

## O papel fundamental dos números preferenciais na estruturação da Normalização em diferentes domínios \*

José António Almacinha \*\*

### Resumo

A globalização da economia mundial registada nas três últimas décadas foi acompanhada por um grande desenvolvimento da Normalização nos mais variados domínios da atividade humana, de modo a facilitar o intercâmbio técnico-comercial justificado e, muitas vezes, praticamente imposto pelas necessidades da atual organização económico industrial global.

No contexto da atividade normativa, deve ser feita uma referência particular ao papel fundamental desempenhado pela utilização dos números preferenciais (*“preferred numbers”*) na normalização de características de produtos e na racionalização da produção, derivada da redução do número de variantes disponíveis para a satisfação das necessidades correntes do mercado. Este conceito tem um campo de aplicação significativo ao nível da documentação técnica de produtos (TPD), da especificação geométrica de produtos (GPS) e dos Sistemas e componentes mecânicos de utilização geral.

Nas secções seguintes deste texto, começa-se por fazer referência à existência de diferentes séries de números preferenciais. De seguida apresentam-se as vantagens da utilização das séries de números normais (séries Renard), não só na normalização de vários elementos mecânicos, mas também na construção de máquinas, quando as características funcionais, bem como os tamanhos nominais dos vários elementos seguem uma progressão geométrica, assinalando-se também alguns casos de utilização relevantes em diferentes domínios. Finalmente, fornecem-se séries de valores preferenciais para ângulos e inclinações de prismas e cunhas e para ângulos de cones e conicidades, para utilizações de mecânica geral.

---

\* Texto revisto e aumentado a partir do capítulo “Dimensões nominais preferenciais” inserido nos “Textos de Apoio às unidades curriculares de Desenho Técnico (MIEM) e de Desenho Industrial (MIEGI) da FEUP”. 13ª ed. Porto: AEFEUP. 2018.

\*\* Docente da Secção de Desenho Industrial do DEMec-FEUP, colaborador do ONS-INEGI e secretário das Comissões técnicas portuguesas de normalização CT 1 e CT 9.

## 1 Generalidades

Nos mais variados domínios em que se torna necessário estabelecer um conjunto limitado de valores numéricos escalonados para determinadas características, tais como tamanhos lineares, áreas, volumes, trabalho, potência, velocidade, especificações de qualidade, etc., dever-se-á procurar, em cada caso, a série numérica de valores dessas características que cubra o conjunto das necessidades com um mínimo de termos (ISO 17, BS 2045 e NP 28).

A gama de fabricação de um qualquer produto (peça, máquina, etc.) não deve ser demasiado variada nem deixada ao critério exclusivo dos diferentes fabricantes. Por exemplo, uma produção de parafusos com uma grande diversidade de diâmetros e, para cada diâmetro, com um elevado número de valores de comprimentos, daria origem a um número excessivo de variedades de parafusos, o que seria economicamente impraticável. Logo, a produção de um dado tipo de produtos deverá ser realizada com base numa gama limitada e bem determinada de variantes.

Na documentação técnica de produtos, a normalização de elementos relativos ao desenho e ao seu suporte, tais como escalas (ISO 5455), formatos de papel (ISO 216 e ISO 5457), espessuras dos traços (ISO 128-20), alturas das letras e algarismos (ISO 3098-1), baseia-se neste conceito. No sistema ISO de tolerâncias (ISO 286-1), os tamanhos nominais utilizados para o cálculo dos valores dos graus de tolerância e dos desvios fundamentais são valores preferenciais. Na indicação dos estados de superfície (ISO 1302), os valores recomendados para a rugosidade média aritmética  $R_a$  eram também valores preferenciais.

## 2 O estabelecimento de séries de números preferenciais

Genericamente, o estabelecimento de uma série de valores numéricos preferenciais deverá ser realizado com base nas seguintes características essenciais (ISO 17, BS 2045 e NP 28):

- ser simples e fácil de memorizar;
- ser ilimitada, nos dois sentidos dos valores numéricos;
- ser regular, incluindo os múltiplos e submúltiplos decimais de cada termo, de modo que o conjunto harmónico de números que a compõem se aplique a toda a numeração decimal;
- ser lógica, proporcionando um sistema de escalonamento racional, de modo a assegurar-se a sua estabilidade e universalidade.

Com base nestes pressupostos, podem considerar-se os dois tipos de séries seguintes:

### a) As séries aritméticas

Uma série aritmética é uma progressão de números em que cada termo é derivado do anterior pela adição de um incremento, definido matematicamente, que pode ser constante ou variável [M2].

Assim, a série de números de dentes,  $z$ , das rodas dentadas dos trens de engrenagens dos tornos mecânicos antigos: 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, ..., 100, 105, ... é uma progressão aritmética de razão constante  $q = 5$ .

Complementarmente, no exemplo da figura 1, admitindo que a gama de diâmetros dos arames de cobre era formada pela série de valores  $\varnothing 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15$ ; de razão constante  $q = 1$ , consta-se que enquanto o segundo termo é o dobro do primeiro, os último e penúltimo termos diferem muito pouco um do outro.

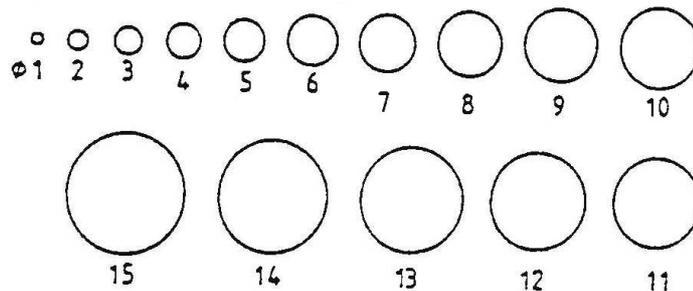


Figura 1 – Exemplo de uma série aritmética

Por sua vez, as séries aritméticas designam-se de incremento variável sempre que cada termo é formado através da adição de valores dos termos anteriores. A série de Fibonacci é um exemplo bem conhecido em que cada termo é igual à soma dos dois valores anteriores: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ... Esta série tem aplicações na análise de mercados financeiros, na ciência da computação e na teoria dos jogos. Aparece também em configurações biológicas, tais como, por exemplo, na disposição dos ramos das árvores ou das folhas de algumas plantas em torno do caule, na espiral das conchas de caramujos, etc.

Os tamanhos das peças de calçado, por exemplo, seguem uma série aritmética de incremento constante, em todas as culturas, devido ao simples facto do tamanho dos pés dos diferentes indivíduos variar apenas num intervalo relativamente pequeno. Atualmente, as séries aritméticas só raramente são utilizadas na construção, pois, embora muito simples, não apresentam uma regularidade proporcional [M2].

b) As séries geométricas

Uma série geométrica é uma progressão de números em que cada termo é derivado do anterior através da multiplicação deste por um fator constante, designado por razão da série [M2]. As séries ISO de números preferenciais (ou séries Renard) são séries geométricas em que os valores teóricos foram arredondados para valores mais convenientes (ver secção 3 deste texto).

Por exemplo, as alturas das letras e algarismos a utilizar em desenho técnico (ver figura 2) devem ter valores:  $h = 1,8 \ 2,5 \ 3,5 \ 5 \ 7 \ 10 \ 14 \ 20$  mm (progressão geométrica de razão  $q = 1,4$ ), de acordo com a norma ISO 3098-1.

