione;

15.º — Helena;

16.º — Narcissus.

HERBERT, fazendo a revisão do trabalho de HAWORTH, reduziu os 16 géneros d'este autor a 6, regeitou como espécies muitas das formas que eram só conhecidas de gravuras e reuniu muitas das espécies de HAWORTH numa só espécie. Êste trabalho não tem, como o anteriormente citado, senão uma importância secundária para o nosso objectivo.

Surge depois o trabalho de BAKER, publicado primeiramente no *Gardeners' Chronicle* (1869), reimpresso no livro de BURBIDGE *The Narcissus — Its history and culture* (1875) e reproduzido, com muitas adições e alterações, no livro de BAKER *Handbook of the Amaryllideae* (1888). É uma revisão cuidadosa do género, que se tornou clássica, assentando sôbre ela muitos dos trabalhos subsequentes. Contrariamente aos dois autores anteriores, BAKER tem um conceito de espécie muito mais amplo e reduz os 16 géneros de HAWORTH e os 6 de HERBERT a um, no qual distingue sòmente 16 espécies. Estas 16 espécies são reunidas em três grupos, sendo êstes definidos pela forma da coroa e pelas relações entre o comprimento desta e o das lacínias do perianto. Eis essa classificação, publicada no *Handbook of the Amaryllideae*:

Magnicoronati — Coroa afunilada ou cilíndrica, tão comprida como os segmentos do perianto.

SECÇÃO I — CORBULARIA. Segmentos do perianto lanceolados. Estames compridos, unilaterais.

1. *N. bulbocodium* L.

Nesta espécie distingue as seguintes variedades:

Graellsii Webb.

nivalis Graells.

hedraeantha Webb. et Held.

citrinus Baker

monophylla Durieu.

SECÇÃO II — AJAX. Segmentos do perianto oblongos. Estames mais curtos, erectos.

1. *N. pseudonarcissus* L.

Nesta espécie distingue as seguintes sub-espécies :

- muticus Gay.
- cyclamineus Haw.
- major Curt.
- minor L.
- bicolor L.
- moschatus L.

Mediocoronati — Coroa em forma de taça, quási com metade do comprimento dos segmentos do perianto.

SECÇÃO III — GANYMEDES. Segmentos do perianto rêtroflexos.

1. *N. triandrus* L.

Nesta espécie distingue BAKER, como sub-espécie, *N. calathinus* Red., a qual inclui *N. reflexus* Brot. que, segundo o autor, liga *N. calathinus* com o tipo.

SECÇÃO IV — QUELTIA. Segmentos do perianto patentes.

1. *N. incomparabilis* Mill.
 - Var. *aurantia* Haw.
 - Var. *alba* Haw.
2. *N. odorus* L.
 - Var. *trilobus* L.
 - Var. *minor* Burbidge
3. *N. juncifolius* Lag.
 - Subsp. *gaditanus* Boiss.
 - Subsp. *minutiflorus* Willk.
 - Subsp. *rupicola* Dufour.

Parvicoronati — Coroa pequena, obcónica ou em forma de taça.

SECÇÃO V — HERMIONE. Coroa de textura uniforme.

a) VERNAL

1. *N. tazetta* L.

Esta espécie é muito polimorfa e, devido a isso, muitas

formas (cêrca de 100) têm recebido nomes específicos. O autor reúne essas formas do seguinte modo:

SÉRIE I—Tazettinae bicolors. Perianto branco; coroa amarela.

- Subsp. 1. lacticolor.
- Subsp. 2. corcyrensis Herb.
- Subsp. 3. patulus Lois.
- Subsp. 4. ochroleucus Lois.

SÉRIE II — Tazettinae albae. Perianto e coroa brancos.

- Subsp. 5. papyraceus Ker.
- Subsp. 6. Panizzianus Parl.
- Subsp. 7. dubius Gouan
- Subsp. 8. canariensis Herb.
- Subsp. 9. pachybolbos Durieu
- Subsp. 10. polyanthus Lois.

SÉRIE III — Tazettinae luteae. Perianto e coroa amarelos.

- Subsp. 11. italicus Sims.
- Subsp. 12. Bertolonii Jord.
- Subsp. 13. aureus Lois.
- Subsp. 14. cupularis Salisb.

- 2. N. intermedius Lois.
- 3. N. gracilis Sabine
- 4. N. jonquilla L.
 - Var. minor Haw.
 - Var. stellaris Baker
- Subsp. N. jonquilloides Willk.

b) AUTUMNAL.

- 1. N. viridiflorus Schousb.
- 2. N. serotinus L.
 - Var. deficiens Herb.
- 3. N. elegans Spach.

SECÇÃO VI — EUNARCISSUS. Coroa escariosa na margem.

- 1. N. biflorus Curt.

2. *N. poëticus* L.

Subsp. *radiiflorus* Salisb.

SECÇÃO VII — AURELIA. Coroa quási obsoleta.

1. *N. Broussonettii* Lag.

WILLKOMM (1861-1880), no *Prodromus Florae Hispanicae*, apresenta a seguinte classificação do género.

SECÇÃO I — CORBULARIA HAW.

N. bulbocodium L.

N. nivalis Grlls.

N. Graëllsii Grlls.

N. Clusii Dun.

N. tenuifolius Salisb.

N. aureus DC.

N. obesus Salisb.

SECÇÃO II — AJAX HAW.

N. minor L.

N. pseudonarcissus L.

N. major Curt.

N. moschatus L.

N. tortuosus Haw.

SECÇÃO III — QUELTIA HAW.

N. rupicola Duf.

SECÇÃO IV — GANYMEDES HAW.

N. triandrus L.

N. cernuus Salisb.

N. pallidulus Grlls.

N. pulchelus Salisb.

SECÇÃO V — PHYLOGYNE HAW.

N. calathinus L.

N. trilobus L.

SECÇÃO VI — HERMIONE HAW.

- Jonquilleae DC.
- N. jonquilla L.
- N. jonquilloides Willk.
- N. juncifolius Lag.
- N. gaditanus Bss. et Reut.
- N. serotinus Clus.
- N. viridiflorus Schousb.
- Tazetteae DC.
- N. bifrons Gawl.
- N. primulinus R. Sch.
- N. tazetta L.
- N. niveus Lois.
- N. polyanthus Lois.

SECÇÃO VII — NARCISSUS HAW.

- N. poëticus L.

Aparece em seguida a classificação de PAX, publicada no livro de ENGLER e PRANTL *Die Natürliche Pflanzenfamilien* em 1889. Este autor divide o género *Narcissus* em dois sub-géneros, *Corbularia* e *Eunarcissus*, caracterizados, respectivamente, por possuírem flores zigomórficas e actinomórficas. O segundo sub-género, *Eunarcissus*, é dividido em 5 secções :

A. SUB-GÉNERO — *Corbularia* HAW.

B. SUB-GÉNERO — *Eunarcissus* PAX.

SECÇÃO 1. Ajax. Spreng.

SECÇÃO 2. Ganymedes Schult.

SECÇÃO 3. Queltia Spreng.

SECÇÃO 4. Genuini Pax.

SECÇÃO 5. Hermione Spreng.

Esta classificação é seguida por K. RICHTER (1890) na sua *Enumeratio systematica et synonymica plantarum phanerogamicarum in Europa sponte crescentium vel mere inquilinarum*. Neste

trabalho são enumeradas as espécies pertencentes a cada uma das secções das distinguidas por PAX:

A. Corbularia Haw.

N. bulbocodium L.

Subsp. *Graëllsii* (Webb.)

Subsp. *nivalis* (Graells)

Subsp. *hedraeanthus* (Webb. et Heldr.)

Subsp. *monophyllus*

B. Eunarcissus

α. AJAX HAW.

N. pseudonarcissus L.

Subsp. *abscissus* (R. S.)

Subsp. *cyclamineus* (DC.)

Subsp. *major* (L.)

Subsp. *minor* (L.)

Subsp. *bicolor* (L.)

Subsp. *moschatus* (L.)

β. GANYMEDES HERB.

N. triandrus L.

Subsp. *calathinus* (L.)

γ. QUELTIA HERB.

N. incomparabilis Mill.

N. odorus L.

Subsp. *trilobus* (L.)

Subsp. *Assoanus* (Duf.)

N. juncifolius Lag.

Subsp. *gaditanus* (Bss. et Reut.)

Subsp. *minutiflorus* (Willk.)

Subsp. *rupicola* (Duf.)

N. jonquilla L.

Subsp. *jonquilloides* (Willk.)

δ. GENUINI PAX.

- N. biflorus Curt.
- N. poëticus L.
- Subsp. radiiflorus (Salisb.)

ε. HERMIONE HERB.

- N. tazetta L.

SÉRIE I—Bicolores

- Subsp. laticolor (Burb.)
- Subsp. coreyrensis (Nym.)
- Subsp. patulus (Lois.)
- Subsp. ochroleucus (Lois.)

SÉRIE II—Albae

- Subsp. papyraceus (Ker.)
- Subsp. Panizzianus (Parl.)
- Subsp. dubius (Gouan)
- Subsp. micranthus (Jord.)
- Subsp. polyanthus (Lois.)

SÉRIE III—Luteae

- Subsp. italicus (Sims.)
 - Subsp. chrysantus (DC.)
 - Subsp. aureus (Lois.)
 - Subsp. cupularis (Salisb.)
-
- N. intermedius Lois.
 - N. viridiflorus Schousb.
 - N. serotinus L.
 - Subsp. deficiens (Herb.)
 - N. autumnalis Lk.
 - Subsp. obsoletus (Spach.)

ASCHEERSON e GRAEBNER — *Synopsis der Mitteleuropäischen Flora*, vol. III, pág. 369 (1905-1907) — apresentam a seguinte classificação do género:

A. **Corbularia**. Flores zigomórficas; segmentos do perianto pequenos, lanceolados.

N. *bulbocodium*

B. **Eunarcissus**. Flores actinomórficas; segmentos do perianto mais largos, elípticos; coroa variável.

I. **MAGNICORONATI**. Coroa grande, quasi tão comprida como os segmentos do perianto.

SECÇÃO — AJAX.

N. *pseudonarcissus*
Subsp. N. *festalis*
Subsp. N. *minor*

II. Coroa igual ou menor que metade do comprimento dos segmentos do perianto.

A) Coroa com cerca de metade do comprimento dos segmentos do perianto (**MEDICORONATI**, Baker).

SECÇÃO — GANYMEDES.

N. *triandrus*
N. *calathinus*

SECÇÃO — QUELTIA.

a) Fôlhas lineares

N. *incomparabilis*
N. *odorus*

b) Fôlhas quasi cilíndricas, ou semi-cilíndricas.

N. juncifolius

Subsp. gaditanus Bss. et Reut.

Subsp. minutiflorus Willk.

Subsp. rupicola Duf.

N. jonquilla

B) Coroa pequena até muito pequena, não excedendo, a maior parte das vezes, $\frac{1}{4}$ do comprimento dos segmentos do perianto; quando atinge $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{2}$ desse comprimento, então as flores são \pm numerosas (PARVICORONATI, Baker).

SECÇÃO — HERMIONE.

a) Serotini. Floração outonal.

N. serotinus

b) Tazettinae. Floração primaveril.

N. tazetta

Subsp. N. laticolor

Subsp. N. patulus

N. ochroleucus.

Subsp. N. canaliculatus

N. papyraceus

Subsp. N. polyanthos

Subsp. N. Panizzianus

N. dubius

N. italicus

N. aureus

N. intermedius

SECÇÃO — HELENA.

N. poëticus

Subsp. N. angustifolius

N. biflorus

G. ROUY (*Flore de France*, 1912) apresenta a seguinte classificação da tribu *Narcisseae*:

GÉNERO I — CORBULARIA.

- C. *bulbocodium* Haw.
- Subsp. C. *gallica* Rouy.
- Raça C. *conspicua* Haw.

GÉNERO II — NARCISSUS.

SUB-GÉNERO I — Ajax Coss. et Germ.

- N. *pseudonarcissus* L.
- Subsp. I. N. *silvestris* Lamk.
 - Var. *geminiflorus*
 - Var. *serratus*
- Raça I. N. *major* L.
 - Var. *Hispanicus*
 - Var. *maximus*
- Raça II. N. *bicolor* L.
- Raça III. N. *minor* L.
- Raça IV. N. *candidissimas* Redouté.
- Subsp. II. N. *moschatus* L.
 - Raça I. N. *muticus* Baker.
 - Raça II. N. *lorifolius* R. et Sch.
 - Var. *anceps*
 - Var. *discolor*

SUB-GÉNERO II — Queltia Coss. et Germ.

- × N. *incomparabilis* Mill.
- × N. *Bernardi* DC.
- × N. *incomparabiliformis* Rouy.
- × N. *Juratensis* Rouy.
- × N. *abcissus* R. et Sch.
- × N. *Boutignyanus* Philippe
- × N. *lobatus* Poir.
- × N. *odorus* L.

- ×N. infundibulum Poir.
- ×N. trilobus L.
- ×N. laetus Salisb.
- ×N. Buxtoni K. Richter

SUB-GÉNERO III — **Ganymedes** Rouy.

- N. reflexus Brot.
- Subsp. I. N. Broteroi Rouy.
 - Raça I. N. Loiseleurii Rouy.
- Subsp. II. N. capax R. et Sch.
 - Raça I. N. pulchelus Salisb.

SUB-GÉNERO IV — **Hermione** Rouy.

SECÇÃO I — **JONQUILLEAE** Rouy.

- N. juncifolius Req.
- N. jonquilla L.

SECÇÃO II — **TAZETTAE** DC.

- N. Linnaeanus Rouy.

1 — **Luteiflorae**

- Subsp. I. N. aureus Lois.
 - Var. xantheus
- Subsp. II. N. intermedius Lois.
- Subsp. III. N. Italicus Ker.
 - Raça I. N. chrysanthus DC.

2 — **Bicolores**

- Subsp. IV. N. subalbidus Lois.
 - Var. chloroticus
- Subsp. V. N. Gussonii Rouy.
- Subsp. VI. N. ganymedoides Rouy.
- Subsp. VII. N. ochroleucus Lois.
- Subsp. VIII. N. Redoutei Rouy.

Subsp. IX. *N. Pseudoitalicus* Rouy.

Var. minor

Var. robustus

Var. pratensis

Subsp. X. *N. tazetta*

Var. Monspelienis

Var. modestus

Var. neglectus

Var. debilis

Var. discretus

Var. lobatus

Var. discolor

Var. contortus

Var. Mediterraneus

Var. littoralis

Raça I. *N. patulus* Lois.

Raça II. *N. canaliculatus* Guss.

Subsp. XI. *N. Remopolensis*

Var. Antipolensis

3 — Albiflorae

Subsp. XII. *N. polyanthos* Baker

Var. Barlae

Var. hololeucus

Subsp. XIII. *N. papyraceus* Baker

Subsp. XIV. *N. dubius* Baker

Raça I. *N. glaucifolius* Pourr.

Raça II. *N. micranthus* Rouy.

SUB-GÉNERO V — *Stenaster* Rouy.

N. serotinus L.

SUB-GÉNERO VI — *Eunarcissus* Baker

N. poëticus L.

Var. sulphureus

Raça I. *N. radiiflorus* Salisb.

Subsp. *N. biflorus* Curt.

Finalmente PAX e HOFFMANN (1930), na edição recente do *Natürliche Pflanzenfamilien* de ENGLER e PRANTL, apresentam uma nova classificação, que pouco difere da primeiramente emitida por PAX:

SUB-GÉNERO I — Eunarcissus Pax. Flores regulares; segmentos do perianto largos, a maior parte das vezes elípticos.

A — Coroa grande, muitas vezes, tão comprida como o perigónio (MAGNICORONATI, Baker).

SECÇÃO I — AJAX (Salisb.) Spreng.

N. pseudonarcissus L.

N. cyclamineus DC.

B — Coroa, pelo máximo, com metade do comprimento do perigónio (MEDIOCORONATI, Baker).

a) Segmentos do perianto retróflexos.

SECÇÃO II — GANYMEDES (Salisb.) Schult.

N. triandrus L.

b) Tépalas patentes.

SECÇÃO III — QUELTIA (Salisb.) Spreng.

N. odorus L.

N. juncifolius Lag.

N. jonquilla L.

C — Coroa pequena, até muito pequena, pelo máximo com $\frac{1}{4}$ do comprimento das tépalas (PARVICORONATI, Baker).

a) Coroa não escariosa na margem.

SECÇÃO IV — HERMIONE (Salisb.) Spreng.

- N. serotinus L.
- N. tazetta L.
- N. papyraceus Ker.
- N. italicus Ker.
- N. aureus Lois.

b) Coroa escariosa na margem.

SECÇÃO V — HELENA (Haw.) Aschers et Graebn.

- N. poëticus L.
- N. angustifolius Curt.

SUB-GÉNERO II — *Corbularia* (Salisb.) Pax. Flor irregular pela curvatura dos estames; coroa muito grande.

