



POLITÉCNICO  
DE LEIRIA

# Exercício sobre a (i)legibilidade da letra

*Desenvolvimento de uma metodologia para  
a construção de tipos de letras reducionistas*

Discente João Pedro Afonso Figueiredo  
Orientador Aprígio Morgado



À Margarida, pelo apoio incondicional, pelas palavras sinceras nos momentos certos e pela oportunidade de partilhar a maior aventura de todas.

À Anabela, ao José e à Diana. Obrigado pela preocupação e pelo apoio sempre presente.

Ao Professor Doutor Aprígio Morgado, por toda a paciência, por todas as horas dedicadas ao projeto e por me guiar nesta constante aprendizagem.



## ***Resumo***

A presente investigação é fundamentada em estudos académicos de legibilidade nas áreas do Design de Tipografia e da Psicologia. A pesquisa e revisão literária permitiram enquadrar o processo de leitura, providenciando noções sobre o funcionamento dos mecanismos neurológicos envolvidos no reconhecimento de caracteres, e conceitos teórico-práticos do Design de Tipografia. O objetivo foi desenvolver uma metodologia para a exploração de tipos que questionem a legibilidade das formas convencionais das letras. A aplicação deste método a testes de legibilidade, permitiu a construção de um modelo tipográfico reduzido aos traços elementares de reconhecimento da letra.

O modelo expõe os resultados dos testes de legibilidade efetuados a 25 indivíduos. Estes resultados são assim apresentados através de uma família tipográfica que surge como um instrumento de visualização de dados, representando a quantidade de informação necessária para 50%, 60%, 70%, 80%, 90% e 100% dos observadores identificarem cada letra. A análise dos resultados demonstrou que a identificação das letras carece de uma quantidade substancial de área desenhada, o que sugere uma dependência em mais componentes do que seria, à priori expectável. Além disso, as interseções, terminações, curvas abertas para cima e verticais demonstraram ser as componentes mais relevantes no reconhecimento dos caracteres da caixa-baixa.

**Palavras-chave:** Design gráfico, Design de Tipografia, legibilidade, tipografia, reconhecimento das letras, componentes das letras, metodologia de exploração tipográfica, traços essenciais.



## ***Abstract***

The presented research is based on academic studies of legibility in the areas of Typography Design and Psychology. The research and literary review allowed to frame the reading process, providing notions about the functioning of the neurological mechanisms involved in character recognition, and theoretical-practical concepts of Typography Design. The objective was to develop a methodology for exploring types that question the legibility of conventional letters forms. The application of this method to tests of readability, allowed the construction of a typographic model reduced to the elementary traces of letter recognition.

The model shows the results of the readability tests carried out on 25 individuals. These results are thus presented through a typographical family that appears as an instrument of data visualization, representing the amount of information needed for 50%, 60%, 70%, 80%, 90% and 100% of the observers to identify each letter. The analysis of the results showed that the identification of the letters lacks a substantial amount of drawn area, which suggests a dependence on more components than would be, a priori expected. In addition, intersections, terminations, curves opened up and verticals have proven to be the most relevant components in the recognition of lower-case characters.

**Key words:** Graphic Design, Typography Design, legibility, typography, recognition of letters, components of letters, methodology for typographic exploration, essential features.



*«A typographer determined to forge new routes must move, like other solitary travelers, through uninhabited country and against the grain of the land, crossing common thoroughfares in the silence before dawn.»*

*(Bringhurst, R. 2004, p.9)*



## ***Glossário***

**Altura-x** Distância entre a base e a altura do glifo x minúsculo. Altura de referência para os caracteres de caixa baixa, sem ascendentes e descendentes.

**Amostras *matrix*** As amostras consistem na decomposição das letras num sistema de grelha em pontos/cm<sup>2</sup>.

**Ascendente** Partes da letra que se estendem acima da altura-x, como nas letras b e d.

**Caixa-alta** Termo que designa as letras maiúscula.

**Caixa-baixa** Termo que designa as letras minúsculas.

**Campo integração** A região utilizada pelo sistema visual para combinar componentes de letras.

**Caracter** Qualquer elemento tipográfico que constitui numa fonte, a letra, o número e sinal de pontuação.

**Característica** Uma característica pode ser definida como a componente de uma imagem que é detetada independentemente das outras

**Complexidade espacial** É definida através da dimensão espacial do esqueleto morfológico da letra.

**Complexidade perimétrica** É definida pelo perímetro interior e exterior da letra, ao quadrado, dividido pela área de «tinta».

**Contraforma** Espaço vazio dentro de um caractere.

**Contraste** Consiste no grau de diferença entre os traços grossos e finos de uma determinada letra.

**Crowding** Fenómeno que ocorre na periferia visual que faz com que os componentes de letras sejam «misturados».

**Duas vias** Modelo que suporta a existência de dois mecanismos diferentes, que operam a transformação de informação escrita em discurso.

**Emoticon** Símbolo gráfico que expressa uma emoção, atitude ou um estado de espírito.

**Entrelinha** Espaço entre linhas consecutivas.

**Espacejamento** Espaço em branco entre letras.

**Espinha** A curva e contracurva estruturais da letra «S» (caixa-alta e caixa-baixa).

**Excentricidade** Espaço crítico definido pela distância entre o ponto de fixação e o objeto alvo.

**Familiaridade** O conceito de familiaridade é atribuído ao tempo de exposição de um leitor a um determinado tipo de letra, ou às semelhanças entre as formas das letras.

**Fonte** Ficheiro de um tipo de letra que contém os glifos de um (ou mais) cortes. Conjunto de caracteres de um corpo ou corte que completam a caixa.

**Fonte display** Fontes display são tipos de letra concebidos para uso em tamanhos maiores que 14pt.

**Fóvea** Zona do sistema visual onde existe uma clara acuidade visual estendendo-se ao longo de 2° na retina.

**Gota** Terminal de caracteres que terminam com um remate arredondado.

**Haste** Traço vertical principal de um caractere.

**Legibilidade** Refere-se à qualidade de um caractere ser reconhecido e decifrável.

**Observador ideal** Modelo computadorizado desenhado para usar toda a informação visual existente no processo de identificação.

**Overshoot** Diferença de dimensões entre letras redondas ou pontiagudas e letras «planas» que garante o efeito visual de que todos os caracteres são do mesmo tamanho.

**Pixel** É o menor elemento num dispositivo de exibição, ao qual é possível atribuir cor.

**Pseudopalavras** Sequência regular de caracteres sem significado, mas pronunciável respeitando as regras fonéticas, como por exemplo: iguato e trendai.

**Readability** Refere-se a aspetos de compreensão textual, desde a forma como o escritor utiliza a linguagem à facilidade com que o leitor é capaz de a compreender.

**Sacada** Movimento ocular que ocorre no processo de leitura permitindo recolher informação.

**Serifa** Pequenos traços e prolongamentos que ocorrem no fim das hastes das letras.

**Slab serif** Serifa caracterizada por ser grossa e semelhante a blocos.

**Squelching** Fenómeno da visão que suprime características, deixando apenas «passar» aquelas que claramente se destacam.

**Stress** Variação entre a zona mais espessa e mais fina do traço do carácter.

**Tipografia** Arte e processo de criação na composição de um texto, física ou digitalmente. Assim como no design gráfico em geral, o objectivo principal da tipografia é dar ordem estrutural e forma à comunicação impressa ou digital (ecrã).

**Tipo** O mesmo que Tipo de Letra. Nome que se aplica a cada um dos caracteres móveis.

**Tipo de letra** Conjunto de caracteres, habitualmente com atributos partilhados, desenvolvidos para utilização de forma intermutável.

**Trigramas** Conjunto de três letras.

**Uncrowded window** Pequena janela na visão central onde o fenómeno crowding não acontece.

**Web** World Wide Web é um espaço de informação em que documentos e outros tipos de materiais são identificados por Uniform Resource Locators (url), interligados por links e acessíveis pela Internet.

**Word superior effect** Modelo de leitura baseado no reconhecimento do contorno das palavras, segundo o qual o reconhecimento das palavras é feito por unidades de palavras em vez da soma das partes.

**Zona parafoveal** Zona do sistema visual compreendida entre os 2° e os 12° na retina.

**Zona periférica** Zona do sistema visual para além dos 12° na retina.



## ***Lista de siglas***

**A****TypI** *Association Typographique Internationale*

**IPS** *In-Plane Switching*, é uma tecnologia de cristal líquido TFT adotado em Monitores LCD.

**LCD** Liquid cristal display, é um ecrã fino que contém cristal líquido entre duas lâminas transparentes de vidro.



## Índice de figuras

**Figura 1** Sturm bold - Herbert Bayer (1925). 4

**Figura 2** New Alphabet - Wim Crouwel (1967). 4

**Figura 3** Modelo tipográfico de Brian Coe. 4

**Figura 4** FF You Can (read me) - Phil Baynes. 5

**Figura 5** Modelo de reconhecimento paralelo da letra. Adaptado de Beier (2009). 21

**Figura 6** Fontes, alfabetos e escritas usadas como estímulo na fase de testes em Pelli et al. (2006). 24

**Figura 7** Áreas usadas na identificação de letras. As imagens classificadas revelam o total de «pixéis diagnóstico» em Fiset et al. (2008). Adaptado de Beier (2012). 26

**Figura 8** Medidas da anatomia tipográfica. Adaptado de Amado & Silva (2012). 35

**Figura 9** Principais termos da anatomia tipográfica. Adaptado de Amado & Silva (2012). 36

**Figura 10** Propriedades da tipografia. Adaptado de Amado & Silva (2012). 38

**Figura 11** Terminais. Adaptado de Amado & Silva (2012) e Willen (2009). 38

**Figura 12** Tipos de serifa. Adaptado de Amado & Silva (2012) e Willen (2009). 39

**Figura 13** Recomendações gerais que potenciam a visibilidade das letras (Beier 2009). 43

**Figura 14** Em A, temos um triângulo, um quadrado e um círculo com a mesma altura. É possível verificar que o triângulo e o círculo parecem menores que o quadrado. Em B, as mesmas figuras são replicadas e com o auxílio de duas linhas, comprova-se que a altura é a mesma para todos. Em C, as figuras parecem ter a mesma altura, mas quando são duplicadas em D, percebemos que o triângulo e o círculo são ligeiramente maiores que o quadrado (Silva & Silva 2010). 43

**Figura 15** Overshoot é a diferença de dimensões entre letras redondas ou pontiagudas e letras «planas» que garante o efeito visual de que todos os caracteres são do mesmo tamanho. 44

**Figura 16** Exemplos de letras onde é usado o princípio de estabilidade (Silva & Silva 2010). 44

**Figura 17** Em A estão sobrepostos os traços constituintes da letra T, sendo possível verificar que o traço horizontal é mais estreito que o traço vertical. Em B está o exemplo do O, onde é usada a compensação ao longo do traço, garantindo o contraste adequado. 45

**Figura 18** Caixa-alta das experiências tipográficas analisadas. I - Phill Baynes; II - Wim Crouwel; III - Sans Forgetica. 49

**Figura 19** Caixa-baixa das experiências tipográficas analisadas. I - Brian Coe; II - Phill Baynes; III - Wim Crouwel; IV - Sans Forgetica. 50

**Figura 20** Testes de identificação. 56

**Figura 21** Resultado dos testes de legibilidade. 57

**Figura 22** Resultado dos testes: Percentagem de identificação das letras. 63

**Figura 23** Família tipográfica: Representação visual dos resultados dos testes de legibilidade. 73



## **1. Introdução**

*Enquadramento e objetivos* 3  
*Questões da investigação* 5  
*Metodologias* 5  
*Estrutura da dissertação* 6

## **2. Legibility & Readability** 11

## **3. Processo de leitura** 15

*Duas vias* 16

## **4. Reconhecimento das palavras** 21

*Deteção de componentes das letras* 22  
*A eficiência da perceção da forma* 23  
*Componentes essenciais* 25

## **5. Crowding** 31

*Uncrowded window* 31

## **6. A forma da letra**

*Anatomia* 35  
*Classificação* 39  
*Proporção* 41  
*Legibilidade da letra* 42  
*Compensões óticas* 43

## **7. Alfabetos (i)legíveis**

*Brian Coe* 49  
*Phil Baynes* 49  
*Wim Crouwel* 49  
*Sans Forgerica* 50

## **8. Aplicação prática**

*Desenvolvimento do tipo de letra* 55  
*Modelo de teste* 55  
*Testes de identificação* 56  
*Metodologias* 56  
*Resultados* 57  
*Análise* 63  
*Limitações e erros de identificação* 65

## **9. Conclusão** 71

*Limitação do estudo e perspectivas futuras* 72

## **10. Referências bibliográficas** 77

*Bibliografia* 81

## **11. Anexos**

*Tabelas de resultados* 89



# **1. Introdução**

*Enquadramento e objetivos*

*Questões da investigação*

*Metodologias*

*Estrutura da dissertação*



## Enquadramento e objetivos

A evolução da indústria da impressão no séc. XIX, o desenvolvimento das cidades, o aumento dos leitores e da publicidade tiveram como consequência o crescimento exponencial da diversidade tipográfica, o que culminou na disseminação da tipografia na sociedade moderna. A evolução industrial permitiu que os caracteres tipográficos e as formas das letras, outrora controlados pela indústria gráfica, passassem a ser extensivamente usados por toda a população e para todos os tipos de comunicação, tornando as letras num dos produtos de design mais divulgados na sociedade. (Unger, 2018).

A democratização do ensino e a crescente literacia revelaram o papel da tipografia como ferramenta elementar no relacionamento social. Esta tornou-se fundamental na disseminação da mensagem escrita na sociedade, mensagem esta que, por sua vez, se tornou numa linguagem mais informal, empregando coloquialismos, contrações, abreviações, calão e *emoticons*. A mensagem escrita é composta por uma constante dicotomia autor/designer: enquanto que a escrita é do domínio dos autores, na medida em que são estes que criam e formulam as suas ideias transpondo-as em palavras, cabe ao designer fazer uso da tipografia – ofício pelo qual dá visibilidade, forma e durabilidade à mensagem escrita do autor (Bringhurst, 2004; Unger, 2018).

Com a generalização do uso da tipografia enquanto ferramenta de comunicação surgiu um interesse histórico, tecnológico e político no desenho de tipos. No início do séc. XX, a história da tipografia dá-nos conta de uma discussão alusiva à falta de compatibilidade estética entre a caixa-baixa e a caixa-alta do alfabeto latino. Esta incompatibilidade era especialmente notória no alemão, onde foi instituído durante o séc. XVII o uso da caixa-alta para a primeira letra dos nomes, levando a que fossem desenvolvidas propostas que tentaram colmatar o problema, desde reformas ortográficas e gramáticas, ao desenvolvimento de propostas para um alfabeto universal que tentou conectar as línguas do sistema de escrita latina (Berning, 2016; Kinross, 1988).

Entre as vozes que formularam críticas ao sistema de escrita alemão, destacam-se os filólogos e escritores, Jakob e Wilhelm Grimm, que manifestaram o descontentamento do uso de certos tipos de letra que dificultavam a leitura. De modo a combater esta particularidade da escrita alemã, Jakob Grimm propôs, na sua obra *Deutsche Grammatik*, uma reforma ortográfica, onde usou a caixa-alta exclusivamente para início de frases e nome próprios. Mais tarde, em *Deutsches Wörterbuch*, a dupla de filólogos alemães levou esta reforma mais além, e usou a caixa-alta exclusivamente no início de parágrafos, separando frases por pontos finais seguidos de um espaçamento maior. A preocupação pela representação da ortografia e da forma das letras foi partilhada por Stefan George, na sua obra poética, como parte integrante dum projeto maior, alusivo à simplificação e estilização da vida. Os últimos livros do poeta alemão foram produzidos tendo em conta a reforma proposta pelos irmãos Grimm, fazendo uso de um tipo de letra sem serifas, onde a caixa-alta é reservada para as palavras de abertura (como citado em Kinross, 1988, p.135).

Walter Porstmann descreve no seu livro *Sprache und Schrift*, a desconexão entre o alemão falado e escrito, como um problema técnico invés de um problema artístico. O autor propõe a eliminação da caixa-alta por completo e sugere que a introdução de um carácter para cada som, simplificaria o processo de escrita, leitura e aprendizagem. Porstmann defendia uma linguagem universal, baseada em sons, que seria atingida através de letras, alfabetos e tipos de letra universais (Berning, 2016; Kinross, 1988).



Figura 1 *Sturm bold*, Herbert Bayer (1925).

Os argumentos propostos pelos irmãos Grimm e por Stefan George, entre outros, foram rapidamente adotados por tipógrafos modernistas alemães, e incorporados numa visão e consciência social mais estética. A obra de Jakob e Wilhelm Grimm foi usada como principal argumento no uso de um alfabeto universal, impulsionando o desenvolvimento de soluções por Herbert Bayer e Jan Tschichold. Em 1925, a Bauhaus desapegou-se das suas origens expressionistas a favor de uma visão mais industrial, de onde surgiu uma nova abordagem tipográfica que pretendia abolir as duas caixas por completo (Kinross, 1988).

Estimulado pela reforma tipográfica, Herbert Bayer desenvolveu em 1925, um «tipo universal», geometricamente simplificado, construído apenas por formas modulares, que permitiu a impressão mais eficiente de materiais gráficos. *Sturm blond* é um alfabeto construído exclusivamente pelos elementos geométricos mais simples – linhas e circunferências. As formas elementares teriam o pressuposto de ser intemporais e objetivas, criando assim uma validade «universal» (Domiciano, 2014; Nunes, 2019). Por outro lado, Jan Tschichold mostrou particular afeição às ideologias de Prostmann, defendendo que o desenvolvimento de novos alfabetos germânicos devia ser baseado na proposta da transformação visual de sons da língua alemã. Tal como Prostmann, Tschichold propôs a substituição de certas combinações de letras por caracteres totalmente novos e sugeriu um novo alfabeto que refletisse os sons da fala. A principal ideia centrava-se no aperfeiçoamento da aparência visual da escrita alemã, através da exclusão total da caixa-alta que, segundo o tipógrafo, possibilitaria uma evolução estética e económica, potenciando a leiturabilidade (Berning, 2016).

A rápida evolução tecnológica e o aparecimento dos primeiros dispositivos gráficos (dotados de poucos pixéis) levou Wim Crouwel, a debruçar-se sobre a simplificação da representação gráfica das letras, uma vez que a reprodução de linhas curvas era impraticável neste tipo de dispositivos. Segundo um artigo exposto na *Type Directors Club*, que recorda o seu percurso enquanto designer tipográfico, Crouwel revelou, ao longo da sua carreira, um interesse na funcionalidade, simplicidade e clareza, defendendo uma versão simplista do alfabeto recuperando a ideia de redução do alfabeto à caixa-baixa. Em 1967, impulsionado pela limitação tecnológica, o designer desenvolveu *New Alphabet*, um tipo de letra experimental que reduziu os caracteres a traços horizontais e verticais (Held, 1996; Moma, 2011).