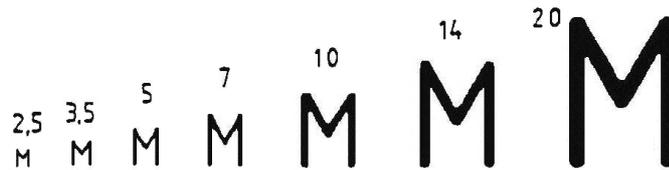


Figura 2 – Exemplo de uma série geométrica

Neste caso, verifica-se que há um salto regular de 40 % entre os termos sucessivos, ou seja, cada termo resulta da multiplicação do anterior pela razão  $q = 1,4$ . Trata-se de uma série simples, regular e lógica (os espaçamentos entre cada dois termos consecutivos são crescentes:  $3,5 - 2,5 = 1$ ;  $5 - 3,5 = 1,5$ ;  $7 - 5 = 2$ ;  $10 - 7 = 3$ ; etc.).

Na figura 3, pode observar-se que uma distribuição de grandezas em série de progressão geométrica resulta mais regular do que uma distribuição em série de progressão aritmética.

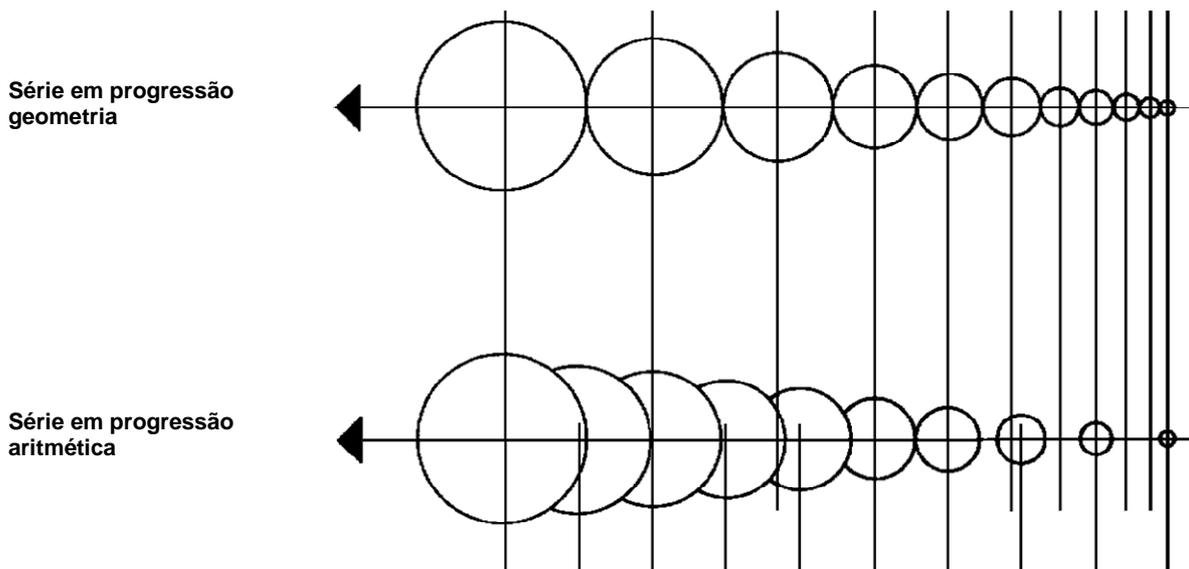


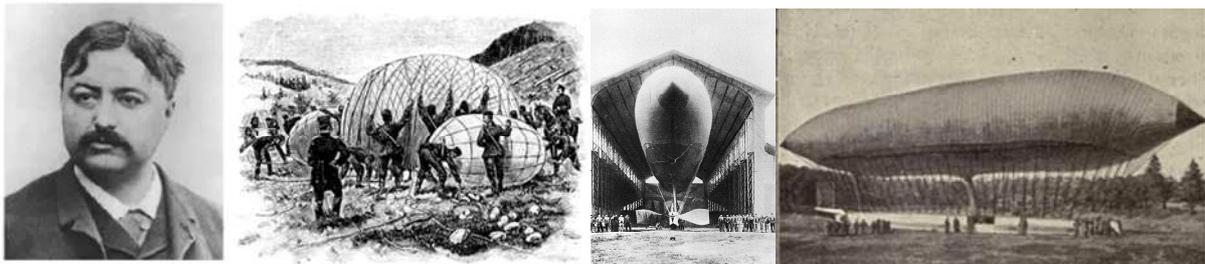
Figura 3 – Comparação entre condutores com diâmetros escalonados em série de progressão geométrica e em série de progressão aritmética [M1, M2]

Simultaneamente, a experiência tem mostrado que, com muita frequência, os requisitos dos consumidores são satisfeitos quando o intervalo de tamanhos segue aproximadamente uma progressão geométrica, embora essa escolha tenha sido feita sem qualquer preceito teórico (BS 2045).

Logo, em face das características pretendidas e dos estudos realizados, os Organismos de Normalização optaram por séries geométricas e, de entre estas, escolheram as “Séries de números normais” (“*series of preferred numbers*”), também designadas de “Séries Renard”.

### 3 Séries de números normais

Os números normais (ou preferenciais) foram utilizados pela primeira vez, em França, nos finais do século XIX. Entre 1877 e 1879, o Capitão Charles Renard (1847-1905), um oficial do corpo de engenheiros, fez um estudo racional dos elementos necessários para a construção de aeróstatos (ISO 17), ver figura 4.



a) Charles Renard

b) Exemplos de aeróstatos

c) O dirigível “La France” (1884)

Figura 4 – A adoção dos “números normais” por Charles Renard a partir de um estudo racional dos elementos necessários à construção de aeróstatos

Determinou as especificações para cabos de algodão de acordo com um sistema de escalonamento, de modo que estes elementos poderiam ser produzidos com antecedência, independentemente da aparelhagem onde iriam depois ser utilizados. Reconhecendo as vantagens da utilização de uma progressão geométrica, adotou, como base, um cabo com uma massa de  $a$  gramas por metro e, para sistema de escalonamento, uma regra que produz um valor dez vezes maior do que o valor  $a$ , após cada cinco termos da série, isto é:

$$a \times q^5 = 10a \quad \text{ou} \quad q = \sqrt[5]{10} \quad (1)$$

donde resultou a seguinte série numérica:

$$a \quad a\sqrt[5]{10} \quad a(\sqrt[5]{10})^2 \quad a(\sqrt[5]{10})^3 \quad a(\sqrt[5]{10})^4 \quad 10a \quad (2)$$

cujos valores, com 5 algarismos significativos, são:

$$a \quad 1,5849a \quad 2,5119a \quad 3,9811a \quad 6,3096a \quad 10a \quad (3)$$

Renard procedeu ao arredondamento destes valores, de modo a ter valores mais práticos, e adotou para  $a$  uma potência de 10, positiva, nula ou negativa, tendo obtido a seguinte série:

$$10 \quad 16 \quad 25 \quad 40 \quad 63 \quad 100 \quad (4)$$

que pode ser prolongada em ambos os sentidos.

A partir desta série, designada pelo símbolo R 5, foram formadas as séries R 10, R 20 e R 40, em que cada nova razão adotada é a raiz quadrada da precedente:

$$\sqrt[10]{10} \quad \sqrt[20]{10} \quad \sqrt[40]{10} \quad (5)$$

Através deste estudo, Renard conseguiu reduzir o número de tamanhos dos cabos, até então utilizados para fins de amarração, de 425 tamanhos diferentes para apenas 17, continuando apesar disso a garantir a manutenção de uma cobertura adequada do mesmo intervalo de utilização [M2, W1].

Os primeiros projetos de normalização, de acordo com estas bases, foram elaborados, na Alemanha, pelo DIN, em 1920, e, em França, pela Comissão permanente de normalização, em 1921. A Holanda propôs a unificação destes dois documentos, tendo sido alcançado um acordo, em 1931, e, em 1932, a ISA organizou uma reunião internacional em Milão, onde foi criado o Comité técnico ISA/TC 32, “*Preferred numbers*”. Na sequência de uma reunião do Comité técnico ISA/TC 32 realizada em Estocolmo, em 1934, a recomendação internacional foi transformada no Boletim ISA 11 (1935). Após a Segunda Guerra Mundial, a ISO retomou este trabalho com a criação do Comité técnico ISO/TC 19 “*Preferred numbers*”. Na sua primeira reunião, em Paris, em 1949, foi recomendada a adoção, pela ISO, das séries de números normais definidas no quadro do Boletim ISA 11, isto é R 5, R 10, R 20 e R 40. Em encontros posteriores realizados em Nova York, em 1952, e em Haia, em 1953, já novamente com a presença da Alemanha, foi incluída a série R 80 e foram feitas pequenas alterações, que levaram a que o projeto viesse a dar origem à Recomendação ISO/R 3, em 1954.