N. bulbocodium L.

Feita esta exposição, nós poderemos discutir: A) a questão do número e da delimitação das espécies dentro do género; B) a diversidade de conceitos existentes no que respeita ao valor sistemático atribuído aos grupos de espécies; C) os caracteres da morfologia externa utilizados nas diversas classificações.

A) O conceito de espécie tem evoluído bastante no curso do tempo. Os primeiros taxonomistas, dominados pelas ideias criacionistas, consideravam a espécie como uma realidade objectiva. Assim, a frase de LINEU, *species tot numeramus quot diversae formae in principio sunt creatae*, define bem o estado de espírito que animava os investigadores dessa data. As espécies existem tal como foram criadas, e ao taxonomista compete somente reconhecer os limites assinalados pela vontade divina. Mas, ¿como reconhecer esses limites? ¿Que critérios, que padrões devem ser empregados para definir e delimitar a espécie? O primeiro critério empregado foi o das analogias e das diferenças existentes entre os indivíduos. Este critério, em alguns casos, deu bons resultados, conseguindo-se, assim, delimitar certos grupos de indivíduos, apresentando estes mais analogias entre si do que com outros que se poderiam considerar como pertencendo

cendo a outros agrupamentos. Mas, noutros casos, o problema apresentava-se mais complicado, em virtude de existirem, entre os diversos grupos que podiam ser formulados, tôdas as formas de transição. Além disso, como o conceito das analogias e das diferenças é puramente subjectivo e, portanto, variável conforme a opinião dos observadores, depressa começaram a notar-se divergências no que respeita à extensão dos grupos formulados e ao valor dos caracteres utilizados para os definir. Assim, certos géneros, considerados homogéneos por alguns autores, foram posteriormente divididos por outros em dois, três ou mais géneros. Do mesmo modo, em certos grupos de indivíduos onde um certo autor distinguia uma só espécie, outros distinguiam uma grande quantidade delas. Alguns grupos de indivíduos considerados como espécies, foram por outros distinguidos como sub-espécies, por outros como variedades, e por outros ainda, como simples formas. Casos inversos aos mencionados foram e são, como é bem de ver, freqüentísimos.

Aplicando o critério da analogia, os taxonomistas conseguiram, pois, formular grupos delimitados arbitrariamente. Se as espécies existem, porém, como entidades concretas, como realidades objectivas, impõe-se encontrar outro critério que nos permita fazer o seu reconhecimento e a sua delimitação. Assim, surgiu o critério fisiológico de espécie contido na definição de CUVIER: pertencem à mesma espécie todos os indivíduos que cruzando-se entre si dão origem a produtos fecundos. Este critério seria, assim, um critério seguro, pois que êle nos permitiria delimitar a espécie de uma maneira precisa e, portanto, afirmar que tal indivíduo pertence a esta espécie e não àquela. Ao primeiro gáudio dos taxonomistas seguiu-se em breve a desilusão. Efectivamente, começando a efectuar-se cruzamentos entre espécies, os investigadores em breve descobriram numerosos casos em que do cruzamento entre espécies, consideradas bastante distintas, resultavam produtos fecundos. Entre os casos conhecidos no reino vegetal GUYÉNOT cita os seguintes: *Antirrhinum majus* × *A. sempervirens*; *Mirabilis jalapa variegata* × *M. longiflora tipica*; *Viola tricolor* × *V. arvensis*; *Dianthus atrorubens* × *D. carthusianorum*; *D. atrorubens* × *D. coesius*; *D. plumarius* × *D. carthusianorum*; *D. plumarius* × *D. alpestris*; *Lappa officinalis* × *L. tomentosa*; cruzamentos entre espécies do género *Nicotiana*; de *Erophila* e de *Melandryum*. A estes poderemos

acrescentar: cruzamentos entre espécies de *Primula*, de *Rosa*, de *Crepis*, de *Fragaria*, de *Solanum*, de *Triticum*, de *Digitalis*, de *Aesculus*, de *Saxifraga*, de *Spartina*, de *Brassica*, etc., etc. Híbridos férteis podem provir, não só do cruzamento entre espécies do mesmo género, mas também do cruzamento entre espécies pertencentes a géneros diferentes. Entre êstes podemos citar os cruzamentos entre várias espécies dos géneros *Triticum* e *Aegilops*, o cruzamento *Triticum vulgare* \times *Secale cereale*, *Raphanus sativus* \times *Brassica oleracea*, etc.

Por outro lado, conhecem-se também casos em que, do cruzamento entre certas raças geográficas da mesma espécie ou entre simples formas aparecidas por mutação, resultam híbridos estéreis.

Em face dêstes factos nós poderemos realmente considerar o critério fisiológico como sendo infalível? Evidentemente que não, pois que o seu emprêgo nos conduziria a efectuar uma tremenda revolução na taxonomia existente e, por êle, seríamos levados muitas vezes a afastar simples formas aparecidas por mutação, ou certas raças geográficas, e a considerar como pertencendo à mesma espécie grupos de indivíduos que actualmente fazem parte de géneros diferentes.

Falidos os critérios morfológico e fisiológico surgiu depois o que podemos chamar o critério químico. Segundo êle, todos os indivíduos da mesma espécie possuem composição química análoga, diferente da dos indivíduos pertencentes a outras espécies. As variedades, que por ventura se encontrem numa certa espécie, têm a mesma composição química do tipo específico. Os métodos utilizados, reacções de precipitação e anafilaxia activa ou passiva, em breve mostraram que era muito difficil distinguir espécies vizinhas. Assim, seguindo êsse critério, teríamos de considerar o homem, o chimpazé, o gorila e o orango-tango como pertencendo à mesma espécie. Pelos mesmos processos torna-se impossivel distinguir o cavalo do burro, animais que cruzando-se originam híbridos estéreis. O critério químico é ainda bastante recente, mas estamos convencidos que as futuras investigações virão pôr em evidência, de uma maneira mais nítida, a impossibilidade da sua aplicação ao problema da delimitação das espécies.

Por esta exposição vemos que todos os critérios utilizados para definir a espécie têm falhado. Nem outra coisa seria de

esperar, pois que a espécie não corresponde a nenhuma entidade concreta. Muitos taxonomistas, à força de lidarem com espécies e de organizarem as suas colecções, convenceram-se de que as espécies tinham uma existência real, esquecendo-se de que elas não eram senão um produto da sua imaginação. O conceito de espécie é, pois, a-pesar-de tôdas as tentativas dos taxonomistas, um conceito abstracto a que não corresponde nenhuma realidade objectiva. A única realidade existente é o indivíduo e, como tal, nós só poderemos arbitrariamente reunir indivíduos que apresentam certos caracteres comuns e organizar grupos mais ou menos extensos conforme os critérios que nos norteam. A espécie aparece-nos assim, na fórmula de GUYÉNOT, como sendo «uma colecção, um agrupamento mais ou menos artificial dos genótipos mais vizinhos». Desistamos pois de arranjar um critério de espécie e reconheçamos que as espécies não existem como grupos naturais mas somente como grupos delimitados artificialmente pelo homem. Longe de nós o pensamento de nos insurgirmos contra a idea de espécie, pois que compreendemos bem quanto ela é necessária para a classificação dos organismos; no entanto, a noção que dela possuímos é aquela que fica contida na frase de GUYÉNOT, acima apresentada.

Tendo em vista os pensamentos expostos, não admira que os taxonomistas não estejam de acôrdo no que respeita ao número de espécies do género *Narcissus*, e compreende-se bem que HAWORTH tenha distinguido 150; que BAKER, RICHTER, ASCHERSON e GRAEBNER, ROUY e PAX reduzam essas 150 a cêrca de 16; que WILLKOMM distinga mais de 31; que o *Index Kewensis* enumere mais de 40; e que PUGSLEY (1916 e 1933) distinga, respectivamente, 9 e 27 espécies em dois grupos de indivíduos, que BAKER, RICHTER, ASCHERSON e GRAEBNER, etc. consideram como formando somente duas espécies (*N. poëticus* e *N. pseudonarcissus*).

Olhando o género *Narcissus* com os critérios de BAKER, RICHTER, ASCHERSON e GRAEBNER, ROUY e PAX nós podemos dizer que se podem formular os seguintes grupos de indivíduos, bem distintos uns dos outros:

1. *N. bulbocodium* L.
2. *N. pseudonarcissus* L.
3. *N. triandrus* L.

4. *N. tazetta* L.
5. *N. juncifolius* Lag. e *N. jonquilla* L.
6. *N. viridiflorus* Schousb.
7. *N. serotinus* L.
8. *N. poëticus* L. (1).

Das espécies distinguidas pelos autores atrás mencionados não enumeramos *N. incomparabilis*, *N. intermedius*, *N. biflorus*, *N. odoratus* e *N. gracilis* os quais foram, provavelmente, originados por hibridação entre indivíduos pertencentes a espécies das mencionadas acima. Essa origem é demonstrada, para as quatro primeiras espécies, pelos seus caracteres da morfologia externa e pelos seus caracteres cariológicos; e para a última, pelos seus caracteres da morfologia externa.

Analisando agora em separado cada um daqueles grupos de indivíduos, nós poderemos notar que a maior parte deles são extraordinariamente polimorfos e, portanto, muito críticos no que respeita à delimitação, no seu seio, de outros grupos mais inferiores.

Segundo os critérios com que têm sido olhados esses grupos, assim os taxonomistas têm distinguido nêles várias espécies, sub-espécies e variedades, como se vê pela seguinte exposição:

1.º — No grupo *N. bulbocodium* L., considerado por BAKER, RICHTER, PAX e ASCHERSON e GRAEBNER como formando uma simples espécie, distingue WILLKOMM 7 espécies (vid. atrás).

2.º — No grupo *N. pseudonarcissus*, considerado também

(1) Além das espécies aqui mencionadas, BAKER cita ainda *N. Broussonetii* Lag., planta muito rara, encontrada em Marrocos. Esta espécie é tão distinta, pelo seu habitat e pelos seus caracteres, dos outros narcisos que o taxonomista GAY (1858) fundou com ela o novo género *Aurelia*. Esta opinião não é combatida por BAKER, o qual diz que se qualquer espécie, incluída no género *Narcissus*, tivesse de ser separada genericamente, esta seria a que teria o maior direito. BURBIDGE diz que é possível que *N. Broussonetii* Lag. tivesse sido originado pelo cruzamento entre algum narciso e alguma outra amarilidácea pertencente a um outro género, pois que, em material de herbário, apresenta uma grande semelhança com *Nerine pudica*. Dada a incerteza existente a respeito desta espécie nós não a mencionaremos, esperando que investigações futuras venham elucidar melhor a questão.

pelos autores atrás citados como uma simples espécie, distingue PUGSLEY (1933) 27 espécies, assim distribuídas:

SECÇÃO I — CYCLAMINOPSIS

1. *N. cyclamineus* DC.
2. *N. Johnstonii* Pugsley

SECÇÃO II — PSEUDONARCISSUS

SÉRIE I — MINORES

3. *N. asturiensis* Pugsley
4. *N. Lagoi* Merino
5. *N. minor* L.
6. *N. pumilus* Salisb.
7. *N. nanus* Spach.
8. *N. parviflorus* (Jord.) Pugsley

SÉRIE II — LUTEI

9. *N. hispanicus* Gouan
10. *N. longispathus* Pugsley
11. *N. obvallaris* Salisb.
12. *N. pisanus* Pugsley
13. *N. confusus* Pugsley
14. *N. portensis* Pugsley
15. *N. nevadensis* Pugsley

SÉRIE III — VULGARIS

16. *N. pseudonarcissus* L.
17. *N. pallidiflorus* Pugsley
18. *N. macrolobus* (Jord.) Pugsley

SÉRIE IV — NOBILES

19. *N. Gayi* (Hénon) Pugsley
20. *N. nobilis* Schultes f.
21. *N. Leonensis* Pugsley

SÉRIE V — ALBIFLORI

- 22. *N. moschatus* L.
- 23. *N. alpestris* Pugsley
- 24. *N. tortuosus* Haworth.
- 25. *N. albescens* Pugsley

SÉRIE VI — BICOLORES

- 26. *N. bicolor* L.
- 27. *N. abscissus* Schultes f.

3.º — O grupo de *N. triandrus* é muitíssimo menos polimorfo do que os dois anteriores. Por isso, as divergências são aqui pequenas; enquanto que uns autores distinguem uma só espécie outros distinguem duas: *N. triandrus* L. e *N. reflexus* Brot.

4.º — O grupo *N. tazetta* é, sem dúvida, o mais polimorfo do género, apresentando um polimorfismo muito superior ao exibido pelo 1.º e pelo 2.º. Devido a isso, alguns autores antigos distinguiram nele quasi 100 espécies, enquanto que BAKER, RICHTER e ROUY consideram só uma. ASCHERSON e GRAEBNER distinguem 6:

- N. tazetta*
- N. papyraceus*
- N. ochroleucus*
- N. dubius*
- N. italicus*
- N. aureus*

Um taxonomista moderno, que seguisse o critério de PUGSLEY, encontraria, sem dúvida, um número muito mais elevado.

5.º — BAKER, RICHTER e ASCHERSON e GRAEBNER consideram *N. gaditanus* Bss. et Reut., *N. minutiflorus* Willk. e *N. rupicola* Duf. como sub-espécies de *N. juncifolius* Lag. Os autores portugueses, porém, não estão completamente de acôrdo com os autores atrás mencionados. Assim, JÚLIO HENRIQUES considera todas aquelas sub-espécies como espécies distintas; GONÇALO SAMPAIO considera *N. minutiflorus* Willk. e *N. rupicola* Duf. como espécies distintas, e *N. gaditanus* Bss. et Reut. como variedade

de *N. jonquilloides* Willd., que considera como sinónimo de *N. juncifolius* Lag., seguindo, assim, a opinião dos autores acima citados; e PEREIRA COUTINHO considera como distintos *N. gaditanus* Bss. et Reut. e *N. rupicola* Duf., enquanto que *N. minutiflorus* Willk. é introduzido como sub-espécie de *N. gaditanus* Bss. et Reut. *N. jonquilloides* Willk. é considerado por BAKER, ASCHERSON e GRAEBNER, RICHTER, PEREIRA COUTINHO, etc., como sub-espécie de *N. jonquilla* L.; GONÇALO SAMPAIO (1931) considera aquela espécie de WILLKOMM como variedade — var. *Willkommi* — de *N. jonquilloides* Willd. Como esta última espécie é considerada pelo autor equivalente a *N. juncifolius* Lag., *N. gaditanus* Bss. et Reut. e *N. jonquilloides* Willk. são, segundo o autor, variedades da última espécie. Como ainda não tivemos ocasião de estudar *N. gaditanus* e *N. juncifolius* seguiremos aqui a opinião deste taxonomista português, dando, no entanto, prioridade à espécie de LAGASCA.

Além de *N. minutiflorus* e *N. rupicola* encontram-se, na flora portuguesa, duas outras formas — *N. scaberulus* Henriq. e *N. calcicola* Mend. — relacionadas com aquelas espécies e que os autores portugueses consideram como espécies distintas. Como temos também esta opinião, o grupo *N. jonquilla*-*N. juncifolius* aparece-nos constituído pelas seguintes espécies:

- N. jonquilla* L.
- N. juncifolius* Lag.
- N. minutiflorus* Willk.
- N. scaberulus* Henriq.
- N. calcicola* Mend.
- N. rupicola* Duf.

6.º — *N. viridiflorus* Schousb. é muito característico por possuir o perianto de cor verde, e a respeito dele todos os taxonomistas se encontram de acôrdo.

7.º — Depois de se elucidar a sinonímia de *N. serotinus* chega-se à seguinte conclusão: alguns autores distinguem neste grupo duas espécies: *N. elegans* e *N. serotinus*. Outros distinguem uma só espécie, *N. serotinus*, na qual incluem *N. elegans*.

