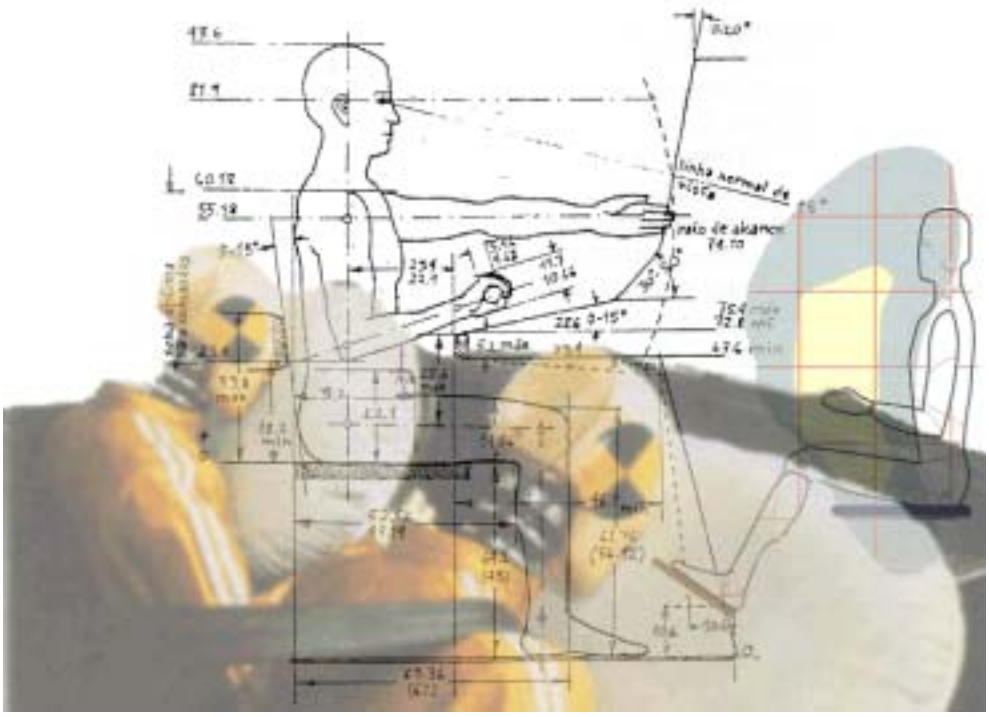
textos de José Manuel Russo



Ergonomia e Antropometria

ERGONOMIA

Origens

Desde sempre o homem procurou utensílios que se adaptassem ao corpo humano:

Leonardo da Vinci estudos do corpo humano e os seus movimentos (biomecânica);
Lavoisier estudos da fisiologia respiratória, calorimetria, quantificação do trabalho muscular;
Jacquard teares mecânicos – melhor rendimento humano;
Taylor análise científica do trabalho e a divisão de tarefas (Taylorismo);
Jartztebowski uso do termo ergonomia;
Jules Amar define os princípios da fisiologia – "O Motor Humano" (1914);
1915 Comissão de Saúde dos Trabalhadores na Indústria de Munições – definição de formas de aumento na produtividade do armamento;
1929 estudos de posturas no trabalho, ruído, iluminação, ventilação, etc.
2ª Guerra Mundial adaptação dos instrumentos bélicos às capacidades e características dos utilizadores;
12.Jun.1949 reunião que define a ciência da adaptação do trabalho ao Homem;
1950 criação da Ergonomic Research Society;
Dreyfuss define o casal modelo (Joe & Josephine) em "Design for People" (1955); "The Mesure of Man" (1961).

Definição e Objectivo

Tendo sempre como base a adaptação do trabalho ao Homem, surgem diversas definições:

Wisner "*conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para conceber utensílios que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia"*;
Laville considera prioritária a segurança e depois a facilidade de uso;
Un. Minho "*estudo entre a relação do homem e a sua ocupação, o equipamento e o ambiente em que decorre a sua actividade profissional... por forma a obter a humanização do trabalho".*

A Ergonomia funciona em três níveis:

Erg. de Concepção contribuição durante a fase de projecto;
Erg. de Correcção resolução de problemas avaliados em situações reais;
Erg. de Consciencialização medidas a tomar quando existem problemas não solucionados através de formação como aos meios de produção, do produto, de protecção ou de desenvolvimento.