### 3.1 Séries de base

As séries de base de números normais são séries geométricas com as seguintes razões (ISO 3):

$q = \sqrt[5]{10} = 1,60$ , representada por **R 5**, cuja série tem cinco termos em cada intervalo decimal.

$q = \sqrt[10]{10} = 1,25$ , representada por **R 10**, cuja série tem dez termos em cada intervalo decimal.

$q = \sqrt[20]{10} = 1,12$ , representada por **R 20**, cuja série tem vinte termos em cada intervalo decimal.

$q = \sqrt[40]{10} = 1,06$ , representada por **R 40**, cuja série tem quarenta termos em cada intervalo decimal.

$q = \sqrt[80]{10} = 1,03$ , representada por **R 80** (série excepcional).

Estas séries de base (compostas por números que foram arredondados) contêm o termo “1” e são ilimitadas nos dois sentidos; os seus valores estão indicados no quadro 1. Neste quadro, estão apenas representados os valores do intervalo decimal das unidades; os valores numéricos de qualquer outro intervalo decimal, maiores ou menores do que os indicados no quadro, resultam da multiplicação destes por potências de  $10^n$ , em que  $n$  é um número inteiro, positivo ou negativo. Estão também indicados os valores mais arredondados das séries R' e R'', de uso excepcional (ISO 497).

As séries R são as séries de base de números normais (ISO 3); as séries R' são séries de números normais de 1º arredondamento, utilizadas quando razões imperiosas impedem a utilização dos números normais das séries de base, e as séries R'' são séries de números normais de 2º arredondamento (excepcional), cujos valores devem ser evitados sempre que possível, em particular o valor 1,5, devido à sua elevada falta de precisão que prejudica a regularidade da série, ver ISO 497.

Quadro 1 - Séries de números normais e séries arredondadas (ISO 3 e ISO 497)

| Nº de Ordem | SÉRIES R 5 |       | SÉRIES R 10 |       |        | SÉRIES R 20 |       |        | SÉRIES R 40 |       |
|-------------|------------|-------|-------------|-------|--------|-------------|-------|--------|-------------|-------|
|             | R 5        | R'' 5 | R 10        | R' 10 | R'' 10 | R 20        | R' 20 | R'' 20 | R 40        | R' 40 |
| 0           | 1          | 1     | 1           | 1     | 1      | 1           | 1     | 1      | 1           | 1     |
| 1           |            |       |             |       |        |             |       |        | 1,06        | 1,05  |
| 2           |            |       |             |       |        | 1,12        | 1,1   | 1,1    | 1,12        | 1,1   |
| 3           |            |       |             |       |        |             |       |        | 1,18        | 1,2   |
| 4           |            |       | 1,25        | 1,25  | 1,2    | 1,25        | 1,25  | 1,2    | 1,25        | 1,25  |
| 5           |            |       |             |       |        |             |       |        | 1,32        | 1,3   |
| 6           |            |       |             |       |        | 1,4         | 1,4   | 1,4    | 1,4         | 1,4   |
| 7           |            |       |             |       |        |             |       |        | 1,5         | 1,5   |
| 8           | 1,6        | 1,5   | 1,6         | 1,6   | 1,5    | 1,6         | 1,6   | 1,6    | 1,6         | 1,6   |
| 9           |            |       |             |       |        |             |       |        | 1,7         | 1,7   |
| 10          |            |       |             |       |        | 1,8         | 1,8   | 1,8    | 1,8         | 1,8   |
| 11          |            |       |             |       |        |             |       |        | 1,9         | 1,9   |
| 12          |            |       | 2           | 2     | 2      | 2           | 2     | 2      | 2           | 2     |
| 13          |            |       |             |       |        |             |       |        | 2,12        | 2,1   |
| 14          |            |       |             |       |        | 2,24        | 2,2   | 2,2    | 2,24        | 2,2   |
| 15          |            |       |             |       |        |             |       |        | 2,36        | 2,4   |
| 16          | 2,5        | 2,5   | 2,5         | 2,5   | 2,5    | 2,5         | 2,5   | 2,5    | 2,5         | 2,5   |
| 17          |            |       |             |       |        |             |       |        | 2,65        | 2,6   |
| 18          |            |       |             |       |        | 2,8         | 2,8   | 2,8    | 2,8         | 2,8   |
| 19          |            |       |             |       |        |             |       |        | 3           | 3     |
| 20          |            |       | 3,15        | 3,2   | 3      | 3,15        | 3,2   | 3      | 3,15        | 3,2   |
| 21          |            |       |             |       |        |             |       |        | 3,35        | 3,4   |
| 22          |            |       |             |       |        | 3,55        | 3,6   | 3,5    | 3,55        | 3,6   |
| 23          |            |       |             |       |        |             |       |        | 3,75        | 3,8   |
| 24          | 4          | 4     | 4           | 4     | 4      | 4           | 4     | 4      | 4           | 4     |
| 25          |            |       |             |       |        |             |       |        | 4,25        | 4,2   |
| 26          |            |       |             |       |        | 4,5         | 4,5   | 4,5    | 4,5         | 4,5   |
| 27          |            |       |             |       |        |             |       |        | 4,75        | 4,8   |
| 28          |            |       | 5           | 5     | 5      | 5           | 5     | 5      | 5           | 5     |
| 29          |            |       |             |       |        |             |       |        | 5,3         | 5,3   |
| 30          |            |       |             |       |        | 5,6         | 5,6   | 5,5    | 5,6         | 5,6   |
| 31          |            |       |             |       |        |             |       |        | 6           | 6     |
| 32          | 6,3        | 6     | 6,3         | 6,3   | 6      | 6,3         | 6,3   | 6      | 6,3         | 6,3   |
| 33          |            |       |             |       |        |             |       |        | 6,7         | 6,7   |
| 34          |            |       |             |       |        | 7,1         | 7,1   | 7      | 7,1         | 7,1   |
| 35          |            |       |             |       |        |             |       |        | 7,5         | 7,5   |
| 36          |            |       | 8           | 8     | 8      | 8           | 8     | 8      | 8           | 8     |
| 37          |            |       |             |       |        |             |       |        | 8,5         | 8,5   |
| 38          |            |       |             |       |        | 9           | 9     | 9      | 9           | 9     |
| 39          |            |       |             |       |        |             |       |        | 9,5         | 9,5   |
| 40          | 10         | 10    | 10          | 10    | 10     | 10          | 10    | 10     | 10          | 10    |

A série R 10 inclui todos os valores da série R 5.

A série R 20 inclui todos os valores da série R 10 e, portanto, também todos os da série R 5.

A série R' 40 inclui todos os valores da série R' 20 e, portanto, também todos os da série R' 10, etc.

A série R'' 20 inclui todos os valores da série R'' 10 e, portanto, também todos os da série R'' 5 (com a exceção do termo 1,5).

As séries de base de números normais podem ser séries ilimitadas nos dois sentidos ou séries limitadas num ou nos dois sentidos, conforme seguidamente se exemplifica:

R 10 (4 ...) é uma série R 10, que tem o 4 como primeiro termo e é ilimitada no sentido ascendente;

R 10 (... 125) é uma série R 10, que tem o 125 como maior termo e é ilimitada no sentido descendente;

R 5 (16 ... 250) é uma série R 5, com valores compreendidos entre 16 e 250.