8.º — Em *N. poëticus*, BAKER, RICHTER, ROUY e ASCHERSON e GRAEBNER distinguem uma só espécie; PAX distingue duas

(*N. poëticus* e *N. angustifolius*) e *N. PUGSLEY* (1916) 9, assim distribuídas:

SÉRIE I — POETICI

1. *N. poëticus*
2. *N. verbanensis*
3. *N. hellenicus*
4. *N. recurvus*
5. *N. majalis*

SÉRIE II — RADIFLORI

6. *N. radiiflorus*
7. *N. stellaris*
8. *N. poetarum*
9. *N. exertus*

Esta exposição parece mostrar que no género *Narcissus* se diferenciou primeiramente um certo e determinado número de formas correspondentes, no conceito de alguns autores, às secções actuais. Muitas dessas formas, especialmente *N. bulbocodium*, *N. pseudonarcissus*, *N. tazetta* e *N. poëticus*, começaram depois a evolucionar intensamente, encontrando-se ainda hoje em plena evolução. Os nossos conhecimentos actuais mostram que os principais processos evolucionários que actuaram e estão actuando em cada um desses grupos são a poliplóidia e a poliplóidia associada com mutações de genes e variações estruturais dos cromosomas (fusão e fragmentação). Estes processos ocasionaram o aparecimento de numerosas formas novas e originaram, assim, o extraordinário polimorfismo dos grupos atrás mencionados. Que esse polimorfismo foi, pelo menos em grande parte, ocasionado pela poliplóidia torna-se evidente pelo facto de, naqueles grupos, aquele fenómeno ocorrer freqüentemente no estado espontâneo e de não serem muito polimorfos os grupos em que até hoje ainda se não verificou o seu aparecimento (*N. triandrus*, *N. reflexus*, *N. rupicola*, *N. scaberulus*, *N. calcicola*, *N. minutiflorus*). As formas autopoliplóides recentes diferem das diplóides, não na natureza das suas genes, mas na quantidade daquelas; e, por esse motivo, elas apresentarão, em relação às diplóides,

diferenças morfológicas provenientes dessa desigualdade numérica. Dêste modo, os poliplóides poderão ser bastante semelhantes aos diplóides nos seus caracteres qualitativos e afastar-se dêles no que respeita aos caracteres quantitativos. A existência, no estado espontâneo, de poliplóides com diversos graus de poliplóidia torna menos nítidas as diferenças entre as diversas formas, e, dêste modo, surgem-nos inúmeras dificuldades nas delimitações. Podemos talvez dizer que neste estado se encontram os grupos de *Narcissus* que atrás mencionámos, o que explica a diversidade de opiniões no que respeita ao valor taxonómico das suas diversas formas.

Com o decorrer dos tempos a selecção natural eliminará os poliplóides inadaptados, especialmente os estéreis que não adquiriram uma multiplicação vegetativa que lhes permita lutar com êxito contra aqueles que se tornaram perfeitamente férteis. Outros poliplóides, em que sobrevenha uma diferenciação nos seus cromosomas (mutações de genes, translocações, etc.) que permita a formação de bivalentes nas divisões de redução, poderão estabelecer-se como novas espécies perfeitamente estáveis e férteis. Depois dêstes fenómenos terem lugar nós poderíamos então, dada a hipótese da evolução não ser contínua, delimitar com mais facilidade os diversos grupos de formas, tornando-se assim mais clara a taxonomia do género.

Os estudos de PUGSLEY em *N. pseudonarcissus* e *N. poeticus* poderão ser de uma grande utilidade, pois que o estudo cariológico comparativo das diversas formas, por êle reconhecidas como espécies, poderá elucidar-nos muito acêrca dos processos evolucionários que actuaram e estão actuando naqueles grupos de narcisos, dando-nos um conhecimento mais completo, do que aquele que agora possuímos, acêrca dos referidos processos.

B e C) — A revista das classificações do género *Narcissus* apresentadas até hoje mostra-nos que dos taxonomistas recentes ROUY é o único que quebra a unidade do género dividindo-o em dois géneros: *Corbularia* e *Narcissus*. Ahamos que o conjunto dos caracteres da morfologia externa de *N. bulbocodium* não justifica uma tal pretensão. Os caracteres cariológicos (número e forma dos cromosomas) não a justificam também. Por êsses motivos, nós seguiremos a opinião de todos os outros taxonomistas (BAKER, WILLKOMM, ASCHERSON e GRAEBNER, RICHTER, PAX, etc.), considerando um único género.

No que respeita à divisão do género *Narcissus* em sub-géneros, a classificação de ROUY, que parece ser seguida por PUGSLEY, afigura-se-nos bastante exagerada, pois que aqueles grupos devem, na nossa opinião, considerar-se mais como tendo o valor de secções do que de sub-géneros.

BAKER, divide o género em três grupos (*Magnicoronati*, *Mediocoronati* e *Parvicoronati*) baseando-se na forma da coroa e nas relações entre o comprimento desta e o das tépalas. Esta classificação não nos parece natural por várias razões:

1.º — Atendendo ao critério exposto, BAKER reúne *N. calathinus* com *N. pseudonarcissus* e *N. bulbocodium*, formando o grupo *Magnicoronati*. *N. calathinus*, porém, afasta-se consideravelmente de *N. pseudonarcissus* apresentando muitas analogias com *N. triandrus* (muitos autores consideram *N. calathinus* como variedade de *N. triandrus*), o qual é, no entanto, colocado no grupo *Mediocoronati*. Utilizando, pois, os caracteres empregados por BAKER nós colocamos em grupos diferentes duas formas que muitos autores consideram pertencentes à mesma espécie.

2.º — Atendendo aos mesmos caracteres, BAKER coloca *N. juncifolius* no grupo *Mediocoronati* e *N. jonquilla* no grupo *Parvicoronati*. Ora, as analogias entre estas duas espécies são tão acentuadas que não se compreende que se considerem pertencendo a grupos diferentes.

3.º — Em *N. jonquilla* encontram-se formas com coroa pequena devendo, por isso, considerar-se essas formas como pertencendo ao grupo *Parvicoronati*. *N. jonquilloides* Willk., que BAKER considera como sub-espécie de *N. jonquilla*, apresenta, no entanto, uma coroa com um comprimento superior a metade do das tépalas. No material das nossas culturas as dimensões encontradas foram as seguintes: comprimento da coroa 5—6 mm.; comprimento das tépalas 8—9 mm.

4.º — BAKER não cita *N. scaberulus*, que não era ainda conhecido na data em que elle publicou o seu trabalho. Dadas as suas analogias com *N. minutiflorus*, BAKER talvez o considerasse como sub-espécie de *N. juncifolius* e, portanto, fazendo parte do grupo *Mediocoronati*. No entanto, esta espécie tem uma coroa aproximadamente tão longa como os segmentos do perianto. O mesmo acontece em *N. minutiflorus*.

5.º — O grupo *Mediocoronati* inclui *N. incomparabilis* e *N. odoratus*, que são híbridos entre espécies dos grupos *Magnicoro-*

nati e *Parvicoronati*. Aqueles híbridos eram agrupados com *N. juncifolius* com o qual têm poucas ou nenhuma analogias.

Em face destes factos vemos bem que a classificação de BAKER não pode ser mantida.

O autor divide depois os três grupos formulados em sub-grupos, que nós poderemos considerar como secções. Algumas delas são bastante naturais, e, por isso, concordamos inteiramente com elas (*Corbularia*, *Ajax*, *Ganymedes* e *Eunarcissus*). Com a secção *Queltia*, constituída por *N. incomparabilis*, *N. odoratus* e *N. juncifolius* com as suas sub-espécies, não concordamos, pelos seguintes motivos:

1.º — *N. incomparabilis* é, como os caracteres da morfologia externa e os caracteres cariológicos indicam, um híbrido entre *N. pseudonarcissus* e *N. poeticus*. Um híbrido com caracteres intermediários entre aquelas duas espécies não poderá, de modo algum, agrupar-se com *N. juncifolius*.

2.º — Os caracteres da morfologia externa e os caracteres cariológicos indicam que *N. odoratus* é um híbrido entre *N. pseudonarcissus* e *N. jonquilla*. Não poderemos também agrupá-lo com *N. juncifolius*, pois que, a-pesar-das analogias de *N. jonquilla* com *N. juncifolius*, o híbrido em questão é muito diferente deste último, graças ao aparecimento de numerosos caracteres de *N. pseudonarcissus*.

Na secção *Hermione* encontramos também espécies de origem híbrida: *N. intermedius* (híbrido entre *N. tazetta* e *N. jonquilla*) e *N. gracilis* (provavelmente híbrido entre *N. poeticus* e *N. tazetta*). Pondo de parte estas formas híbridas, a secção é constituída por as seguintes espécies distribuídas em duas sub-secções:

Vernal

N. tazetta L.
N. jonquilla L.

Outonal

N. viridiflorus Schousb.
N. serotinus L.
N. elegans Spach.

No que respeita à constituição da sub-secção *Vernal*, não concordamos pois que nela se encontram reunidas duas espécies, *N. jonquilla* e *N. tazetta*, que diferem bastante na forma das folhas, na cor das flores, etc. Debaixo do ponto de vista cariológico estas duas espécies diferem também consideravelmente, pois que *N. jonquilla* possui 7 como número básico, enquanto que

N. tazetta possui 10; a morfologia dos cromosomas é também muito diferente. Os caracteres da morfologia externa e os caracteres cariológicos indicam, de uma maneira iniludível, que *N. jonquilla* é estreitamente relacionado com *N. juncifolius* e, por isso, estas duas espécies devem ser introduzidas na mesma secção (1).

Os narcisos da sub-secção *Outonal* são muito curiosos por serem os únicos que florescem no Outono e por não apresentarem as folhas contemporâneas das flores. Apesar-dêesses caracteres, aquele grupo de narcisos é colocado, pela grande maioria dos autores, na secção de *N. tazetta*. Esta opinião não é seguida por nós, pois que nos parece que os caracteres apontados são de tal modo importantes que eles justificam plenamente a sua introdução numa secção distinta. Seguiremos, pois, PARLATORE (1858) e GAY (1858) os quais colocam as três espécies, *N. elegans*, *N. viridiflorus* e *N. serotinus*, numa secção à parte — *autumnales*. Até hoje ainda não nos foi possível fazer o estudo cariológico de *N. serotinus*, em virtude da falta de material. Desconhecemos, por isso, se os caracteres cariológicos estão ou não de acôrdo com este ponto de vista. Tentaremos elucidar este problema em futuras investigações.

Resta-nos agora analisar as classificações de PAX, RICHTER e ASCHERSON e GRAEBNER, as quais concordam quasi completamente umas com as outras. Como vimos atrás, êsses autores dividem o género *Narcissus* em dois sub-géneros. O primeiro, *Corbularia*, é caracterizado por possuir flores zigomórficas e o segundo, *Eunarcissus*, por possuir flores actinomórficas.

Comparando *N. bulbocodium* com *N. pseudonarcissus* verificamos que, à parte a curvatura dos estames que ocasiona o zigomorfismo da flor, aquelas duas espécies são estreitamente relacionadas pelo conjunto dos seus caracteres, não nos parecendo, por isso, razoável considera-las como pertencendo a dois sub-géneros diferentes. Não concordamos, portanto, com a divisão em sub-géneros apresentada por aqueles autores. No que respeita às secções estabelecidas, só não concordamos com as secções *Queltia* e *Hermione*, às quais se pode aplicar a crítica que formulámos atrás quando nos ocupámos da classificação de BAKER.

(1) As nossas últimas observações mostram que *N. juncifolius* possui, como *N. jonquilla*, 14 cromosomas.

Desta exposição se conclui que nenhuma das classificações até hoje emitidas nos satisfaz completamente, pois que, a nosso ver, nenhuma se encontra de acôrdo, nem com os caracteres da morfologia externa, nem com os caracteres cariológicos.

Os estudos sôbre os caracteres da morfologia externa a que procedemos, aliados aos conhecimentos que possuímos da cariologia das espécies do género, permitiram-nos elaborar uma classificação que nos parece ser mais natural do que as que têm sido propostas até aqui. Contudo, não temos a pretensão de apresentar esta classificação como definitiva, pois que nos resta estudar ainda, debaixo do ponto de vista cariológico, *N. juncifolius*, *N. poëticus* e o grupo dos narcisos outonais. A classificação que apresentamos é a seguinte:

GÉNERO *NARCISSUS* L.

SUB-GÉNERO I — *Pseudonarcissus* greg. n. Fern. Tubo do perianto largamente obcónico ou cilíndrico, menor do que o dôbro do comprimento da coroa; filetes todos, ou pelo menos os do segundo verticilo, não coalescentes com o tubo em grande extensão. Número básico 7; fórmula cromosômica básica constituída por 4 ou 5 cromosomas compridos heterobraquiais dos tipos L m, L p, 11, 1 m e 1 p e por 3 ou 2 cromosomas curtos dos tipos PP, P p' e P p.

SECCÃO I — *CORBULARIA* Schult. f. Espata uniflora; flores zigomórficas; tubo do perianto obcónico tão comprido como a coroa; tépalas estreitamente triangulares; estames só coalescentes com o tubo na base, curvo-ascendentes. Fórmula cromosômica básica $x = 3 L p + 11 m + 3 P P$.

N. bulbocodium L.

Espécie extraordinariamente polimorfa, sendo esse polimorfismo causado, em grande parte, pela poliplôidia. HAWORTH distingue 10 espécies e WILLKOMM 7.

SECÇÃO II — AJAX Spreng. Espata uniflora; flores actinómórficas; tubo do perianto turbinado ou obcónico, menor do que a coroa; estames direitos, curtos, uniseriados; filetes coalescentes com o tubo apenas na base; anteras lineares, sub-basifixas. Fórmula cromosómica básica $x = 2Lp + 1Lm + 1l_1 + 1lp + 1Pp' + 1Pp$.

N. pseudonarcissus L.

N. minor L.

N. cyclamineus DC.

Este grupo é, como o anterior, extraordinariamente polimorfo. HAWORTH distingue 29 espécies, WILLKOMM 5 e PUGSLEY 27.

SECÇÃO III — GANYMEDES Schult. f. Espata 2-1-3-flora (1-6-flora, fide SAMPAIO); tubo do perianto longo, cilíndrico; tépalas rêtroflexas, do comprimento do tubo ou um pouco menores; filetes mais ou menos coalescentes com o tubo formando dois verticilos bem distintos; anteras dorsofixas. Fórmula cromosómica básica $x = 3Lp + 1lm + 1PP + 1Pp' + 1Pp$.

N. triandrus L.

N. reflexus Brot.

SUB-GÉNERO II — *Eunarcissus* Pax (pro parte). Tubo do perianto cilíndrico, com mais do dôbro do comprimento da coroa; filetes coalescentes com o tubo em quási tôda a extensão. Números básicos 6?, 7 e 10(1). Cromosomas variáveis.

(1) Nas nossas últimas observações verificámos que *N. calcicola* possui 14 cromosomas nas células dos vértices vegetativos da raiz e não 12 como tínhamos determinado, nas células de óvulos jovens, durante as nossas primeiras investigações. Dada a analogia morfológica existente entre *N.*

SECÇÃO IV — *QUELTIA* Spreng. Espata 1-multiflora; flores amarelas; tubo subtrigonal, cilíndrico; tépalas estrelado-patentes, muito menores que o tubo; coroa cupuliforme, menor do que as tépalas, ou quasi do mesmo tamanho (1).

- N. jonquilla* L.
- N. juncifolius* Lag.
- N. minutiflorus* Willk.
- N. scaberulus* Henriq.
- N. calcicola* Mend.
- N. rupicola* Duf.

SECÇÃO V — *HERMIONE* Spreng. Espata multiflora; flores muito odoríferas; tubo sub-cilíndrico; coroa cupuliforme, medíocre, menor que metade do comprimento das tépalas. Número básico 10; fórmula cromosómica básica $x = 2L. + 11m + 11p + 1l. + 2P. + 1pp + 2p$.

- N. tazetta* L.
- N. ochroleucus* Lois.
- N. papyraceus* Ker.
- N. dubius* Gouan.
- N. italicus* Ker.
- N. aureus* Lois.

Grupo muito polimorfo e muito crítico no que respeita à delimitação das espécies.

calcicola e as outras espécies em que também encontramos 12 cromosomas, aquela observação vem pôr em dúvida a existência do número básico 6 no género *Narcissus*. Esperamos, dentro em breve, elucidar esta questão.

(1) Até hoje ainda não nos foi possível efectuar o estudo cariológico de *N. juncifolius* e de *N. jonquilla*. O estudo de *N. jonquilloides* Willk. e o das espécies em que encontramos 12 cromosomas foi feito em células de óvulos jovens utilizando somente a técnica do carmin-acético de HEITZ. Como esta técnica, desacompanhada dos métodos de inclusão, não nos inspira muita confiança, necessitamos fazer de novo o estudo dessas espécies. Por estes motivos, e pelo apontado na nota da página anterior, omitimos a enumeração dos caracteres cariológicos desta secção.

SECCÃO VI — AUTUMNALES Gay. Floração outonal; escapo não contemporâneo das folhas, 1-multifloro; tépalas estreitas, estrelado-patentes; coroa muito pequena. Caracteres cariológicos desconhecidos.

N. serotinus L.

N. elegans Spach.

N. viridiflorus Schousb.

SECCÃO VII — HELENA Aschers. et Graebn. Espata ordinariamente uniflora; tubo quasi tão comprido como as tépalas; coroa pequena, provida de margem escariosa. Número básico 7; fórmula cromosómica básica $x = 6(L1-Lm) + 1Pp'$.

N. poëticus L.

PUGSLEY distingue 9 espécies (vid. atrás).