Figura 2 *New Alphabet* – Wim Crouwel (1967).



A redução do alfabeto à caixa-baixa e a simplificação da forma da letra impulsionou tipógrafos a procurar novas formas de letras universais, assentes na redução dos caracteres às suas formas mais elementares, como verificado nos exemplos de Bayer e Crouwel. Brian Coe, em 1968, toma uma diferente perspetiva no conceito da redução de caracteres aos seus elementos essenciais, através de uma experiência tipográfica onde propõe apagar o máximo de componentes de cada carácter de caixa-baixa, mantendo a sua legibilidade. (Hochuli, 2008).

Figura 3 Modelo tipográfico de Brian Coe.



Mais tarde, Phil Baynes, com base no exercício de Coe, aprofunda esta experiência e, numa publicação de 1991 para a revista *Fuse*, apresenta o tipo de letra *FF You Can (read me)*. O tipo experimental desenvolvido por Baynes focou-se na remoção de informação da parte inferior dos caracteres, revelando a importância da metade superior da letra para a identificação dos caracteres da caixa-baixa (Fontshop, s.d).

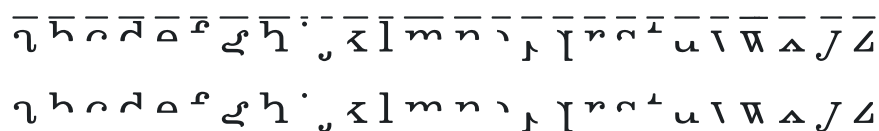


Figura 4 FF You Can (read me) - Phil Baynes.

As propostas reducionistas do alfabeto, apresentadas ao longo da história da tipografia, levantaram diversas questões de legibilidade contribuindo, desta forma, para o seu melhor entendimento. Na sequência dos exemplos anteriores, onde é explorada a redução das letras aos seus elementos essenciais, a presente dissertação propõe debruçar-se sobre esta e o seu impacto na legibilidade, analisando quais as principais características na identificação de caracteres, com o objetivo de construir um tipo de letra legível, reduzido à sua expressão mais simples e elementar.

De modo a compreender o processo de leitura e de reconhecimento de caracteres, a obtenção de informação para o projeto passará por outras áreas científicas para além do design gráfico, como a neurociência e a psicologia. A partir da investigação dos processos neurológicos envolvidos no reconhecimento de caracteres, assim como das características que o influenciam, o objetivo da dissertação passa por, a um nível teórico, contribuir para a disseminação da legibilidade na comunidade de designers de comunicação e de tipografia e, a um nível prático, providenciar uma metodologia de exploração tipográfica para o desenvolvimento de tipos experimentais que questionem a legibilidade das formas convencionais.

### Questões e hipótese da investigação

Tendo em conta o âmbito da presente dissertação, apresentado no capítulo introdutório, esta propõem responder às seguintes questões: (1) Como são reconhecidas as palavras e as letras? (2) Quais as componentes dos caracteres em que observadores se baseiam para identificar as letras? (3) A redução dos caracteres aos seus componentes elementares permite o seu reconhecimento?

### Metodologias

Segundo Prodanov & Freitas (2013), o método científico é o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos utilizados na investigação de um dado tema, ou seja, é a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa.

Na presente investigação, de natureza teórico-prática, foram usadas duas metodologias distintas. Numa primeira fase foi utilizada uma metodologia não intervencionista, onde através de métodos qualitativos – pesquisa e revisão literária – se procedeu: (1) ao enquadramento teórico do tema da legibilidade que permitiu a conceptualização de formas visuais das letras reduzidas ao limite da sua decifração

e (2) à análise de investigações e experiências tipográficas que abordam os limites da legibilidade. Na segunda fase foi utilizada uma metodologia intervencionista mista que, através de métodos qualitativos – desenho exploratório e vetorial de letras – e métodos quantitativos – testes de percepção – desenvolveu um método para redução de caracteres do alfabeto latino às suas formas mais simples e elementares.

A fase de projeto (aplicação prática), consistiu na elaboração de um método de redução dos caracteres aos seus componentes de identificação, ensaiado por meio de um modelo tipográfico, com o intuito de analisar a quantidade mínima de informação necessária no reconhecimento da letra. Os estímulos consistiram numa animação desenvolvida na aplicação *Adobe After Effects*, onde foi aplicada uma máscara em cada letra com a função de revelar as componentes desta a um ritmo constante. Os observadores foram instruídos a parar a animação assim que identificassem a letra que estava a ser desvendada, cuja forma resultante permitiu reduzir os traços da letra e visualizar a superfície necessária à sua identificação.

A análise dos resultados permitiu-nos posteriormente realizar uma reflexão crítica sobre a legibilidade e sobre o método aplicado na fase de testes, de onde foram obtidas conclusões finais, limitações do estudo e possíveis recomendações para futuras investigações.

### **Estrutura da dissertação**

A presente dissertação é constituída por duas partes. A primeira parte, subdividida em sete capítulos, apresenta e contextualiza o tema da dissertação, expõe as questões de investigação e a pesquisa literária. Primeiramente é abordado o termo legibilidade, o que permitiu posteriormente enquadrá-lo nos processos cognitivos inerentes ao processo de leitura e no modelo de reconhecimento de palavras (processo de leitura, reconhecimento das palavras e *crowding*).

Seguindo as necessidades intrínsecas da dissertação, o capítulo seguinte contém indicações tipográficas para o desenho da letra (a forma da letra) e por fim, são expostos e analisados exemplos práticos relevantes no âmbito da dissertação [alfabetos (i)legíveis]. Na segunda parte são postos em prática os conhecimentos adquiridos e é desenvolvido e testado um modelo tipográfico (aplicação prática). É também nesta última parte que expomos as conclusões do estudo, respondemos às questões formuladas inicialmente e apontamos recomendações para trabalho futuro (conclusão).





## ***2. Legibility & Readability***



Inicialmente, os termos *legibility* (legibilidade) e *readability*<sup>1</sup> eram utilizados na discussão de desempenho visual e na facilidade e velocidade de leitura (Tinker, 1963). Segundo Beier (2009), a distinção entre os termos sempre foi confusa e há ainda acadêmicos que, hoje em dia, os usam de forma indiferenciada. A autora refere, na sua obra, que a relutância em aplicar o termo *readability* deve-se ao uso desta palavra ser utilizada frequentemente em fórmulas de leitura, que nada têm a ver com tipografia. O propósito das fórmulas de *readability* é estudar fatores como o comprimento de frases, a complexidade de uma frase e a frequência de palavras, medindo apenas a complexidade da escrita.

Miles A. Tinker (1963), em *Legibility of Print*, refere-se a legibilidade como um termo que se prende com a percepção das letras, das palavras e com a leitura contínua. Segundo este, a legibilidade é obtida através de um arranjo tipográfico no qual a forma das letras, palavras e todos os outros aspetos da composição tipográfica (tamanho do tipo de letra, comprimento de linha, espaçamento, entre outros) são coordenados para produzir confortabilidade na visão, uma leitura rápida e de fácil compreensão.

Walter Tracy (1986) estabelece, mais tarde, na sua obra *Letters of Credit – A View of Type Design*, a diferença entre eles. Refere-se a legibilidade como a qualidade de um caractere ser reconhecido e decifrável, e a *readability* como um termo mais extenso, que se prende com aspetos de compreensão textual – desde a forma como o escritor utiliza a linguagem, à facilidade com que o leitor é capaz de a compreender.

Segundo Hochuli (2008), a familiaridade<sup>2</sup> das formas tipográficas garantem a *readability*. Esta é afetada sempre que uma forma menos familiar distrai o olhar do leitor – os desenhos das letras devem ser distintos e, ao mesmo tempo, estarem de algum modo relacionados entre si. Desta forma, se o propósito de um tipo for a *readability*, este não pode conter formas invulgares ou exuberantes, que representariam uma distração para o leitor.

De acordo com Tracy (1986), a *readability* depende de fatores de compreensão, do uso da linguagem e da composição de mensagem, fatores estes que são do encargo do autor. A presente dissertação tem, assim, o intuito de investigar e debruçar-se sobre questões de legibilidade, visto ser esta a área que o designer opera.

1 O termo *readability* não tem tradução para português, pelo que será usada a palavra inglesa ao longo da dissertação.

2 O conceito de familiaridade é atribuído ao tempo de exposição de um leitor a um determinado tipo de letra, ou às semelhanças entre as formas das letras (Beier, 2009).



### ***3. Processo de leitura***

*Duas vias*



Ao invés de um movimento contínuo linear a percorrer uma página de texto o nosso olhar executa saltos de palavra em palavra. Fixamos o olhar numa palavra cerca de 200 a 250ms e, de seguida, saltamos para a próxima – estes movimentos são denominados de sacadas, e costumam demorar entre 20 a 35ms. A maioria das sacadas são movimentos que avançam no texto entre sete a nove letras, no entanto, 10 a 15% das sacadas são regressivas. Durante a fixação, a quantidade de informação recolhida é limitada e o local da fixação deste não é aleatório – as fixações nunca ocorrem entre palavras, ocorrendo normalmente no lado esquerdo destas, perto do meio da palavra (Hochuli, 2008; Larson, 2004). Quanto mais experiente for o leitor, mais curtos são os períodos de fixação e maior se tornam as sacadas; no entanto, se as sacadas se tornarem demasiado grandes e os períodos de fixação demasiado pequenos, o texto tem de ser adivinhado. Neste caso, e quando o conteúdo é simples, a redundância da Língua faz com que a compreensão seja proporcionada.

De acordo com Rayner & Bertera (1979), a retina pode ser dividida em três partes: a fóvea, a zona parafoveal e a zona periférica. A fóvea é a área onde existe uma clara acuidade visual, estendendo-se ao longo de 2° a partir do ponto de fixação. A zona parafoveal está compreendida entre os 2° e os 12°, e a parte restante é a zona periférica. À medida que o estímulo se afasta da fóvea, a acuidade vai diminuindo e a habilidade de identificar uma palavra ou uma letra reduz drasticamente (particularmente quando o alvo é apresentado fora da fóvea ou quando se encontra distante do ponto de fixação). Segundo Larson (2004), os leitores recolhem informação das três zonas de identificação visual durante o período de fixação. O reconhecimento da palavra acontece na fóvea, a zona mais próxima ao ponto de fixação, normalmente grande o suficiente para conseguir capturar a palavra que está a ser fixada e palavras funcionais<sup>3</sup> imediatamente à sua direita. A zona parafoveal abrange algumas letras para além da fóvea, e recolhe informação preliminar sobre as próximas letras. A zona periférica abrange quinze letras para além da zona de reconhecimento da palavra, e adquire informação que é usada para identificar o comprimento das próximas palavras e a melhor localização do próximo ponto de fixação.

O processo de leitura depende de mais fatores, tais como: a sequência de letras ou palavras, as formas das palavras e o movimento dos olhos. As letras e palavras que precedem uma determinada área têm influência na probabilidade de esta ser fixada: se as formas das palavras forem de conhecimento prévio do leitor, estas serão lidas mais facilmente. Segundo Hochuli (2008), o movimento dos olhos é manipulado não só pela estrutura visual do texto, mas também pela estrutura linguística, o que pode indicar que a atividade motora visual durante a leitura é também controlada pela área de linguagem do cérebro.

3 Palavras com pouco significado lexical que têm significado ambíguo ou expressam relações gramaticais entre outras palavras dentro de uma frase.

## Duas vias

Estudos sobre a leitura permitiram descobrir dois mecanismos diferentes, que operam a transformação de informação escrita em discurso. Estes mecanismos recorrem a componentes de processamento de informação que, por sua vez, comunicam entre si (Coltheart, 2005).

Foster & Chambers (1973) foram os primeiros a providenciar uma explicação de um modelo, denominado de duas vias. Segundo os autores, a pronúncia da palavra escrita envolve a associação de uma determinada sequência de letras a um determinado código acústico ou articulatório (como citado em Coltherat, 2005, p6). O processamento de informação ocorre através de duas vias coexistentes, tendo como condicionante a sequência de letras. Caso o leitor não conheça a sequência de letras, o processamento dá-se maioritariamente através da via fonológica, aplicando as regras de correspondência grafema-fonema; caso a sequência de letras seja de prévio conhecimento do leitor, o processamento dá-se através da via semântica – o sentido da palavra é extraído diretamente da sua forma ortográfica (Marshall & Newcombe, 1973). Estes dados comprovam que ambas as vias são essenciais para que o leitor consiga ler todas as palavras.





## ***4. Reconhecimento das palavras***

*Deteção de componentes das letras  
A eficiência da percepção da forma  
Componentes essenciais*



Ler é a conversão da escrita para um significado linguístico. O processo conta com uma parte sensorial e neuronal – a descodificação de símbolos visuais – e uma parte cognitiva – a atribuição de significado (Unger, 2018).

Larson (2004) descreve os modelos de reconhecimento de palavras, referindo que o modelo de reconhecimento paralelo é o mais aceite entre psicólogos. Segundo este, as letras numa palavra são reconhecidas simultaneamente, e a informação das letras é usada para reconhecer a palavra. O modelo de reconhecimento paralelo pressupõe três níveis. No primeiro nível, acontece a identificação de componentes<sup>4</sup> das letras, tais como linhas horizontais, verticais, diagonais e curvas. Esta informação é depois enviada para o nível de deteção de letras, composto por detetores que localizam a letra com a maioria das características obtidas no nível de deteção de componentes<sup>5</sup>. Por fim, o terceiro e último nível, envolve detetores de palavras que funcionam da mesma forma que os de letras – identificam características (neste caso, letras) e combinam-nas em palavras. O que acontece após este nível ainda não é completamente conhecido, no entanto, há evidências de um segundo processo top-down, que ativa por sua vez unidades infra-lexicais, ao nível dos detetores das letras, reforçando as letras contidas na palavra (Beier, 2009; Larson, 2004).

O processamento *top-down* e *bottom-up* do modelo de reconhecimento paralelo explica o *word superior effect*<sup>6</sup>: enquanto que letras individuais têm de ser identificadas exclusivamente através da informação dos detetores de letras, as letras que compõem as palavras recebem informação de ambos os detetores, de letras e de palavras. Por isso, as letras de uma palavra têm uma maior taxa de reconhecimento, quando comparadas a letras expostas individualmente (McClelland & Rumelhart, 1981). Quando a palavra não é identificada no léxico de palavras, a sua identificação

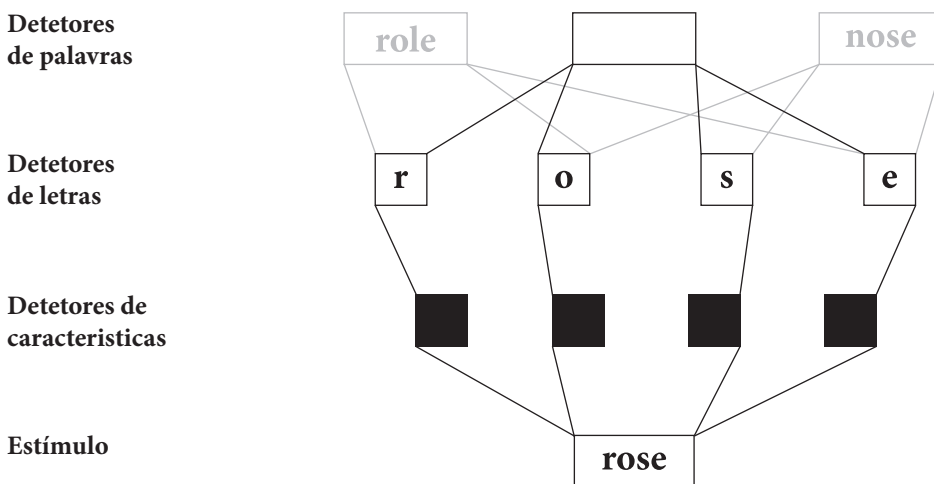


Figura 5 Modelo de reconhecimento paralelo da letra. Adaptado de Beier (2009).

4 Unidades elementares detetadas pelo sistema visual. Segundo Morgado (2015), o termo inglês *features* pode ser traduzido para «componentes», evitando assim eventuais ambiguidades entre a terminologia usada na tipografia e na ciência.

5 Por exemplo, se um *o* faz parte do material de estímulo, os detetores de letras do *o* são ativados em combinação com os detetores de letras do *c* e *e*.

6 Modelo de leitura baseado no reconhecimento do contorno das palavras, segundo o qual o reconhecimento das palavras seria feito por unidades de palavras em vez da soma das partes (Cattel, 1886a, 1886b, 1887).

depende apenas do nível de deteção de letras. Se algumas letras não forem identificadas, a colaboração do léxico de palavras e de letras permite-nos identificar a palavra (Beier 2009).

Um estudo de Pelli & Tillman (2007) contribui para o esclarecimento dos fatores que influenciam o reconhecimento de palavras. Os investigadores isolaram três processos de leitura: letra-a-letra, palavra-a-palavra e palavras num contexto. Através da medição da velocidade de leitura<sup>7</sup>, foram testados os processos mentais, individualmente e em combinações. Dos três processos testados, letra-a-letra foi o que teve maior taxa de leitura (62%), seguido de palavras num contexto (22%), sendo palavra-a-palavra o que demonstrou menor taxa de leitura (16%). Através destes resultados, concluiu-se que os três processos operam ao mesmo tempo, funcionando individualmente, coordenando a distribuição de tarefas entre eles.

Combinando o estudo de Pelli & Tillman (2007) com as ideias do modelo de reconhecimento paralelo, podemos afirmar existir uma boa indicação dos diferentes tipos de operações no processo de leitura. Aparentemente, as funções dos detetores de palavra, letra e contexto colaboram entre si, abordando o estímulo de diferentes ângulos. No entanto, é notável que, apesar do reconhecimento depender de outros detetores, o detetor de letras parece ser predominante (Beier, 2009).

### **Deteção de componentes das letras**

De acordo com Westheimer (1996), o sistema visual humano apoia-se numa variedade de competências visuais de baixo nível para processar cada «cenário» do quotidiano: orientação e discriminação de frequências espaciais, segregação de elementos<sup>8</sup>, perceção de profundidade e discriminação de movimento. As competências visuais de baixo nível são adquiridas na infância (Adolph & Eppler, 1998), no entanto, é possível melhorá-las através do treino. A aprendizagem de tarefas percetuais através da prática tende a ser rápida, permanente, e altamente específica, sugerindo um alto nível de plasticidade neuronal nos mecanismos visuais iniciais (Gilbert et al. 2001). Segundo estudos de aprendizagem conceptual<sup>9</sup>, a classificação de estímulos é feita de forma arbitrária. Quando há muitas características para classificar um objeto, mas existem poucas categorias, os observadores baseiam a sua decisão apenas numa característica, ignorando as outras (Suchow, 2005). No entanto, na identificação de letras, estão envolvidas imensas categorias (letras de um determinado alfabeto), forçando os observadores a usar múltiplas características (Miller, 1956). A um nível conceptual, existe um número infinito de possíveis características (Murphy, 2002) mas, de acordo com Pelli et al. (2003), ao nível visual, uma característica pode ser definida como a componente de uma imagem que é detetada independentemente das outras.