### 3.2 Séries derivadas

As séries derivadas são obtidas a partir das séries de base, tomando os termos destas de 2 em 2, de 3 em 3, de 4 em 4, etc., devendo ser utilizadas apenas quando nenhum dos escalonamentos das séries de base é satisfatório (ISO 3 e ISO 17).

Por exemplo, a série R 10/3 (0,025 ... 50) é constituída por valores da série R 10 tomados de 3 em 3, a partir de 0,025, ou seja:

0,025 0,05 0,1 0,2 0,4 0,8 1,6 3,15 6,3 12,5 25 50  $\mu\text{m}$  (p. ex. a escala de valores  $R_a$  recomendados para a caracterização da rugosidade de superfície, ver ISO 1302).

As séries derivadas de série R 5, tomando termos de 2 em 2, podem ter, por exemplo, a seguinte constituição:

R 5/2 (1 ... 100), com os termos: 1 2,5 6,3 16 40 100;

R 5/2 (1,6 ... 160), com os termos: 1,6 4 10 25 63 160.

### 3.3 Séries desfasadas

Uma série desfasada ("*shifted series*") é uma série com o mesmo escalonamento de uma série de base, mas que começa com um termo que não pertence a essa série, devendo ser utilizada apenas para características que são funções de outras características (ISO 17).

As séries derivadas, tomando um termo de 2 em 2 ou de 4 em 4, deverão ser séries desfasadas, isto é, formadas por termos que pertencem às séries de índice mais alto e com razões das séries de índice mais baixo. Assim, por exemplo:

R 40/4 (6 ... 30) é uma série constituída por termos da série R 40 que tem a razão da série R 10, sem conter qualquer termo desta série, ou seja: 6 7,5 9,5 11,8 15 19 23,6 30, com a razão  $q = 1,25$ .

## 4 Dimensões lineares preferenciais

As dimensões lineares principais (diâmetros nominais, larguras e alturas nominais, etc.) devem ser selecionadas, preferencialmente, de entre os valores da série R 5, conforme se exemplifica, na figura 5. Quando estes valores são em número insuficiente, recorre-se, sucessivamente, aos valores das séries R 10, R 20, etc. (ISO 17).

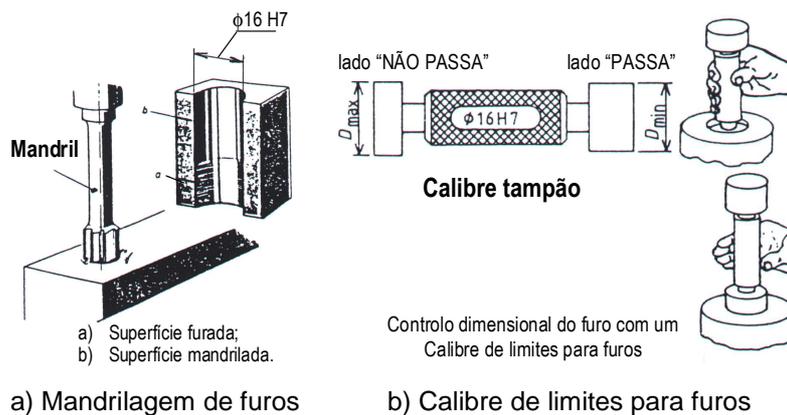


Figura 5 – Exemplos de aplicação de números normais na normalização de ferramentas de corte e de instrumentos de verificação

O escalonamento ótimo de valores numéricos a adotar deve ser encontrado tendo em conta duas tendências de sinal contrário. Por um lado, um escalonamento muito espaçado dá origem a um desperdício de matérias-primas. Por outro, um escalonamento apertado conduz a um aumento de custos resultantes da necessidade de elaboração de um maior número de ferramentas, da produção de peças em séries mais pequenas, derivadas da gama de produtos ser mais alargada, e do conseqüente aumento das variedades em armazém.

Os números normais devem, igualmente, ser adotados para o estabelecimento de valores de resistência, massa, potência, frequência de rotação, avanço, caudal, etc.

Por sua vez, como o número  $\pi$  (3,14159...) é muito próximo do valor 3,15 da série R10, o perímetro de uma circunferência e a área de um círculo, cujo diâmetro seja um número normal, podem também ser expressos por números normais. Esta característica é também válida para as correspondentes velocidades periféricas, velocidades de corte, superfícies e volumes cilíndricos e esféricos e volumes esféricos.

Na figura 6, pode observar-se um exemplo de uma série de máquinas dimensionadas com base em números normais. As dimensões das máquinas maiores ou menores podem ser determinadas com facilidade, por efeito de semelhança, a partir da sucessão de valores de uma série de números normais, sem necessidade de se terem de refazer estudos e cálculos.

Só excecionalmente deverão ser utilizados valores das séries de números normais arredondados (adotar, neste caso, valores de R' como 1ª escolha e de R'' como 2ª escolha) (ISO 497). Assim, por exemplo:

- o número de dentes,  $z$ , de uma roda dentada tem de ser um número inteiro; logo deve adotar-se 32 em vez de 31,5;

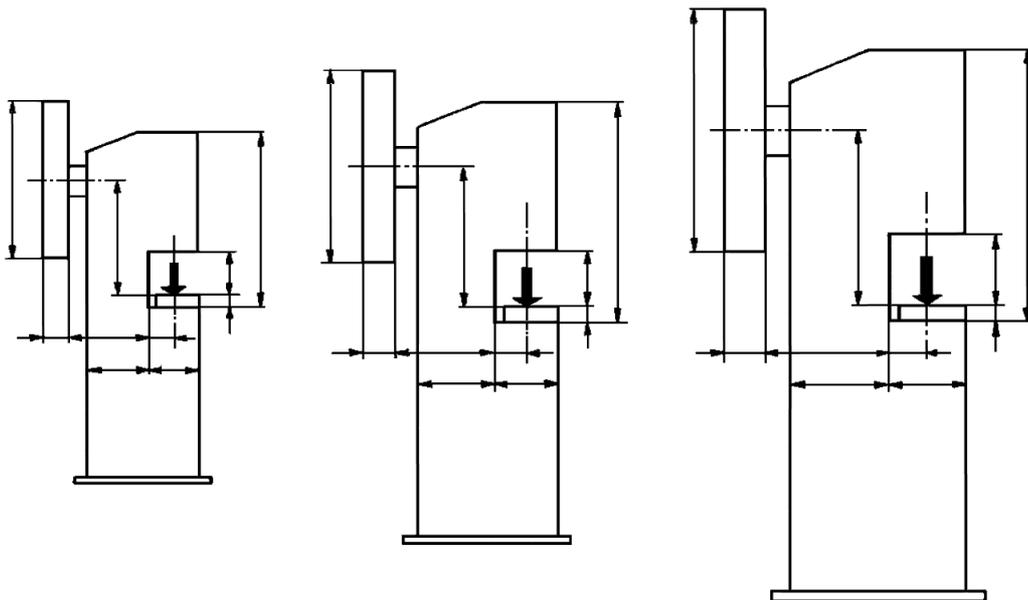


Figura 6 – Série de prensas mecânicas (balancés) cujas dimensões principais estão escalonadas segundo uma dada série de números normais [M1]

- os semiprodutos (barras, laminados, etc.) devem apresentar dimensões lineares ligeiramente superiores às normais, para que, após as operações de trabalho mecânico, o produto acabado apresente dimensões com valores que são números normais, sem haver grande desperdício de matéria.