Formas híbridas que têm sido consideradas espécies distintas:

N. odoratus L. = *N. pseudonarcissus* × *N. jonquilla*

N. intermedius Lois. = *N. tazetta* × *N. jonquilla*

N. biflorus Curt. = *N. tazetta* × *N. poëticus*

N. incomparabilis Mill. = *N. pseudonarcissus* × *N. poëticus*?

N. gracilis Sabine = *N. tazetta* × *N. poëticus*?

Como se vê, a divisão em sub-géneros é baseada sobre o comprimento do tubo em relação ao comprimento da coroa e sobre o comprimento das partes livres dos filetes dos estames.

No primeiro sub-género, o tubo é curto, inferior ao dobro do comprimento da coroa. No segundo sub-género, o tubo é cilíndrico e comprido, com um comprimento bastante superior ao dobro do da coroa (1).

N. reflexus e *N. triandrus* ocupam, no que respeita a esse caracter, uma posição intermediária entre o primeiro e o segundo

(1) GONÇALO SAMPAIO, no *Manual da Flora Portuguesa*, usa este caracter para agrupar as espécies *N. dubius*, *N. serotinus*, *N. jonquilla* e *N. rupicola*.

sub-género. No entanto, estas espécies ligam-se nitidamente ao primeiro, pois que em 100 exemplares de *N. reflexus* que examinámos, provenientes de várias localidades, só encontrámos 3 exemplares em que o comprimento do tubo era igual ao dobro do comprimento da coroa. Em *N. triandrus* a percentagem de indivíduos nestas condições é um pouco superior, pois que em 42 indivíduos encontrámos 5. Não encontrámos, porém, nenhum exemplar em que o tubo do perianto fôsse maior do que o dobro do comprimento da coroa. A posição intermediária destas duas espécies é ainda assinalada pela forma do tubo, pois que, por êsse caracter, ligam-se ao segundo sub-género.

Os narcisos do segundo sub-género são muito bem caracterizados pelo facto de possuírem os estames em dois verticilos: o inferior incluso no tubo, e o superior situado aproximadamente na abertura do mesmo. Os filetes são coalescentes com o tubo em quasi tôda a sua extensão, sendo livres somente numa extensão de poucos milímetros.

No primeiro sub-género, as secções *Corbularia* e *Ajax* possuem os filetes coalescentes com a base do tubo numa pequena extensão. *N. reflexus* e *N. triandrus* ocupam também, no que respeita a êste caracter, uma posição intermediária entre o primeiro e o segundo sub-género. Assim, os estames encontram-se em dois verticilos e os filetes são coalescentes com o tubo numa extensão relativamente considerável. Nas formas mediostílicas, a parte livre dos filetes do verticilo inferior é bastante pequena e, por isso, essas formas são comparáveis, nos caracteres dêsse verticilo, às espécies do segundo sub-género. No entanto, nas formas brevistílicas e longistílicas as anteras dos dois verticilos são longamente pediculadas e, mesmo nas formas mediostílicas, as do verticilo superior também o são, motivo êste pelo qual estas duas espécies são incluídas no primeiro sub-género.

Pelas razões apontadas, nós consideramos *N. reflexus* e *N. triandrus* como sendo formas intermediárias entre o primeiro e o segundo sub-género.

Tanto no primeiro como no segundo sub-género, as secções são muito bem caracterizadas, não havendo dúvidas na sua delimitação.

A primeira classificação das espécies portuguesas do género que nós apresentámos, e que se encontra reproduzida na introdução dêste trabalho, foi baseada somente sobre as característi-

cas morfológicas dos cromosomas, sem atendermos aos caracteres da morfologia externa. Nessa data não tínhamos ainda um conhecimento completo do género. Por isso, o confronto da classificação que agora apresentamos com aquela a que nos referimos revela algumas discordâncias :

Em primeiro lugar, o sub-género duvidoso que apresentámos, constituído por *N. minutiflorus*, não é mantido, pois que esta espécie, avaliada pelos seus caracteres da morfologia externa, deve ser introduzida na secção *Queltia*.

Os dois sub-géneros então formulados duma maneira definitiva são aqui mantidos.

A primeira secção do primeiro sub-género, constituída por *N. bulbocodium*, *N. reflexus* e *N. triandrus*, foi desdobrada em duas, pois que as duas últimas espécies diferem tão consideravelmente da primeira pelos seus caracteres da morfologia externa que não poderiam considerar-se como pertencendo à mesma secção.

A segunda secção é mantida.

Da primeira secção do terceiro sub-género removemos *N. odorus*, porque, sendo esta espécie um híbrido entre *N. pseudonarcissus* e *N. jonquilla*, não poderia, de forma alguma, agrupar-se com *N. tazetta*.

A segunda secção e a terceira do mesmo sub-género foram fundidas numa secção única.

* * *

As relações entre a cariologia e a taxonomia não poderão ser agora apreciadas de uma maneira definitiva, pois que desconhecemos a cariologia de algumas espécies, cujo conhecimento nos é indispensável para atingirmos êsse objectivo. Assim, resta-nos ainda :

- 1.º — Estudar *N. juncifolius* ;
- 2.º — Estudar *N. jonquilla* ;
- 3.º — Fazer novamente o estudo de *N. jonquilloides*, *N. rupicola*, *N. scaberulus*, *N. calcicola* e *N. minutiflorus* ;
- 4.º — Estudar *N. serotinus*.

Só depois de efectuados êstes estudos poderemos apreciar, de uma maneira inteligente e eficaz, as relações entre a cariologia e a taxonomia ; por êste motivo, reservamos êste assunto para um novo trabalho, que tencionamos publicar brevemente.

CAPÍTULO VII

Sumário e conclusões

Utilizando a fixação no líquido de NAWASCHIN (modificação de BRUUN) e a coloração pela hematoxilina férrica, e operando quasi exclusivamente sobre vértices vegetativos de raízes determinámos o número e estudámos a morfologia dos cromosomas de *N. bulbocodium*, *N. pseudonarcissus*, *N. cyclamineus*, *N. pseudonarcissus* × *N. cyclamineus*, *N. reflexus*, *N. bulbocodium* × *N. reflexus*, *N. incomparabilis*, *N. odorus*, *N. tazetta*, *N. biflorus* e *N. intermedius*.

Os resultados das nossas observações podem, para cada uma das espécies, ser assim resumidos:

I — *Narcissus bulbocodium* L.

- 1) O número fundamental desta espécie é 7 e o seu complexo cromosómico básico é traduzido pela fórmula: $x = 3Lp + 1lm + 3PP$; é provável que um dos cromosomas, indicado aqui como PP, seja satelitizado do tipo Pp'.
- 2) Entre os exemplares normais diplóides de *N. bulbocodium* var. *nivalis* da Serra da Estrêla encontramos um trisómico em relação ao cromosoma lm; as suas características morfológicas não foram observadas. A origem deste trisómico é atribuída à não-disjunção ou à não-conjunção do cromosoma lm.
- 3) Os indivíduos das populações de S. Martinho do Pôrto e de Pôrto de Moz possuem 26 cromosomas com as características morfológicas indicadas na fórmula: $2n = 2LL + 8Lp + 4lm + 12PP$. Estas formas, sendo tetraplóides no que respeita à sua massa cromática, são, no entanto, aneuplóides (hipo-tetraplóides) quanto ao número de cromosomas. O número 26 foi originado, a partir de 28, pela fusão, tópo a tópo, dos elementos de dois pares de cromosomas Lp que, assim, originaram dois cromosomas do tipo LL.

- 4) A associação ou fusão de cromosomas tópo a tópo tem sido muitas vezes provocada artificialmente pela exposição de seres vivos à acção dos raios X, dos raios γ do rádio, etc. As nossas observações, mostrando que o mesmo fenómeno ocorre nas condições naturais, levam-nos a supor que as radiações penetrantes de pequeno comprimento de onda (raios γ do rádio, radiações cósmicas, etc.), existentes em larga escala nas condições naturais, podem ter ocasionado a fusão observada.
- 5) Os cromosomas isobraquiais podem ser originados secundariamente por fusão, tópo a tópo, de cromosomas cefalobraquiais. Por este motivo, os cromosomas do primeiro tipo poderão, debaixo do ponto de vista filogenético, caracterizar não só espécies antigas mas também espécies recentes.
- 6) A população do Pinhal de Leiria apresenta-se constituída por indivíduos pentaplóides, com 35 cromosomas. Os tipos de cromosomas identificados nas formas diplóides encontram-se aqui quintuplicados: $5x = 20 Lp$ (incluindo $5 l m$) + $15 P P$.
- 7) A hexaplóidia foi observada num exemplar proveniente de Póvoa de Lanhoso. O seu complexo cromosómico resultou da sextuplicação do complexo haplóide:
 $6x = 24 L p$ (incluindo $6 l m$) + $18 P P$.
- 8) Nesta espécie são conhecidas, até à data, formas diplóides, triplóides (NAGAO, 1929), tetraplóides, pentaplóides e hexaplóides. Desconhecemos se, nas condições naturais, ocorrem formas de um grau de poliplóidia mais elevado.
- 9) As populações de tetraplóides e pentaplóides apresentavam-se puras, e não constituídas pela mistura de poliplóides com diversos graus de poliplóidia. Dado o modo de formação dos poliplóides, este facto indica que nas condições naturais são eliminados certos poliplóides, persistindo os melhor adaptados às condições do meio.

- 10) Em *N. bulbocodium* a poliplóidia ocorre muito freqüentemente no estado espontâneo. Como as diversas formas poliplóides diferem consideravelmente umas das outras no que respeita aos seus caracteres da morfologia externa, à poliplóidia deve ser atribuído, em grande parte, o acentuado polimorfismo da espécie.
- 11) Os processos evolucionários que actuaram e estão actuando na evolução de *N. bulbocodium* são a polisomia, a poliplóidia e a poliplóidia associada com a fusão parcial de cromosomas.
- 12) Na série poliplóide encontrada em *N. bulbocodium* não se nota qualquer relação regular entre a poliplóidia e o tamanho dos indivíduos. Assim, embora o aspecto geral aumente progressivamente das formas diplóides às pentaplóides, o exemplar hexaplóide possui exíguas dimensões, mesmo inferiores às da forma diplóide. Comparando o tamanho dos órgãos e das suas partes nas diversas formas poliplóides, verifica-se que existem alguns órgãos que têm aproximadamente o mesmo tamanho em tôdas as formas, que existem outros que são maiores nos diplóides, outros que são maiores nos tetraplóides, outros maiores nos pentaplóides, etc. Ora, como o tamanho celular aumenta das formas diplóides às hexaplóides, como mostra a comparação das células homólogas do vértice vegetativo da raiz, e como o tamanho de um órgão depende do número de células que o constitui e do tamanho destas, aqueles factos podem explicar-se supondo que o número de células, que constitui cada órgão ou parte, se não mantém constante em relação à forma diplóide, mas que, pelo contrário, varia irregularmente nas diversas formas poliplóides.
- 13) Para os volumes dos grãos de pólen obtivemos os seguintes valores: Arredores de Coimbra (2x) $39.142 \mu^3$; S. Martinho do Pôrto (4x) $52.142 \mu^3$; Pôrto de Moz (4x) $58.922 \mu^3$. O volume dos grãos de pólen é, pois, maior nas formas tetraplóides do que nas diplóides. As duas formas tetraplóides diferem neste carácter;

a diferença existente entre elas ($6.779 \mu^3$) não pode considerar-se como não sendo significativa.

14) Supondo, como tudo nos leva a crer, que as dimensões dos órgãos ou das suas partes se encontram na dependência de certas genes, a variabilidade de tamanho dos órgãos e suas partes, nas diversas formas poliplóides, explica-se pelo facto do nosso material ser heterogéneo, constituído por formas poliplóides, originadas a partir de raças de constituição genética diferente.

15) As exíguas dimensões da forma hexaplóide podem explicar-se supondo que se trata de uma forma hexaplóide de uma raça homozigótica, no que respeita aos factores do nanismo. Para demonstrarmos este ponto de vista será necessário encontrar outras formas hexaplóides que apresentem tamanhos diferentes daquele que observámos neste exemplar.

16) O modo de formação dos poliplóides em *N. bulbocodium* não se encontra ainda completamente esclarecido. Presumimos que eles devem ter sido originados, na sua maior parte, pelo cruzamento de gametos haplóides e poliplóides, sendo os últimos formados por irregularidades nas divisões de redução, provocadas pelas variações das condições do meio, especialmente pelas variações de temperatura.

II — *Narcissus pseudonarcissus* L.

1) Numa forma desta espécie encontrámos um complexo cromosómico constituído por 11 cromosomas compridos e três curtos ($2n = 4Lp + 2Lm + 2l_1 + 2lp + 1lm$ (A) + $1Pp' + 2Pp$), diferente, portanto, do complexo normal (10 cromosomas compridos e 4 curtos), estabelecido por DE MOL e NAGAO.

Para explicar essa assimetria nuclear são propostas duas hipóteses:

a) A assimetria nuclear foi produzida por translocação e

respectiva reduplicação de um fragmento de um cromosoma, que, indo fundir-se com o ramo p' de um cromosoma P p', converteu este num cromosoma comprido (A).

- b) A constituição cromosómica encontrada é devida ao facto da planta ser de origem híbrida, pois que do cruzamento entre gâmetos de *N. pseudonarcissus* e *N. incomparabilis* poderia resultar um complexo cromosómico com a constituição do encontrado nesta forma.
- 2) *Narcissus pseudonarcissus* var. *bicolor* possui 28 cromosomas sendo, por isso, tetraplóide. Os tipos de cromosomas são os mesmos que se encontram nas formas diplóides, o que mostra que as plantas em questão não foram originadas por duplicação de cromosomas após a hibridação entre duas espécies diferentes.

III — *Narcissus cyclamineus* DC.

- 1) Esta espécie possui um complexo cromosómico traduzido pela fórmula: $2n = 4Lp + 2Lm + 2l_1 + 2lp + 2Pp' + 2Pp$.

IV — *Narcissus pseudonarcissus* × *N. cyclamineus*.

- 1) Este híbrido apresenta um aspecto morfológico intermediário entre os pais. Como eles apresenta também 14 cromosomas somáticos, definidos morfológicamente pela fórmula indicada acima para *N. cyclamineus*.

V — *Narcissus reflexus* Brot.

- 1) Esta espécie possui, como as nossas primeiras observações mostraram, 14 cromosomas somáticos. O seu complexo cromosómico é representado pela fórmula: $2n = 6Lp + 2lm + 2PP + 2Pp' + 2Pp$.
- 2) O exemplar examinado é assimétrico no que respeita ao tamanho dos satélites, pertencendo, segundo a designa-

ção de M. NAWASCHIN, à raça + —. Desconhecemos se nesta espécie existem as duas outras raças simétricas ++ e — —, teóricamente esperadas. Como em *N. reflexus* existem formas longistílicas, mediostílicas e brevistílicas sugerimos que talvez exista alguma relação entre a heterostilia e a constituição nuclear. A elucidação desse problema é reservada para um trabalho ulterior.

- 3) M. NAWASCHIN supõe que as raças assimétricas + — foram produzidas, a partir das simétricas ++, pela perda lenta e gradual de cromatina por um dos satélites, que, por esse processo, se tornou pequeno. Nós, pelo contrário, supomos que o satélite mais volumoso foi produzido pela translocação de toda ou quase toda a cromatina de um dos satélites para o outro.

VI — *N. bulbocodium* × *N. reflexus*.

- 1) Este híbrido, encontrado pela primeira vez ocorrendo no estado espontâneo, é morfologicamente intermediário entre os pais.
- 2) Como qualquer dos progenitores, ele apresenta também 14 cromosomas somáticos. Graças à diferença de comprimento entre os cromosomas das formas paternas foi possível identificar no híbrido os cromosomas de ambos os pais. Isto mostra que nos híbridos, como já vários autores têm verificado, os cromosomas mantêm a sua individualidade e as suas características morfológicas.

VII — *Narcissus incomparabilis* Mill.

- 1) O exemplar estudado possui 14 cromosomas somáticos:
 $2n = 6L1 + 3Lp + 1l_1 + 1lp + 2Pp' + 1Pp.$
- 2) A assimetria nuclear tende a mostrar que a planta estudada é de origem híbrida, o que está de acordo com a opinião de alguns taxonomistas (FIORI e PAOLETTI,

ROUY, etc.), que consideram esta espécie como um híbrido de cultura, produzido pelo cruzamento entre *N. pseudonarcissus* e *N. poëticus*. O facto de NAGAO ter encontrado, nas divisões de redução das formas diplóides e triplóides, respectivamente 7 bivalentes e 7 trivalentes não justifica, porém, aquela asserção. Como muitos taxonomistas consideram *N. incomparabilis* uma espécie distinta e como ASCHERSON e GRAEBNER afirmam que os híbridos entre *N. pseudonarcissus* e *N. poëticus* são morfológicamente semelhantes a *N. incomparabilis*, do qual não se distinguem com segurança, nós presumimos, a-fim-de explicar os resultados das nossas observações e os das de NAGAO, que exista a espécie pura — estudada por NAGAO — e que o exemplar estudado por nós fôsse um híbrido entre *N. pseudonarcissus* e *N. poëticus*.