A Ergonomia é uma necessidade social a nível:

Técnico a crescente complexidade dos utensílios e a sua relação com o utilizador;
Económico os custos acrescidos na pesquisa são compensados com a boa utilização;
do Trabalho melhoria das condições de trabalho.

Interdisciplinaridade

Sendo a acção da Ergonomia cada vez mais complexa, torna-se necessária a interacção com outras áreas e ciências, conforme a sua natureza:

Biológica biomecânica, biometria, bioquímica, fisiologia, higiene, etc.
Técnica segurança, automatização, sociologia, psicologia social, etc.
Social fisiologia, antropologia, estética, Gestalt, cibernética, etc.

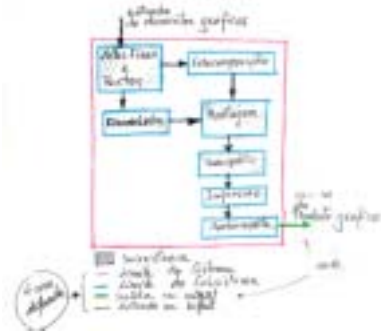
É fundamental a inter-relação da Ergonomia com a Antropometria, Anatomia, Fisiologia, Biomecânica, Psicologia Fisiológica, Medicina Industrial, Estatística, e outras.

ERGONOMIA

Sistema e Utilizadores

Designa-se por Sistema o conjunto que abrange o utilizador e o ambiente que o rodeia, passando pela interacção entre o utilizador e as condicionantes da execução da tarefa:

UTILIZADOR → INTERFACE → ESPAÇO DE TRABALHO → AMBIENTE



Por exemplo, a *Produção Gráfica* constitui um sistema (perseguindo um mesmo objectivo), sendo oada um dos seus elementos um sub-sistema.

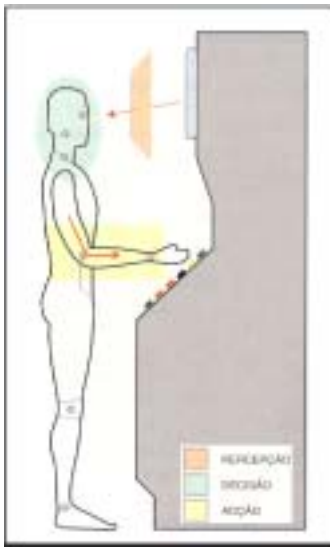
Existem três tipos de Utilizadores de um produto:

Utilizador Primário para quem foi concebido o produto;
Utilizador Secundário quem utiliza igualmente o produto;
Utilizador Terciário quem utiliza o produto para outros fins que o não programado.

Sistema Homem-Máquina

O sistema Homem-Máquina é fundamental no estudo da Ergonomia:

Percepção recepção da informação através dos sentidos (visão, audição, tacto e cinestesia);
Decisão interpretação através do cérebro;
Acção através dos órgãos de controle.



A eficiência deste sistema mede-se segundo:

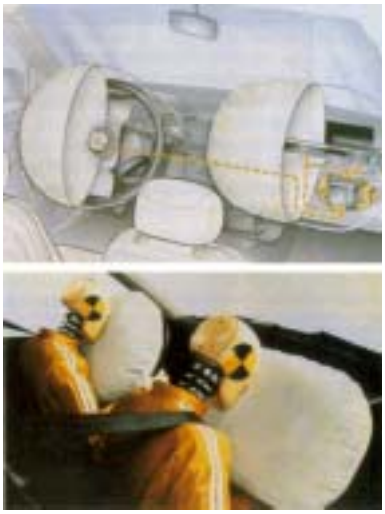
- a **maior rapidez** no fluxo de informação (percepção, decisão e controle);
- o **menor número de erros** cometidos.

Existem elementos que condicionam este sistema:

Factores materiais características materiais do trabalho, ambiente, duração e cadência, iniciação da tarefa;
Factores pessoais sexo, idade, saúde, formação e experiência.