#### 4.1 Exemplos de aplicação

A título de exemplo podem assinalar-se alguns casos relevantes da utilização dos números normais na “documentação técnica de produtos”, na “especificação geométrica de produtos” e na normalização das características de produtos, máquinas, equipamentos, etc.:

##### 4.1.1 Na “documentação técnica de produtos”

- As espessuras dos papéis são avaliadas indiretamente pela massa (em gramas) de cada metro quadrado desses papéis (ISO 536) e estão normalizadas com base em valores da série R 20 (... 50 56 63 71 80 90 100 ... g/m<sup>2</sup>), com uma razão de  $q = \sqrt[20]{10} = 1,12$  [S1].
- Os comprimentos dos lados dos formatos preferenciais das folhas da série ISO-A, para desenhos técnicos, são valores numéricos da série derivada R 40/6 (... 1189 mm), com uma razão de  $q = (\sqrt[40]{10})^6 = 1,41$  (ISO 5457).
- Os valores das escalas recomendadas, para utilização em desenhos técnicos, pertencem à série de números normais R' 3 (... 1 2 5 10 ...), com uma razão  $q = \sqrt[3]{10} = 2,15$ , não normalizada

pela ISO, mas são também da série normalizada R 10 (DIN 323-1:1952). Esta série é também denominada de série 1-2-5 [M2].

- Os valores das espessuras de traço das linhas, utilizadas em desenho técnico, estão normalizados com base em valores da série derivada R" 20/3 (0,13 ... 2 mm) que tem uma razão de  $q = \sqrt{2} \approx 1,41$  (ISO 128-20).
- Os valores das alturas nominais da escrita (letras e algarismos), utilizadas em desenho técnico, são da série derivada R" 20/3 (1,8 ... 20 mm) que tem uma razão de  $q = \sqrt{2} \approx 1,41$  (ISO 3098-1).

#### **4.1.2 Na “especificação geométrica de produtos”**

- No sistema ISO de tolerâncias (ISO 286-1), os tamanhos nominais utilizados para o cálculo dos valores dos graus de tolerância e dos desvios fundamentais são valores preferenciais das séries R20 e R"20.
- Na indicação dos estados de superfície (ISO 1302), os valores recomendados para a rugosidade média aritmética  $R_a$  eram também valores preferenciais da série derivada R' 10/3 (0,025 ... 50  $\mu\text{m}$ ) que tem uma razão de  $q = (\sqrt[10]{10})^3 = 2$ .

#### **4.1.3 Na normalização das características de produtos, máquinas, equipamentos, etc.**

- Nas normas ISO relativas a elementos de fixação roscados, os diâmetros nominais de 1ª escolha das roscas, entre M1 e M280, são maioritariamente da série R"20 (ISO 724), bem como os comprimentos dos parafusos entre 2 e 300 mm (ISO 888).
- Nas normas ISO relativas a pequenas ferramentas, tais como mandris, brocas e fresas, os diâmetros normalizados, indicados nas respetivas tabelas, são valores das séries de números normais (BS 2045), ver exemplo na figura 5 a).
- A gama normalizada de frequências de rotação nominais dos motores elétricos assíncronos, funcionando com uma corrente de frequência  $f = 50$  Hz, é constituída por valores da série R 40 [(250), (300), 375, (500), (600), 750, (1000), 1500, (2000) e 3000  $\text{rot}\cdot\text{min}^{-1}$ ]. Por sua vez, as frequências de rotação a plena carga dos motores elétricos assíncronos, 355, 710, 1410, e 2820  $\text{rot}\cdot\text{min}^{-1}$ , assumindo um escorregamento de 6 %, são valores próximos dos valores da série R20/6 (355, ..., 2800), ver DIN 804 e [R1].
- As frequências de rotação das árvores e os avanços normalizados das máquinas-ferramenta são valores da série R 20 (ISO 229 e DIN 804).
- Os diâmetros dos condutores elétricos de cobre estão normalizados com base em valores da série R 40 (IEC 60317-0-1).

- As frequências de rotação dos motorreductores estão normalizadas com base em valores da série R 20 [V1].
- As quatro séries de alturas das pontas de veio das máquinas rotativas são constituídas por valores das séries R 5, R 10, R 20 e R 40 (ISO 496).
- Os diâmetros dos cilindros hidráulicos são normalizados com base em valores da série R 40, de modo a permitir utilizar uma gama limitada de instrumentos de retificação, de “*honing*” e de verificação, a facilitar o fornecimento de matérias-primas e a permitir normalizar muitos componentes internos, êmbolos, vedantes, etc. (BS 2045).

Na referência [K1], mostram-se algumas das vantagens da utilização de números preferenciais na normalização de características de produtos definidas no sistema métrico, tais como diâmetros de roscas, tamanhos de chapas de aço, barras, ferramentas, etc., em termos de racionalização da produção, derivada da redução do número de variantes disponíveis para a satisfação das necessidades correntes do mercado, em comparação com as séries de valores utilizados na caracterização de produtos idênticos, disponíveis nos USA, mas concebidos em polegadas.

## 5 Dimensões angulares preferenciais

Os valores nominais preferenciais das características intrínsecas (parâmetros das equações paramétricas de elementos ideais) de elementos prismáticos (cunhas) e de peças cónicas, utilizados em aplicações gerais de engenharia mecânica, foram especificados pela ISO de modo a permitir uma redução da gama de ferramentas, calibres e instrumentos de medição requeridos para a sua produção.

A norma ISO 2538-1, publicada pela primeira vez como ISO 2538:1974, especifica valores preferenciais de ângulos de prismas (cunhas) (“*wedge angles*”), inclinações (“*slopes*”) e convergências (“*rate of wedges*”) para peças com um ou mais elementos prismáticos (cunhas), ver figura 7. As características inclinação e convergência permitem uma definição dos ângulos de cunhas indiretamente a partir de dimensões lineares, cuja medição pode ser efetuada com uma maior resolução. Estas características são importantes, por exemplo, em peças onde é necessário garantir um dado comprimento de contacto entre superfícies conjugadas e controlar o seu posicionamento axial, em termos funcionais (p. ex. chavetas inclinadas, etc.).

A norma ISO 1119, publicada pela primeira vez como ISO/R 1119:1969, especifica valores preferenciais de ângulos de cones (“*cone angles*”) e conicidades (“*rate of tapers*”) para peças cónicas (geralmente troncos de cone retos), ver figura 8. A característica conicidade permite uma definição do ângulo do cone indiretamente a partir de dimensões lineares, cuja medição pode ser efetuada com uma maior resolução. Esta característica é importante, por exemplo, em peças onde é necessário garantir um dado comprimento de contacto entre superfícies conjugadas e controlar o seu posicionamento axial, em termos funcionais (p. ex. cones de ligação, cones de centragem, cones de vedação, cones de regulação, etc.).

## 5.1 Séries de valores para ângulos e inclinações de prismas e cunhas

A norma ISO 2538-1 especifica duas séries de **ângulos de prismas (cunhas)**, de 120° a 0° 30', e uma série de **inclinações de cunhas**, de 1:10 a 1:500, (quadro 2), para aplicações gerais de engenharia mecânica.