VIII — *Narcissus odorus* L.

- 1) O número de cromosomas somático desta espécie é 14 e não 10, como tínhamos estabelecido anteriormente (FERNANDES, 1931 *a, b*). O número agora estabelecido concorda com o determinado recentemente por NAGAO (1933).
- 2) Os caracteres da morfologia externa, o número e a forma dos cromosomas mostram que *N. odorus* é um híbrido entre *N. pseudonarcissus* e *N. jonquilla*.

IX — *Narcissus tazetta* L.

- 1) Numa forma de flor dobrada, proveniente de Almalaguez, encontrámos 21 cromosomas com as características morfológicas indicadas na fórmula: $2n = 4L. + 2l m + 2lp + 2l. + 4P. + 1pp + 6p$. Esta forma hiperdiplóide foi originada por fragmentação de um dos cromosomas *pp*, que, por êsse processo, produziu dois do tipo *p*.
- 2) *N. tazetta* var. *Panizzianus* possui 22 cromosomas somá-

ticos, com as características morfológicas indicadas na fórmula: $2n = 4L. + 2lm + 4l. + 2P.' + 2P. + 2pp + 6p$. A comparação das placas equatoriais do narciso de Almalaguez com as da variedade *Panizzianus* mostra que estas formas de 22 cromosomas foram originadas, a partir das de 20, pela fragmentação, na altura da constrição cinética, dos dois homólogos do par de cromosomas do tipo lp que, por êsse processo, originaram dois cromosomas do tipo l. e dois do tipo p.

- 3) O aumento do número de cromosomas nas formas com 21 e 22 pode não ter acarretado o aumento da quantidade de genes, em relação à das formas diplóides de que elas foram originadas.
- 4) As nossas observações, mostrando que *N. tazetta* var. *Panizzianus*, com 22 cromosomas, foi derivado de uma forma com 20 por fragmentação de dois cromosomas grandes, encontram-se de acôrdo com as de NAGAO (1933), o qual demonstrou a mesma origem para as formas com 22 cromosomas que êle observou.
- 5) Em *N. tazetta* var. *Panizzianus* encontram-se formas que diferem pelo tamanho dos satélites. Assim, em quatro indivíduos estudados, encontrámos dois da raça simétrica — — e dois da assimétrica + —. Estas observações mostram que as raças — — não são destituídas de capacidade de viver, contrariamente ao que pensa S. NAWASCHIN para *Galtonia candicans* e M. NAWASCHIN para *Crepis Dioscoridis*.
- 6) Num outro exemplar de flor dobrada encontrámos 30 cromosomas, o que mostra que êle é triplóide como as variedades «Yellow Prince», «Chinese Sacred Lily», «Soleil d'Or» e «Wild growing form» estudadas por NAGAO.
- 7) O número básico de *N. tazetta*, como as investigações de NAGAO amplamente demonstram, é 10 e não 5, como

tínhamos estabelecido nos nossos trabalhos precedentes (FERNANDES, 1931 *a*, *b*).

A causa de termos observado, nas nossas primeiras investigações, uma metafase e uma anafase com 10 cromosomas é atribuída, em virtude das observações terem sido efectuadas em células de óvulos jovens utilizando a técnica de HEITZ, ao facto daquelas células terem pertencido ao saco embrionário e, portanto, a um tecido haplóide. Dêste modo, o número 10, estabelecido como número somático, não é senão um número gamético. Esta explicação é mais plausível do que a de NAGAO, o qual supõe, a-fim-de explicar o facto de nós termos observado 10 cromosomas, que tivéssemos examinado uma planta haplóide.

8) As variações cromosómicas postas em evidência em *N. tazetta* são a poliplóidia, a fragmentação e, de uma maneira duvidosa, a translocação.

9) Nos casos de fragmentação que observámos a ruptura teve lugar na altura da constrição cinética. Os fragmentos, correspondendo assim a ramos de cromosomas, entram, de harmonia com a classificação de BRUNN, na categoria dos hemicromosomas. Êsses fragmentos adquiriram depois constrições cinéticas sub-terminais, comportando-se como cromosomas autónomos durante as mitoses.

10) As nossas observações sôbre a fragmentação de cromosomas no narciso de Almalaguez encontram-se de acôrdo côm a opinião de LEWITSKY e ARARATIAN (1931), segundo a qual a realização da ruptura de um certo cromosoma num certo ponto é determinada, não por quaisquer condições gerais dentro da célula, mas por combinações de condições locais próximo do ponto do cromosoma por onde se efectuará a fragmentação.

11) A ocorrência da translocação é duvidosa e inferida do facto de se encontrarem raças assimétricas + —, em que o satélite mais volumoso possui uma massa cromá-

tica muito maior que a do satélite mais pequeno. Na nossa opinião, a assimetria dos satélites foi produzida neste caso pela translocação de uma porção de cromatina que, separando-se de algum cromosoma, foi fundir-se com um dos satélites.

X — *Narcissus biflorus* Curt.

- 1) O exemplar examinado possui 17 cromosomas e não 24 como os exemplares estudados por STOMPS (1919) e NAGAO (1933).
- 2) O número e a forma dos cromosomas demonstram, de uma maneira clara, que *N. biflorus* é um híbrido proveniente do cruzamento entre *N. tazetta* e *N. poeticus*, o que confirma a opinião de HÉNON, FIORI e PAOLETTI, etc.
- 3) A discordância, quanto ao número de cromosomas, entre os nossos resultados e os de STOMPS e NAGAO é devida ao facto de estes autores terem examinado uma forma resultante do cruzamento entre um gâmeto diplóide de *N. poeticus* e um gâmeto haplóide de *N. tazetta* ($14 + 10 = 24$) e de nós termos observado uma forma proveniente do cruzamento entre gâmetos haplóides das duas espécies paternas ($7 + 10 = 17$).

XI — *Narcissus intermedius* Lois.

- 1) Esta espécie possui, como NAGAO determinou recentemente, 17 cromosomas nos vértices vegetativos da raiz.
- 2) O número e a forma dos cromosomas confirmam amplamente a opinião daqueles taxonomistas (BURBIDGE, FIORI e PAOLETTI, etc.) que consideram esta espécie como um híbrido entre *N. tazetta* e *N. jonquilla*.
- 3) Como os dois cromosomas providos de satélites (P.) possuem cabeças pouco volumosas e satélites com um

diâmetro aproximadamente igual ao do corpo do cromosoma, nós supomos que esses cromosomas representam, talvez, casos de inversão, semelhantes àqueles que BRUUN (1932 a) pôs em evidência em algumas espécies do género *Primula*.

XII — No género *Narcissus* conhecem-se híbridos, quer ocorrendo no estado espontâneo, quer obtidos artificialmente nas culturas, entre quasi tôdas as espécies do género. Isto demonstra que os zigotos, formados pela reunião de complexos cromosómicos muito diferentes, são viáveis.

XIII — Com o objectivo de pormos em evidência os processos que actuaram e estão actuando na evolução do género *Narcissus*, passámos em revista tôdas as modernas teorias citológicas da evolução, procurando ver quais seriam aquelas que nos poderiam explicar as relações cromosómicas existentes entre as diversas espécies do género. Os resultados obtidos foram os seguintes:

- 1) A poliplóidia, originada pela conjugação de gâmetos haplóides e poliplóides uns com os outros, tem actuado e actua intensamente na evolução do género. Ela é responsável, pelo menos em parte, pelo extraordinário polimorfismo de *N. bulbocodium*, *N. pseudonarcissus* e *N. poëticus*. Como a sua ocorrência no estado espontâneo é freqüentíssima; como a maior parte dos narcisos apresentam a particularidade de se multiplicar vegetativamente; e como os poliplóides são geralmente mais vigorosos do que os diplóides, é de presumir que a ela está reservado um grande futuro no estabelecimento de novas espécies. Nisto, a poliplóidia poderá ser muito auxiliada pelas mutações factoriais e pelas alterações estruturais dos cromosomas, ocorrendo, ou simultaneamente, ou depois da poliplóidia. O facto de muitas formas poliplóides de *N. bulbocodium*, *N. pseudonarcissus*, etc. terem sido consideradas espécies distintas por muitos taxonomistas demonstra bem este ponto de vista.

- 2) Os nossos conhecimentos actuais sobre a cariologia do género *Narcissus* não mostram que a poliplóidia secundária tenha actuado na diferenciação de formas novas.
- 3) A poliplóidia acompanhada pela fusão, tópo a tópo, de alguns elementos de pares de cromosomas homólogos, pode originar números de cromosomas aneuplóides e ocasionar o aparecimento de novos tipos de cromosomas. Muitos números, conhecidos actualmente no reino vegetal e cujas relações são obscuras, poderão ser explicados pelos fenómenos mencionados.
- 4) Os conhecimentos adquiridos até à data não mostram que os números básicos conhecidos, 6, 7 e 10, possam ser derivados uns dos outros por duplicação ou perda de cromosomas.
- 5) As diferenças entre o complexo cromosómico de *N. pseudonarcissus* e os de *N. triandrus* e *N. reflexus*, assim como as diferenças entre os complexos das duas últimas espécies e o de *N. bulbocodium* poderão explicar-se pela teoria da transformação de M. NAWASCHIN.
- 6) Em conexão com a teoria da translocação de DARLINGTON foram postas em evidência as seguintes variações cromosómicas:
 - a) Fusão: Origem das formas de *N. bulbocodium* com 26 cromosomas. Sugerimos que por este processo as espécies de 7 cromosomas poderiam ter originado as de 6.
 - b) Fragmentação: Origem das formas hiper-diplóides de *N. tazetta* com 21 e 22 cromosomas. Sugerimos que por este processo o complexo cromosómico de *N. tazetta*, com 10 cromosomas, poderia ter sido derivado do de alguma das espécies com 7.

c) Translocação: A este fenómeno é atribuída a origem das raças assimétricas $+-$ de *N. reflexus* e *N. tazetta*.

d) Deficiência ou deleção: As diferenças existentes entre o idiograma de *N. pseudonarcissus* e os de *N. triandrus* e *N. reflexus*, assim como as diferenças entre os destas duas espécies e o de *N. bulbocodium* podem explicar-se também por este fenómeno.

e) Inversão: A este fenómeno é atribuído o aspecto especial dos cromosomas providos de satélites de *N. intermedius*.

Estes factos mostram bem que os vários processos de translocação estão actuando na evolução do género *Narcissus*.

XIV — Às mutações de genes (isoladas ou associadas com qualquer processo de translocação não demonstrável citologicamente) deve ser atribuída a diferenciação de *N. minor* e *N. cyclamineus* a partir de *N. pseudonarcissus*, a de *N. reflexus* a partir de *N. triandrus* e a de *N. calcicola* a partir de *N. scaberulus*.

XV — A hibridação entre espécies conseguiu estabelecer três formas — *N. odorus*, *N. biflorus* e *N. intermedius* — consideradas, por muitos taxonomistas, espécies distintas.

XVI — Nenhuma das classificações propostas até à data para o género *Narcissus* nos satisfaz completamente. Por esse motivo, nós criticamos as classificações existentes e apresentamos uma outra reproduzida nas páginas 327-330.

XVII — A apreciação das relações entre a carilogia e a taxonomia é reservada, em virtude da falta de alguns dados cariológicos importantes, para um trabalho ulterior.

BIBLIOGRAFIA (1)

- * AFZELIUS (K.), 1925. — «Embryologische und zytologischen Studien ni *Senecio* und verwandten Gattungen». — *Acta Horti Bergiani*, VIII, 123-220.
- ANDERSON (E.), 1931. — «The chromosome complements of *Allium stellatum* and *Nothoscordum bivalve*». — *Ann. of Missouri Bot. Gard.*, XVIII, 465-467.
- ANDERSON (E.) and DIEHL (D. G.), 1932. — «Contributions to the *Tradescantia* problem». — *Journ. of the Arnold Arboretum*, XIII, 213-231.
- ANDERSON (K.) and GAIRDNER (A. E.), 1931. — «Interspecific crosses in the genus *Dianthus*». — *Genetica*, XIII, 77-112.
- ARBER (A.), 1920. — «Studies on the binucleate phase in the plant-cell». — *Journ. Royal Microsc. Soc.*
- ASCHERSON (P.) and GRAEBNER (P.), 1905-1907. — «Synopsis del mitteleuropäischen Flora», III. — Leipzig.
- AVDULOV (N. P.), 1931. — «Karyo-systematische Untersuchungen über die Gramineen». — *Fifth internat. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 247.
- AVERY (P.), 1929. — «Chromosome number and morphology in *Nicotiana*. — IV. The nature and effects of chromosomal irregularities in *N. alata* var. *grandiflora*». — *Univ. Calif. Publ. Bot.*, XI, 265-284.
- BABCOCK (E. B.), 1931. — «Cyto-genetics and the species concept». — *Fifth internat. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 216.
- BABCOCK (E. B.) and CLAUSEN (R. E.), 1918. — «Genetics in relation to Agriculture», 1.ª edição. — New-York.
- BABCOCK (E. B.) and NAWASCHIN (M.), 1930. — «The genus *Crepis*». — *Bibliogr. Genet.*, IV, 1-90.
- BAKER (J. G.), 1888. — «Handbook of the *Amaryllideae*». — Londres.
- BAUR (E.), 1930. — «Einführung in die Vererbungslehre», 11.ª edição. — Berlin.
- 1931. — «O problema da evolução visto à luz das novas investigações». — *Bol. Soc. Brot.*, VI (2.ª série).
- 1932. — «Artumgrenzung und Artbildung in der Gattung *Antirrhinum*». — *Zeitschr. Ind. Ab. Ver.*, LXIII, 256-302.
- BELLING (J.), 1925. — «The origin of chromosomal mutations in *Uvularia*». — *Journ. of Genet.*, XV, 245-266.
- BLACKBURN (K. B.), 1931. — «Polyploidie within the species». — *Fifth internat. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 234.
- BLAKESLEE (F.) and BELLING (J.), 1924. — «Chromosomal mutations in the Jimson Weed, *Datura Stramonium*». — *Journ. of Heredity*, XV, 195-206.

(1) Assinalamos com um asterisco todos os trabalhos de que só conhecemos os resumos.

- BLAKESLEE (A. F.), 1929. — «Cryptic types in *Datura* due to chromosomal interchange and their geographical distribution». — *Journ. of Heredity*, xx, 177-190.
- BORGERSTAM (E.), 1922. — «Zur Cytologie der Gattung *Syringa*». — *Arch. für Bot.*, xvii.
- BREMER (G.), 1929. — «The cytology of *Saccharum*». — *Proceedings of the third Congr. of the Intern. Soc. of Sugar Cane Technologists*.
- 1932. — «On the somatic chromosome numbers of sugar cane forms and the chromosome numbers of indigenous indian canes». — *Fourth Congr. Intern. Soc. Sugar Cane Technologists*. — Puerto Rico.
- BRESLAWETZ (L.), 1926. — «Polyploide Mitosen bei *Cannabis sativa* L.» — *Ber. d. Deut. bot. Gesell.*, xlv, 498-502.
- BRUUN (H. G.), 1930 a. — «The cytology of the genus *Primula* (a preliminary report)». — *Sv. Bot. Tidskr.*, xxiv.
- 1931. — «On chromosome fragmentation in *Primula*». — *Fifth Intern. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 243-246.
- 1932 a. — «Cytological studies in *Primula* with special reference to the relation between the karyology and taxonomy of the genus». — *Symbolae Botanicae Upsalienses*, I, 1-239.
- 1932 b. — «A theory on the cytologically irregular species *Viola canina* L.» — *Hereditas*, xvi, 63-72.
- 1932 c. — «Studien an heterostylen Pflanzen. — I. Versuch einer Verknüpfung von Chromosomenzahl und Heterostylie». — *Sv. Bot. Tidskr.*, xxvi.
- BURBIDGE (F. W.) and BAKER (J. G.), 1875. — «The *Narcissus*. Its history and culture». — Londres.
- CELESTINO DA COSTA (A), e ROBERTO CHAVES, 1921. — «Manual de técnica histológica». — Lisboa.
- CHAMBERLAIN (C. J.), 1915. — «Methods in plant histology», 3.^a edição. — Chicago.
- COUTINHO (A. X. P.), 1913. — «A Flora de Portugal». — Lisboa.
- CURTIS (W. C.), 1929 — «X-rays produces two types of genetic changes». — *Journ. of Heredity*, xx, 242.
- DARLINGTON (C. D.), 1925 — «Chromosome studies in the *Scilleae*». — *Journ of Genet.*, xvi, 237-251.
- 1928. — «Studies in *Prunus* I and II». — *Ibid.*, xix, 213-256.
- 1929. — «Meiosis in polyploids II». — *Ibid.*, xxi, 17-56.
- 1932 a. — «Chromosomes and plant-breeding». — Macmillan and C.^o. Londres.
- 1932 b. — «Recent advances in cytology». — J. and A. Churchill. Londres.
- * DELAUNAY (L. N.), 1923. — «Comparative caryologic observation of forms of *Muscari* Mill. and *Bellevalia* Lapeyr». (original russo). — *Monitor Tiflis Bot. Gard.*, I, 24.
- 1926. — «Phylogenetische Chromosomenverkürzung». — *Zeits. f. Zellforsch. u. mikr. Anat.*, iv, 338-364.
- EICHORN (A.), 1931. — «Recherches caryologiques comparées chez les Angiospermes et les Gymnospermes». — *Archives de Botanique*, v, 1-100.