Assim, consideram-se três tipos de "design ergonómico":

Design ajustável solução que permite a adaptação do objecto ao utilizador;
Design extremo projectar tendo em atenção valores extremos, conforme a situação;
Design médio projectar tendo em atenção valores mais comuns.



A verificação do projecto é um passo importante para avaliar a melhor adaptação:

Teste empírico testar com um conjunto de pessoas, obtendo dados para análise – constitui uma solução cara e longa;
Manequins recurso a manequins representativos da população utilizadora – constitui igualmente uma solução cara;
CAD recurso a sistema antropométricos em CAD onde se simulam o ambiente, o objecto e o utilizador – constitui uma solução mais económica e rápida.

ERGONOMIA

Interface

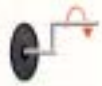
Interface é o conjunto de dispositivos através dos quais se estabelece a comunicação entre o utilizador e a máquina – a secretária (desktop) do windows é o exemplo de um interface – sendo o processo humano sensorial (percepção), central (decisão) e motor (acção), como anteriormente se referiu.

O nível **Sensorial** é obtido a partir de Dispositivos:

Informativos recepção passiva da informação – visores, mostradores, ecrãs, luzes, sons – podendo estes serem do tipo quantitativo, qualitativo ou representativo;

TIPO DE MOSTRADOR	Facilidade de Leitura	Detecção da variação	Regulação de Valor
PONTEIRO MÓVEL	aceitável	muito bom	muito bom
PONTEIRO FIXO	aceitável	aceitável	aceitável
JANELA	bom	fraco	aceitável
DIGITAL	muito bom	fraco	aceitável

Controlo que envolve a acção do operador – botões, manípulos, volantes, etc.

INSTR. DE CONTROLE	FUNÇÃO		CARACTERÍSTICAS		
	Discreta	Contínua	Velocidade	Precisão	Força
ALAVANCA	boa para 2 a 10 posições	boa	boa	boa	até 13 kg
BOTÃO Liga - desliga	excelente para activação para 2 posições	não	boa	baixa	pequena 0,1 a 0,2 kg
BOTÃO ROTATIVO	não	bom	baixa	regular	até 2,5 kg x cm c/ diâmetro <75 mm
BOTÃO DISCRETO	regular para 3 a 20 posições	não	boa	boa	até 1,5 kg x cm c/ diâmetro <100 mm
INTERRUPTOR	activação para 2 ou 3 posições	não	boa	regular	pequena até 1,0 kg
MANIVELA 	só para grandes forças	não	lenta	baixa	até 3,5 kg c/ braço de 150 a 200 mm
PEDAL Liga-desliga	bom para activação para 2 posições	não	boa	regular	até 10 kg
PEDAL Simples	regular	bom	boa	baixa	até 90 kg
TECLADO	entrada de dados	não	boa	regular	pequena 0,1 a 2,0 kg
VOLANTE	não	excelente	regular	boa	até 25 kg c/ diâmetro de 108 a 500 mm

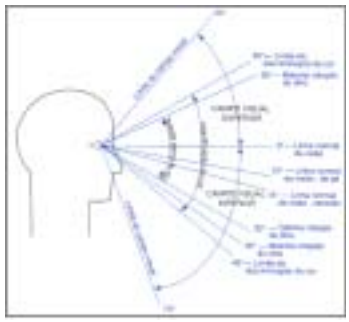
ERGONOMIA

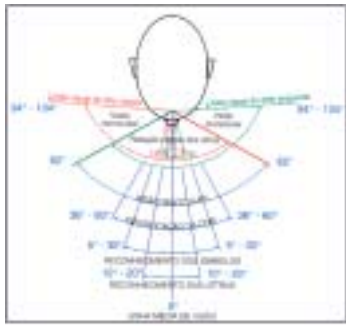
Relação Homem-Meio

A ergonomia não se preocupa apenas com o objecto, mas também com a relação do operador com o meio onde utiliza esse objecto – os assentos, as bancadas, as alturas do plano de trabalho, os espaços, a iluminação, o ruído, a temperatura ou o arejamento das áreas de trabalho.
A relação entre o operador e o meio faz-se através de um conjunto de estímulos captados pelos sentidos e interpretados pelo sistema nervoso:

Visão detecta formas através da sua cor e da intensidade luminosa;

- o campo de visão é limitado e varia na detecção de formas ou cores;
- a retina é composta de bastonetes (sensíveis à luminosidade) e cones (sensíveis ao cromatismo) – o *daltonismo* é uma deficiência dos cones;
- a mancha negra ou amarela é uma zona do nervo óptico que não consegue detectar as formas a uma determinada distância;
- apenas uma parte dos raios luminosos são detectados (380 a 700 μm);
- a duração do estímulo visual é limitado – aplicação no cinema;
- a iluminação do meio altera a percepção das formas;
- a Teoria da Gestalt define o comportamento da visão perante as diversas relações entre as formas e o campo onde se inserem.





Audição detecta os sons através da vibração do ar;
apenas uma parte das vibrações são detectados (20Hz a 15.000 Hz);
distingue variações entre 1 e 3 KHz (Herz = 1 ciclo por segundo);
os sinais auditivos são captados mais rapidamente que os visuais;
determina uma fonte sonora, sendo mais difícil para os sons graves e reflectidos ou ecos;
não distingue dois sons repetidos entre 1/10 e 8/100 segundo;
o limiar da dor auditiva atinge-se aos 120 db (decibéis).

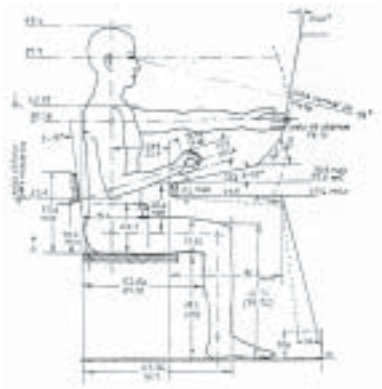
Situações típicas	Nível Acústico (db)
Limiar da audição	0
Murmúrio	15-20
Escritório ou Habitação	30-35
Conversa normal	40-50
Escritório barulhento	70-80
Cidade com muito tráfego	90-100

ANTROPOMETRIA

Introdução

A **Antropometria** ocupa-se do estudo dos valores métricos globais e parcelares do corpo humano, das suas inter-relações e da amplitude dos seus movimentos, sendo, por isso, uma área fundamental para a ergonomia.

Esta designação surgiu pela primeira vez em 1870 no livro de Queflet "*Anthopometrie*", tendo tido um grande desenvolvimento a partir da 2ª guerra mundial na aeronáutica e, a partir daí estendeu-se a outras áreas da produção industrial e da arquitectura.



Dreyfuss – medidas antropométricas aplicadas ao trabalho numa bancada

O Percentil

Um dos problemas com a antropometria se debate é o facto de os seus humanos não serem todos iguais metricamente, pelo que se criaram **grupos-tipo** a partir de médias estatísticas – um exemplo dessa tipificação é a sua aplicação no vestuário, onde existem tabelas de tamanhos por forma a servirem toda a população.

Desses estudos resultaram tabelas que tiveram em consideração:

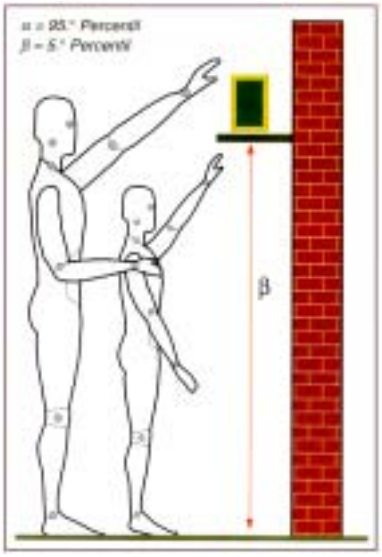
- as dimensões totais e parcelares do corpo humano;
- diferenças anatómicas quanto ao sexo e idade;
- raio de acção dos movimentos;
- secção anatómica implicada no trabalho;
- peso;
- forças estáticas e dinâmicas;
- precisão e rapidez dos movimentos;
- características da visão, audição e outros sentidos;
- características biotipológicas de cada grupo étnico;
- capacidade de interpretar informações.