Pelli et al. (2003) mostraram que uma palavra só consegue ser lida se as letras forem reconhecidas individualmente. Através de um procedimento com máscaras

7 Nos testes foram usadas uma série de apresentações visuais, leituras orais e silenciosas (Pelli & Tillman, 2007).

8 Capacidade de isolar, evidenciar ou identificar objetos, ainda que sobrepostos, dentro de uma composição.

9 A aprendizagem conceptual promove a compreensão e inter-relação de conceitos. Construindo sobre conhecimentos prévios, tem como objetivo facilitar a conexão de ideias em novas situações (Higgins & Reid, 2017).

de ruído,<sup>10</sup> demonstraram que a identificação de uma palavra é feita em função da probabilidade de identificação de cada letra constituinte, mesmo nos casos de palavras compostas pelas três letras mais utilizadas. No artigo de 2003, os investigadores provaram que a eficiência na identificação de palavras é inversamente proporcional ao comprimento destas. O estudo demonstrou que a identificação de palavras nunca excedeu a precisão atingida por modelos baseados em reconhecimento de letras, o que sugere que o reconhecimento visual é severamente restringido por um primeiro estágio de detetores de componentes independentes, que suprimem sinais fracos (Pelli et al. 2003). A análise dos dados da comparação entre o observador humano e o observador ideal<sup>11</sup> revelou que a energia necessária para a identificação de uma letra é independente do comprimento da palavra, reafirmando o modelo de reconhecimento paralelo. O sistema visual deteta pequenas componentes (componentes de letras ou letras) e só depois reconhece a palavra constituída pelas suas componentes, ou seja, nada é reconhecido até que as suas componentes sejam detetadas.

O estudo de Pelli et al. (2003) provou que a deteção de componentes independentes é um fator determinante e que pode deteriorar a performance de leitura, especialmente quando a complexidade destas é alta. A diferença entre vermos uma determinada componente, ou falharmos e não a vermos por completo, é abrupta. Como previsto pela função de sensibilidade ao contraste<sup>12</sup>, a função psicométrica (probabilidade de ver) tem um aumento acentuado, o que demonstra que os sinais mais fracos são suprimidos. A este fenómeno chama-se *squelching* – a visão humana suprime características, deixando apenas «passar» aquelas que claramente se destacam. A equipa caracteriza este fenómeno como uma deteção rigorosa, um mecanismo do sistema visual humano, que alcança assim fiabilidade a custo de eficiência (Pelli et al. 2003).

Os componentes de letras estão correlacionados entre si, portanto o reconhecimento baseado em decisões independentes sobre componentes é ineficiente, especialmente devido ao fenómeno de *squelching*. Desta forma, a deteção independente e rigorosa de todos os componentes faz com que a eficiência na deteção seja inversamente proporcional à quantidade de componentes.

## A eficiência da percepção da forma

Em 1956, Attneave & Arnoult sugeriram o uso da complexidade perimétrica<sup>13</sup> como forma de medir o limite percetual de um objeto. Em 2006, Pelli et al. propõem, no seu artigo intitulado *Feature detection and letter identification*, que as imagens que excedem o intervalo de apreensão<sup>14</sup> parecem ser mais complexas, complexidade essa que pode ser definida pelo esforço psicológico exigido para apreender uma imagem. De modo a explorar o efeito de complexidade na performance humana em identificar letras, Pelli et al. (2006) testaram a identificação de caracteres e palavras, expondo indivíduos a estímulos durante um curto espaço de tempo. O material

10 Sinal aleatório com igual intensidade em diferentes frequências.

11 Modelo que usa toda a informação visual existente no processo de identificação.

12 Rácio entre o incremento de luminância do estímulo e a luminância do fundo (Pelli et al. 2003).

13 A complexidade perimétrica é definida como o perímetro interior e exterior, ao quadrado, dividido pela área de «tinta» (Attneave & Arnoult 1956).

14 Número de itens que uma pessoa pode apreender ou processar simultaneamente.



da eficiência em identificar padrões familiares.

Ao longo de todos os testes, a equipa de investigadores detetou uma rápida aprendizagem por parte dos observadores, verificando que a eficiência foi sempre inversamente proporcional à complexidade, e que o rácio de identificação e deteção foi sempre constante. Aliando estas conclusões ao facto da eficiência da maioria dos alfabetos e escritas ter sido de cerca de 10%, o artigo sugere que a identificação de uma letra é mediada pela deteção de  $7 \pm 2$  componentes visuais. Estes resultados provam que a identificação de letras é um processo fundamentalmente visual, e não uma tarefa relacionada com a linguagem, reafirmando novamente a evidência do modelo de deteção de componentes. O principal resultado do artigo é a relação recíproca entre a eficiência e complexidade, representando esta reciprocidade um severo limite na perceção visual. Apesar das formas só serem percecionadas através da deteção independente de múltiplas componentes, formas mais simples são mais eficientes e formas mais complexas revelaram ser ineficientes. Os resultados do artigo demonstram estar em linha com o princípio *Gestalt* – pregnância da forma. Este diz-nos que o olho humano tem tendência para encontrar simplicidade e ordem em formas complexas, impedindo que sejamos sobrecarregados pelo excesso de informação (Soegard, 2019). A ideia central do princípio subentende que as formas mais simples são compreendidas mais facilmente do que formas mais complexas, o que é visível no artigo de Pelli et al. (2006).

### Componentes essenciais

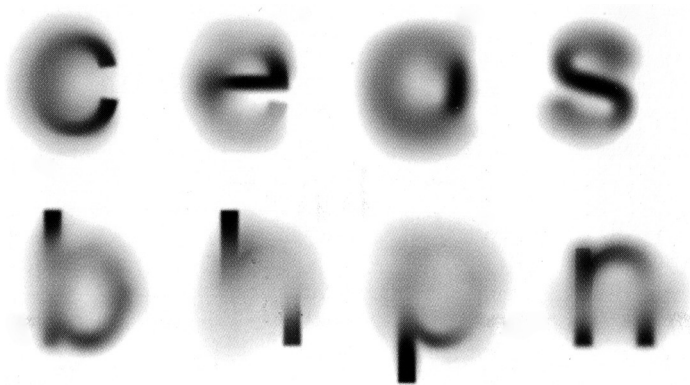
A partir do trabalho desenvolvido pelo oftalmologista francês Emile Javal (1878), é sabido que não necessitamos de percecionar a totalidade da forma visual dos caracteres pertencentes à caixa-baixa para os conseguirmos identificar, sendo a parte superior da altura-x suficiente. No entanto, este fenómeno não se verifica em todas as letras: no caso das letras **a**, **g**, **p** e **q**, a parte inferior de altura-x e os descendentes são mais distinguíveis do que as suas contrapartes (como citado em Hochuli, 2008, p14).

Fiset et al. (2008) conduziram um estudo onde procuraram determinar quais as componentes das letras responsáveis pela sua identificação. O estudo testou a identificação de caracteres (caixa-alta e caixa-baixa) do tipo de letra *Arial*, expondo leitores experientes a estímulos visuais, usando o método *Bubbles*<sup>16</sup>. Através deste método, foi possível perceber quais as áreas mais importantes na identificação das letras, permitindo identificar as componentes em que os observadores se suportaram no reconhecimento das letras.

Os resultados das experiências demonstraram que, na identificação dos estímulos, os observadores precisaram, em média, de 54,2 bolhas na caixa-baixa (24% da área desenhada), e 30,9 bolhas na caixa-alta (32% da área desenhada). A partir dos resultados, Fiset et al. (2008) realizaram uma regressão linear múltipla, obtendo o mínimo de bolhas para que cada tarefa fosse concluída com sucesso. O plano de coeficientes

16 O método *Bubbles* é uma técnica que revela o uso de informação em tarefas de reconhecimento. No estudo citado, o estímulo consistiu em amostras de letras onde através do método se omitiu informação de cada letra revelando apenas partes destas. Posteriormente foi realizada uma regressão linear múltipla nos locais das amostras e determinada a exatidão dos resultados, revelando as áreas mais importantes para a identificação das letras (Fiset et al. 2008).

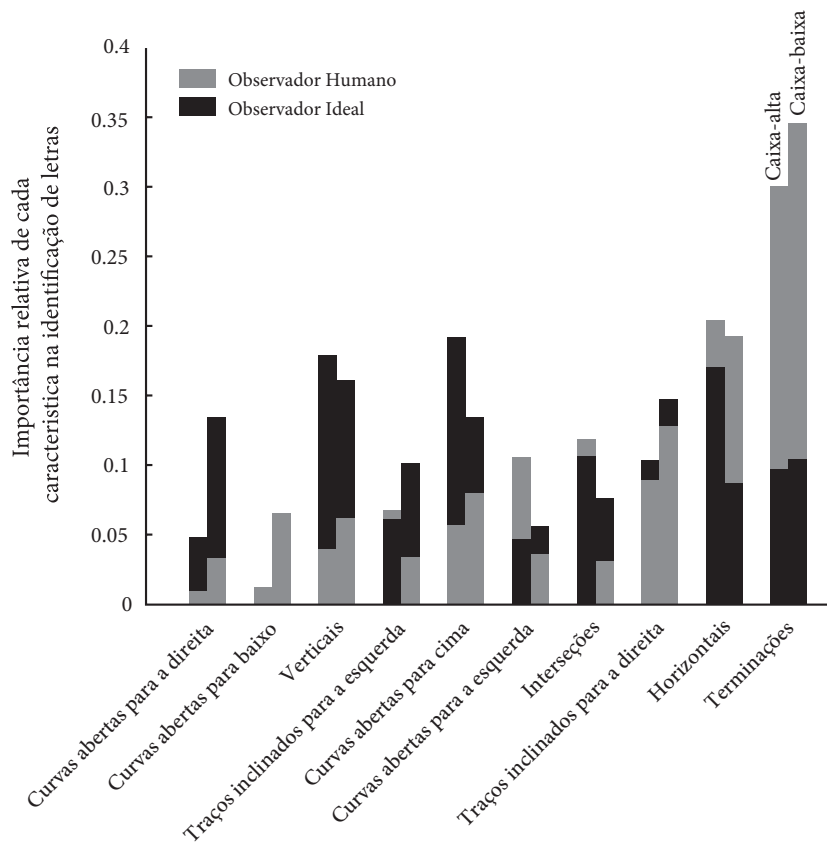
**Figura 7** Áreas usadas na identificação de letras. As imagens classificadas revelam o total de «pixéis diagnóstico» em Fiset et al. (2008). Adaptado de Beier (2012).



produzidos por esta operação foi denominado de imagem de classificação<sup>17</sup>. Através das imagens de classificação foi possível identificar as classes de componentes das letras: verticais, horizontais, inclinação para a esquerda, inclinação para a direita, curvas abertas para cima, curvas abertas para baixo, curva abertas para a esquerda, curvas abertas para a direita, terminações e interseções. A análise dos resultados identificou ainda as terminações como as componentes mais importantes no processo de identificação, seguidas pelos traços horizontais. A equipa de investigadores desenvolveu também um modelo de observador ideal (com capacidade de usar toda a informação visual existente) no processo de identificação de letras. De modo a comparar o uso de componentes entre este e os observadores humanos, o modelo foi submetido aos mesmos testes que os observadores humanos. Os resultados revelaram que o modelo de observador ideal usou as componentes de uma forma mais homogênea, resultado discordante dos observadores humanos, onde as terminações revelaram ser a componente mais proeminente na identificação das letras.

Perante a análise e comparação dos resultados tendo em conta os observadores humanos e o ideal, o estudo concluiu que, apesar de pequenas, as terminações são as mais relevantes na identificação da letra. A divergência no uso de componentes entre o observador ideal e o humano sugere que o sistema visual é limitado pela sua estrutura e componentes. Segundo Fiset et al. (2008), esta observação indica que a relevância das terminações resulta de uma interação entre o diagnóstico relativo desta componente e a disposição do sistema visual para a descodificar. O menor uso de componentes verticais e curvas abertas para cima (que são mais usadas pelo observador ideal) sugere que o sistema visual está mal equipado para as processar. O estudo sugere ainda que as descontinuidades são importantes na identificação, visto que as terminações podem ser contruídas como descontinuidades: as terminações são claras descontinuidades em barras e curvas, providenciando informação fulcral da não existência de interseções.

<sup>17</sup> A imagem de classificação foi obtida subtraindo o plano incorreto ao plano correto. O cálculo do plano correto é a soma de todas as máscaras de bolhas que levaram a uma resposta correta, e o cálculo do plano incorreto é a soma de todas as máscaras que levaram a uma resposta incorreta (Fiset et al. 2008).



A importância das terminações/interseções, assim como o pouco uso de verticais e curvas abertas para cima, pode explicar as observações feitas por Emile Javal. Aparentemente, o sistema visual está melhor equipado para processar algumas componentes, que se encontram em maior número na parte superior da altura-x da caixa-baixa. No entanto, é relevante salientar que este facto não se aplica a todos os caracteres: em casos como o **a**, **g**, **p**, **q** e **y**, a parte inferior da altura-x parece ser crucial para a identificação dos mesmos.



## **5. Crowding**

*Uncrowded window*



A visão está constantemente sob *crowding*, quando percebemos dois pontos de cores distintas à distância, estes aparentam ser de uma única cor e tal acontece porque nos encontramos sob efeito de *crowding*. O fenómeno ocorre na periferia do campo visual e depende de um espaço crítico definido pela distância entre o ponto de fixação e o objeto alvo – excentricidade (Pelli et al. 2007). No processo de leitura, *crowding* dificulta a identificação de letras adjacentes a outras letras. Isto acontece quando existem letras situadas dentro do espaço crítico<sup>18</sup> de uma outra letra, impossibilitando o reconhecimento desta. O fenómeno estende-se ao longo de uma grande região, sendo o comprimento desta, proporcional à excentricidade da letra alvo a partir da fóvea – independentemente do tamanho, das letras adjacentes, do contraste, do tipo de letra e do número de letras adjacentes (Bernard & Chung, 2011; Chung et al. 1998; Levi, 2008; Pelli et al. 2007; Pelli & Tillman, 2008; Stuart & Burian, 1962). Pelli et al. (2004) detetaram que *crowding* acontece apenas na tarefa de identificação, o que os levou a caracterizar o fenómeno como uma excessiva integração de componentes sobre uma área inapropriadamente grande – área esta que inclui tanto as letras adjacentes, como a letra alvo, tornando-a ambígua.

O *crowding* é assim o fenómeno que faz com que os componentes de letras sejam «misturados» e o processo de identificação seja afetado enquanto lemos. Isto dificulta o processo de leitura, e o consequente processo de reconhecimento de letras. Segundo Pelli & Tillman (2008), o processo de leitura demonstra assim ser ineficiente. Do ponto de vista dos autores, este atingiria a sua máxima eficácia se a identificação fosse feita através do reconhecimento da letra como um todo ao invés da deteção de componentes das letras.

### *Uncrowded window*

Uma vez que o fenómeno do *crowding* ocorre na periferia do campo visual, a maioria deste está sujeito ao efeito, no entanto, há uma exceção, uma pequena janela na visão central – *uncrowded window*. Na leitura, o espaço crítico do leitor aumenta com a distância deste ao ponto de fixação. O *Crowding* manifesta-se a partir de uma certa excentricidade em que o espaço crítico do leitor excede o espaçamento entre as letras, fazendo com que estas aparentem estar sobrepostas. A partir deste ponto, a visão periférica encontra-se sob efeito do fenómeno, mas a visão central, que se encontra dentro dos limites dessa excentricidade, não, permitindo assim que consigamos identificar as letras com facilidade. No entanto esta pequena janela impõe limites à tarefa de reconhecimento, especialmente no caso da leitura. Para conseguirmos ler, temos de identificar letras, processo este limitado pela quantidade de letras que conseguimos identificar em cada fixação, que por sua vez é limitada pelo *crowding* (Pelli & Tillman, 2008).

No processo de leitura as letras e palavras são reconhecidas na *uncrowded window*, o que leva a que seja preciso movimentá-la para que mais caracteres sejam reconhecidos. Segundo o artigo de Pelli & Tillman (2008), a redução da *uncrowded window* revela assim ser um potenciador de *crowding*, visto que quanto menor o tamanho desta janela, menos letras conseguimos identificar, levando a uma maior existência de sacadas.

18 O espaço crítico é composto por um campo de integração (Bouma, 1970).



## **6. A forma da letra**

*Anatomia*

*Classificação*

*Proporção*

*Legibilidade da letra*

*Compensões óticas*



Tendo como objetivo construir um modelo de teste, foi necessária a revisão da literatura na área do Design de tipografia e nos estudos sobre a legibilidade relativa das letras. Isto permitiu que mais tarde, as características das formas das letras que contribuem para a legibilidade fossem garantidas no desenvolvimento do modelo de teste.

## Anatomia

Devido às variações existentes nas partes anatómicas que constituem a letra foi indispensável abordar os termos técnicos necessários para um melhor entendimento destas.

Na Fig. 8 são expostos termos relativos às linhas que regulam um tipo de letra. É na linha de base que as letras assentam e pela qual se seguem ao longo de um texto. A altura de x, é a distância entre a linha de base e a altura da letra x de caixa-baixa, que normalmente corresponde à altura aproximada das letras minúsculas sem ascendentes. A linha dos descendentes é definida pela distância da linha base ao limite do descendente de uma letra e o oposto acontece com a linha dos ascendentes, que é definida pela distância entre a altura-x e o limite do ascendente. A linha da caixa-alta é definida pela distância da linha base à altura do corpo desta.

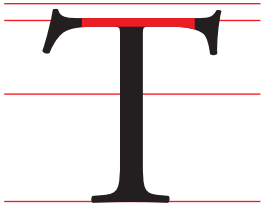


**Figura 8** Medidas da anatomia tipográfica. Adaptado de Amado & Silva (2012).

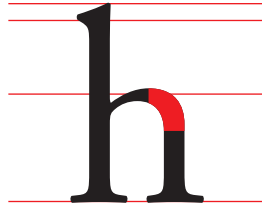
A Fig. 9 apresenta os principais termos da anatomia das letras relevantes no desenvolvimento do modelo da presente dissertação.

Figura 9 Principais termos da anatomia tipográfica. Adaptado de Amado & Silva (2012).