- ERLANSON (E. W.), 1931. — «The occurrence and cytology of triploid, aneuploid and partially sterile individuals among roses in the section *Cinnamomeae*». — *Fifth internat. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 223.
- FERNANDES (A.), 1930 a. — «Observations anatomiques et cytologiques sur *Narcissus bulbocodium* L.». — *C. R. Soc. Biol.*, ciii, 1267.
- 1930 b. — «Sur le nombre et la morphologie des chromosomes chez quelques espèces du genre *Narcissus* L.». — *Ibid.*, cv, 135.
- 1930 c. — «Sur le nombre et la forme des chromosomes chez *Amaryllis belladonna* L., *Pancatrium maritimum* L. et *Ruscus aculeatus* L.». — *Ibid.*, cv, 139.
- 1930 d. — «Le nombre et la morphologie des chromosomes chez *Kniphofia aloides* Moench., *Zephyranthes Lindleyana* Herb. et quelques espèces du genre *Aloë* L.». — *Ibid.*, cvi, 567.
- 1931 a. — «Études sur les chromosomes». — *Bol. Soc. Brot.*, vi, (2.^a série).
- 1931 b. — «Estudos nos crómossomas das Liliáceas e Amaralidáceas». — *Ibid.*, vii (2.^a série), 1-122.
- FIORI (A.) e PAOLETTI (G.), 1896. — «Flora analítica d'Itália», I. — Pádua.
- FRANDSEN (H. N.) and WINGE (O.), 1932. — «*Brassica napocampestris*, a new constant amphidiploid species hybrid». — *Hereditas*, xvi, 212-218.
- GAISER (L. O.), 1930 a. — «Chromosome numbers in Angiosperms II». — *Bibliogr. Genet.*, vi, 171-466.
- 1930 b. — «Chromosome numbers in Angiosperms III». — *Genetica*, xii, 161-260.
- GATES (R. R.), 1912. — «Somatic mitoses in *Oenothera*». — *Ann. of Bot.*, xxvi, 933-1010.
- 1931. — «The cytological basis of mutations». — *Fifth intern. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 194.
- GATES (R. R.) and GOODWIN (M. K.), 1930. — «A new haploid *Oenothera*. with some considerations on haploidy in plants and animals». — *Journ. of Genet.*, xxiii, 123-156.
- GAY (J.), 1858. — «Recherches sur la famille des Amaryllidacées». — *Ann. Sc. Nat.*, x (4.^e série), 75-109.
- * GEITLER (M.), 1929. — «Zur Cytologie von *Crepis*». — *Zeits. f. Zellforsch. u. mikr. Anat.*, ix.
- GERASSIMOW (J. J.), 1902. — «Die Abhängigkeit der Grösse der Zelle von der Menge ihrer Kernmasse». — *Zeits. f. allgemeine Physiol.*, i.
- 1904. — «Über die Grösse des Zellkerns». — *Beihefte z. Bot. Centralblatt*, xviii.
- GOODSPEED (T. H.), 1929. — «The effects of X-rays and radium on species of the genus *Nicotiana*». — *Journ. of Heredity*, xx, 243-259.
- 1931 a. — «Mutation — the rôle of quantitative chromosome alteration». — *Fifth intern. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 193.
- 1931 b. — «Die Bedeutung von quantitativen Chromosomenveränderungen». — *Die Naturwissenschaften*, xix, 476-483.
- GRAELLS, 1859. — «Ramilletes de plantas españolas». — Madrid.

- GUILLIERMOND (A.), MANGENOT (G.) et PLANTEFOL (L.), 1933. — «Traité de cytologie végétale». — Paris.
- GUYÉNOT (E.), 1930 a. — «L'Heredité». — Gaston Douin et C.^{ie}, Paris.
- 1930 b. — «La variation et l'évolution». Tome I et II. — *Ibid.*
- HAGEDOORN (A. L.), 1931. — «The causes of the purity of species». — *Fifth interna. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 219.
- HAGERUP (O.), 1927. — «*Empetrum hermaphroditum* (Lge.) Hagerup a new tetraploid bisexual species». — *Dansk. Bot. Arkiv*, v, 1-17.
- 1928. — «Morphological and cytological studies of bicornes». — *Ibid.*, vi, 1-26.
- 1932. — «Über Polyploidie in Beziehung zu Klima, Ökologie und Phylogenie. Chromosomenzahlen aus Timbuktu». — *Hereditas*, xvi, 19-40.
- 1933. — «Studies in polyploid ecotypes in *Vaccinium uliginosum* L.». — *Ibid.*, xviii, 122-128.
- HAKANSSON (A.), 1933. — «Beiträge zur Polyploidie der Umbelliferen». — *Ibid.*, vol. xvii, 246-248.
- HALL (D.), 1931. — «Discussion on the species concept». — *Fifth intern. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 209.
- HANSON (F. B.) and WINKLEMAN (E.), 1929. — «Visible mutations following radium irradiation in *Drosophila melanogaster*». — *Journ. of Heredity*, xx, 277-286.
- HARRIS (B. B.), 1929. — «The effects of X-rayed males upon mutation frequency in *Drosophila*». — *Ibid.*, xx, 299-302.
- HARRISSON (J. W. H.), 1931. — «The species concept». — *Fifth intern. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 221.
- HEILBORN (O.), 1924. — «Chromosome numbers and dimensions, species-formation and phylogenie in the genus *Carex*». — *Hereditas*, v, 129-216.
- 1928. — «Chromosome studies in *Cyperaceae*». — *Ibid.*, xi, 182-191.
- 1932. — «Aneuploidy and polyploidy in *Carex*». — *Sv. Bot. Tidsk.*, xxvi, 137-146.
- HEIMANS (J.), 1928. — «Chromosomen und Befruchtung bei *Lilium Martagon*». — *Rec. Trav. Bot. Néerland.*, xxv, 138-167.
- HEITZ (E.), 1926. — «Der Nachweis der Chromosomen. Vergleichende Studien über ihre Zahl, Grösse und Form im Pflanzenreich I». — *Zeits. f. Bot.*, xviii, 625-681.
- 1927. — «Geschlechtschromosomen bei *Pellia Fabbronia* (diöscisch) und *P. epiphylla* (monöscisch)». — *Ber. d. deuts. Bot. Gesell.*, xlv, 607-610.
- HENRIQUES (J. A.), 1887. — «Amarillídeas de Portugal». — *Bol. Soc. Brot.*, v (1.^a série), 159-174.
- 1888. — «Aditamento ao catálogo das Amarillídeas de Portugal». — *Ibid.*, vi, (1.^a série), 45-47.
- HURST (C. C.), 1931. — «The new species concept». — *Fifth intern. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 222.
- 1932. — «The mechanism of creative evolution». — Cambridge.
- HUSKINS (L. C.) and STANLEY (G. S.), 1932. — «A cytological study of the genus *Sorghum* Pers. — I. The somatic chromosomes». — *Journ. of Genet.*, xxv, 241-249.
- JAMAHA (G.), 1931. — «On the rôle of the fixing solutions in the study of

chromosomes». — *Fifth intern. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 191-192.

JARETZKY (R.), 1927. — « Einige Chromosomenzahlen aus der Familien der *Polygonaceae* ». — *Ber. d. Deuts. Bot. Gesell.*, XLV, 48-54.

JORGENSEN (C. A.), 1928. — « The experimental formation of heteroploid plants in the genus *Solanum* ». — *Journ. of Genet.*, XIX, 133-211.

KIHARA (H.) und OMO (T.), 1926. — « Chromosomenzahlen und systematische Gruppierung der *Rumex*-Arten ». — *Zeits. f. Zellforsch. u. mikr. Anat.*, IV, 475-481.

KORNHANN (P.), 1930. — « Die Entstehung neuer Pflanzenarten durch Verdoppelung der Chromosomenzahl ». — *Natur u. Museum*, LX, 571-577.

LA COUR (L.), 1929. — « New fixatives for plant cytology ». — *Nature*, CXXIV, 127.

— 1931. — « Improvements in everyday technique in plant cytology ». — *Journ. of Royal micros. Soc.*, LI, 119-126.

LANGLET (O.), 1927 a. — « Beiträge zur zytologie der Ranunculaceen ». — *Sv. Bot. Tidsk.*, XXI, 1-17.

— 1927 b. — « Zur Kenntnis der polysomatischen Zellkern im Wurzelmeristem ». — *Ibid.*, XXI, 397-421.

— 1928. — « Einige Beobachtungen über die Zytologie der Berberidaceen ». — *Ibid.*, XXII, 169-184.

— 1932. — « Über Chromosomenverhältnisse und Systematik der *Ranunculaceae* ». — *Ibid.*, XXVI, 381-400.

LAWRENCE (W. J. C.), 1930. — « Incompatibility in polyploids ». — *Genetica*, XII, 269-296.

— 1931 a. — « The chromosome constitution of *Cardamine pratensis* and *Verbascum Phoenicium* ». — *Ibid.*, XIII, 183-208.

— 1931 b. — « The genetics and cytology of *Dahlia variabilis* ». — *Journ. of Genet.*, XXIV, 257-306.

* LESLEY (M.), 1923. — « Chromosomal chimeras in tomato ». — *Americ. Nat.*, LIX, 570.

LEWITSKY (G. A.), 1931 a. — « The morphology of the chromosomes and its bearing on systematics ». — *Fifth intern. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 238.

— 1931 b. — « Review of investigations performed at the Cytological Laboratory of the Institute of Plant-Industry in U. S. S. R. ». — *Bull. Appl. Bot. Plant. Breeding*, XXVII, 14-17.

— 1931 c. — « The morphology of the chromosomes. — History. Methods. Facts. Theory ». — *Ibid.*, XXVII, 103-174.

— 1931 d. — « An essay on cytological analysis of the fixing action of the chrom-acetic formalin and the chromic formalin ». — *Ibid.*, XXVII, 181-185.

— 1931 e. — « The karyotype in systematics. On the base of karyology of the subfamily *Helleboreae* ». — *Ibid.*, XXVII, 120-240.

LEWITSKY (G. A.) and BENETZKAIA (G. K.), 1931. — « Cytology of the wheat-rye amphidiploids ». — *Ibid.*, XXVII, 257-264.

— and ARARATIAN, 1931. — « Transformations of chromosomes under the influence of X-rays ». — *Ibid.*, XXVII, 289-303.

- LINDSTROM (E. W.), 1929. — «A haploid mutant in the tomato». — *Journ. of Heredity*, xx, 23-30.
- DE LITARDIÈRE (M. R.), 1922. — «Note à propos du nombre des chromosomes chez le *Senecio vulgaris* L.» — *Bull. Soc. Bot. de France*, lxxix, 20-21.
- 1923. — «Les anomalies de la caryocinèse somatique chez le *Spinacia oleracea* L.» — *Rev. Gen. Bot.*, xxxv, 369-381.
- LOHAMMAR (G.), 1931 a. — «The chromosome numbers of *Sagittaria natans* Pallas and *S. sagittifolia* L.» — *Sv. Bot. Tidsk.*, xxv, 32-35.
- 1931 b. — «Two chromosome numbers in *Butomus umbellatus* L.» — *Ibid.*, xxv, 495-499.
- LOTSY (J. P.), 1931 a. — «On the species of the taxonomist in its relation to evolution». — *Fifth intern. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 211.
- 1931 b. — «On the species of the taxonomist in its relation to evolution». — *Genetica*, xiii, 1-16.
- LUTZ (A. M.), 1917. — «Fifteen-and sixteen-chromosome *Oenothera* mutants» — *Americ. Journ. Bot.*, iv, 53-111.
- MANTON (I.), 1932. — «Introduction to the general cytology of the *Cruciferae*». — *Ann. of Bot.*, xlvi, 509-556.
- MARSDEN-JONES and TURRILL (W. B.), 1930. — «The history of a tetraploid Saxifrage». — *Journ. of Genet.*, xxii.
- MC CLINTOCK (B.), 1929. — «A 2n-1 chromosomal chimera in maize». — *Journ. of Heredity*, xx, 218.
- MC KAY (J. W.), 1931. — «Chromosome studies in the *Cucurbitaceae*». — *Uni. Cal. Publ. Bot.*, xvi, 339-350.
- * MICHAELIS (P.), 1926. — «Über den Einfluss der Kälte auf die Reduktionsteilung von *Epilobium*». — *Planta*, i, 569.
- 1930. — «Über experimentell erzeugte heteroploide Pflanzen von *Oenothera Hookeri*». — *Zeits. f. Bot.*, xxiii, 288-308.
- DE MOL (W. E.), 1922. — «The disappearance of the diploid and triploid magnicoronati narcissi from the larger cultures and the appearance in their place of tetraploids forms». — *Proc. of Koninklijke Akad. van Wetenschappen te Amsterdam*, xxv, 1-5.
- 1923. — «Duplication of generative nuclei by means of physiological stimuli and its significance». — *Genetica*, v, 225-272.
- 1928 a. — «The originating of diploid and tetraploid pollen-grains in Duc van Thol-Tulips (*Tulipa suaveolens*) dependent on the method of culture applied». — *Ibid.*, xi, 119-212.
- 1928 b. — «Producing at will of fertile diploid and tetraploid gametes in Duc van Thol, Scarlet (*Tulipa suaveolens* Roth.)». — *Festschrift Hans Schinz*, 73-95.
- 1932. — «Die Veredelung von Zierpflanzen und das Zusammenwirken des wissenschaftlichen Forschers mit dem Züchter bei der Veredelung». — *Der Züchter*, iv.
- MORGAN (T. H.), BRIDGES (C. B.), and STURTYVANT (A. H.), 1925. — «The genetics of *Drosophila*». — *Bibliog. genet.*, ii, 1-262.
- NAGAO (SELJIN), 1929. — «Karyological studies of the *Narcissus* plant. — I. Somatic chromosome numbers of some garden varieties and some

- meiotic phases of a triploid variety». — *Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ.*, iv, 175-179.
- NAGAO (SEIJIN), 1930 a. — «Chromosome arrangement in the heterotype division of pollen mother cells in *Narcissus tazetta* L. and *Lilium japonicum* Thumb». — *Ibid.*, v, 163-182.
- 1930 b. — «On the meiosis in the polyanthus narcissus, *Narcissus tazetta* L. — Karyological studies of the narcissus plant. (Preliminary note)». — *Japanese Journ. of Genet.*, v, 159-171.
- 1933. — «Number and behavior of chromosome in the genus *Narcissus*». — *Mem. Coll. Sci. Kyoto, Imp. Univ.*, viii, 81-200.
- NAWASCHIN (M.), 1925. — «Morphologische Kernstudien der *Crepis*-Arten in bezug auf die Artbildung». — *Zeits. f. Zellforsch. u. mikros. Anat.*, ii, 98-111.
- 1926. — «Variabilität des Zellkerns bei *Crepis*-Arten in bezug auf die Artbildung». — *Ibid.*, iv, 171-215.
- 1931. — «On some chromosome alterations induced by X-rays in *Crepis*». — *Fifth intern. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 241.
- NAWASCHIN (S.), 1927. — «Zellkerndimorphismus bei *Gallonia candicans* Des. und einigen verwandten Monokotylen». — *Ber. d. Deuts. Bot. Ges.*, xlv, 415-428.
- PAINTER (T. S.) and MULLER (H. J.), 1929. — «Parallel cytology and genetics of induced translocations and deletions in *Drosophila*». — *Journ. of Heredity*, xx, 261-267.
- PARLATORE (F.), 1858. — «Flora Italiana», iii.
- PATTERSON (J. P.), 1929. — «X-rays and somatic mutations». — *Journ. of Heredity*, xx, 261-267.
- PAX und HOFFMANN, 1930. — «Amaryllidaceae» in *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, xv a.
- PHILP (J.) and HUSKINS (C. L.), 1931. — «The cytology of *Mathiola incana* R. Br. especially in relation to the inheritance of double flowers». — *Journ. of Genet.*, xxiv, 359-404.
- PUGSLEY (H. W.), 1915. — «*Narcissus poeticus* and its allies». — *Journ. of Bot.*, liii, S. II, 1-44.
- 1933. — «A monograph of *Narcissus* sub-genus *Ajax*». — *Journ. of Roy. Hort. Soc.*, lviii, 17-93.
- RICHTER (K.), 1890. — «Plantae europeae. Enumeratio systematica et synonymica plantarum phanerogamicarum in Europa sponte crescentium vel mere inquilinarum». — Leipzig.
- ROSENBERG (O.), 1918. — «Chromosomenzahlen und Chromosomendimensionen in der Gattung *Crepis*». — *Ark. f. Bot.*, xv, 1-16.
- 1920. — «Weitere untersuchungen über die Chromosomenverhältnisse in *Crepis*». — *Sv. Bot. Tidsk.*, xiv.
- 1925. — «Chromosomes and species». — *Amer. Nat.*, lix, 205-208.
- 1926. — «Über die Verdoppelung der Chromosomenzahl nach Bastardierung». — *Ber. d. Deuts. Bot. Ges.*, xlv, 455-460.
- 1931. — «A survey of modern cytology». — *Fifth intern. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceeding*, 182-187.