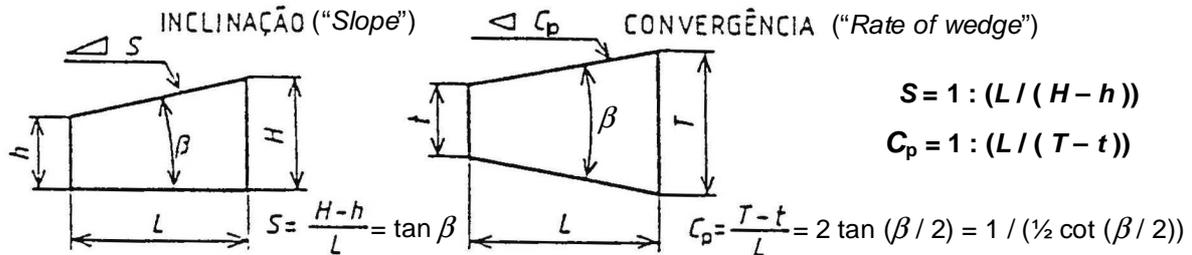


Figura 7 – Definição de características intrínsecas de elementos prismáticos (cunhas)

Quadro 2 – Valores preferenciais de ângulos de prismas e cunhas, inclinações e convergências para aplicações gerais e particulares de engenharia mecânica (ISO 2538-1)

| Valores nominais |       |                       |                 |                           | Aplicações                         |
|------------------|-------|-----------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------------|
| Valores iniciais |       | Valores calculados    |                 |                           |                                    |
| $\beta$          | S     | Convergência<br>$C_p$ | Inclinação<br>S | Âng. de prisma<br>$\beta$ |                                    |
| 120°             | –     | 1:0,288 675           | –               | –                         |                                    |
| ((108°))         | –     | 1:0,363 271           | –               | –                         | Blocos-vê<br>Barramentos de tornos |
| 90°              | –     | 1:0,500 000           | –               | –                         |                                    |
| (75°)            | –     | 1:0,651 613           | 1:0,267 949     | –                         |                                    |
| ((72°))          | –     |                       |                 |                           | Blocos-vê                          |
| 60°              | –     | 1:0,866 025           | 1:0,577 350     | –                         |                                    |
| ((50°))          | –     | 1:1,072 253           | 1:0,839 100     | –                         | Cauda-de-andorinha                 |
| 45°              | –     | 1:1,207 107           | 1:1,000 000     | –                         |                                    |
| (40°)            | –     | 1:1,373 739           | 1:1,191 754     | –                         |                                    |
| 30°              | –     | 1:1,866 025           | 1:1,732 051     | –                         |                                    |
| 20°              | –     | 1:2,835 641           | 1:2,747 477     | –                         |                                    |
| 15°              | –     | 1:3,797 877           | 1:3,732 051     | –                         |                                    |
| (10°)            | –     | 1:5,715 026           | 1:5,671 282     | –                         |                                    |
| (8°)             | –     | 1:7,150 333           | 1:7,115 370     | –                         |                                    |
| (7°)             | –     | 1:8,174 928           | 1:8,144 346     | –                         |                                    |
| (6°)             | –     | 1:9,540 568           | 1:9,514 364     | –                         |                                    |
| –                | 1:10  | –                     | –               | 5° 42' 38,1"              |                                    |
| 5°               | –     | 1:11,451 883          | 1:11,430 052    | –                         |                                    |
| (4°)             | –     | 1:14,318 127          | 1:14,300 666    | –                         |                                    |
| (3°)             | –     | 1:19,094 230          | 1:19,081 137    | –                         |                                    |
| –                | 1:20  | –                     | –               | 2° 51' 44,7"              | Chavetas transversais              |
| (2°)             | –     | 1:28,644 981          | 1:28,636 253    | –                         | Saídas de peças moldadas           |
| –                | 1:50  | –                     | –               | 1° 8' 44,7"               | Saídas de peças fundidas           |
| (1°)             | –     | 1:57,294 325          | 1:57,289 962    | –                         |                                    |
| –                | 1:100 | –                     | –               | 34' 22,6"                 | Chavetas inclinadas                |
| (0°30')          | –     | 1:114,590 832         | 1:114,588 650   | –                         |                                    |
| –                | 1:200 | –                     | –               | 17' 11,3"                 |                                    |
| –                | 1:500 | –                     | –               | 6' 52,5"                  |                                    |

Notas:  
 1) Valores preferenciais (série 1): valores indicados sem parêntesis.  
 2) Valores de segunda escolha (série 2): valores indicados entre parêntesis.  
 3) Valores apenas para aplicações particulares: valores indicados entre dois parêntesis.  
 4) Os valores das características "convergência" ("rate of wedge") e "conicidade" ("rate of taper") são iguais quando o ângulo de prisma  $\beta$  e o ângulo de cone  $\alpha$  são iguais.

## 5.2 Séries de valores para ângulos de cone e conicidades

A norma ISO 1119 especifica duas séries de **ângulos de cone**, de 120° a 30°, e de **conicidades**, de 1:3 a 1:500, (quadro 3), para aplicações gerais de engenharia mecânica.

Aplica-se apenas a superfícies cónicas simples, excluindo peças prismáticas, roscas cónicas, rodas cónicas, etc.

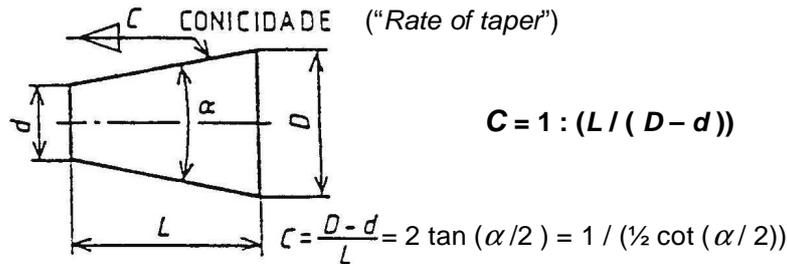


Figura 8 – Definição de características intrínsecas de cones (troncos de cone)

Quadro 3 – Valores de ângulos de cones e conicidades para aplicações gerais (ISO 1119)

| Valores nominais |        |                            |                |                 |               |
|------------------|--------|----------------------------|----------------|-----------------|---------------|
| Valores iniciais |        | Valores calculados         |                |                 |               |
| α                | C      | Ângulo de cone α           |                |                 | Conicidade C  |
|                  |        | Graus, min., seg.<br>° ' " | Graus<br>°     | Radianos<br>rad |               |
| 120°             | –      | –                          | –              | 2,094 395 10    | 1:0,288 675 1 |
| 90°              | –      | –                          | –              | 1,570 796 33    | 1:0,500 000 0 |
| (75°)            | –      | –                          | –              | 1,308 996 94    | 1:0,651 612 7 |
| 60°              | –      | –                          | –              | 1,047 197 55    | 1:0,866 025 4 |
| 45°              | –      | –                          | –              | 0,785 398 16    | 1:1,207 106 8 |
| 30°              | –      | –                          | –              | 0,523 598 78    | 1:1,866 025 4 |
| –                | 1:3    | 18°55' 28,7199"            | 18,924 644 42° | 0,330 297 35    |               |
| –                | (1:4)  | 14°15' 0,1177"             | 14,250 032 70° | 0,248 709 99    |               |
| –                | 1:5    | 11°25' 16,2706"            | 11,421 186 27° | 0,199 337 30    |               |
| –                | (1:6)  | 9°31' 38,2202"             | 9,527 283 38°  | 0,166 282 46    |               |
| –                | (1:7)  | 8°10' 16,4408"             | 8,171 233 56°  | 0,142 614 93    |               |
| –                | (1:8)  | 7°9' 9,6075"               | 7,152 668 75°  | 0,124 837 62    |               |
| –                | 1:10   | 5°43' 29,3176"             | 5,724 810 45°  | 0,099 916 79    |               |
| –                | (1:12) | 4°46' 18,7970"             | 4,771 888 06°  | 0,083 285 16    |               |
| –                | (1:15) | 3°49' 5,8975"              | 3,818 304 87°  | 0,066 641 99    |               |
| –                | 1:20   | 2°51' 51,0925"             | 2,864 192 37°  | 0,049 989 59    |               |
| –                | (1:30) | 1°54' 34,8570"             | 1,909 682 51°  | 0,033 330 25    |               |
| –                | 1:50   | 1°8' 45,1586"              | 1,145 877 40°  | 0,019 999 33    |               |
| –                | 1:100  | 34' 22,6309"               | 0,572 953 02°  | 0,009 999 92    |               |
| –                | 1:200  | 17' 11,3219"               | 0,286 478 30°  | 0,004 999 99    |               |
| –                | 1:500  | 6' 52,5295"                | 0,114 591 52°  | 0,002 000 00    |               |

Notas:

- Valores preferenciais (série 1): valores indicados sem parêntesis.
- Valores de segunda escolha (série 2): valores indicados entre parêntesis.
- Na série 1, os valores preferenciais de 120° a 1:3 estão, aproximadamente, em concordância com a série R10/2 de números normais, e os valores de 1:5 a 1:500 estão em concordância com a série R10/3 (ver ISO 3).
- Os valores calculados são dados apenas a título informativo.