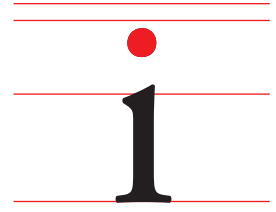
Cruz / Travessão



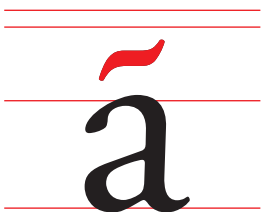
Arco da haste



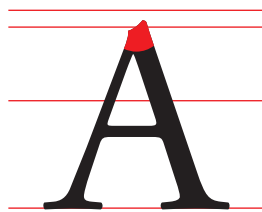
Haste



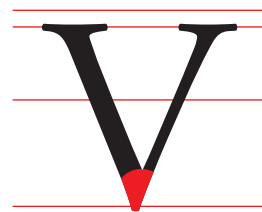
Pinta



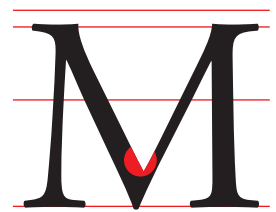
Diacrítico



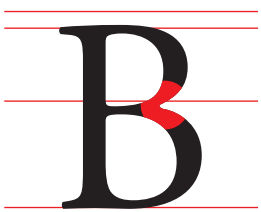
Ápice



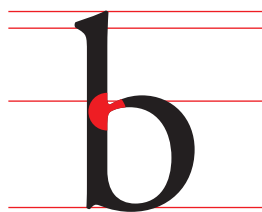
Vértice



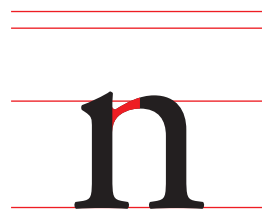
Virilha



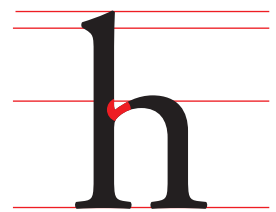
Cintura



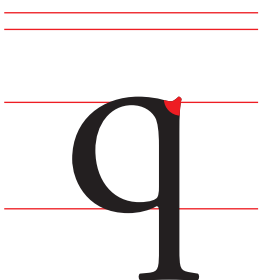
Junção



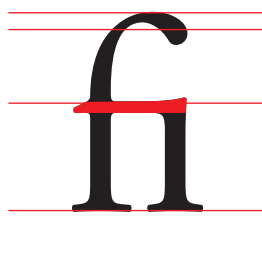
Afilamento



Incisão / armadilha de tinta



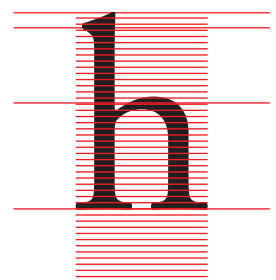
Esporão / farpa



Ligadura



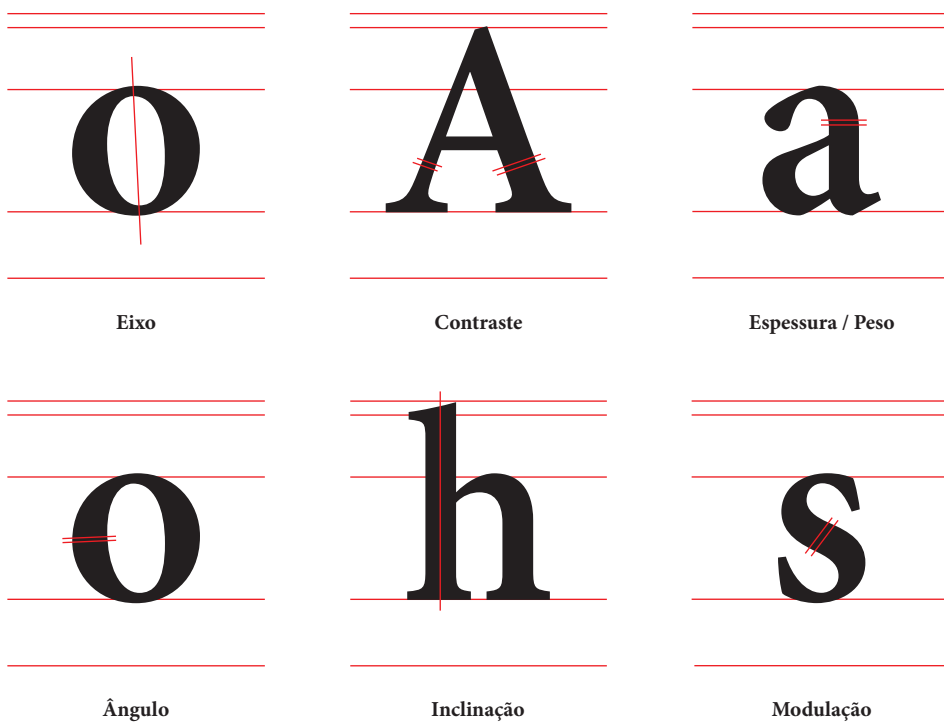
Garganta



Corpo

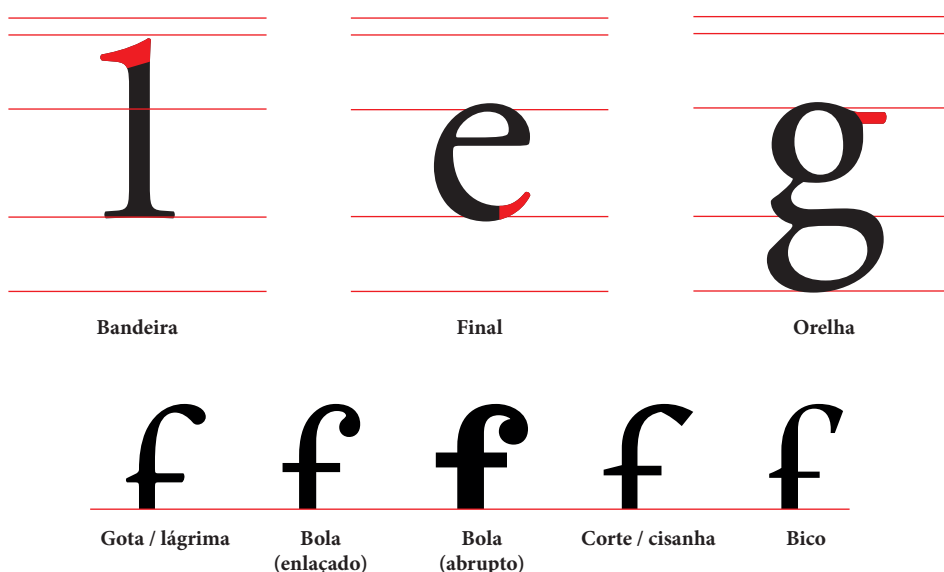
Os tipos de letra têm também uma série de propriedades: o eixo, define o ângulo de orientação da letra; o contraste e a relação entre traços finos e grossos. Para além destas existem também outras propriedades tipográficas como o ângulo, a inclinação e modulação (Cheng, 2005). Estas propriedades são apresentadas na Fig. 10.

Figura 10 Proriedades da tipografia. Adaptado de Amado & Silva (2012).



As Fig. 11 e 12 apresentam as mais diversas formas de terminais e serifas que estão associadas aos diferentes estilos de escrita, ao uso de ferramentas diversas e aos ângulos e pressão da caneta (Cheng, 2005).

Figura 11 Terminais. Adaptado de Amado & Silva (2012) e Willen (2009).



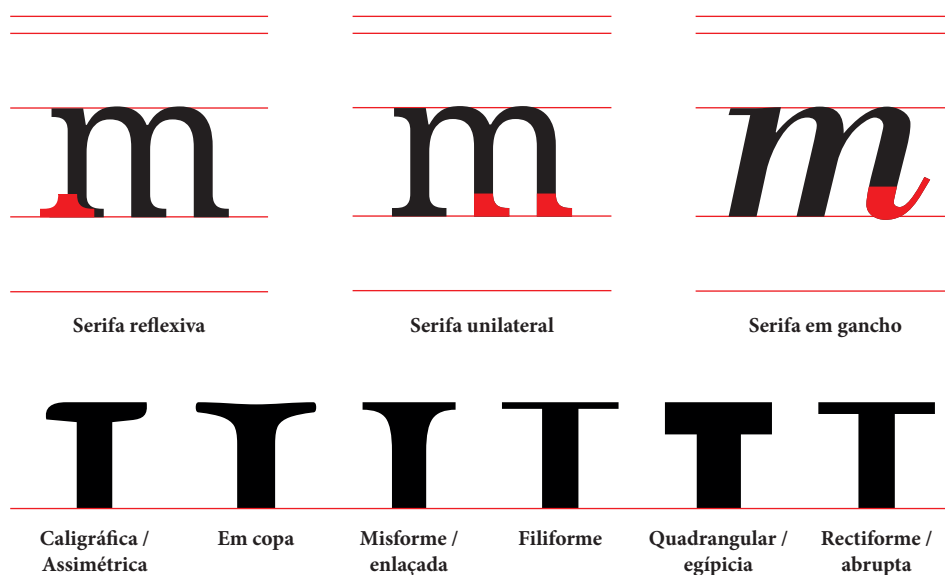


Figura 12 Tipos de serifa. Adaptado de Amado & Silva (2012) e Willen (2009).

## Classificação

Indra Kupferschrift (2012), numa publicação para a conferência *Research in Graphic Design*, refere que, nos primeiros quatrocentos anos da história da tipografia, os tipos de letra não tinham nomes específicos. Inicialmente, as fundições<sup>19</sup> e os impressores distinguiram os tipos pelo seu corpo; no entanto, com a revolução industrial, surgiu o interesse em tipos de letra mais vistosos, o que culminou no desenvolvimento de novos desenhos e inúmeras variações de estilo. Apareceu, assim, a necessidade de distinguir os tipos de letra e as suas variações, levando os impressores a inventarem a sua própria nomenclatura. Como consequência do uso de diferentes termos para distinguir o mesmo tipo de letra, a terminologia usada deixou de ser universalmente compreendida.

Em 1921, Francis Thibaudeau propôs um dos primeiros sistemas de classificação de tipos baseado na forma das serifas, composto por quatro classes: *Elzevir* (serifas triangulares), *Didot* (serifas filiformes), *Egyptienne* (serifas quadrangulares) e *Antiques* (sem serifa). Mais tarde, devido ao aparecimento de novos estilos, acrescentou duas novas classes: *Écritures*, para tipos de letras cursivos e *Fantaises*, para caracteres publicitários (Costa, 2013; Kupferschrift 2012).

A partir da classificação de Thibaudeau, Maximilien Vox desenvolve em 1954 o seu próprio sistema, considerado por Catherine Dixon (2002), altamente sofisticado para a época. Vox defende na sua obra, *Defense and Illustration de la lettre*, o seu novo sistema baseando-se na história da tipografia e na análise criteriosa do aspeto formal das letras (como citado em Costa, 2013, p.36). Do sistema de Vox surgem então nove famílias: *Humanes*, *Garaldes*, *Réales*, *Didones*, *Mécanes*, *Linéales*, *Incises*, *Manuaires* e *Scriptes*. Em 1962 A Association Typographique Internationale (ATypI) adota a classificação de Vox como standart – Vox-ATypI – incluindo duas novas classes, *Fraktur* e *Non-Latin* (Costa, 2013; Dixon, 2002; Kupferschrift, 2012).

<sup>19</sup> Empresas que fabricam e/ou comercializam tipos ou fontes tipográficas.

De seguida são apresentadas as famílias mais relevantes no âmbito da dissertação, onde são referenciadas algumas características que permitem distinguir as famílias entre si assim como exemplos para cada uma destas.

#### **Humanes (Humanista; Venezianas)**

As *Humanes* são caracterizadas pelo contraste moderado entre os traços verticais e horizontais, pelo seu eixo humanista e pela utilização de serifas abruptas nos seus ascendentes. São facilmente identificadas pela inclinação recorrente no braço do e (Costa, 2013).

Ex: *Jenson, Véronèse, Centaur, Perpetua*

#### **Garaldes**

As *Garaldes* surgiram da junção de *Garamond* e *Aldus*. São caracterizadas pela abertura mais fechada do e, assim como o braço horizontal deste e pelo eixo inclinado para a esquerda das letras redondas (Costa, 2013).

Ex: *Bembo, Garamond, Caslon, Sabon*

#### **Réales (Transicionais; Neoclássicas; Racionalistas)**

As *Réales* fazem a ligação entre as *Garaldes* e as *Didones*, incluindo os tipos de letras que não pertencem a nenhuma destas duas famílias. Algumas das características que as permitem distinguir-se são o eixo vertical do o, as serifas quase horizontais dos ascendentes e as serifas simétricas no topo do T. Em comparação com as *Didones*, as *Réales* distinguem-se pelo facto das serifas não serem horizontais (Costa, 2013).

Ex: *Baskerville, Cochin, Times*

#### **Didones (Modernas)**

As *Didones* são reconhecíveis pelo eixo vertical, largura uniforme e contraste extremo. São tipos de letra de Firmin Didot, Giambattista Bodoni, Walbaum e dos seus seguidores (Cheng, 2005; Parente, 2018).

Ex: *Didot, Bodoni, Walbaum Falstaff*

#### **Mécanes (Egípcias)**

As *Mécanes* surgiram com a revolução industrial, caracterizadas pelas serifas retangulares e grossas (Costa, 2013; Parente, 2018).

Ex: *Clarendon, Ionic, Rockwell*

#### **Lineáles (Lineares; Grotescas; Geométricas)**

As *Lineáles* surgiram no séc. XIX, mas foi no séc. XX que ganharam destaque com o aparecimento da *Helvetica* e da *Univers*. São caracterizadas pela falta de serifas, pela sua estrutura humanista, e pelas suas maiúsculas de proporções modernas (Parente, 2018).

Ex: *Helvetica, Akzidenz-Grotesk, Univers, Futura*

#### **Incises (Incisas)**

As *Incises* têm como modelo as inscrições em lápides o que lhes confere serifas pequenas e afiadas ou hastes afuniladas (Costa, 2013).

Ex: *Optima, Copperplate, Gothic*

O sistema criado por Vox responde a muitos problemas na classificação de tipos de letra. Tem em consideração fatores como a forma do tipo e a história da tipografia, no entanto, desde a criação deste sistema, a tipografia continuou a evoluir e foram desenvolvidos incontáveis novos estilos que desafiam até a própria classificação. De modo a encaixar estes novos tipos, tem-se tentado desenvolver novas categorias, ou categorias híbridas (como *Demi-Didone* ou *Neo-Clarendon*), contudo, nem todas são aceitas e compreendidas universalmente. As limitações do sistema de Vox são resultado deste ter como base apenas dois atributos: as características visuais e a cronologia. Hoje em dia os tipos de letra são mais complexos, são desenvolvidos para um uso específico num movimento artístico ou social, e como tal, precisam de uma classificação que tenha em conta estes fatores (Cheng, 2005).

Cheng (2005), sugere a criação de um novo sistema onde seja possível distinguir os tipos de letra em várias classes – visual, histórica, tecnológica, funcional, cultural e geográfica. Kupferschmift (2012), partilha a mesma ideia, e refere que o ideal seria a criação de um sistema flexível onde fosse possível combinar diferentes abordagens. Segundo o autor o desenvolvimento de uma terminologia inequívoca é a prioridade para que se consiga atingir uma abordagem universal na classificação de tipos de letra.

## Proporção

A proporção clássica das letras é baseada no modelo da letra inscricional romana. Os artistas renascentistas recomendavam que as proporções das letras deviam refletir as proporções do corpo humano ideal, usando o quadrado geométrico como medida para a largura da caixa-alta. Em teoria, as letras, excetuando o I e o M, eram divididas em dois grupos: um grupo constituído por catorze letras com largura de um quadrado – A, C, D, G, H, K, N, O, Q, T, V, X, Y e Z; e um grupo de sete letras, baseadas na largura de meio quadrado – B, E, F, L, P, R e S. Devido ao facto das letras U, J e W terem sido adicionadas ao alfabeto romano nos séc. X, XIV e XII, respetivamente, estas não faziam parte de qualquer grupo (Morgado, 2015).

Na prática, a metodologia adotada pelos renascentistas, acabou por não ser aplicada, visto que existem inúmeros tipos de letra, descritos como clássicos, que não seguem as proporções do modelo teórico proposto por Tory. Apesar das proporções clássicas concederem beleza e graciosidade à caixa-alta, estas são pouco práticas, as formas resultantes são geralmente demasiado largas (o que requer um espaçamento generoso), o contraste entre letras é irregular e não é possível expandir ou condensar o tipo de letra (Cheng, 2005; Morgado, 2015).

A evolução estilística e técnica levou à criação de um estilo Moderno cujas proporções tinham como objetivo atingir uma cor regular, contendo cada letra o mesmo espaço negativo, como é o caso do H, que é ligeiramente mais estreito que o O, dado que as suas contraformas retangulares ocupam mais espaço (Cheng, 2005).

No séc. XVIII, a substituição da pena larga pela pena pontiaguda e flexível influenciou as formas das letras resultando em tipos de letra de transição caracterizados pelo eixo vertical, serifas horizontais achatadas, serifas verticais simétricas no topo do T e pelo alto contraste. John Baskerville em 1750 aderiu a esta nova influência e produziu tipos de letra onde alargou algumas das letras mais estreitas. Em 1693, um comité composto por dois padres, um escriturário e um engenheiro, apoiado pelo rei Louis XIV, desenvolveu o primeiro tipo de letra neoclássica através de uma

grelha. *Roman du Roi*, foi a primeira fonte a ser desenvolvida através de um método científico. Este estilo teve o seu expoente máximo quando explorado por Giambattista Bodoni em Itália e Firmin Didot em França, por volta do séc. XIX, originando a classificação *Didone* (Bringinghurst, 2004; Costa 2013; Lupton, 2004).

Segundo Cheng (2005), a diversidade estrutural da caixa-baixa é resultado do desenvolvimento das formas das letras ao longo de um vasto período histórico no qual a perceção visual do designer desempenhou um papel fulcral. Beier (2009) refere que, em 1764, Pierre Simon Fournier sugeriu uma relação de proporção da caixa-baixa onde a altura-x deveria ocupar cerca de 43% da área total, sendo os restantes 57%, igualmente divididos pelos ascendentes e descendentes. Segundo a autora, mais recentemente o designer tipográfico Sumner Stone, realça a importância de uma altura-x relativamente baixa, potenciando a distinção entre letras, a forma da palavra e consequentemente a legibilidade num contexto de texto corrido. No entanto, a maioria dos tipos de letra criados com o intuito de serem usados em tamanhos mais pequenos têm uma altura-x elevada e pequenos ascendentes e descendentes. O argumento por trás desta opção sugere que a maioria das componentes essenciais no reconhecimento das letras está nesta zona, o que parece ir de acordo aos testes de leitura conduzidos por Herman Zapf em 1987, cujos resultados demonstraram que tipos de letra com uma maior altura-x tiveram melhor performance na visão central (como citado em Beier, 2012, p91).

