

# PROJETO MECÂNICO (SEM 0347)

Notas de Aulas v.2020

## *Aula 04 – Design em Máquinas*

Professor: Carlos Alberto Fortulan

## **Objetivo:** Sensibilizar o aluno pela importância ao design

Um quesito importante na qualidade total de uma máquina é sua aparência externa, ergonomia e segurança para o operador.

A consideração do design no desenvolvimento de uma máquina traz novos sentimentos que melhoram o conceito de máquina e a área de trabalho.

E Por último, mas não menos importante, um bom design contribui para aumentar a competitividade.

*Na Itália o oposto de belo não é feio*

é:

**Desprezível**

“Autor desconhecido”

# Design

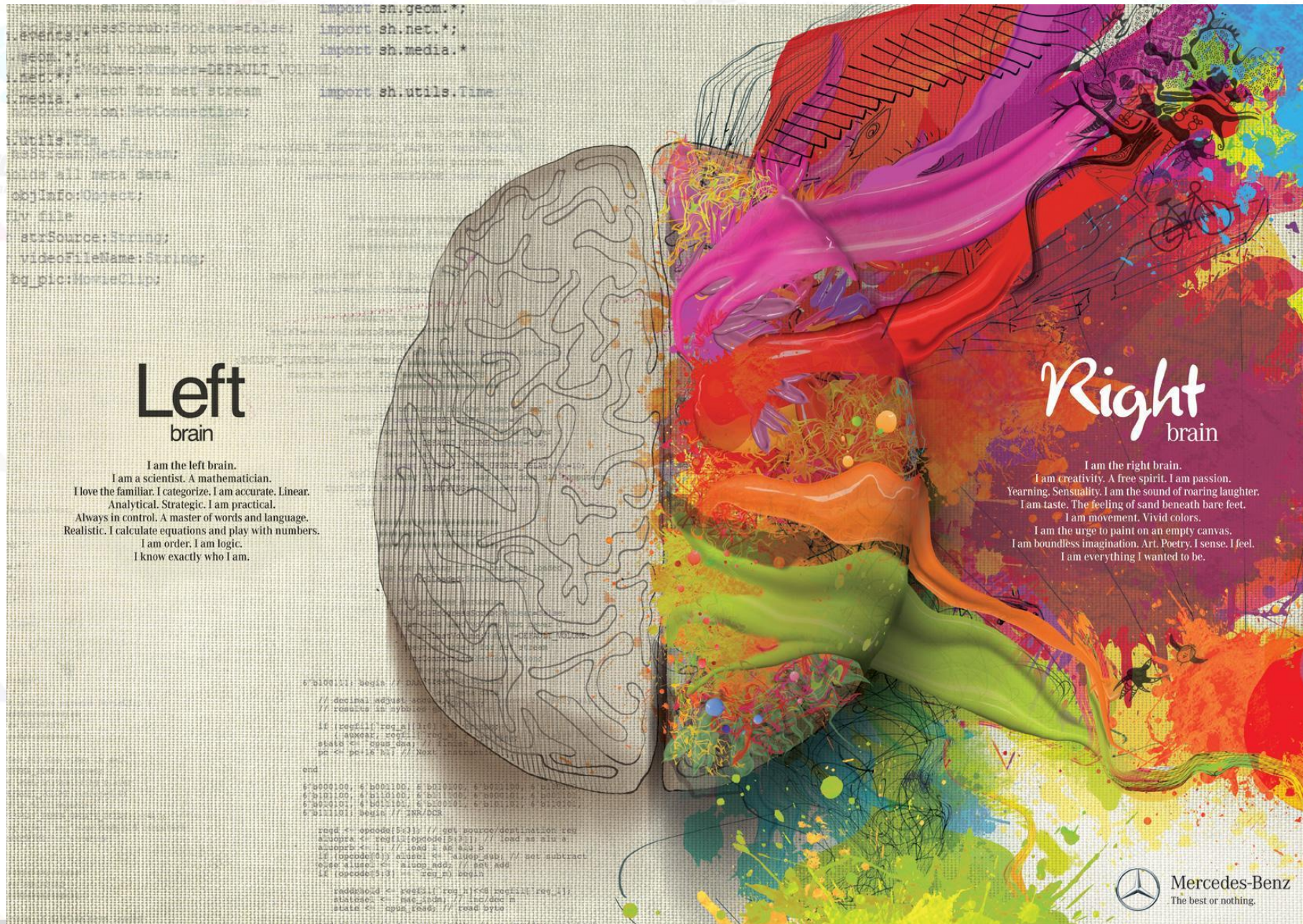
“O design é uma atividade **especializada** de caráter **técnico-científico**, **criativo** e **artístico**, com vistas à concepção e desenvolvimento de projetos de objetos e mensagens visuais que equacionem sistematicamente dados ergonômicos, tecnológicos, econômicos, sociais, culturais e estéticos, que atendam concretamente às necessidades humanas.”