DIMENSÕES FUNCIONAIS PARA O HOMEM E A MULHER POR IDADE E PERCENTIS SELECCIONADOS — POSIÇÕES DE PÉ

		A	B	C	D	E	F	G	Peso
95	Homem	97,3	86,4	88,9	188,6	155,7	120,9	224,8	97,7
	Mulher	92,2	96,5	80,5	172,8	141,4	108,7	213,4	74,9
5	Homem	82,3	73,7	75,4	168,2	136,5	105,5	195,1	65,2
	Mulher	75,9	68,6	67,6	152,3	122,9	96,5	85,2	47,4

(Medidas em cm, peso em Kg)

Nas tabelas, se apresentadas de forma gráfica, surgirão linhas que definem diferentes **percentis** – o 1º percentil corresponde a um valor maior que 1% do grupo analisado e menor que 99% dos restantes, o 5º percentil corresponde a um valor maior que 5% do grupo analisado e menor que 95% dos restantes, o 50º percentil corresponde a um valor maior que 50% do grupo analisado e menor que 50% dos restantes.



Na prática, usam-se normalmente os 5º e 95º percentis, conforme a situação – a 5º para soluções de menor valor e o 95º para soluções de maior valor. O 50º percentil usa-se para situações intermédias.

POSIÇÕES SENTADAS

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
95	Homem	99,0	19,1	65,4	55,1	131,3	86,5	47,8	60,3	52,9	69,6	29,7	42,2	117,1
	Mulher	91,5	14,9	62,0	52,7	124,7	79,6	44,2	54,3	46,8	63,1	27,1	41,6	124,5
5	Homem	86,5	14,5	56,4	46,4	149,9	76,4	40,4	52,1	44,4	60,0	21,0	34,4	100,1
	Mulher	81,2	10,4	53,3	43,7	140,2	69,5	37,8	46,7	39,6	54,2	19,2	35,4	86,4

(Medidas em cm, peso em Kg)

ANTROPOMETRIA

Aplicação de dados antropométricos

A partir dos valores estudados, a sua aplicação é bastante vasta:

- Projectos de espaços arquitectónicos;
- Equipamento doméstico e profissional;
- Vestuário (comum, de protecção ou de trabalho) e calçado;
- Meios de locomoção;
- Máquinas e ferramentas.

A antropometria contribui também para a determinação de:

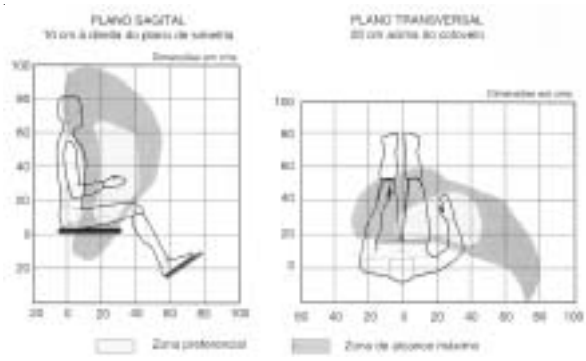
- localização de instrumentos de controlo – alavancas, puxadores, cabos, volantes, pedais, botões, teclados, etc.
- localização e ordenamento de instrumentos de medição e controlo (mostradores), fontes de iluminação, sinalização, etc.
- dimensões de postos de trabalho, de acordo com o princípio da economia de movimentos, atendendo a:
  - ✓ início e final do trabalho de ambas as mãos;
  - ✓ simetria do movimento de braços;
  - ✓ esforço equilibrado de ambos os braços;
  - ✓ segurança de movimentos encadeados;
  - ✓ existir trabalho estático e dinâmico;
  - ✓ distribuir o esforço por diversos músculos;
  - ✓ combinação de movimentos variável;
  - ✓ movimentos que decorram de acordo com a força de gravidade.

No entanto, é necessário ter em consideração o tipo de tabela utilizada, pois as variações das medições antropométricas variam de acordo com:

- a idade;
- o sexo;
- o grupo etnológico.