### Legibilidade da letra

Beier (2009), a partir do trabalho de Tinker (1963), sintetizou estudos sobre a legibilidade das letras entre 1888 e 1984. A investigadora, constatou a existência de algumas componentes de letras que potencializam a legibilidade. As letras **b**, **q**, **p**, **q** e **k** foram as que mais facilmente se distinguiram devido aos seus elementos ascendentes e descendentes, assim como uma altura-x bem definida. A revisão dos dados recolhidos por Beier (2009), mostrou a existência de um padrão de erros de leitura recorrentes, distinguindo dois grandes grupos. Um grupo composto por caracteres com altura de x – **e**, **c**, **a**, **s**, **n**, **u**, **o** – e um grupo composto por letras estreitas – **i**, **j**, **l**, **t**, **f**. No caso da caixa-alta, os dados mostraram confusões frequentes entre formas redondas: **O**, **Q**, **D**, **C**, **G**; formas diagonais: **V**, **Y**, **W**, **M**, **K**, **X**; formas com traços verticais: **T**, **I**, **J**, **L**; formas com traços horizontais e verticais: **F**, **B**, **P**, **E**, **T**, **H**; e formas com dois traços verticais – **H**, **N**, **M**.

Com base na revisão da literatura, Beier (2009), desenvolveu três tipos de letra de modo a testar e melhorar o desenho de letras do ponto de vista da legibilidade. Os tipos de letra foram diferenciados a vários níveis e todos tinham funções diferentes – um fora desenhado para sinalética, outro para texto corrido e outro para parágrafos curtos. Com o intuito de perceber quais as características que potencializam a legibilidade, a investigadora criou variações de letras consideradas críticas para cada tipo de letra, variações estas que permitiram mais tarde, na fase de testes, controlar variáveis como o tamanho, proporção, contraste, peso, o aspeto e a personalidade do tipo de letra.

Os resultados dos testes de curta exposição na visão parafoveal e limite de visibilidade à distância, demonstraram que a visibilidade de tipos de letra para o visionamento à distancia pode ser melhorada tendo em conta as seguintes recomendações: (1) uso de serifas no topo da haste da letra **i**; (2) a espinha do **s** e o traço central do **a**

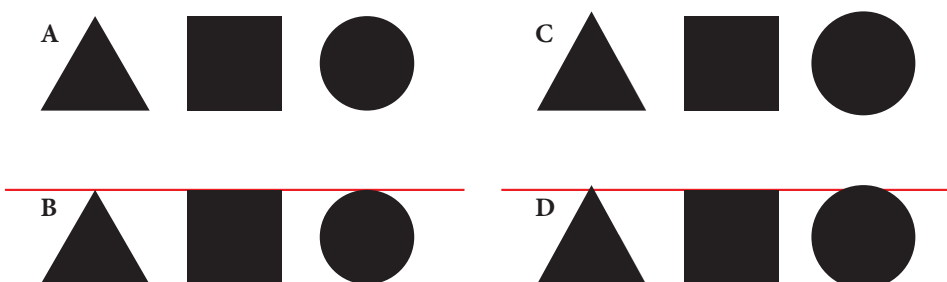
romano beneficiam de formas mais redondas e menos diagonais; (3) a visibilidade de versões não familiares do a e do s, com ascendentes e descendentes, é igual à sua versão familiar; (4) a visibilidade do a manuscrito é inferior à do a romano; (5) na visão parafoveal, as versões com altura de x da caixa-alta das letras n e t são visualmente idênticas às suas respectivas versões em caixa-baixa; (6) a barra horizontal da letra e deve ser colocada no centro visual favorecendo um ampla contraforma; (7) na visão parafoveal, versões com contraformas abertas do c são igualmente visíveis a versões com contraformas fechadas; (8) a visibilidade à distancia da letra c diminui se esta tiver um terminal em forma de gota; (9) à exceção da letra f, caracteres estreitos beneficiam de proporções um pouco mais largas (Beier, 2009).



**Figura 13** Recomendações gerais que potenciam a visibilidade das letras (Beier 2009).

### Compensações óticas

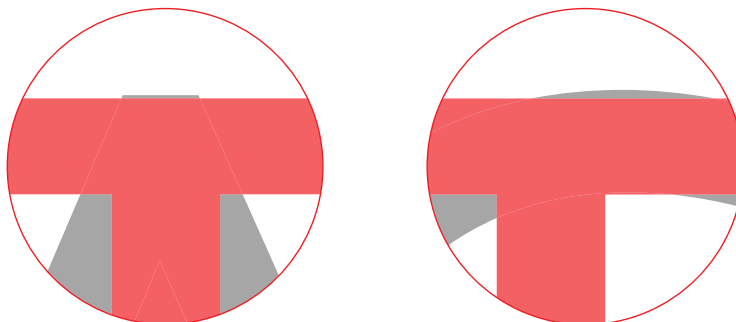
Tal como todos os objetos bidimensionais, os caracteres pertencentes a um tipo de letra – letras, números e pontuação – estão também sujeitos a ilusões óticas. Os designers de tipos recorrem a desenhos onde são introduzidas pequenas compensações, com o objetivo de enganar o olhar, de modo a que o observador percecionem um alinhamento ótico equilibrado. Para uma determinada altura, um círculo e um triângulo parecem ser menores que um quadrado, sendo preciso fazer pequenos ajustes óticos para que todos os elementos aparentem ser da mesma altura. Para garantir que todas as formas aparentem ser do mesmo tamanho, as formas circulares e triangulares têm de exceder as dimensões do quadrado (Hochuli 2008; Hoefler, 2019).



**Figura 14** Em A, temos um triângulo, um quadrado e um círculo com a mesma altura. É possível verificar que o triângulo e o círculo parecem menores que o quadrado. Em B, as mesmas figuras são replicadas e com o auxílio de duas linhas, comprova-se que a altura é a mesma para todos. Em C, as figuras parecem ter a mesma altura, mas quando são duplicadas em D, percebemos que o triângulo e o círculo são ligeiramente maiores que o quadrado (Silva & Silva 2010).

No desenvolvimento de um tipo de letra, estes pequenos ajustes são aplicados nas letras redondas (como o C, G e O), ou nas letras cujos traços convergem num ponto (como o A, M, N, V e W) – cuja dimensão é superior às quadradas (como o E, F, H, K, T e X). A diferença de dimensões no traço é tecnicamente denominada de overshoot, geralmente aplicado em todo o conjunto de caracteres (Hoefler, 2019).

**Figura 15** Overshoot é a diferença de dimensões entre letras redondas ou pontiagudas e letras «planas» que garante o efeito visual de que todos os caracteres são do mesmo tamanho.



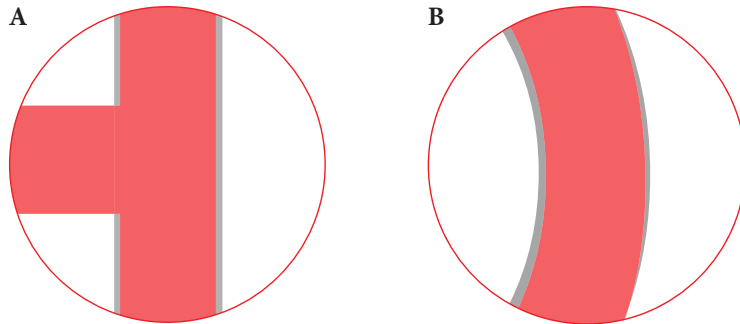
O tamanho entre as partes de uma forma bidimensional é, também, um atributo que a percepção visual não distingue corretamente; assim, é importante ajustar o equilíbrio entre as partes, de modo a que todos os caracteres pareçam proporcionais. No nosso quotidiano, ao observarmos uma determinada área dividida horizontalmente pelo seu centro matemático, a parte superior parece-nos maior. Desta forma, para que ambas as partes aparentem ser do mesmo tamanho, esta área tem de ser dividida pelo seu centro ótico – ligeiramente acima do centro matemático. O mesmo acontece nos tipos de letra: para que a forma visual da letra pareça equilibrada, é preciso garantir que a parte superior é menor que a parte inferior. Um exemplo são as letras B, E e S, cujas partes superiores são, por norma, maiores que as partes inferiores, obtendo assim equilíbrio visual (Hochuli, 2008; Hoefler, 2019).

**Figura 16** Exemplos de letras onde é usado o princípio de estabilidade (Silva & Silva 2010).



Um outro aspeto a ter em conta no desenho de formas bidimensionais é a espessura dos traços horizontais e verticais. No desenho de caracteres, os traços verticais têm de ser um pouco mais grossos que os traços horizontais, garantindo que todas as partes aparentem ter a mesma espessura. Normalmente, esta compensação é

notória no **H** e em elementos curvos (como o **O**) que, por sua vez, têm de ser mais largos nos seus pontos horizontais do que nos verticais, assegurando o equilíbrio (Hochuli, 2008; Hoefler, 2019).



**Figura 17** Em **A** estão sobrepostos os traços constituintes da letra **T**, sendo possível verificar que o traço horizontal é mais estreito que o traço vertical. Em **B** está o exemplo do **O**, onde é usada a compensação ao longo do traço, garantindo o contraste adequado.

A subjetividade imposta na conceção de um tipo de letra faz com que não existam valores preestabelecidos ou números mágicos para as compensações óticas: só a experiência permite determinar qual o valor de cada compensação. Segundo Silva & Silva (2010), a avaliação das compensações e ajustes deve passar não só pela fase de testes, onde o tipo é impresso em vários tamanhos, mas também por um afastamento do designer, durante algum tempo, permitindo «descansar o olhar». Quando desenhamos um tipo de letra, lidamos com a perceção visual humana, pelo que é imposta uma carga de subjetividade. Porém, fazer uso da subjetividade não é sinal de imprecisão, dado que após definir um valor para um determinado ajuste, este deve ser mantido ao longo do tipo de letra. Desta forma, é importante perceber que um projeto de design de tipos de letra não consegue ser consistente sem o auxílio das mais diversas ferramentas matemáticas, quer elas estejam na mente do designer, nas suas mãos ou dentro de um computador. Não obstante, o processo de criação tipográfico envolve a aparência e o olhar – elementos estes, influenciados pela história, cultura e tecnologia (Silva & Silva, 2010).



## **7. Alfabetos (i)legíveis**

*Brian Coe*

*Phil Baynes*

*Wim Crowwel*

*Sans Forgertica*



O presente capítulo concentra-se na recolha e análise de experiências onde tipos de letras desafiaram os limites da legibilidade, reduzindo os seus traços e/ou partes constituintes. A maioria dos exemplos apresentados não tem uma base científica, no entanto segue-se a análise destes, tendo em conta a revisão literária previamente apresentada.

### Brian Coe

Brian Coe levou a cabo uma experiência onde propôs apagar o máximo de componentes dos caracteres de caixa-baixa, mantendo a sua legibilidade. O exemplo mostra a importância dada à parte superior da altura-x, uma característica aparentemente importante na identificação de caracteres (Hochuli, 2008).

Desenvolvido através de uma metodologia empírica, o modelo de Coe, revê-se em resultados de estudos mais recentes de índole científica, como Fiset et al. (2008). No modelo verificamos o uso recorrente de terminações/interseções, que mostraram ter uma maior relevância na identificação de um caractere. O uso destas componentes, assim como ascendentes, descendentes, curvas abertas para a esquerda e curvas abertas para cima explicam a manutenção da legibilidade, mesmo com a remoção de componentes em cada caractere.

### Phill Baynes

FF You Can (read me) é uma versão de Phill Baines de *F Can You (read me)?* que o próprio criou em 1991 para a publicação *FUSE 1*. Phill Baynes teve como base o trabalho previamente desenvolvido por Brian Coe, focando-se na remoção de informação da parte inferior dos caracteres (Fontshop, s.d). O tipo resultante reforça a importância de componentes presentes na parte superior da altura-x no reconhecimento da letra, no entanto, o facto do autor ter dado ênfase a esta qualidade, levou a que soluções para letras como *i* e *o* se revelem difíceis de identificar.

O exemplo revela que o autor parece ter usado uma metodologia inversa nas letras *p*, *u*, *x* e *z*, fazendo representá-las pela sua parte inferior de altura-x. Com base nos estudos indicados no capítulo 4, verificamos que existe um maior número de interseções na parte inferior da altura-x destas letras, considerada uma componente importante na identificação dos caracteres por Daniel Fiset e a sua equipa. De notar que Phill Baynes reduziu bastante o uso de traços verticais, um tipo de componentes que de acordo com o estudo de Fiset et al. (2008), parecem não estar otimizadas para o sistema visual humano.

### Wim Crowel

Em 1967, Wim Crowel desenvolveu um tipo de letra com formas radicalmente simplificadas. Baseado no conceito da memória de computadores como um conjunto de células. Crowel construiu um novo tipo de letra adaptado aos dispositivos gráficos de então – estes tinham pouca resolução e os pixéis eram visíveis a olho humano. Perante a dificuldade de representar linhas curvas, construiu um alfabeto

	I	II	III
A	⌒	⌒	⌒
B	⌒	⌒	⌒
C	⌒	⌒	⌒
D	⌒	⌒	⌒
E	⌒	⌒	⌒
F	⌒	⌒	⌒
G	⌒	⌒	⌒
H	⌒	⌒	⌒
I	⌒	⌒	⌒
J	⌒	⌒	⌒
K	⌒	⌒	⌒
L	⌒	⌒	⌒
M	⌒	⌒	⌒
N	⌒	⌒	⌒
O	⌒	⌒	⌒
P	⌒	⌒	⌒
Q	⌒	⌒	⌒
R	⌒	⌒	⌒
S	⌒	⌒	⌒
T	⌒	⌒	⌒
U	⌒	⌒	⌒
V	⌒	⌒	⌒
W	⌒	⌒	⌒
X	⌒	⌒	⌒
Y	⌒	⌒	⌒
Z	⌒	⌒	⌒

**Figura 18** Caixa-alta das experiências tipográficas analisadas. I – Phill Baynes; II – Wim Crowel; III – Sans Forgetica.

	I	II	III	IV
a	ᵃ	ᵇ	ᶜ	ᵈ
b	ᵇ	ᶜ	ᵈ	ᵉ
c	ᶜ	ᵈ	ᵉ	ᶠ
d	ᵈ	ᵉ	ᶠ	ᶡ
e	ᵉ	ᶠ	ᶡ	ᶢ
f	ᶠ	ᶡ	ᶢ	ᶣ
g	ᶡ	ᶢ	ᶣ	ᶤ
h	ᶢ	ᶣ	ᶤ	ᶥ
i	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
j	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
k	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
l	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
m	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
n	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
o	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
p	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
q	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
r	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
s	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
t	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
u	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
v	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
w	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
x	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
y	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ
z	ᶣ	ᶤ	ᶥ	ᶦ

Figura 19 Caixa-baixa das experiências tipográficas analisadas. I – Brian Coe; II – Phill Baybes; III – Wim Crouwel; IV – Sans Forgetica.

usando apenas formas retangulares, sem curvas, suscitando questões de legibilidade a nível da forma das letras e da interação destas em contexto de palavra (Moma, 2011; Owens, 2006).

Analisando o modelo de Wim Crouwel e sabendo de antemão que os elementos horizontais são dos mais importantes na identificação de caracteres, o uso recorrente destes poderia indicar um bom princípio para a identificação das letras. No entanto, a não utilização de elementos curvos e diagonais que demonstraram ter similar relevância no reconhecimento das letras, representa assim problemas de identificação no tipo desenvolvido por Crouwel, especialmente em letras como a, x e z que fazem uso de formas curvas e diagonais nos tipos mais convencionais.

Segundo Hochuli (2008), um tipo de letra é constituído através de desenhos das letras relacionados entre si, mas ao mesmo tempo, distintos. A utilização de elementos verticais e horizontais faz, neste caso, com que as letras n e m sejam facilmente confundidas, assim como o u, o v e o w. Nestes exemplos as letras não são suficientemente distintas entre si, causando problemas ao nível da *readability*.

### Sans Forgetica

*Sans Forgetica* é um tipo de letra criado por uma equipa multidisciplinar de designers e investigadores da Escola de Design do Instituto de Tecnologia de Melbourne. Baseado em princípios de psicologia e design, a equipa criou um tipo de letra projetado para melhorar a retenção de informação escrita. O tipo de letra faz uso da condição da dificuldade desejada, criando uma dificuldade no processo de aprendizagem, requisitando assim por parte do observador uma capacidade de esforço consideravelmente maior, melhorando desta forma a retenção da informação (RMIT 2018).

Segundo a publicação da escola de design de Melbourne (2018), a condição de dificuldade desejada (*desirable difficulty*), assenta na premissa de que quando o processo de leitura se torna demasiado fácil, este falha em ativar um processo cognitivo mais profundo, necessário para a retenção e recordação da informação. Através da alteração das formas das letras, *Sans Forgetica*, tem o intuito de dificultar o processo de leitura, fazendo com que os observadores tenham de dar mais atenção ao texto, potencializando este processo cognitivo.

Analisando o tipo de letra *Sans Forgetica*, de um ponto de vista teórico e tendo em conta a revisão bibliográfica desenvolvida, podemos verificar que este faz uso de componentes relevantes para a identificação de letras pelo sistema visual humano – interseções, ascendentes e descendentes. Apesar da ausência da maioria das interseções na parte inferior da altura-x, existe uma forte representação destas na parte superior, mantendo-se a legibilidade. Este facto reforça a importância da presença destas componentes na parte superior de altura-x na identificação de algumas letras.

O intuito da equipa de Melbourne, foi criar uma pequena dificuldade e não de tornar a tarefa de leitura completamente impossível, o que explica a alteração conservadora da forma das letras. O processo consistiu em manter a legibilidade das letras, dificultando apenas o suficiente para estimular um processo cognitivo mais profundo que potencializasse a memória.

De um modo geral podemos observar que ao longo dos tempos novas soluções foram desenvolvidas tendo como intuito a redução das letras aos seus componentes mais elementares. Dos exemplos acima expostos, destacamos Brian Coe e Phill Baynes, que nos mostram que os resultados das experiências empíricas em muito têm a ver com resultados de estudos científicos mais recentes. Nestes exemplos verificou-se um recorrente uso de componentes como interseções, terminações e curvas abertas para baixo, componentes para as quais o sistema visual humano está otimizado.

É também notório o uso de componentes verticais, componentes que à partida são menos otimizadas para a percepção humana, revelaram nestes exemplos um papel importante. A razão disto mesmo é a existência de ascendentes e descendentes – construídos por traços verticais – que demonstram ser também componentes influentes na identificação de letras.

Através da análise dos exemplos expostos, verificamos que apesar de evidência científica, as experiências empíricas realçaram componentes que à partida seriam menos relevantes. Concluimos então que a conceção de um modelo que tenha como pressuposto a redução da forma das letras, deve passar pela análise individualmente de cada letra, só desta forma é possível avaliar quais as componentes essenciais na sua representação.