*(Projeto de Lei nº 1.965, de 1996, que visa regulamentar a profissão no Brasil)*

# Design em Máquinas

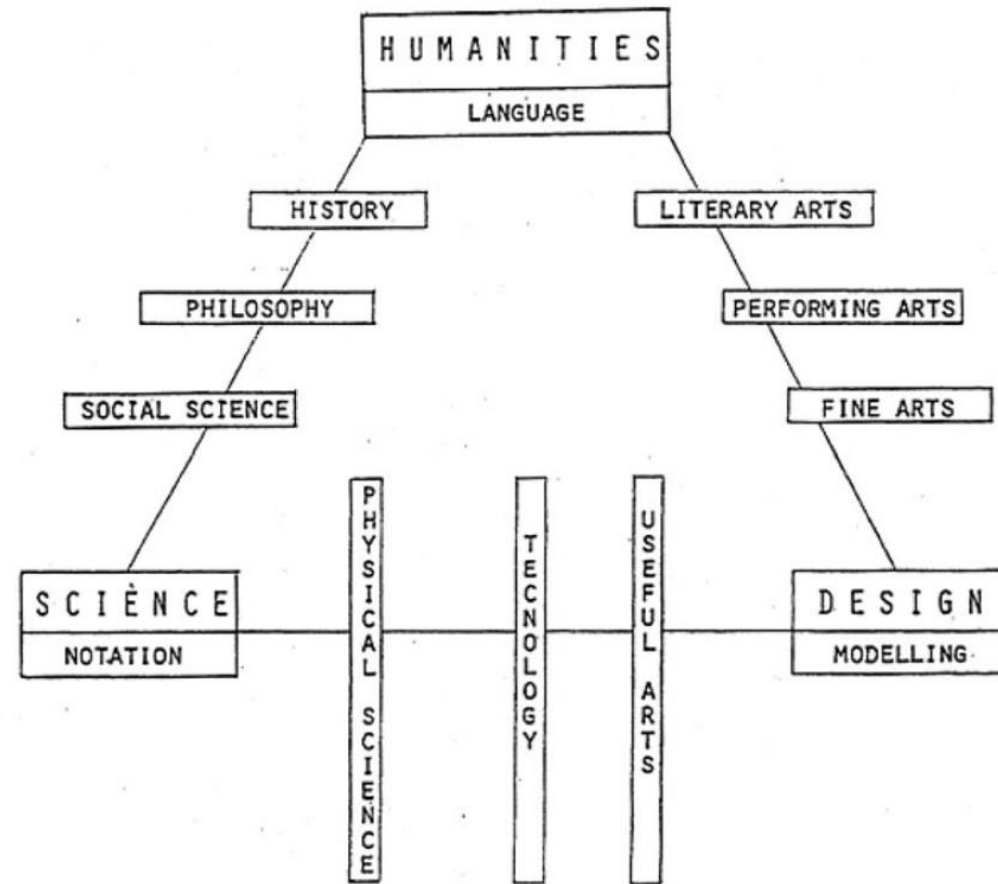
*Relação:*

**Máquinas** x *Operadores*





Em 1979, Bruce Archer, considerou o design como uma **terceira cultura**, ao lado das ciências humanas e da ciência