Por sua vez, os valores indicados no quadro 4, preexistentes à data da edição da ISO 1119, só devem ser utilizados nas aplicações particulares indicadas nas últimas colunas.

Os quadros 3 e 4 fornecem valores calculados para ângulos de cone e conicidades, de modo a facilitar a conceção, a produção e o controlo de peças cónicas.

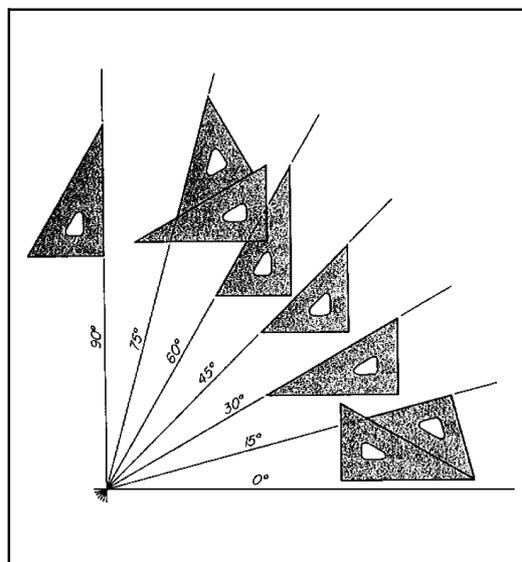
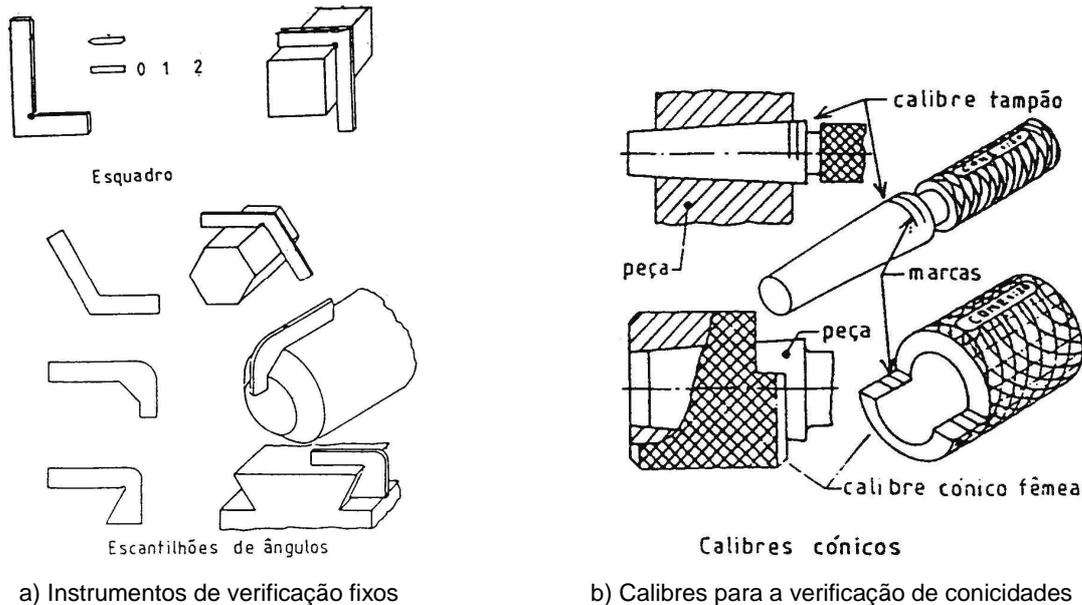
Quadro 4 – Seleção de cones para aplicações particulares (ISO 1119)

| Valores nominais |                          |                |                 |                | Aplicações                            | Normas ISO                                     |
|------------------|--------------------------|----------------|-----------------|----------------|---------------------------------------|--|
| Valores iniciais | Valores calculados       |                |                 |                |                                       |  |
|                  | Ângulo de cone $\alpha$  |                |                 | Conicidade C   |                                       |  |
|                  | Graus,min.,seg.<br>° ' " | Graus<br>°     | Radianos<br>rad |                |                                       |  |
| 11° 54'          | –                        | –              | 0,207 694 18    | 1:4,797 451 1  | Cones e tubos para a indústria têxtil | ISO 5237<br>ISO 8489-5                         |
| 8° 40'           | –                        | –              | 0,151 261 87    | 1:6,598 441 5  |                                       | ISO 8489-3<br>ISO 8489-4<br>ISO 324<br>ISO 575 |
| 7°               | –                        | –              | 0,122 173 05    | 1:8,174 927 7  |                                       | ISO 8489-2                                     |
| 1:38             | 1° 30' 27,7080"          | 1,507 696 67°  | 0,026 314 27    | –              |                                       | ISO 368  |
| 1:64             | 0° 53' 42,8220"          | 0,895 228 34°  | 0,015 624 68    | –              |                                       | ISO 368  |
| 7:24             | 16° 35' 39,4443"         | 16,594 290 08° | 0,289 625 00    | 1:3,428 571 4  |                                       | Árv. de máq.-ferram.<br>Ajustam. de ferram.    |
| 1:9              | 6° 41' 34,7769"          | 6,359 660 24°  | 0,110 997 01    | –              | Bornes de bateria                     | IEC 60095-2                                    |
| 1:9,98           | 5° 43' 19,0609"          | 5,721 961 35°  | 0,998 670 65    | –              | Interface c/ flange                   | ISO 12164                                      |
| 1:12,262         | 4° 40' 12,1514"          | 4,670 042 05°  | 0,081 507 61    | –              | Cone Jacobs nº 2                      | ISO 239  |
| 1:12,972         | 4° 24' 52,9039"          | 4,414 695 52°  | 0,077 050 97    | –              | Cone Jacobs nº 1                      | ISO 239  |
| 1:15,748         | 3° 38' 13,4429"          | 3,637 067 47°  | 0,063 478 80    | –              | Cone Jacobs nº 33                     | ISO 239  |
| 6:100            | 3° 26' 12,1776"          | 3,436 716 00°  | 0,059 982 01    | 1:16,666 666 7 | Equipamento médico                    | ISO 594-1<br>ISO 595-1<br>ISO 595-2            |
| 1:18,779         | 3° 3' 1,2070"            | 3,050 335 27°  | 0,053 238 39    | –              | Cone Jacobs nº 3                      | ISO 239  |
| 1:19,002         | 3° 0' 52,3956"           | 3,014 554 34°  | 0,052 613 90    | –              | Cone Morse nº 5                       | ISO 296  |
| 1:19,180         | 2° 59' 11,7258"          | 2,986 590 50°  | 0,052 125 84    | –              | Cone Morse nº 6                       | ISO 296  |
| 1:19,212         | 2° 58' 53,8255"          | 2,981 618 20°  | 0,052 039 05    | –              | Cone Morse nº 0                       | ISO 296  |
| 1:19,254         | 2° 58' 30,4217"          | 2,975 117 13°  | 0,051 925 59    | –              | Cone Morse nº 4                       | ISO 296  |
| 1:19,264         | 2° 58' 24,8644"          | 2,973 573 43°  | 0,051 898 65    | –              | Cone Jacobs nº 6                      | ISO 239  |
| 1:19,922         | 2° 52' 31,4463"          | 2,875 401 76°  | 0,050 185 23    | –              | Cone Morse nº 3                       | ISO 296  |
| 1:20,020         | 2° 51' 40,7960"          | 2,861 332 23°  | 0,049 939 67    | –              | Cone Morse nº 2                       | ISO 296  |
| 1:20,047         | 2° 51' 26,9283"          | 2,857 480 08°  | 0,049 872 44    | –              | Cone Morse nº 1                       | ISO 296  |
| 1:20,288         | 2° 49' 24,7802"          | 2,823 550 06°  | 0,049 280 25    | –              | Cone Jacobs nº 0                      | ISO 239  |
| 1:23,904         | 2° 23' 47,6244"          | 2,396 562 32°  | 0,041 827 90    | –              | Cones Brown & Sharp nº 1 a 3          | ISO 296  |
| 1:28             | 2° 2' 45,8174"           | 2,046 060 38°  | 0,035 710 49    | –              | Reanimadores                          | ISO 8382                                       |
| 1:36             | 1° 35' 29,2096"          | 1,591 447 11°  | 0,027 775 99    | –              | Equipamento anestésico                | ISO 5356-1                                     |
| 1:40             | 1° 25' 56,3516"          | 1,432 319 89°  | 0,024 998 70    | –              |                                       |  |

Nota: Os valores deste quadro deverão ser utilizados apenas nas aplicações particulares mencionadas.