Refira-se que os estudos antropométricos podem ser apresentados de forma:

- **tabular** (como nas tabelas apresentadas na página anterior);
- **gráficos** de barras ou lineares;
- **mapas** (como na representação de Dreyfuss);
- **diagramas** (como na imagem ao lado).



Teclado ergonómico (Natural Keyboard) da Microsoft - a disposição das teclas permite diminuir as tensões das mãos e dos pulsos

PERGUNTAS DE EXAME

1996

A

B

Figura 1

1. Observe a figura 1-A e B e analise a adequação da forma dos objectos ao corpo dos seus utilizadores.
   Pensa ter havido preocupações ergonómicas na concepção das duas cadeiras, A e B? Justifique.

2.

   2.1. Os designers, para poderem projectar estas duas cadeiras necessitaram de consultar tabelas com as formas, as dimensões de partes do corpo humano, etc.
   Quais as medidas, comuns aos dois projectos, mais importantes a serem consideradas? Indique no mínimo três, de entre as seguintes:
   - joelho-pé, largura da zona lombar, largura dos ombros, joelho-glúteo, cotovelo-ombro, largura da anca, glúteo-zona lombar, cotovelo-mão, comprimento do pé.

   2.2. Qual é a disciplina cujo objecto de estudo é referido em 2.1? Justifique.

3.

   3.1. Na concepção dos espaços cada vez há mais preocupações com a resolução dos problemas inerentes a pessoas com características diferentes, como é o caso dos deficientes motores.
   Num breve comentário, descreva uma situação onde o espaço arquitectónico deva ser concebido segundo as características desses utilizadores, referindo uma possível resolução para esse (ou esses) problema(s).

   3.2. As imagens A e B da Figura 2 mostram-nos três utilizadores relacionando-se com o mesmo objecto. Descreva a forma como se conseguiu uma relação correcta entre o objecto e os seus utilizadores.

   3.3. Pensa que esta peça de equipamento foi concebida tendo em atenção problemas ergonómicos? Justifique, através de uma resposta breve.

Figura 2

PERGUNTAS DE EXAME

1997

1. A figura 3 reproduz uma série de artigos para cozinha (jarro eléctrico, torradeira, espremedor de citrinos e máquina de café).

Figura 3 – Philips e Alessi, série de artigos para cozinha

   1.1. **Distinga** função principal de funções secundárias de um objecto.

   1.2. **Descreva** as características estéticas mais relevantes dos objectos da figura 3, relacionando-as com as respectivas funções.

2. Ao apresentar o modelo de frigorífico representado na figura 4, o designer pensou, decerto, melhorar em vários aspectos este tipo de electrodoméstico.

   2.1. Entre as preocupações do designer abaixo apresentadas, **escolha as três** que lhe parecem mais evidentes no protótipo representado na figura 4:
   -melhor visibilidade;
   -facilidade de utilização/limpeza;
   -maior arrumação/aproveitamento de espaços interiores;
   -menor ocupação de espaços exteriores;
   -aspecto estético.

Figura 4 – Roberto Pezzeta, frigorífico apresentado nos encontros "Abitare"/95, em Verona

   2.2. **Justifique** a sua escolha.

3. "O objectivo geral da ergonomia é a optimização multidimensional da actividade laboral".
V. M. Zincanko Munipov

   3.1. **Defina** ergonomia por palavras suas.

   3.2. **Enuncie** a razão do aparecimento desta disciplina.

1998

1. Observe a cadeira representada na figura 5.

Figura 5 – Rietveld, cadeira, 1917/18

   1.1. Diga se a principal preocupação que revela a sua concepção é de ordem funcional ou estética.

   1.2. Justifique a sua resposta, tendo em conta as correntes da época.

   1.3. Avalie a cadeira, tendo em conta os parâmetros ergonómicos actuais.

2. Relativamente aos objectos, diga o que entende por:

   2.1. Função Principal.

   2.2. Funções Secundárias.

   2.3. Utilizadores Primários.

   2.4. Utilizadores Secundários.

PERGUNTAS DE EXAME

1999

1. "O trabalho é – em muitos casos – um fenómeno ruidoso. O ruído ocupa um lugar de destaque indiscutível entre os sinais do tempo em que estamos a viver. As perturbações auditivas afectam, numa escala impressionante, os trabalhadores que se tornam vítimas do seu próprio trabalho.»