- ROUY (G.), 1912. — «Flore de France», tome XIII. — Paris.
- RUTTLE (M. L.), 1927. — «Chromosome number and morphology in *Nicotiana* — I. The somatic chromosomes and non-disjunction in *N. alata* var. *grandiflora*». — *Univ. Cal. Publ. Bot.*, XI, 159-176.
- 1928. — «Chromosome number and morphology in *Nicotiana* — II. Diploidy and partial diploidy in root-typs of tabacum haploids». — *Ibid.*, XI, 213-232.
- * SAKAMURA (T.), 1920. — «Experimentelle Studien über die Zell- und Kernteilung». — *Journ. Coll. Sci. Tokyo, Imp. Univ.*, XXXIX.
- SAMPAIO (G.) — «Manual da Flora Portuguesa». — Pôrto.
- 1913. — «Lista das espécies representadas no herbário português da Universidade do Pôrto». — Pôrto.
- 1922. — «Apontamentos sobre a flora portuguesa». — *Bol. Soc. Brot.* I, (2.ª série), 124-136.
- 1931. — «Adições e correcções à flora portuguesa». — *Ibid.*, VII, (2.ª série), 111-168.
- SHARP (L. M.), 1926. — «An introduction to cytology», 2.ª edição. — New-York.
- SAX (K.), 1932. — «Chromosome relationships in the *Pomoideae*». — *Journ. Arnold Arboretum*, XIII, 363-367.
- SOROKIN (H.), 1929. — «Idiograms, nucleoli and satellites of certain *Ranunculaceae*». — *Amer. Journ. Bot.*, XVI, 407-420.
- STOMPS (T. J.), 1916. — «Über den Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl bei den Oenotheren». — *Biol. Centrall.*, XXXVI, 129-160.
- 1919. — «Gigas-Mutation mit und ohne Verdoppelung der Chromosomenzahl». — *Zeits. f. Induk. Abs. Ver.*, XXI, 65-90.
- TACKOLM (H.), 1920. — «On the cytology of the genus *Rosa* (a preliminary note)». — *Sw. Bot. Tidsk.*, XIV.
- * — 1922. — «Zytologischen Studien über die Gattung *Rosa*». — *Acta Horti Bergiani*, VII, 97-381.
- TAYLOR (W. R.), 1926. — «Chromosome morphology in *Fritillaria*, *Alstroemeria*, *Silphium* and other genera». — *Amer. Journ. Bot.*, XIII, 179-193.
- TISCHLER (G.), 1921-1922. — «Allgemeine Pflanzenkaryologie». — *Linsbauer Handbuch der Pflanzenanatomie*. — Berlin.
- 1927. — «Pflanzenliche Chromosomen-Zahlen». — *Tabulae biologicae*, IV.
- 1928. — «Über die Verwendung der Chromosomenzahl für phylogenetische Probleme bei den Angiospermen». — *Biol. Centrall.*, XLVIII, 321-345.
- 1929. — «Verknüpfungsversuche von Zytologie und Systematik bei den Blütenpflanzen». — *Ber. d. Deuts. Bot. Ges.*, XLVII, 30-49.
- 1931. — «Pflanzenliche Chromosomen-Zahlen». — *Tabulae biologicae*, VI, 1-83.
- VAVILOV (N. J.), 1931. — «The Linnean species as a system». — *Fifth intern. Bot. Congr. Cambridge. Report of Proceedings*, 213.
- WEBER (J. M.), 1930. — «Chromosome number and morphology in *Nicotiana* — V. The character of tetraploid areas in chromosomal chimeras of *N. silvestris* Speng. and Comes». — *Univ. Calif. Publ. Bot.*, XI, 355-366.

- WETTSTEIN (F. v.), 1927. — «Die Erscheinung der Heteroploidie, besonders im Pflanzenreich». — *Ergebnisse der Biologie*, II, 311-356.
- WETZEL (G.), 1927. — «Chromosomenzahlen bei den *Fagales*». — *Ber. d. Deuts. Bot. Ges.*, XLV, 251-252.
- WHITAKER (T. W.), 1933. — «The chromosome complement of *Cyphomandra betacea*». — *Journ. of Arnold Arb.*, XIX, 113-117.
- WHITING (P. W.), 1929. — «X-rays and parasitic wasps». — *Journ. of Heredity*, XX, 269-276.
- WHYTE (O.), 1930. — «Sterility and floral abnormality in the tetraploid *Saxifraga Potternensis*». — *Journ. Genet.*, XXIII.
- WILLKOMM (M.) et LANGE (J.), 1861-1880. — «Prodromus Florae Hispanicae», I.
- WINGE (O.), 1917. — «The chromosomes. Their numbers and general importance». — *C. R. Trav. Lab. Carlsb.*, XIII, 131-275.
- 1925. — «Contributions to the knowledge of chromosome numbers in plants». — *La Cellule*, XXXV, 305-324.
- 1927. — «Chromosome behavior in male and female individuals of *Valisneria spiralis* and *Najas maritima*». — *Journ. of Genet.*, XVIII, 90.
- 1932. — «On the origin of constant species-hybrids». — *Sv. Bot. Tidsk.*, XXVI, 107-122.
- WINKLER (H.), 1916. — «Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen». — *Zeits. f. Bot.*, VIII, 417-544.

ABÍLIO FERNANDES.

(Trabalho subsidiado pela Junta
de Educação Nacional).

Crânio de um soba quioco da região do Saurimo, Lunda

Este crânio foi obtido pela Missão Botânica dirigida pelo Prof. WITTNICH CARRISSO em 1927.

É de um homem (1) velho: a sutura sagital está completamente obliterada; a coronal, soldada nas porções laterais e em comêço de ossificação no terço médio, é bastante assimétrica; a lambdóide apresenta vários pontos de ossificação mas está ainda livre em grande parte do seu percurso; as escamosas livres e com ligeiro descolamento. Caíram em vida parte dos dentes estando a arcada alveolar do lado esquerdo quasi completamente ressorvida, post-mortem caíram os incisivos, canino direito, 2.^o e 3.^o molares direitos e possivelmente o 2.^o esquerdo. Na mandíbula caíram post-mortem os caninos, 2.^{os} incisivos e primeiros premolares, 2.^o premolar esquerdo e talvez o 3.^o molar direito. Os alvéolos dos incisivos médios e dos restantes dentes foram quasi completamente ressorvidos; na região dos molares esquerdos parece ter havido um grande abscesso.

Ooide largo; muito fenozigo.

Glabela pouco saliente, curvatura frontal muito regular, abóbada aplanada com leve estegocefalia na região post-bregmática. Inion nulo.

Pterion esquerdo em X. No direito uma apofise do temporal liga este com o frontal.

(1) Se não fôsse conhecida a proveniência deste crânio, a determinação do sexo deixaria bastantes dúvidas, pois pelas suas pequenas dimensões, e em relação a vários outros caracteres, tem aspecto mais feminino do que masculino.

Apenas uma conformação, à qual, em todo o caso, P. J. Mübius (*Archiv f. Antrop.*, 1907, pág. 1-7) atribuiu grande importância, está em contradição com as restantes, é a largura considerável ao nível da parte dos parietais próximo dos asterions, com grande raio de curvatura da parte posterior do crânio.

Face larga, com órbitas elípticas grandes, bastante inclinadas e um pouco assimétricas, sendo o contôrno da esquerda mais arredondado; fractura do osso lacrimal direito.

Ossos nasais largos e achatados, o direito com uma pequena fractura na extremidade inferior; orifício nasal largo, ovóide, com pequenas fossas subnasais, sendo mais nítida a do lado esquerdo. Espinha subnasal nítida mas sem grande saliência. Prognatismo moderado.

Palatino relativamente estreito, ipsilóide, um pouco deformado pela resorpção dos alvéolos do lado esquerdo.

Buraco occipital elíptico. Côndilos pequenos.

Apófises mastóides estreitas. As estilóides, partidas, têm a base delgada.

Há uma certa assimetria, que se nota sobretudo em norma occipital, por ficar a bossa parietal do lado esquerdo a um nível mais elevado do que a do lado direito, sendo também mais acentuada a sua convexidade.

A linha biauricular não é perpendicular ao plano sagital, ficando a aurícula direita um pouco adiante da esquerda.

As paredes laterais são um tanto aplanadas e bastante inclinadas, sendo a inclinação maior do lado direito.

Mandíbula fraca. Ramos largos, curtos e inclinados.

Chanfradura sigmóide bastante aberta. Condilo esquerdo fracturado. Mento saliente. Distância entre os buracos do mento relativamente grande.

Na superfície do crânio vê-se um curioso desenho mais ou menos geométrico a pigmento avermelhado: um traço largo contorna as órbitas e cobre tóda a superfície dos ossos nasais, do bordo infero-externo da órbita parte de cada lado um traço que cobre os malares e se dirige para o bordo alveolar na parte correspondente aos caninos e premolares; outro traço da mesma côr e cêrca de 1 cm. de largura parte da glabela em direcção sagital até um pouco acima do obelion; dois traços laterais partem dos bordos externos das órbitas acompanhando as cristas temporais até se inflectirem para ligar com o traço sagital; deste partem na região do metopion dois traços oblíquos que se vão unir aos laterais, partindo dêstes, adiante da sutura coronal, outros dois para o bregma, de maneira que o conjunto forma um hexágono um tanto irregular; dos lados dêste hexágono,

adiante dos estefanions, partem ainda dois traços em direcção às aurículas, mas o esquerdo mal atinge a sutura escamosa, enquanto que o direito se prolonga sobre e até ao meio da escama do temporal.

Seria interessante averiguar se este desenho representa apenas uma fantasia decorativa, ou se tem significação emblemática contendo sinais distintivos da tribo, ou do soba. Só pelo confronto com outros exemplares se poderá resolver este problema.

Segundo HUTTON, numa aldeia das fronteiras do Assam existe o costume de ornamentar os crâneos de chefes mortos com uma reprodução da tatuagem que usavam em vida; esse desenho é feito com pigmento azul. (A note on the method of Skull ornamentation practised among the Koniak Nagas of Assam; by J. H. HUTTON; in *Man*, 1929, n.º 158, pág. 201).

A ornamentação do crânio cuja fotografia acompanha este artigo apresenta, nas suas linhas gerais, uma tal ou qual semelhança geral com a que aqui se descreve, embora muito diferente nos pormenores.

Da África, parece não ter sido notado até hoje qualquer costume semelhante (1).

*

As medidas que vão indicadas a seguir são as habitualmente usadas e que por isso não carecem de qualquer explicação, apenas se acrescentaram, a-fim-de melhor definir a ligeira obliquidade, a que atraz se fez referência, da linha biauricular, as distâncias de cada uma das aurículas ao inion, ao prostion, e ao bordo externo da órbita do mesmo lado, sendo estas medidas tomadas com a craveira.

O índice facial superior calculado é o de KOLLMANN.

(1) Compare-se também o crânio da Nova Guiné descrito por SELIGMANN: (Note on a Skull prepared for purposes of Sorcery, from the Mekeo District, British New Guinea; by C. G. SELIGMANN, M. B.) in: *Man*, n.º 27, pág. 49, 1905. É certo que o aspecto do crânio de Angola com a sua pintura, é muito diferente do da ornamentação complicada do crânio figurado na estampa que acompanha a nota de SELIGMANN, entretanto é possível que a pintura tenha obedecido a um pensamento análogo.

Medidas do crânio

| | |
|---|----------------------|
| Diâmetro antero-posterior máximo | 173 |
| Diâmetro antero-posterior glabelo-iniaco .. | 159 |
| Diâmetro transverso..... | 132 |
| Diâmetro vertical basi-bregmático..... | 129 |
| Distância basi-nasal..... | 103 |
| Largura biauricular..... | 117 |
| Largura bimastóide..... | 116 |
| Largura frontal máxima..... | 115 |
| Largura frontal mínima | 97 |
| Circunferência horizontal | 500 |
| Arco sagital..... | 347 |
| Arco transverso..... | 290 |
| Arco frontal..... | 120 |
| Arco parietal | 123 |
| Arco occipital..... | 104 |
| Arco lambda-inion..... | 63 |
| Corda frontal..... | 107 |
| Corda parietal | 109 |
| Corda occipital..... | 91 |
| Corda lambda-inion..... | 59 |
| Arco aurículo-bregmático direito..... | 145 |
| Arco aurículo-bregmático esquerdo..... | 145 |
| Corda aurículo-bregmático direita..... | 122 |
| Corda aurículo-bregmático esquerda..... | 122 |
| Distância basi-auricular direita..... | 62 |
| Distância basi-auricular esquerda..... | 62 |
| Distância aurículo-iniaca, direita | 83 |
| Distância aurículo-iniaca, esquerda..... | 82 |
| Distância aurículo-prostiónica, direita.... | 111 |
| Distância aurículo-prostiónica, esquerda... | 112 |
| Distância aurículo-orbitária direita..... | 71 |
| Distância aurículo-orbitária esquerda | 72 |
| Buraco occipital, comprimento..... | 31 |
| Buraco occipital, largura | 26 |
| Altura auricular..... | 107 |
| Capacidade. (Chumbo)..... | 1220 cm ³ |

| | |
|-------------------------------------|------|
| Capacidade pelo índice cúbico | 1228 |
| » Tabela de Welcker..... | 1196 |

Medidas da face

| | | |
|--|-----------------------------|-----------------|
| Distância basi-prostiónica..... | 98 | |
| Altura facial superior (Kollmann)..... | 62 | |
| Largura bizigomática..... | 133 | |
| Largura biorbitária | 98 | |
| Largura facial superior (fronto-malar).... | 106 | |
| Largura bi-jugal | 116 | |
| Largura facial de Virchow..... | 91 | |
| Órbitas | } largura. { esquerda | 40 |
| | | } direita |
| | } altura.. { esquerda | 34 |
| | | } direita |
| Distância inter-orbitária | 21 | |
| Nariz. { comprimento..... | 48,5 | |
| | } largura | 28 |
| Ossos nasais. { comprimento..... | 20 | |
| | } largura mínima..... | 11 |
| Comprimento palatino..... | 36 | |
| Largura palatina | 28 | |
| Largura maxilo-alveolar..... | 55 | |
| Flecha da arcada maxilo-alveolar..... | 56 | |
| Angulo facial de Francfort..... | 84.º | |

Medidas da mandíbula

| | |
|---|----|
| Comprimento | 69 |
| Largura bigoniaca..... | 97 |
| Largura bicoronóide | 93 |
| Altura sinfisiana. | 27 |
| Altura da mandíbula..... | ? |
| Comprimento do ramo (direito)..... | 53 |
| Largura do ramo (direito) | 32 |
| Distância côndilo-coronóide direita | 36 |

Índices

| | |
|--|-------|
| Cefálico..... | 76.30 |
| Vertical..... | 74.54 |
| Vértico-transverso..... | 97.73 |
| Facial superior..... | 46.62 |
| Alveolar..... | 95.15 |
| Orbital. } órbita esquerda..... | 85. - |
| } órbita direita..... | 81.71 |
| Nasal..... | 57.73 |
| Palatino..... | 77.78 |
| Urânico (maxilo-alveolar)..... | 98.21 |
| Índice da altura da calote..... | 61.73 |
| Índice bregmático..... | 54.72 |
| Índice de posição da altura da calote..... | 69.2 |
| Índice de posição do bregma..... | 33.96 |

DR. BARROS E CUNHA.