### 5.3 Exemplos de aplicação

A adoção de valores preferenciais para ângulos e inclinações de prismas (cunhas) e para ângulos de cone e conicidades, na conceção de produtos, permite, por exemplo, a utilização de instrumentos de verificação fixos (esquadros, escantilhões, etc.) normalizados [ver figura 9 a)] e de calibres tampão e de anel cónicos para a verificação de conicidades [ver figura 9 b)], com reflexos benéficos nos custos de produção dos produtos.



c) Exemplos de utilização combinada de esquadros de desenho normalizados [F1]

Figura 9 – Exemplos de aplicação de valores preferenciais para ângulos e conicidades na normalização de instrumentos de verificação e de instrumentos de desenho

Finalmente, na figura 9 c), podem observar-se exemplos de utilização combinada de esquadros de desenho normalizados (triângulos retângulos com ângulos de 45° e de 30° e 60°) na traçagem de linhas com ângulos de inclinação preferenciais, no intervalo de 0° a 90°, ver quadro 2 e [F1].

## 6 Considerações finais

A utilização de números preferenciais (“*preferred numbers*”), no contexto da atividade normativa, desempenha um papel fundamental ao nível da normalização de características de produtos e da racionalização da produção, derivada da redução do número de variantes disponíveis para a satisfação das necessidades correntes do mercado, com reflexos muito positivos também no âmbito do processo de desenvolvimento de produtos.

Neste contexto, as vantagens oferecidas pela adoção de séries de valores em progressão geométrica merecem um destaque particular e, de entre estas, a opção da Organização Internacional de Normalização (ISO), em 1954, pelas “Séries de números normais” (“*series of preferred numbers*”), também designadas de “Séries Renard”, para as dimensões lineares, e também por séries de valores preferenciais de ângulos e inclinações para prismas (cunhas), em 1974, e de ângulos e inclinações para cones, em 1969.

O conceito de números preferenciais tem um campo de aplicação muito significativo ao nível da documentação técnica de produtos (TPD), da especificação geométrica de produtos (GPS) e dos Sistemas e componentes mecânicos de utilização geral.

## 7 Referências

- [F1] – FRENCH, T. E.; VIERCK C. J.; FOSTER R. J. – *Engineering drawing and graphic technology*. 14th ed. New York: McGraw Hill, 1993. ISBN: 0-07-113302-X.
- [K1] – KVERNELAND, K. O. – *Metric Standards for Worldwide Manufacturing* [Em linha]. 2012 Electronic 8 th Edition. GO metricUSA™.org, Inc., Statesville, North Carolina, USA, 2012. ISBN 0-9744477-7-3 (e-book). [Consult. 2 mai. 2014]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.metric-bsp.com/METRIC%20STANDARDS%20for%20Worldwide%20Manufacturing%20summaries.pdf>>.
- [M1] – MANFÈ, G.; POZZA, R.; SCARATO, G. – *Desenho Técnico Mecânico*. S. Paulo: Hemus-Livraria Edit. Ltda, vol 3, 1977.
- [M2] – MILTON, H. J. – *The Selection of Preferred Metric Values for Design and Construction* [Em linha]. NBS Technical Note 990. Washington D.C.: National Bureau of Standards, U.S. Department of Commerce, 1978. 88 p. [Consult. 2 mai. 2015]. Disponível em WWW:<URL:<http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/TN/nbstechnicalnote990.pdf>>.
- [R1] – ROEGNITZ, H. – *Variadores Escalonados de Velocidades em Máquinas-Ferramenta*. São Paulo: Ed. Polígono, 1973.
- [S1] – SIMÕES MORAIS, J. M. – *Desenho Básico*. Desenho de Construções – 1. 26ª ed. Porto: Porto Editora, 1999.
- [V1] – VAZ GUEDES, M. – *O Motor de Indução Trifásico. Selecção e aplicação*. Porto: FEUP. 1994. 68 p.

[W1] – WANG, PING. – *A brief history of standards and standardization organizations: a Chinese perspective* [Em linha]. East-West Center working papers. Economics series; no. 117. Honolulu, HI: East-West Center. Apr 2011. 25 p. [Consult. 11 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.eastwestcenter.org/fileadmin/stored/pdfs/econwp117.pdf>>.

## 7.1 Normalização

|                           |  |
|---------------------------|--|
| BS 2045:1965 (2011)       | – Preferred numbers. BSI.  |
| DIN 323-1:1952            | – Preferred Numbers – Basic Numbers – Exact Numbers – Rounded Numbers. DIN (anulada e substituída pela DIN 323-1:1974).                              |
| DIN 804:1966              | – On-load Speeds for Machine tools. Nominal values. Limits. Ratios. DIN.   |
| IEC 60317-0-1:2013        | – Specifications for particular types of winding wires - Part 0-1: General requirements - Enamelled round copper wire. IEC.                          |
| ISO 3:1973                | – Preferred numbers – Series of preferred numbers. ISO.  |
| ISO 17:1973               | – Guide to the use of preferred numbers and of series of preferred numbers. ISO.   |
| ISO 128-20:1996           | – Technical drawings – General principles of presentation – Part 20: Basic conventions for lines. ISO.   |
| ISO 216:2007              | – Writing paper and certain classes of printed matter – Trimmed sizes – A and B series, and indication of machine direction. ISO.                    |
| ISO 229:1973              | – Machine tools – Speeds and feeds. ISO.   |
| ISO 286-1:2010+Cor.1:2013 | – Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits. ISO. |
| ISO 496:1973              | – Driving and driven machines – Shaft heights. ISO.  |
| ISO 497:1973              | – Guide to the choice of series of preferred numbers and of series containing more rounded values of preferred numbers. ISO.                         |
| ISO 536:2012              | – Paper and board – Determination of grammage. ISO.  |
| ISO 724:1993              | – ISO general purpose metric screw threads – Basic dimensions. ISO.  |
| ISO 888:2012              | – Fasteners – Bolts, screws, and studs – Nominal lengths and thread lengths. ISO.  |
| ISO 1119:2011             | – Geometrical product specifications (GPS) – Series of conical tapers and taper angles. ISO.   |
| ISO 1302:2002             | – Geometrical Product Specifications (GPS) – Indication of surface texture in technical product documentation. ISO.                                  |
| ISO 2538-1:2014           | – Geometrical product specifications (GPS) – Wedges – Part 1: Series of angles and slopes. ISO.  |
| ISO 3098-1:2015           | – Technical product documentation – Lettering – Part 1: General requirements. ISO.   |
| ISO 5455:1979             | – Technical drawings – Scales. ISO.  |
| ISO 5457:1999+A 1:2010    | – Technical product documentation – Sizes and layout of drawing sheets. ISO.   |
| NP 28:1961                | – Números normais. IPQ.  |