## **8. Aplicação prática**

*Desenvolvimento do tipo de letra*

*Modelo de teste*

*Testes de identificação*

*Metodologias*

*Resultados*

*Análise*

*Limitações e erros de identificação*



## Desenvolvimento do tipo de letra

Tendo em conta o conhecimento na área do Design de tipos de letra descrito no capítulo 6 – *overshoot*, centro ótico e espessura dos traços – e através de ferramentas de criação de edição de tipos – *Glyphs* – desenvolvemos um modelo base tendo em conta princípios de legibilidade. De modo a adequar o estudo ao período académico e à disponibilidade do investigador, circunscreveu-se o domínio da investigação ao estudo à caixa-baixa, deixando para investigações futuras o desenvolvimento, teste e implementação de soluções para a caixa-alta.

## Modelo de teste

abcdefghijklmnop  
ghijklmnop  
qrstuvwxyz  
vwxyz

### Testes de identificação

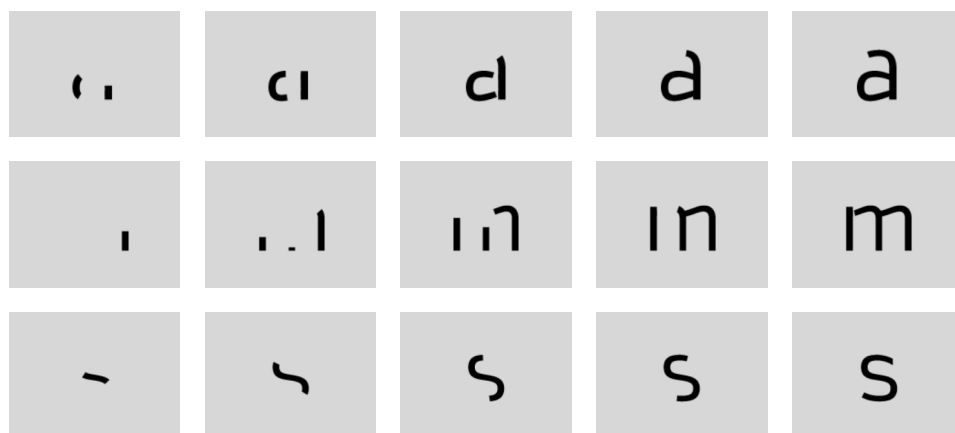
Com o intuito de avaliar a informação necessária na identificação de cada letra, foi desenvolvido um método de testes que revelou a um ritmo constante, os traços das letras, com base nos conceitos adquiridos ao longo da revisão literária. Estes testes permitiram desenvolver um tipo de letra, reduzido aos traços elementares.

### Metodologias

O teste foi criado na aplicação PsychoPy3 e apresentado num computador MacBook Pro com ecrã IPS LCD de resolução 2880x1800px, com uma taxa de atualização de 60Hz. O contraste do ecrã foi colocado no máximo e o estímulo foi apresentado a preto sob um fundo cinza RGB [0.686,0.686,0.686]<sup>20</sup> de modo a reduzir a fadiga ocular. O material de estímulo consistiu em representações das 26 letras do alfabeto, animadas e reveladas ao longo do tempo. Os caracteres começaram por ser desvendados pelas componentes identificadas no estudo de Fiset et al. (2008), como as mais importantes no reconhecimento. Estas animações foram criadas através da aplicação *Adobe After Effects*, com base numa *timeline* de 30 fotogramas por segundo, onde foi aplicada uma máscara cuja função foi revelar os traços da letra a um ritmo constante. Dada a natureza do modelo de teste ser uma fonte display, o estímulo foi apresentado a 600mm do observador, na visão central, correspondendo a uma representação, em média, de cerca 2,5° na retina.

Inicialmente foram dadas instruções aos observadores sobre o procedimento do teste onde foi lembrado que se tratava de um teste de identificação e que estes deviam identificar a letra que estava a ser revelada, tentando assim reduzir as respostas por adivinhação. Após um ecrã inicial onde apareceu um retângulo vermelho que garantiu que os observadores fixassem o olhar no centro do ecrã, os estímulos foram apresentados aleatoriamente até que a tecla «espaço» fosse pressionada por estes. Seguiu-se um ecrã onde foi questionado qual a letra percecionada, sendo a resposta registada através de um teclado externo ao observador, de modo a que este não fosse influenciado pela representação gráfica das letras no teclado. Participaram nos testes 25 indivíduos com escolaridade desde o ensino básico ao ensino superior entre os 12 e 66 anos, com acuidade visual ou normal ou corrigida para o normal.

Figura 20 Testes de identificação.























20 A aplicação PsychoPy3 foi desenvolvida no âmbito das ciências da visão, razão pela qual utiliza uma escala que varia entre -1 e 1, ao contrário da escala habitual RGB com valores entre 0—255 (8 bits).






## Resultados






Com o intuito de desenvolver um tipo de letra experimental, que reduz os seus traços até ao limite da sua descodificação, registou-se o tempo que cada observador levou até reconhecer a letra, revelando assim a superfície que permitiu a identificação do estímulo.


De seguida são apresentados os resultados para 50%, 60%, 70%, 80% e 90% dos observadores (consultar Anexos para obter informação detalhada sobre o tempo de identificação de cada letra).






Figura 21 Resultados do testes de legibilidade.






Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	9,0s	10,0s	11,7s	11,7s	11,7s
Letra resultante					
Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	9,9s	11,0s	12,4s	15,4s	21,1s
Letra resultante					
Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	10,6s	11,6s	12,2s	12,9s	13s
Letra resultante					
Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	17,3s	18,5s	21,6s	25,4s	27,9s
Letra resultante					

Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	8,7s	9,4s	10,1s	10,4s	12,0s
Letra resultante					

Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	14,7s	15,2s	15,9s	17,0s	17,8s
Letra resultante					

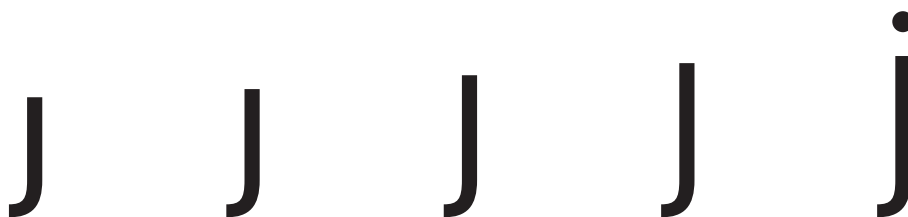
Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	23,9s	25,2s	25,3s	26,1s	34,1s
Letra resultante					

Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	14,1s	15,5s	16,1s	16,6s	17,6s
Letra resultante					

Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	5,3s	5,9s	6,3s	6,4s	11s
Letra resultante					

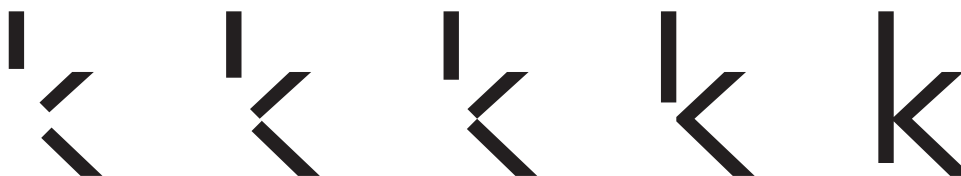
Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	14,3s	15,2s	16,5s	17,7s	22,8s

Letra resultante



Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	5,7s	6,6s	6,8s	9,2s	15,2s

Letra resultante



Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	12,6s	14,3s	15,1s	16,1s	17,0s

Letra resultante



Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	13,6s	14,4s	14,8s	16,3s	22,6s






Letra resultante













Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	7,8s	8,8s	10,5s	10,8s	13,2s






Letra resultante













Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	13,2s	13,4s	14,1s	14,5s	14,8s
Letra resultante					






Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	14,5s	16,1s	19,6s	21,1s	21,6s
Letra resultante					






Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	15,1s	15,9s	16,4s	20,1s	21,4s
Letra resultante					






Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	7,6s	9,1s	10,8s	11,9s	13,0s
Letra resultante					


Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	8,8s	9,9s	10,5s	11,2s	11,6s
Letra resultante					






Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	5,8s	7,2s	7,7s	8,7s	9,4s
Letra resultante					






Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	8,5s	9,4s	10,0s	10,4s	11,3s
Letra resultante					

Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	8,2s	9,1s	10,3	11,0s	12,1s
Letra resultante					

Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	14,3s	14,7s	15,3s	15,7s	17,5s
Letra resultante					

Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	8,4s	9,3s	10,6s	11,2s	12,5s
Letra resultante					

Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	15,0s	15,5s	17,8s	18,0s	19,5s
Letra resultante					

Percentagem de observadores	50%	60%	70%	80%	90%
Tempo até identificação	5,9s	5,9s	6,9s	7,4s	7,4s
Letra resultante					

### Análise

Considerando os resultados para 50% dos observadores que identificaram o estímulo com sucesso, observamos que, de uma forma geral a maioria das letras mostraram ser facilmente identificadas, à exceção das letras a, g e l que foram identificadas apenas por 72%, 52% e 72% dos sujeitos, respetivamente (Fig. 21).

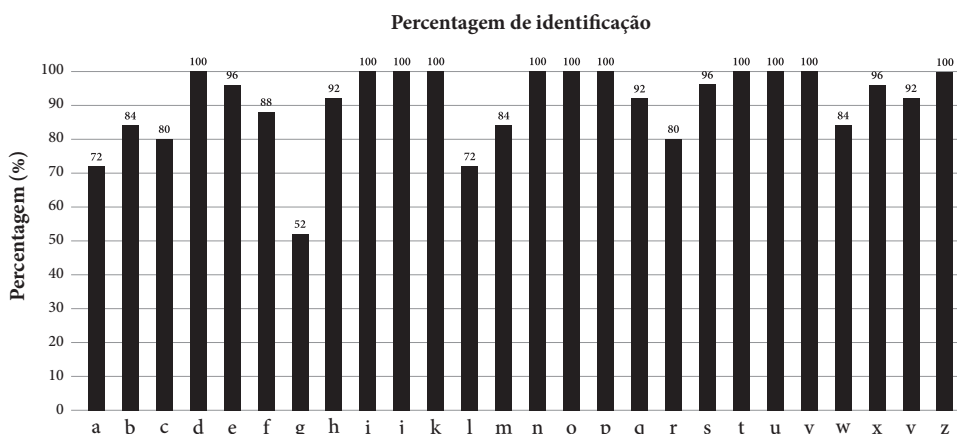


Figura 22 Resultado dos testes: Percentagem de identificação das letras.

As formas das letras finais permitiram verificar que a maioria dos observadores precisou de uma quantidade substancial de área desenhada para conseguirem identificar o estímulo, revelando que a identificação de letras se apoia em mais componentes do que seria expectável à priori. Os resultados sugerem que os ascendentes, descendentes, curvas abertas para cima e em especial as interseções são, aparentemente, as componentes mais importantes na identificação das letras, sendo que a maioria dos observadores apenas conseguiu identificar corretamente o estímulo após estas serem reveladas. Isto vai ao encontro dos estudos previamente apresentados, comprovando que as interseções são de facto, a componente mais importante na identificação das letras. Contrariamente ao que era esperado, o teste revelou que, aparentemente, os ascendentes e descendentes – componentes verticais – são necessários para que as letras sejam reconhecidas, verificando os pressupostos de Brian Coe, Phill Baynes e Beier (2009). Baseados na divergência de resultados entre o observador ideal e os observadores humanos, Fiset et al. (2008) sugerem que o sistema visual é limitado pela sua estrutura e componentes, não estando otimizado para reconhecer componentes verticais. No entanto, os resultados da presente dissertação reafirmam que o facto de estes irem para além da altura-x e da linha base, são indispensáveis para que a identificação ocorra. Desta forma concluímos que apesar das componentes verticais – neste caso os ascendentes e descendentes – não estarem otimizados para o sistema visual, estas funcionam como componentes diferenciadoras, permitindo maiores taxas de identificação.

Dos resultados, destacou-se um grupo de letras – a, c, e, l, o e s – que, para 50% dos observadores, só foram possíveis ser identificadas quando o desenho estava quase completo, sugerindo que estes casos precisam de mais área revelada para serem identificados. À exceção do l, todas as letras incluídas neste grupo não têm componentes que passam a altura-x e/ou da linha base, um resultado que vai ao encontro do previamente sugerido – componentes que trespasssem estas dimensões

são relevantes na identificação. Os observadores referiram ao longo dos testes, que a semelhança entre *c* e *o*, assim como a falta de componentes do *l*, levou a que fosse necessário revelar a maioria dos componentes destas letras para garantir que não fossem confundidas ou que não iam ser desvendadas mais componentes. Tal revelou que a forma da letra não foi o único fator que influenciou os resultados, indicando que o método de revelação influenciou também o tempo de identificação. Mais à frente voltaremos a este assunto no subcapítulo em que refletimos sobre as limitações do método e possíveis melhorias.

Os dados revelaram ainda a importância da existência ou inexistência de terminações, em particular nas letras *i* e *l*. Os resultados demonstraram que o *l* foi frequentemente confundido com o *i*, o que revela que a implementação do modelo, poderia ter ganho com a introdução de um elemento diferenciador, ou seja, o terminal do pé do *l* curvado para a direita como sugerido por Beier (2009).

As curvas abertas para cima mostraram a sua relevância nas letras *p*, *q* e *b*, onde se verificou que mal foram revelados, estas foram um fator que permitiu a identificação com sucesso, sugerindo que a existência de um componente contruído como curva aberta para cima, é um fator importante para que estas letras sejam distinguidas mais facilmente.

No caso destas letras *a*, *n* e *m*, observou-se que a identificação só foi possível assim que o ombro foi revelado. Visto que os ombros são construídos por curvas abertas para baixo, isto sugere que, nestes casos, este tipo componentes é altamente importante para que estas letras sejam distinguidas – nos casos em que o *a* foi confundido com o *d*, os observadores pararam a animação antes da curva aberta para baixo ser revelada.

As letras construídas com diagonais – *w*, *x*, *y* e *z* – revelaram que estas são elementares no reconhecimento de letras que usam este tipo de componentes. O facto de pertencerem a um grupo muito pequeno faz com que sejam facilmente distinguidas, resultando numa rápida identificação assim que as interseções são reveladas. A exceção a este grupo é o *v*, que demonstrou não ser necessário revelar a interseção para que fosse identificada, no entanto, a maneira como a letra foi revelada pode ter sido o fator que mais influenciou este resultado, uma vez que a interseção foi a última componente a ser revelada.

De um modo geral os resultados confirmam a revisão literária exposta nos capítulos anteriores, destacando as interseções e terminações como as componentes mais importantes na identificação das letras, seguidas dos traços diagonais, curvas abertas para cima e curvas abertas para baixo. O resultado mais pertinente do estudo é a verificação da importância de componentes verticais, que apesar de à partida não serem as que melhor estão adaptadas para o sistema visual humano, são estas que constroem a maioria dos ascendentes e descendentes, componentes elementares na identificação.

No entanto, é importante analisar o método empregue no revelar dos estímulos. Note-se que o modo como as letras foram desvendadas influenciou, em parte, a tomada de decisão dos observadores sendo necessário perceber o impacto que a metodologia utilizada teve no tempo e sucesso de identificação das letras. Segue-se então um subcapítulo que aborda estas questões e aponta possíveis soluções para que os erros sejam minimizados futuramente. De salientar que ao detetarmos falhas no método, podemos também inferir componentes importantes na identificação de cada caractere.

## Limitações e erros de identificação

Como referido, um dos maiores constrangimentos no tempo e sucesso de identificação foi o método usado na revelação dos estímulos, prova disto mesmo são os erros de identificação: a com d; c com o; f com o, a e c; g com y e j; m com w; r com n; w com v e x. Dado a natureza do teste, verificou-se que os observadores muitas vezes tentavam adivinhar a letra, ao contrário de a identificar, o que levou a que muitas vezes a animação fosse parada prematuramente, fazendo com que a informação disponível até então não fosse suficiente para identificar o estímulo. Esta limitação é notória em casos como o h, que foi confundido com o b; w com v e x; y com w e x.

As componentes pelas quais as letras começaram a ser reveladas foram baseadas no estudo de Fiset et al. (2008), podendo os erros de identificação sugerir que as componentes assinaladas como as mais importantes para cada letra possam de facto não ser condição insuficiente para a sua identificação. No caso da letra a, alguns observadores pararam a animação que revelava a letra logo após o aparecimento das interseções, resultando num desenho da letra onde estão presentes apenas a barriga e a haste do lado direito. As componentes presentes até este momento podiam assim sugerir de que se tratava da letra d. O tempo de identificação da letra poderia diminuir se fosse revelado, logo à partida, o ombro da letra, desvendando assim uma componente que parece ser importante para que o a seja reconhecido. A taxa de identificação do m – confundido com o w – que começou a ser revelado pelas suas hastes periféricas e pela interseção central, indica que tal como no a, beneficiaria da revelação do ombro logo desde o início, sugerindo novamente a sua relevância na identificação. Os erros de identificação ocorridos no f (confundido com o, a e c), revelaram a importância da interseção. A letra deveria ter sido revelada a partir desta ou de outras componentes, como o final da haste ou a componente horizontal, visto que as interseções e os terminais mostraram ser fulcrais na identificação de letras.

A letra g revelou ter a menor taxa de identificação, 9 em 25 observadores identificaram-na como sendo y, sugerindo que a origem desta confusão pode também estar na forma como a letra foi revelada. O g começou por ser desvendado pelo seu descendente e a maioria dos observadores parou a animação quando faltava ainda revelar a interseção superior, reafirmando a importância da sua interseção. Os observadores revelaram também confundir o q e g. Neste caso podemos atribuir o erro de identificação ao facto de ambas as letras partilharem componentes semelhantes como a barriga e as interseções ao mesmo nível. A confusão entre as letras sugere que o g pode beneficiar de uma forma mais complexa, onde seja incorporado um laço, de modo a poder distinguir-se da letra q, reduzindo os componentes comuns.

O c e r revelaram também alguns problemas de identificação. A literatura sobre legibilidade já tinha relatado a confusão entre c e o, atribuída à semelhança de ambas as letras, no entanto, no caso da presente dissertação detetou-se que tal possa ter acontecido devido a uma outra limitação do método. Os observadores nunca chegaram ao fim da animação do c, e isto não pode garantir que a forma que estava a ser revelada não era fechada, daí a confusão com o o. No caso da letra r, o fator da animação não ter ido até ao fim, levou que alguns observadores a identificassem como n, visto que a informação disponível no ecrã até pararem a animação poderia indicar que se tratava de parte deste. Isto sugere que, embora possam existir componentes com maior importância, não são condições suficientes para a identificação dos caracteres, não podendo ser priorizadas. Embora o sistema visual aparentar suportar-se mais nelas, também se suporta noutras.