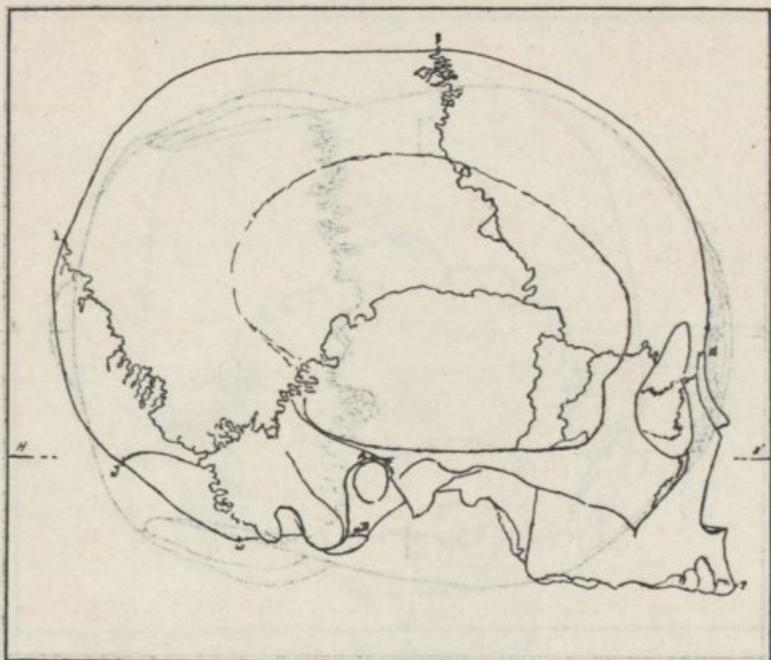


Fig. 1 - Norma lateral, direita.

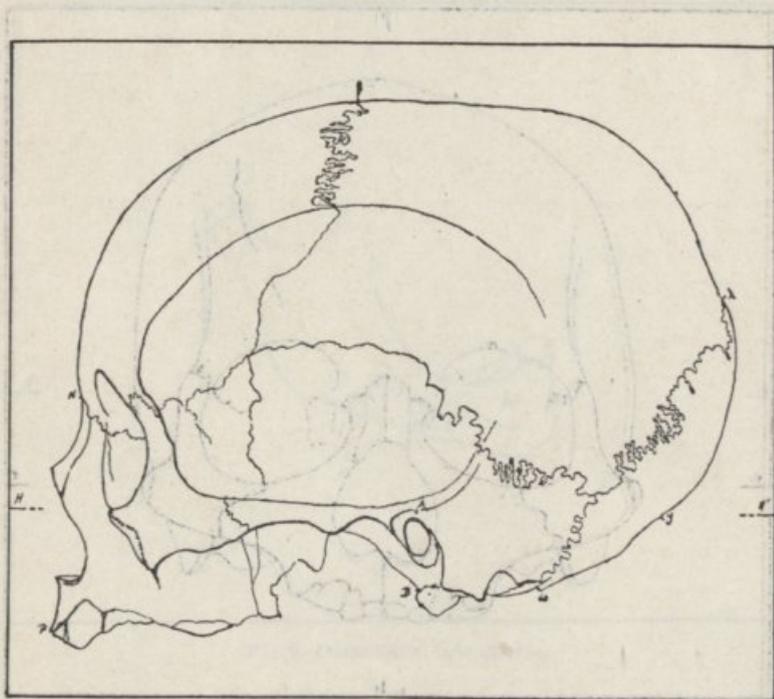


Fig. 2 - Norma lateral, esquerda.

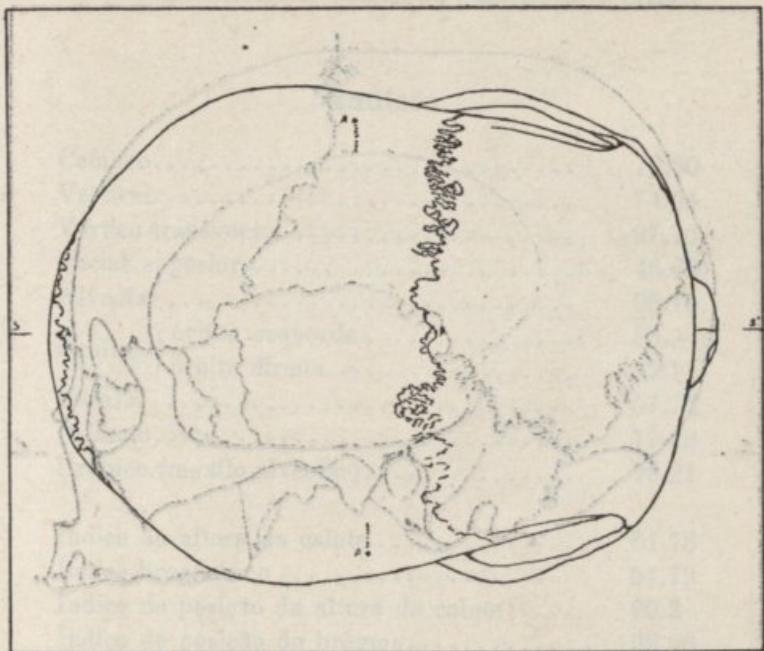


Fig. 3 — Norma verticalis.

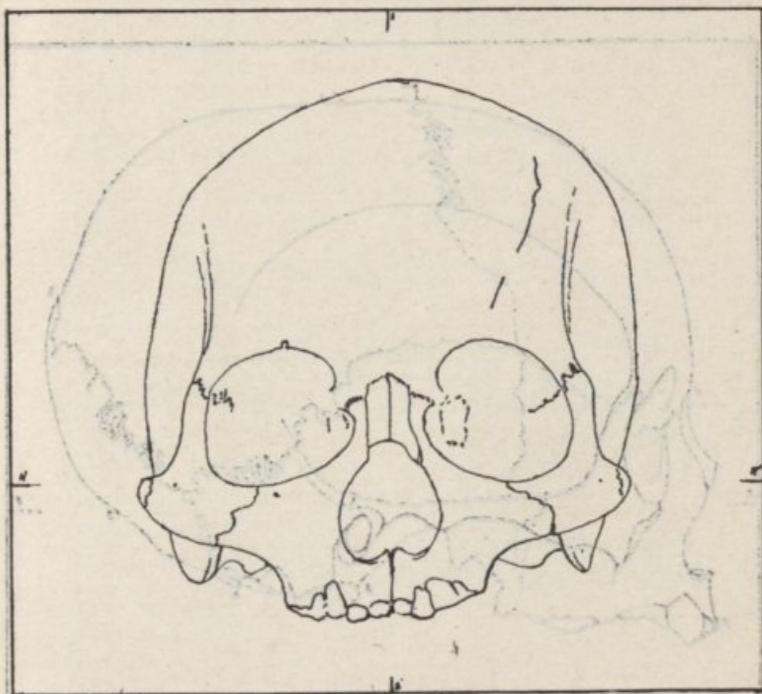


Fig. 4 — Norma facialis.

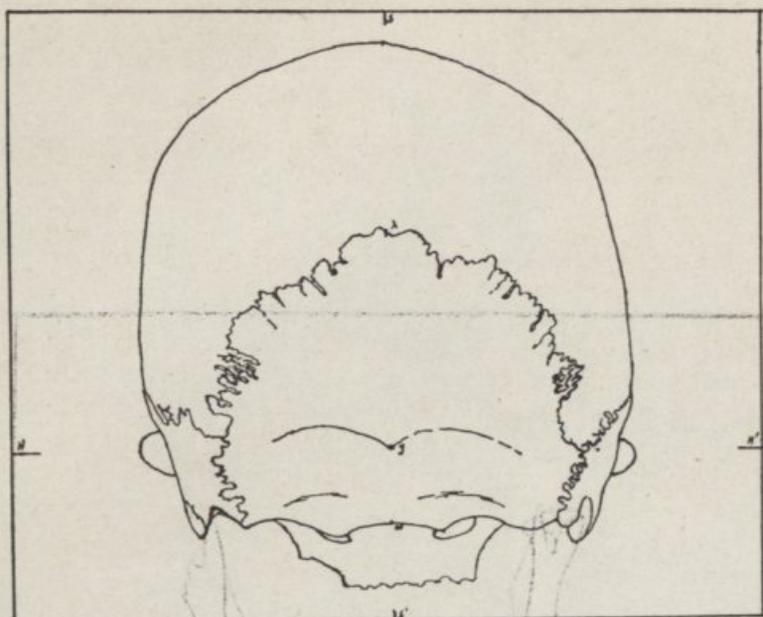


Fig. 5 - Norma occipital.

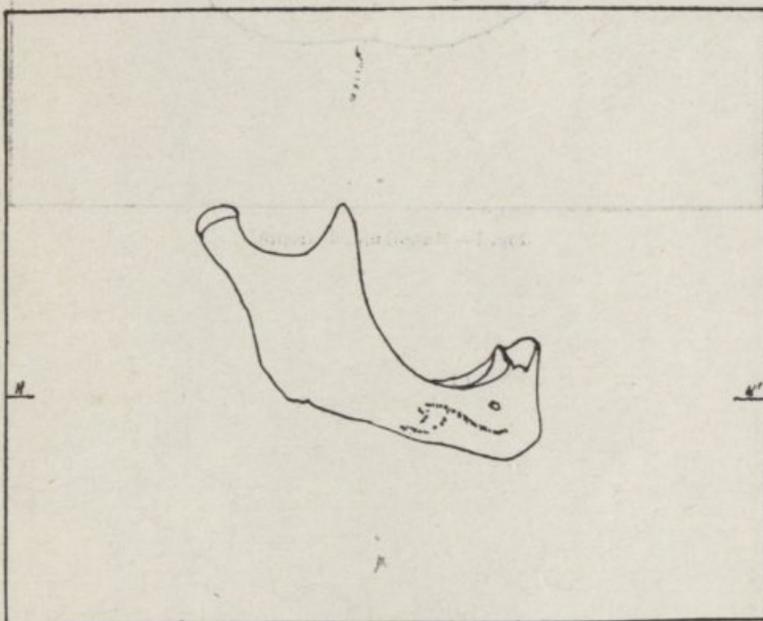


Fig. 6 - Mandibula, lado direito.

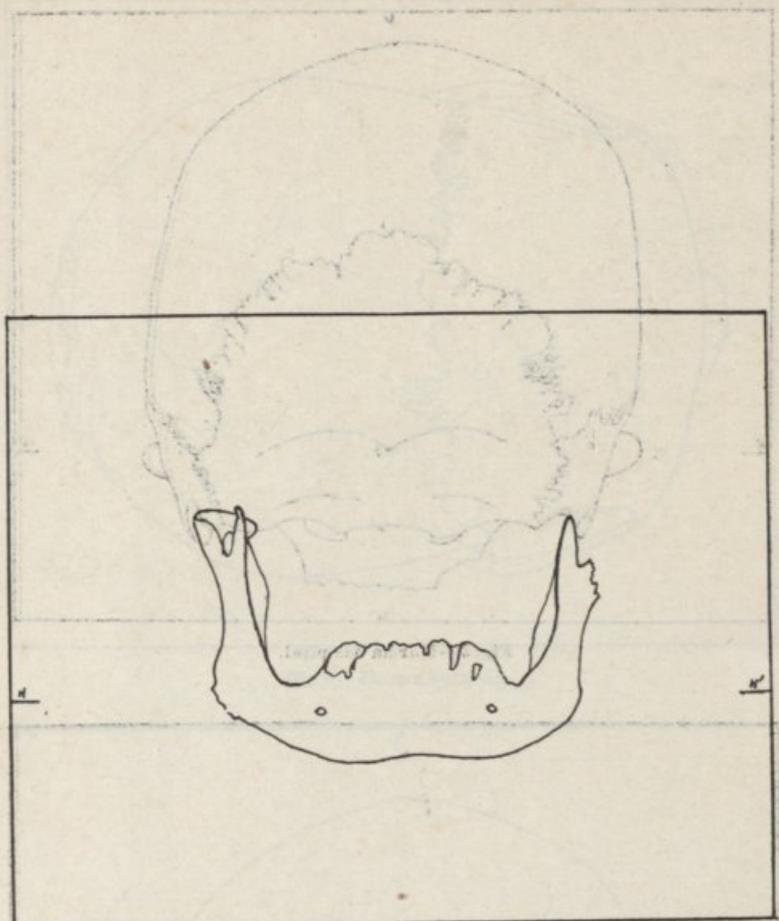
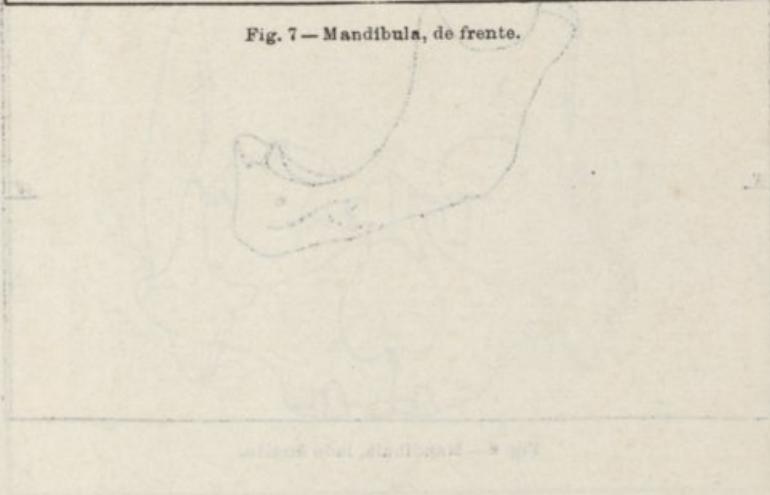
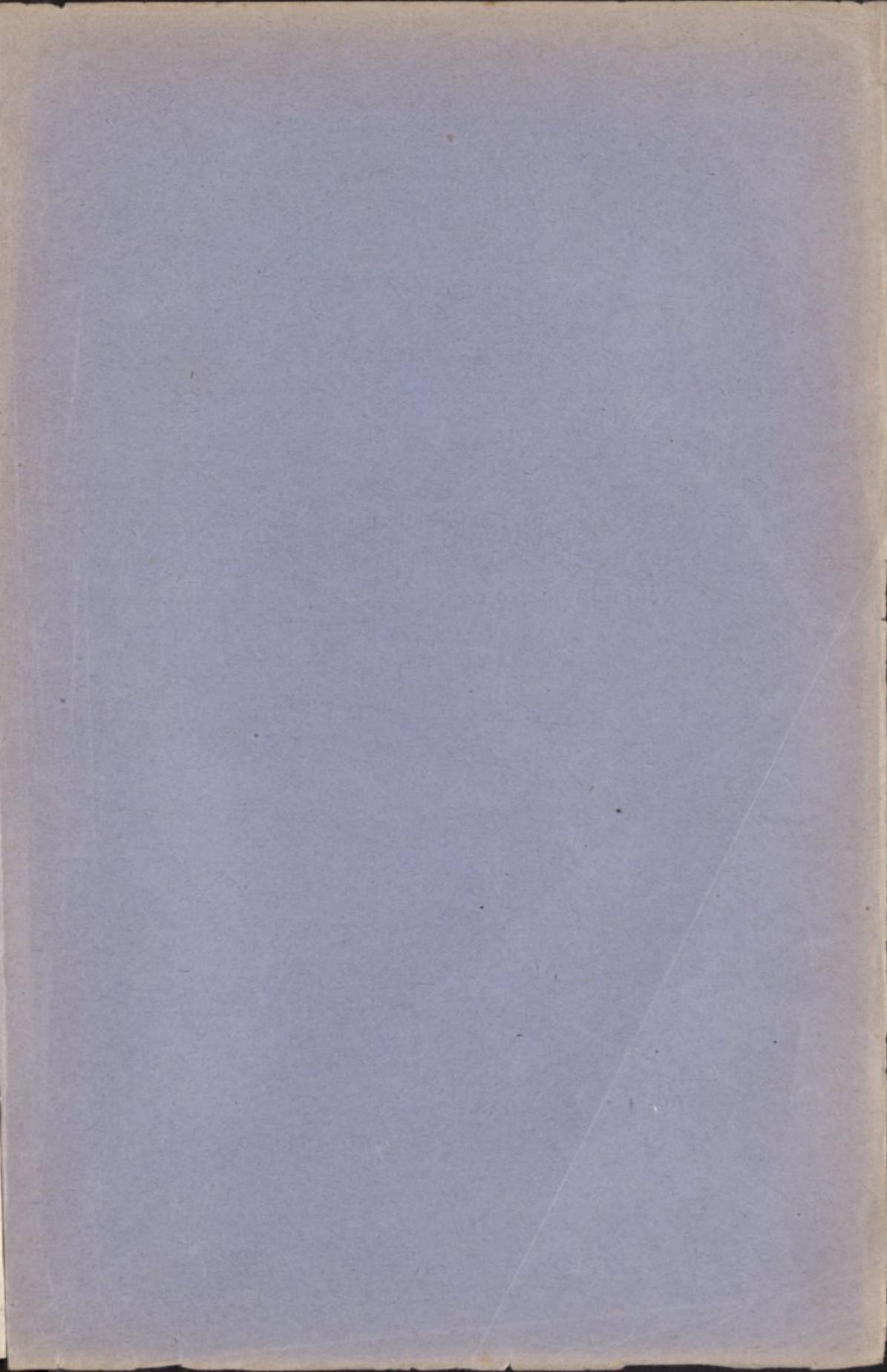


Fig. 7 — Mandíbula, de frente.





AVISO

Tôda a correspondência relativa à redacção deve ser dirigida à Direcção da Faculdade de Ciências, com a indicação de que se refere à REVISTA.