   Cadernos de design, Ano 1, n.º 2, 1992

   1.1. Refira as implicações, ao nível psicofisiológico, do ruído excessivo.

   1.2. Indique dois meios que o designer pode utilizar para atenuar o ruído no espaço envolvente.

Figura 6

2. O modelo antropométrico representado na figura 7 apresenta as dimensões das jovens portugueses do sexo masculino entre os 15 e os 18 anos.

   2.1. Indique, utilizando a tabela anexa, as dimensões mínima e máxima, ergonomicamente correctas, a atribuir às alturas de uma:
   - cadeira;
   - mesa de trabalho;

   2.2. Diga o que indica o percentil de 50.

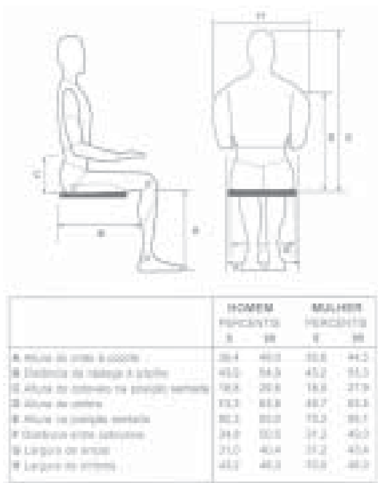


Figura 7 – (medidas em centímetros)

3. Na criação de um espaço de trabalho, para além da preocupação com as dimensões físicas, tem de haver, entre outras, a preocupação com as condições de luz.

   3.1. Indique dois problemas criados por falhas ao nível da iluminação nos locais de trabalho.

   3.2. Refira soluções para os problemas que indicou.

2000

1.

   1.1. Indique a função principal de uma cabina telefónica.

   1.2. Refira dois tipos de utilizadores secundários deste tipo de equipamento.

   1.3. Mencione dois factores humanos, dois factores económicos e dois factores ambientais que o designer terá de ter em conta na concepção deste tipo de produto.

   1.4. Num breve texto descreva as vantagens e as desvantagens de cada uma das soluções que estão patentes nas imagens das figuras 8 e 9.

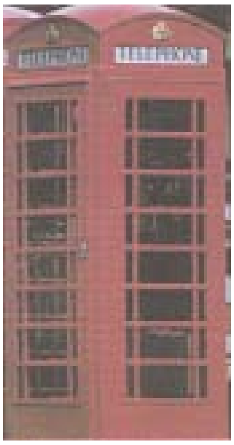


Figura 8 – Cabina Telefónica Tradicional Inglesa

Figura 9 – Pedra Silva Dias, Cabina Telefónica

2. Refira as vantagens da aplicação da ergonomia, na actualidade.

3. Enuncie três soluções ergonómicas que o designer deverá ter em conta quando projecta uma sala de convívio para idosos.

2000 (cont.)

Figura 10 – Navalha de barba grega, do século IV

Figura 11 – Navalha de barba Puma, Solingen

Figura 12 – Navalha "de segurança" Gillette e respectivas lâminas descartáveis

4. «Foi ao usar uma navalha do tipo da representada na figura 11 que, em 1895, K. C. Gillette teve a ideia de projectar um novo tipo de navalha, "de segurança".
   Registou a patente da sua ideia e, em 1901, em Boston, constituiu uma sociedade para a produção deste novo tipo de navalha.
   A produção total, em 1903, foi de 51 giletes e de 168 lâminas, mas, em 1908, a produção aumentou para 300 000 giletes e 13 milhões de lâminas.»

   Bruno Munari, Das Coisas Nascem Coisas, 1981

   4.1. Descreva a forma dos objectos representados nas três figuras.
   4.2. Caracterize ergonomicamente a navalha representada na figura 12.
   4.3. Refira três factores primordiais que estiveram na génese do projecto de K. C. Gillette.
   4.4. Justifique o enorme aumento de produção referido no texto.
   4.5. Actualmente, a empresa Gillette produz «navalhas» de barba de estrutura plástica, de «usar e deitar fora».
   Refira duas vantagens e duas desvantagens deste tipo de produtos.