A letra l foi muitas vezes identificada como i, como observado também por Beier (2009), no entanto, os erros de identificação não se deveram somente à não utilização da serifa na base da letra, como sugerido pela autora. Possivelmente os erros de identificação seriam reduzidos caso se introduzisse um elemento diferenciador como por exemplo a serifa na base do l, no entanto 50% dos observadores que identificaram a letra demoraram até 13s para o fazer, referindo que não pararam a animação mais cedo porque esperavam que fossem reveladas mais componentes. O método de revelação pode assim ter contribuído para os erros e tempo de identificação, visto que o l foi construído apenas por um componente – traço vertical.

As máscaras aplicadas nas letras priorizaram a revelação de componentes tidas como importantes na identificação. No entanto, os erros de identificação relatados nas situações acima revelam que a metodologia utilizada para a construção de um modelo minimal deverá considerar, futuramente, tanto a componentes importantes da letra a ser testada, como das suas semelhantes (ou melhor, letras que se confundem), podendo beneficiar da revelação simultânea de ambas as componentes.





## **9. Conclusão**

*Limitação do estudo e perspectivas futuras*



A presente investigação partiu da pesquisa e revisão da literatura nas áreas do Design de tipos de letra e da percepção, incidindo sobre estudos da legibilidade tipográfica, que permitiram o enquadramento teórico e prático necessário para a realização de um modelo tipográfico com o objetivo de reduzir os traços das letras ao limite da sua descodificação. Para o efeito desenvolveu-se uma metodologia experimental, que permitiu testar e desvendar quais as áreas dos caracteres mais relevantes na sua identificação.

A dissertação teve como objetivo inicial responder à questão: como são reconhecidas as palavras e as letras? A investigação nas áreas das ciências cognitivas demonstrou que no processo de leitura, o reconhecimento da palavra é baseado no modelo de reconhecimento paralelo que pressupõe que as letras de uma palavra só são reconhecidas quando os seus componentes são identificados, o que levou à formulação da seguinte questão: quais as componentes dos caracteres em que observadores se baseiam para identificar as letras? A revisão literária mostrou que o reconhecimento das letras é um processo fundamentalmente visual, mediado por  $7 \pm 2$  componentes, o que revela uma relação recíproca entre a eficiência do reconhecimento e a complexidade das letras. Esta relação indica que as formas mais simples são reconhecidas mais facilmente, enquanto que formas mais complexas são menos eficientes. Esses mesmos estudos, que identificam quais os componentes das letras mais relevantes na sua identificação, sugerem que as interseções e terminações desempenham um papel relevante neste processo. Mais ainda, a análise comparativa entre o observador ideal e os observadores humanos mostrou que o sistema visual humano está mal equipado para processar componentes verticais e curvas abertas para cima.

O estado da arte levou à formulação da seguinte questão: a redução dos caracteres aos seus componentes elementares permite o seu reconhecimento? Com o intuito de desenvolver um modelo de tipo de letra que revelasse a quantidade de informação necessária para que as letras fossem identificadas, foi desenvolvida uma metodologia de teste, que consistiu na geração de estímulos visuais no ecrã, compostos pela aplicação de uma máscara animada em cada letra, com a função de revelar as componentes mais importantes na sua identificação.

Os resultados da aplicação deste método a 25 indivíduos demonstraram que a identificação das letras carece da revelação da maioria das suas componentes, sugerindo que o ser humano, por mais familiarizado que esteja com as letras, precisa de uma quantidade considerável de informação para as identificar e distinguir entre si. De acordo com os resultados, na ausência de alguns componentes, o processo de reconhecimento das letras não foi afetado, sugerindo que o sistema visual humano não depende de toda a informação visual disponível para as conseguir identificar. Aparentemente, as interseções, terminações, curvas abertas para cima e verticais são as componentes mais relevantes no reconhecimento dos caracteres da caixa-baixa.

Os resultados dos testes foram implementados numa família tipográfica composta por variações da forma das letras, consoante a percentagem de reconhecimento com sucesso do teste. A família tipográfica surge assim como resposta à questão formulada, funcionando como representação visual dos resultados da análise da legibilidade, revelando quais as áreas mais relevantes no reconhecimento das letras que constituem a caixa-baixa.

A revisão de experiências tipográficas apresentadas no capítulo «Alfabetos (i) legíveis» revela, em parte, a importância do conhecimento prático nos estudos de legibilidade tipográfica. A análise das várias experiências desenvolvidas ao lon-

go da história revela que as terminações, interseções, curvas abertas para baixo, componentes verticais e componentes que trespassam a altura-x e a linha da base são relevantes no processo de identificação de caracteres, estando, de um modo geral, em conformidade com o conhecimento científico. Estas componentes são frequentemente encontradas na variação da família tipográfica em que 50% dos observadores identificou as letras.

Comparativamente a outras experiências de redução de caracteres aos seus traços elementares, a família tipográfica resultante revela uma maior área de desenho das letras, especialmente quando comparado com os exercícios de Brian Coe e Phill Baynes. Consideramos que na metodologia utilizada, o método como revelámos os estímulos influenciou, em parte, o tempo de identificação de alguns caracteres, atrasando o seu reconhecimento e revelando maior área da letra, nomeadamente nas letras semelhantes entre si – revelando a importância da relação entre as componentes da letra testada e as componentes das suas semelhantes. Contudo, face aos exemplos apresentados anteriormente (sem dados quantificáveis), é esperado que a quantidade de informação necessária possa ser reduzida, quando utilizada na composição de palavras, uma vez que a descodificação das letras poderá beneficiar de processamentos *top-down*, onde as letras são descodificadas após o reconhecimento das palavras.

Através de estudos académicos de legibilidade tipográfica e dos resultados obtidos usando uma metodologia que permitiu identificar quais as áreas das letras mais relevantes na sua identificação, a presente dissertação conseguiu responder não só às questões colocadas inicialmente, como providenciou ferramentas para a exploração tipográfica no desenvolvimento de tipos reducionistas que desafiem a legibilidade das formas convencionais das letras.

### **Limitações do estudo e perspetivas futuras**

A presente investigação limitou-se ao estudo da caixa-baixa, ficando por desenvolver animações para as máscaras da caixa-alta e todos os restantes caracteres.

Como referido anteriormente, o método desenvolvido na fase de testes foi também um fator limitante, revelando espaço para possíveis melhorias. Assim, o trabalho futuro deverá passar por: (1) rever a escolha das componentes pelas quais letras como o **a**, **d**, **f**, **m** e **w** começaram a ser desvendadas, que poderá beneficiar da revelação simultânea tanto de componentes tidas como importantes, como de componentes distintas de letras semelhantes; (2) desenvolver várias versões da mesma letra, visto que a semelhança entre letras foi um fator que influenciou os resultados – como verificado no **i**, **l**, **g** e **y**; (3) desenvolver alternativas que permitam a recolha de dados mais precisos – como aumentar o tempo das animações e (4) alterar o método de registo das respostas para um método oral, o que permitirá reduzir o período de latência entre a tecla do espaço ser pressionada e esta ação ser registada pelo *software*. Para além disto, e visto que a fase de testes foi limitada pelo período da pandemia da COVID-19, seria de extrema relevância expandir a quantidade de participantes da fase de testes, de modo a poder ter uma amostra mais abrangente.

**Identificação para 50% | caixa-baixa**

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 24pt  
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 20pt  
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 16pt

**Identificação para 60% | caixa-baixa**

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 24pt  
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 20pt  
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 16pt

**Identificação para 70% | caixa-baixa**

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 24pt  
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 20pt  
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 16pt

**Identificação para 80% | caixa-baixa**

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 24pt  
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 20pt  
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 16pt

**Figura 23** Família tipográfica: Representação visual dos resultados dos testes de legibilidade.

**Identificação para 90% | caixa-baixa**

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 24pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 20pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 16pt

**Identificação para 100% | caixa-baixa**

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 24pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 20pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 16pt





## ***10. Referências bibliográficas***

*Bibliografia*



Adolph, K. E., & Eppler, M. A. (1998). Development of Visually Guided Locomotion. *Ecological Psychology*, 10(3), 303-321.

Amado, P., & Silva, A. (2012). Anatomia Tipográfica. Consultado a 9 nov. 2020. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/274079924\\_Anatomia\\_Tipografica](https://www.researchgate.net/publication/274079924_Anatomia_Tipografica)

Attneave, F., & Arnoult, M. D. (1956). The quantitative study of shape and pattern perception. *Psychological Bulletin*, 53(6), 452-471.

Beier, S. (2009). Typeface Legibility: Towards defining familiarity (Tese de Doutoramento não editada). The Royal College of Art, Londres.

Beier, S. (2012). Reading Letters designing for legibility (1ª ed.). Amesterdão: BIS Publishers.

Bernard, J., & Chung, S. (2011). The dependence of crowding on flanker complexity and target-flanker similarity. *Journal of Vision*, 11(8), 1-16.

Berning, B. (2016). Language as Design Criteria? Part II. Consultado a 17 nov. 2020. Disponível em <http://www.alphabetes.org/language-as-design-criteria-part-ii/>

Bringhurst, R. (2004). The Elements of Typographic Style (3ª ed.). Canada: Hartley & Marks, Publishers.

Cattel, J. M. (1886a). The Time Taken by Cerebral Operations. *Mind*, 11, 220-242.

Cattel, J. M. (1886b). The Time Taken by Cerebral Operations. *Mind*, 11, 377-392.

Cattel, J. M. (1887). The Time Taken by Cerebral Operations. *Mind*, 11, 524-538.

Cheng, K. (2005). Designing Type (1ª ed.). Londres: Laurence King Publishing, Ltd.

Chung, S., Mansfield, J. S., Legge, G. E. (1998). Psychophysics of Reading. xviii. The effect of print size on reading speed in normal peripheral vision. *Vision Research*, 38(19), 2949-2962.

Coltheart (2005). Modeling Reading: The Dual-Route Approach in M. Snowling & C. Hulme, The science of reading: A handbook (6-23). Blackwell Publishing Ltd.

Costa, C. (2013). Organizador de tipos de letra. (Dissertação de Mestrado não editada). Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologias, Coimbra, Portugal.

Dixon, C. (2002, Setembro). Typeface classification. Comunicação apresentada no Twentieth century graphic communication; technology, society & culture, Londres.

Domiciano, C. (2014). Poesia Visual e Design Gráfico: Conexões. Consultado a 30 set. 2020. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/301426593\\_POESIA\\_VISUAL\\_E\\_DESIGN\\_GRAFICO\\_CONEXOES](https://www.researchgate.net/publication/301426593_POESIA_VISUAL_E_DESIGN_GRAFICO_CONEXOES)

Fiset, D., Blais, C., Éthier-Majcher, C., Arguin, M., Bud, D., Gosselin, F. (2008). Features for Identification of Uppercase and Lowercase Letters. *Psychological Science*, 19(11), 1161-1169.

Fontshop (s.d). ff you can read me [Página de divulgação do tipo de letra]. Consultado a 24 jul. 2020. Disponível em <https://www.fontshop.com/families/ff-you-can-read-me>

Gilbert, C. D., Sigman, M., Crist, R. E. (2001). The Neural Basis of Perceptual Learning. *Neuron*, 31(5), 681-697.

Held, U. (1996). Pierre di Sciullo's experimental alphabets interrogate the conventions that govern the way we read, write and talk. *Eye*, 23(6).

Higgins, B., & Reid H. (2017). Enhancing “Conceptual Teaching/Learning” in a Concept-Based Curriculum. *Teaching and Learning in Nursing*, 12(2), 95-102.

Hochuli, J. (2008). *Detail in typography – Letters, letterspacing, words, wordspacing, lines, linespacing, columns* (1ª ed.). Londres: Hyphen Press.

Hoefer, J. (2019). Tools for Teaching. *Typographic Illusions*. Consultado a 12 out. 2020. Disponível em <https://www.typography.com/blog/tag/Optical+Illusions>

Huot-Marchand, T. (2017). *Minuscule*. Consultado a 30 set. 2020. Disponível em [256tm.com/en/minuscule.htm](https://256tm.com/en/minuscule.htm)

Kinross, R. (1988). Large and small letters: authority and democracy. *Octavo*, 5, 131-142.

Kupferschrift (2012). Type classifications are useful, but the common ones are not. Consultado em 10 out. 2020. Disponível em <https://kupferschrift.de/cms/2012/03/on-classifications/>

Larson, K. (2004). The Science of Word Recognition or how I learned to stop worrying and love the bouma. Consultado em 21 mar. 2020. Disponível em <http://www.microsoft.com/typography/ctfonts/WordRecognition.aspx>

Levi, D. M. (2008). Crowding – An essential bottleneck for object recognition: A mini-review. *Vision Research*, 48(5), 635-654.

Lupton, E. (2004). *Pensar com tipos: guia para designer, escritores, editores e estudantes*. Brasil: Cosac Naify.

Martins, F. D., & Dias, R. R. (2021). *Sebentas de Tipografia*. Consultado a 4 mai. 2021. Disponível em <https://sebentasetipografia.com/>

Marshall, J & Newcombe, F. (1973). Pattern of Paralexia: A Psycholinguistic Approach. *Psycholinguistic Research*, 2(3), 175-199.

- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1981). An Interactive Activation Model of Context Effects in Letter Perception: Part 1. An Account of Basic Findings. *Psychological Review*, 88(5), 375–40
- Miller, G. A. (1956). Human memory and the storage of information. *IRE Transactions on Information Theory*, 2(3), 129-137.
- Moma (2011). Wim Crouwel – New Alphabet [Página de divulgação do tipo de letra]. Consultado a 24 jun. 2020. Disponível em <https://www.moma.org/collection/works/139322>
- Morgado, A. (2015). Legibilidade Tipográfica no Português Impresso – Um ensaio prático para a eficiência tipográfica na leitura da Língua Portuguesa. (Tese de Doutoramento não editada) Universidade de Lisboa, Portugal.
- Murphy, G. L. (2002). *The big book of concepts* (1ª ed.). Cambridge: The MIT Press.
- Nandy, A. S., & Tjan, B. S. (2007). The nature of letter crowding as revealed by first- and second-order classification images. *Journal of Vision*, 7(2), 1–26.
- Nunes, O (2019). BAUHAUS 100: A sturm blond e a Bauhaus. Consultado a 30 set. 2020. Disponível em <https://revistacult.uol.com.br/home/sturm-blond-e-bauhaus/>
- Owens, S. (2006). Electrifying the alphabet. At the dawn of the computer age, new functions ushered in new forms for type design. *Eye*, 62(16).
- Parente, J. (2018). *Desenho Generativo de Tipos de Letra*. (Dissertação de Mestrado). Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologias, Coimbra, Portugal. Disponível em <https://estudogeral.uc.pt/retrieve/118555/Je%CC%81ssica%20Parente%20%E2%80%94%20Desenho%20Generativo%20de%20Tipos%20de%20Letra.pdf>
- Pelli, D. G., Farell, B., & Moore, D. (2003). The remarkable inefficiency of word recognition. *Nature*, 423, 752-756.
- Pelli, D. G., Palomares, M., Majaj, J. N. (2004). Crowding is unlike ordinary masking: Distinguishing feature integration from detection. *Journal of Vision*, 4(12), 1136-1169.
- Pelli, D.G., Burns, C. W., Farell, B., Moore-Page, D. C. (2006). Feature detection and letter identification. *Vision Research*, 46(28), 4646-4674.
- Pelli, D. G., Tillman, K. A., Freeman, J., Su, M., Berger, T. D., Majaj, J. N. (2007). Crowding and eccentricity determine reading rate. *Journal of Vision*, 7(2), 1-36.
- Pelli, D. G., & Tillman, K. A. (2007). Part, Wholes, and Context in Reading: A Triple Dissociation. *PLoS ONE*, 2(8), e680.
- Pelli, D. G., & Tillman, K. A. (2008). The uncrowded window of object recognition. *Nature neuroscience*, 11(10), 1129–1135.
- Prodanov, C., & Freitas, E. (2013). *Metodologia do trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico* (2ª ed.). Consultado a 1 abr. 2020.

Disponível em <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14do-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>

Rayner, K., & Bertera, J. H. (1979). Reading without a fovea. *Science*, 206(4417), 468-469.

Riechers, A. (2018). What's the Difference between variable and Parametric Fonts?. Consultado a 22 jul. 2020. Disponível em <https://eyeondesign.aiga.org/parametric-and-variable-typeface-systems-shape-shifters-for-letterforms/>

RMIT (2018). The font to remember. Consultado a 17 jun. 2020. Disponível em <https://sansforgetica.rmit/#>

Sciullo, P. (2011). Famille modulaire. The Minimum. Consultado a 30 set. 2020. Disponível em [http://www.quiresiste.com/projet.php?id\\_projet=51&lang=en&id\\_gabarit=o](http://www.quiresiste.com/projet.php?id_projet=51&lang=en&id_gabarit=o)

Silva, S., & Silva, S. (2010). Quatro princípios óticos para a construção de glifos: estabilidade, obstrução, densidade e demarcação. *InfoDesign*, 7(1), 11 – 21.

Soeggard, M. (2019). The Laws of Figure/Ground, Prägnanz, Closure, and Common Fate – Gestalt Principles (3). Consultado a 6 ago. 2020. Disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/article/the-laws-of-figure-ground-praegnanz-closure-and-common-fate-gestalt-principles-3>

Spiekermann, E. (2008). Typeface Review. Minuscule. Consultado a 30 set. 2020. Disponível em <https://typographica.org/typeface-reviews/minuscule/>

Stuart, J. A., & Burian, H. M. (1962). A study of separation difficulty. Its relationship to visual acuity in normal and amblyopic eyes. *American Journal of Ophthalmology*, 53(3), 471 – 477.

Suchow, J. W., & Pelli, D. G. (2005). Learning to identify letters: Generalization in high-level perceptual learning. *Journal of Vision*, 5(8).

Tinker, M. (1963). *Legibility of Print* (1ª ed.). Estados Unidos da América: The Iowa State University Press.

Tracy, W. (1986). *Letters of Credit, A View of Type Design* (1ª ed.). Londres: Gordon Fraser Gallery Ltd.

Type Directors Club. (s.d). TDC Medal Winner – Wim Crowel. Consultado a 17 nov. 2020. Disponível em <https://www.tdc.org/profiles/wim-crouwel/>

Unger, G. (2018). *Theory of type design* (1ª ed.). Roterdão: naio10.

Westheimer, G. (1996). Location and Line Orientation as Distinguishable Primitives in Spatial Vision. *Proceedings of The Royal Society*, 263(1369), 503-508.

**Bibliografia**

Attneave, F. (1957). Physical Determinants of the Judged Complexity of Shapes. *Journal of Experimental Psychology*, 53(4), 221-227.

Arnoult, M. D. (1960). Prediction of Perceptual Responses from Structural Characteristics of the Stimulus. *Perceptual and Motor Skills*, 11(3), 261-268.

Beier, S. and Dyson, M. C. (2014) The influence of serifs on 'h' and 'i': useful knowledge from designed scientific research. *Visible Language*, 47 (3), 7495.

Beier, S. (2016). Designing legible fonts for distance reading. *Digital Fonts and Reading*, 79-93.

Beier, S., Sand, K., & Starrfelt, R. (2017). Legibility Implications of Embellished Display Typefaces. *Visible Language*, 51(1), 112-133.

Beier, S., Bernard, J., & Castet, É. (2018). Numeral legibility and visual complexity. *Design Research Society 2018*, 5, 1841-1854.

Bouma, H. (1970). Interaction Effects in Parafoveal Letter Recognition. *Nature*, 226, 177-178.

Carvalho, J. (2002). Metodologias do Trabalho Científico “Saber-Fazer” da investigação para dissertações e teses (1ª ed.). Lisboa: Escolar Editora.

Chung, S., Levi, D., Legge, G. E. (2001). Spatial-frequency and contrast properties of crowding. *Vision Research*, 41(14), 1833-1850.

Cunha, J. (2013). Dissertação sobre relações anatómicas entre caracteres de um tipo de letra. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Dobres, J., Wolfe, B., Chahine, N., Reimer, B. (2018). The effects of visual crowding, text size, and positional uncertainty on text legibility at a glance. *Applied Ergonomics*, 70, 240-246.

Farell, B., & Pelli, D. G. (1993). Can We Attend to Large and Small at the Same Time?. *Vision Research*, 33(18), 2757-2772.

Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2004). A picture is worth thousands of trials: rendering the use of visual information from spiking neurons to recognition. *Cognitive Science*, 28(2), 141-146.

Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2005). Bubbles: A User's Guide. In L. Gershkoff-Stowe & D. H. Rakison (Eds.), *Carnegie Mellon Symposia on cognition. Building object categories in developmental time* (p. 91-106). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Graham, N.V. (1980). Spatial-frequency channels in human vision: Detecting edges without edge detectors.

- Graham, N. V. (1989). *Visual pattern analyzers* (1ª ed.). Nova Iorque: Oxford University Press.
- Grainger, J., Rey, A., Dufau, S. (2008). Letter perception: from pixels to pandemonium. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(10), 381-387.
- Hadley, J. A., & Healy, A. F. (1991). When Are Reading units Larger Than the Letter? Refinement of Unitization Reading Model. *Journal of Experimental Psychology*, 17(6), 1062-1073.
- Hess, R. F., Dakin, S. C., Kapoor, N. (2000). The foveal “crowding” effect: physics or physiology?. *Vision Research*, 40(4), 365-370.
- Jacobs, R. J. (1979). Visual resolution and contour interaction in the fovea and periphery. *Vision Research*, 19(11), 1187-1195.
- Krauskopf, J., Duryea, R. A., & Bitterman, M. E. (1954). Threshold for visual form: Further experiments. *The American Journal of Psychology*, 67(3), 427-440.
- Latham, K., & Whitaker, D. (1996). A Comparison of Word Recognition and Reading Performance in Foveal and Peripheral Vision. *Vision Research*, 36(17), 2665-2674.
- Legge, G. E., Pelli, D. G., Rubin, G. S., Schleske, M. M. (1985). Psychophysics of Reading – I Normal Vision. *Vision Research*, 25(2), 239-252.
- Legge, G. E., Rubin, G. S., Pelli, D. G., Schleske, M. M. (1985). Psychophysics of Reading – II Low Vision. *Vision Research*, 25(2), 253-266.
- Legge, G. E., Rubin, G. S., Luebker, A. (1987). Psychophysics of Reading – V. The Role of Contrast in Normal Vision. *Vision Research*, 27(7), 1165-1177.
- Legge, G. E., Klitz, T. S., Tjan, B. S. (1997). Mr. Chips: An Ideal-Observer Model of Reading. *Psychological Review*, 104(3), 524-553.
- Legge, G. E., Ahn, J. S., Klitz, T. S., Luebker, A. (1997). Psychophysics of Reading – XVI. The Visual Span in Normal and Low Vision. *Vision Research*, 37(14), 1999-2010.
- Legge, G. E., Mansfield, J. S., Chung, S. (2001). Psychophysics of reading XX. Linking letter recognition to reading speed in central and peripheral vision. *Vision Research*, 41(6), 725-743.
- Legge, G. E., Cheung, S., Yu, D., Chung, S., Lee, H., Owens, D. P. (2007). The case for the visual span as a sensory bottleneck in reading. *Journal of Vision*, 7(2), 1-15.
- Levi, D. M., Hariharan, S., Klein, S. A. (2002). Suppressive and facilitatory spatial interactions in peripheral vision: Peripheral crowding is neither size invariant nor simple contrast masking. *Journal of Vision*, 2(2), 167-177.
- Levi, D. M., Klein, S. A. & Aitsebaomo, P. (1984). Detection and discrimination of the direction of motion in central and peripheral vision of normal and amblyopic observers. *Vision Research*, 24(8), 789-800.

- Liu, L., & Arditi, A. (2001). How Crowding Affects Letter Confusion. *Optometry and Vision Science*, 78(1), 50-55.
- Majaj, N. J., Pelli, D. G., Kurshan, P., Palomares, M. (2002). The role of spatial frequency channels in letter identification. *Vision Research*, 42(9), 1165-1184.
- Martelli, M., Majaj, N. J., & Pelli, D. G. (2005). Are faces processed like words? A diagnostic test for recognition by parts. *Journal of Vision*, 5(1), 58-70.
- McClelland, J. L., & Johnston, J. C. (1977). The role of familiar units in perception of words and nonwords. *Perception & Psychophysics*, 22(3), 249-261.
- Mezrich, J. J. (1973). The word superior effect in brief visual displays: Elimination by vocalization. *Perception & Psychophysics*, 13, 43-48.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97.
- Näsänen, R., Kukkonen, H., Rovamo, J. (1993). Spatial Integration of Band-Pass Filtered Patterns in Noise. *Vision Research*, 33(7), 903-911.
- Oliveira, T. (2007). *Teses e Dissertações. Recomendações para a elaboração e estruturação de trabalhos científicos (2ª ed.)*. Lisboa: Editora RH, Lda.
- Pelli, D. G., & Farell, B. (1999). Why use noise?. *Journal of the Optical Society of America A*, 16(3), 647-663.
- Pelli, D. G., Levi, D. M., Chung, S. (2004). Using visual noise to characterize amblyopic letter identification. *Journal of vision*, 4(10), 904-920.
- Pelli, D. G., Cavanagh, P., Desimone, R., Tjan, B., Treisman, A. (2007). Crowding: Including illusory conjunctions, surround suppression, and attention. *Journal of Vision*, 7(2).
- Osterer, H., & Stamm, P. (2014). *Adrian Frutiger Typefaces, The Complete Works (2ª ed.)*. Alemanha: Swiss Foundation Type and Typography.
- Rayer, K., Well, A. D., Pollatsek, A. (1980). Asymmetry of the effective visual field in reading. *Perception & Psychophysics*, 27(6), 537-544.
- Rayner, K. (1998). Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372-422.
- Reicher, G. M. (1969). Perceptual Recognition as a Function of Meaningfulness of Stimulus Material. *Journal of Experimental Psychology*, 81(2), 275-280.
- Robson, J. G., & Graham, N. (1981). Probability summation and regional variation in contrast sensitivity across the visual field. *Vision Research*, 21(3), 409-418.

Rubin, G., & Turano, K. (1992). Reading Without Saccadic Eye Movements. *Vision Research*, 32(5), 895-902.

Selfridge, O. G. (1958). Pandemonium: a paradigm for learning in mechanisation of thought processes.

Sousa, M., & Baptista, C. (2011). Como fazer investigação, dissertações, teses e relatórios, Segundo Bolonha (4ª ed.). Lisboa: Lidel – edições técnicas, lda.

Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, 74(11), 1-29.

Sperling, G. (1963). A model for visual memory tasks. *Human Factors*, 5(1), 19-31.

Tjan, B. S., & Nandy, A. S. (2006). Classification images with uncertainty. *Journal of Vision*, 6(4), 387-413.

Toet, A., & Levi, D. M. (1992). The Two-Dimensional Shape of Spatial Interaction Zones in the Parafovea. *Vision Research*, 32(7), 1349-1357.

Treisman, A., & Schmidt, H. (1982). Illusory Conjunctions in the Perception of Objects. *Cognitive Psychology*, 14(1), 107-141.

Zhang, J., Zhang, T., Xue, F., Liu, L., Yu, C. (2009). Legibility of Chinese characters in peripheral vision and the top-down influences on crowding. *Vision Research*, 49(1), 44-53.





## **11. Anexos**

*Tabelas de resultados*



## Tabelas dos resultados dos testes

T(s) = Tempo de identificação

R = Resposta do observador

Testes de identificação da letra a

T(s)	R
4,66	a
5,27	a
5,89	d
5,92	d
6,09	d
6,45	a
6,49	a
7,83	a
7,91	a
8,67	a
8,91	a
8,91	a
8,99	d
9,01	a
9,68	d
9,85	a
10,04	a
10,80	c
10,96	a
11,69	a
11,84	a
11,96	a
12,08	a
12,24	a
12,59	a

Testes de identificação da letra b

T(s)	R
4,84	b
5,96	b
7,17	b
7,74	b
7,77	b
8,04	b
8,93	b
9,11	b
9,32	b
9,51	b
9,88	b
9,88	l
9,95	b
11,02	b
12,06	b
12,42	b
12,94	b
14,63	l
15,43	b
15,95	l
16,16	j
16,81	b
21,08	b
22,16	b
22,34	b

Testes de identificação da letra c

T(s)	R
3,26	c
4,82	c
5,78	o
5,92	c
6,26	c
6,44	c
6,62	c
7,72	o
8,06	o
8,18	o
9,20	c
9,87	o
10,31	c
10,48	c
10,57	c
11,54	c
11,60	c
11,73	c
12,21	c
12,56	c
12,88	c
13,00	c
13,00	c
13,00	c

Testes de identificação da letra d

T(s)	R
10,52	d
11,39	d
12,69	d
12,87	d
13,30	d
13,65	d
13,78	d
13,88	d
13,92	d
14,62	d
15,09	d
16,31	d
17,26	d
18,53	d
18,54	d
20,02	d
20,11	d
21,56	d
22,90	d
25,41	d
26,11	d
27,75	d
27,93	d
28,14	d
28,58	d

Testes de identificação da letra e

T(s)	R
5,71	e
5,85	h
6,16	e
6,55	e
6,62	e
6,72	e
6,83	e
6,91	e
7,26	e
7,30	e
7,86	e
8,20	e
8,67	e
8,77	e
9,40	e
9,60	e
9,93	e
10,13	e
10,32	e
10,35	e
10,37	e
11,34	e
12,03	e
12,34	e
13,67	e

Testes de identificação da letra f

T(s)	R
9,06	o
10,14	a
10,15	c
10,62	f
10,81	f
11,44	f
11,50	f
12,42	f
13,01	f
13,34	f
13,85	f
13,94	f
14,51	f
14,74	f
15,08	f
15,22	f
15,53	f
15,95	f
16,00	f
16,54	f
17,03	f
17,17	f
17,77	f
18,10	f
19,24	f

Testes de identificação da letra g

T(s)	R
7,78	u
13,76	j
13,94	j
20,00	g
20,78	g
20,79	g
21,30	g
21,57	y
21,58	y
22,35	g
22,77	g
23,93	g
24,24	y
25,23	g
25,88	y
25,29	g
26,10	g
26,40	y
27,25	y
28,29	v
29,03	y
29,11	g
29,65	y
34,09	g
34,42	g

Testes de identificação da letra h

T(s)	R
9,31	h
9,59	h
9,98	b
10,24	h
10,68	h
10,75	h
10,75	b
11,16	h
11,42	h
11,73	h
11,81	h
11,84	h
12,84	h
14,13	h
14,90	h
15,52	h
15,78	h
16,10	h
16,16	h
16,63	h
17,00	h
17,20	h
17,59	h
17,63	h
18,00	h

Testes de identificação da letra i

T(s)	R
2,62	i
3,30	i
3,47	i
3,54	i
3,55	i
3,58	i
3,77	i
3,92	i
3,94	i
4,59	i
4,63	i
5,25	i
5,33	i
5,56	i
5,92	i
6,01	i
6,11	i
6,32	i
6,44	i
6,44	i
6,77	i
7,19	i
10,95	i
11,00	i
11,00	i

Testes de identificação da letra j

T(s)	R
9,11	j
9,43	j
10,75	j
11,49	j
11,73	j
12,21	j
12,23	j
12,31	j
12,35	j
12,92	j
13,58	j
13,97	j
14,32	j
14,62	j
15,21	j
15,38	j
16,26	j
16,48	j
17,39	j
17,67	j
19,46	j
22,32	j
22,75	j
24,00	j
24,00	j

Testes de identificação da letra k

T(s)	R
1,72	k
3,15	k
3,79	k
3,80	k
3,81	k
4,07	k
4,07	k
4,38	k
4,56	k
4,76	k
5,27	k
5,50	k
5,68	k
6,25	k
6,55	k
6,55	k
6,78	k
8,02	k
9,17	k
12,44	k
14,77	k
15,19	k
15,34	k
17,00	k

Testes de identificação da letra l

T(s)	R
8,24	l
9,62	l
10,04	l
10,36	i
11,04	l
11,06	l
11,30	i
11,84	i
12,20	l
12,47	l
12,55	l
12,57	l
13,49	l
13,72	i
14,26	l
14,99	l
15,07	l
15,77	i
16,12	l
17,00	l
17,00	l
17,00	l
17,00	l
17,00	i
17,00	l

Testes de identificação da letra m		Testes de identificação da letra n		Testes de identificação da letra o		Testes de identificação da letra p		Testes de identificação da letra q		Testes de identificação da letra r	
T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R
2,54		3,87	n	5,58	o	10,62	p	10,66	q	4,57	r
9,46	m	4,02	n	7,65	o	10,94	p	11,53	q	4,62	r
10,31	m	4,16	n	8,40	o	11,12	p	11,80	q	5,20	r
10,36	m	4,35	n	8,51	o	11,51	p	12,32	q	6,17	r
10,51	m	4,44	n	8,97	o	11,68	p	12,33	q	6,32	r
10,61	w	5,15	n	10,22	o	11,87	p	12,38	q	6,67	r
11,04	m	5,40	n	10,28	o	12,38	p	12,55	q	6,73	r
11,97	m	5,67	n	11,20	o	13,54	p	13,64	q	7,04	r
12,76	m	6,00	n	11,52	o	13,78	p	13,66	q	7,05	n
12,91	m	6,42	n	11,76	o	13,88	p	14,60	q	7,10	
13,12	m	6,85	n	11,96	o	14,04	p	14,91	q	7,38	r
13,31	m	7,33	n	13,06	o	14,35	p	15,10	q	7,56	r
13,57	m	7,83	n	13,23	o	14,45	p	15,16	q	8,88	r
13,85	m	8,41	n	13,37	o	15,13	p	15,77	g	9,09	r
14,02	w	8,81	n	13,37	o	16,10	p	15,92	q	10,63	r
14,38	m	9,57	n	13,46	o	18,10	p	15,98	q	10,77	r
14,42	m	10,02	n	13,51	o	18,42	p	16,35	q	11,26	r
14,74	m	10,46	n	14,10	o	19,61	p	18,33	q	11,88	r
15,09	m	10,61	n	14,16	o	20,57	p	19,05	g	12,69	r
15,18	n	10,83	n	14,53	o	21,14	p	20,14	q	13,00	r
16,27	m	10,90	n	14,56	o	21,34	p	20,66	q	13,00	r
22,04	m	11,81	n	14,76	o	21,41	p	21,02	q	13,00	r
22,55	m	13,18	n	14,77	o	21,57	p	21,39	q	13,00	f
22,89	m	14,00	n	14,85	o	21,81	p	21,58	q	13,00	f
24,10	m	14,00	n	15,83	o	22,85	p	22,82	q	13,00	

Testes de identificação da letra s		Testes de identificação da letra t		Testes de identificação da letra u		Testes de identificação da letra v		Testes de identificação da letra w		Testes de identificação da letra x	
T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R
3,35	s	4,86	t	3,08	u	4,98	v	5,47	x	2,54	x
4,49	s	4,91	t	3,93	u	5,33	v	5,56	v	3,57	x
4,82	s	4,96	t	4,26	u	6,05	v	5,78	v	4,38	x
5,18	s	5,06	t	5,09	u	6,15	v	6,21	w	4,40	x
5,35	s	5,24	t	5,23	u	6,22	v	6,73	w	4,83	x
5,54	s	5,34	t	5,43	u	6,33	v	8,56	w	5,14	x
5,78	s	5,36	t	5,64	u	7,04	v	11,90	w	5,36	x
5,80	s	5,48	t	6,09	u	7,20	v	12,13	w	6,24	x
6,58	s	5,61	t	7,01	u	7,21	v	12,40	v	7,71	x
6,99	s	5,65	t	7,56	u	7,35	v	12,44	w	7,85	x
7,16	g	5,66	t	7,96	u	7,42	v	12,66	w	8,33	x
8,45	s	5,68	t	8,32	u	7,64	v	13,52	w	8,39	x
8,82	s	5,82	t	8,48	u	8,22	v	13,98	w	8,40	x
9,21	s	6,85	t	9,06	u	8,43	v	14,29	w	9,28	x
9,85	s	7,18	t	9,41	u	9,11	v	14,31	w	9,52	e
10,19	s	7,31	t	9,44	u	9,98	v	14,42	w	10,29	x
10,23	s	7,49	t	9,83	u	9,99	v	14,74	w	10,31	x
10,50	s	7,72	t	10,00	u	10,27	v	15,12	w	10,60	x
11,03	s	8,57	t	10,20	u	10,68	v	15,28	w	10,69	x
11,24	s	8,65	t	10,39	u	11,04	v	15,66	w	11,19	x
11,33	s	8,99	t	10,52	u	11,41	v	15,71	w	11,72	x
11,40	s	9,11	t	11,11	u	11,44	v	16,39	w	12,01	x
11,60	s	9,35	t	11,27	u	12,08	v	17,51	w	12,52	x
13,11	s	9,43	t	12,46	u	12,51	v	18,43	w	12,71	x
13,40	s	10,46	t	13,00	u	12,64	v	20,11	w	14,00	x

Testes de identificação  
da letra y

T(s)	R
5,47	y
6,96	y
7,99	y
12,77	y
13,49	y
13,66	y
13,68	y
13,81	y
13,85	y
14,07	y
14,12	y
14,40	f
15,01	y
15,42	y
15,52	y
15,64	x
16,94	y
17,78	y
17,93	y
18,02	y
18,30	y
19,29	y
19,53	y
20,37	y
21,55	y

Testes de identificação  
da letra z

T(s)	R
3,96	z
3,99	z
4,04	z
4,11	z
4,12	z
4,37	z
4,37	z
4,40	z
4,42	z
5,72	z
5,07	z
5,90	z
5,90	z
5,90	z
5,93	z
6,23	z
6,76	z
6,90	z
7,03	z
7,35	z
7,36	z
7,38	z
7,41	z
7,56	z
7,81	z