2001

1. Na óptica do utilizador principal, a bicicleta ideal seria uma bicicleta feita à medida de cada um e com tantas funções acrescidas e personalizadas que a tornariam uma extensão do próprio corpo.

   1.1. Indique duas medidas antropométricas necessárias ao estudo de uma bicicleta.
   1.2 Descreva como poderia melhorar a funcionalidade e o conforto na utilização da bicicleta se estivesse limitado a um único tamanho de quadro.

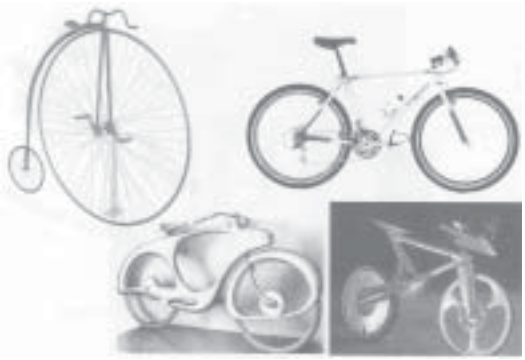


Figura 13 – Bicicletas

   1.3 Refira uma vantagem e uma desvantagem da comercialização de um modelo único comparando-as com as de uma grande variedade de modelos.

2001 (cont.)

2. Observe atentamente os protótipos representados na figura 14.
   - 2.1. Defina protótipo de um produto.
   - 2.2. Refira três recursos utilizados pelo designer para estabelecer coerência formal no conjunto de objectos representado na figura 14.
   - 2.3. Destaque três aspectos que, aparentemente, diminuem a funcionalidade no protótipo do aspirador representado na figura 14-E.
3. Explique o que entende por aspectos não utilitários de qualquer objecto.

Figura 14 -Michele De Lucchi, protótipos de electrodomésticos, 1979

2002

1. A partir de uma análise formal dos carrinhos da figura 15:
   - 1.1. Refira a função principal e uma função secundária do carrinho D.
   - 1.2. Diga se o carrinho B se pode enquadrar na corrente estilística denominada *Styling* e justifique a sua resposta.
   - 1.3. Indique três factores de conforto a ter em consideração no projecto de um carrinho de bebé.

Figura 15 – Carrinhos de bebé

2.
   - 2.1. Indique dois aspectos formais que diferenciam os óculos representados na figura 4 dos óculos vulgares.
   - 2.2. Refira duas possíveis razões para a forma de óculos adoptada.

Figura 16 – Óculos usados pelo atleta de salto em altura Kwalu Boateng no Campeonato Mundial de Atletismo de Edmonton

3. No projecto de uma cadeira ou de um banco, a altura do poplíteo (distância do solo ao ângulo posterior formado entre a perna e a coxa) é um dos dados antropométricos de referência.
   Indique mais quatro dados antropométricos, para além do referido, a considerar no design de uma cadeira de braços.
4. A utilização dos plásticos na produção de objectos oferece algumas vantagens comparativamente a outros materiais; todavia, o contrário também se verifica.
   - 4.1. Refira duas vantagens da utilização de materiais plásticos.
   - 4.2. Refira duas desvantagens dessa utilização.

Figura 17 – Cadeira

2002 (cont.)

5. «Os *Concept Cars,* apresentados pela Ford no Salão de Detroit, incluem os modelos 24-7 (designação que significa 24 horas por dia, sete dias na semana), isto é, modelos que transferem para os carros as tecnologias dos computadores. O painel de instrumentos é substituído, no *tabliet;* por um ecrã que projecta toda a informação útil.»

In Expresso,15-01-00

Figura 18 – Concept Car *da Ford*

5.1. Indique como dois aspectos ergonómicos do modelo apresentado na figura 18 podem valorizar a função principal do mesmo.

5.2. Refira uma vantagem do modelo apresentado nesta imagem, relativamente à manutenção dos interiores.