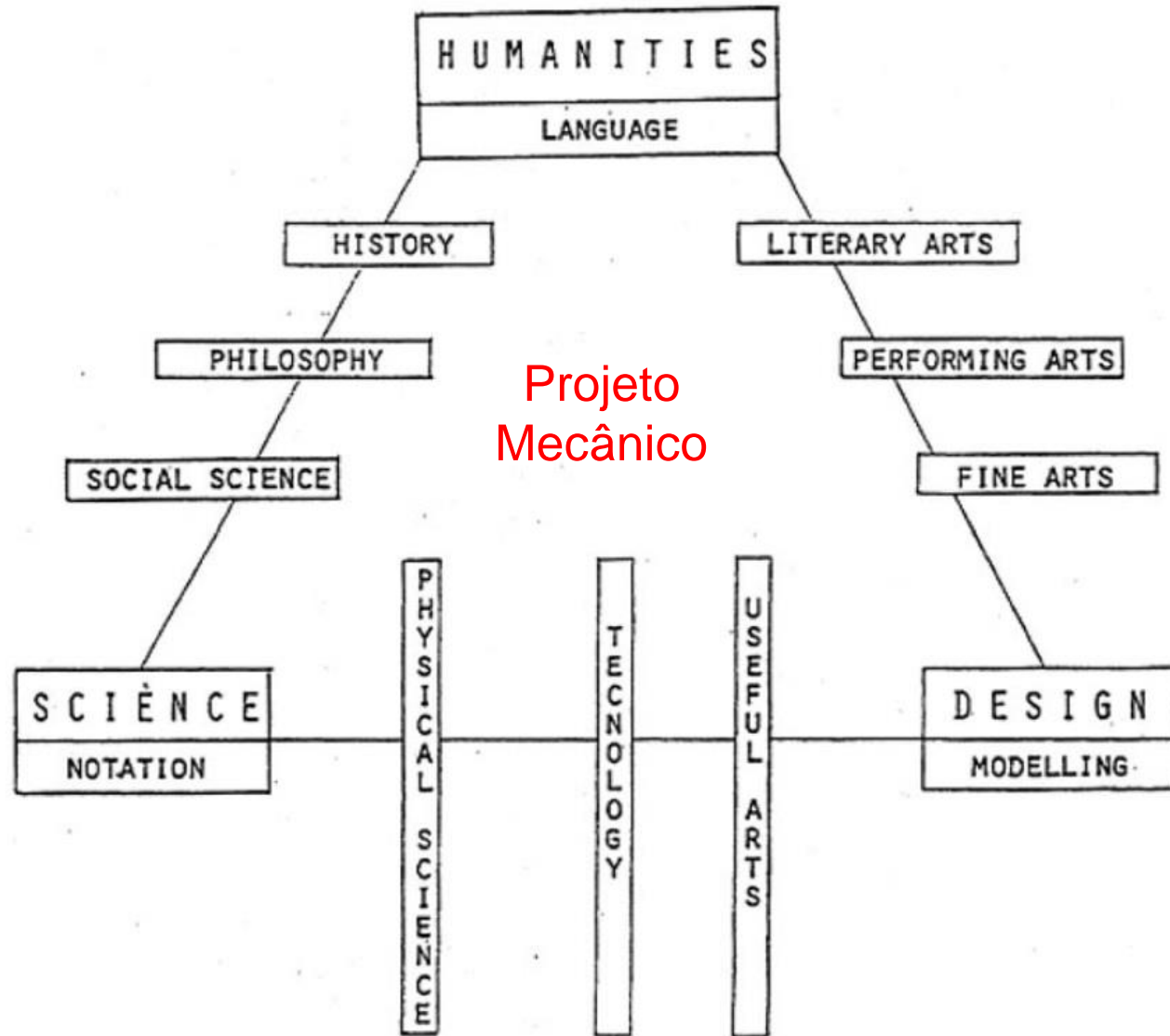


Bruce Archer's representation of design as the third culture [3]

Bruce Archer, Professor de Design do Royal College of Art



**David Andrews**, sugere ainda uma adaptação onde o design de engenharia deve ser colocado no centro do triângulo de **Bruce Archer**, porque requer não apenas modelos visuais e matemática, mas também linguagem verbal. Se o projeto de engenharia está sendo adequadamente praticado, o designer deve ser adepto aos três meios de comunicação humana.



Bruce Archer's representation of design as the third culture [3]

## 6 Princípios do design:

- ✓ Unidade / harmonia;
- ✓ Balanço;
- ✓ Hierarquia;
- ✓ Escala/Proporção;
- ✓ Ênfase;
- ✓ Similaridade / Contraste.

# 6 Princípios do Design:

✓ Unidade / harmonia;







- ✓ Unidade / harmonia;
- ✓ **Balanço;**







- ✓ Unidade / harmonia;
- ✓ Balanço;
- ✓ Hierarquia;





- ✓ Unidade / harmonia;
- ✓ Balanço;
- ✓ Hierarquia;
- ✓ Escala/Proporção;





- ✓ Unidade / harmonia;
- ✓ Balanço;
- ✓ Hierarquia;
- ✓ Escala/Proporção;
- ✓ Ênfase



- ✓ Unidade / harmonia;
- ✓ Balanço;
- ✓ Hierarquia;
- ✓ Escala/Proporção;
- ✓ Ênfase
- ✓ **Similaridade / Contraste.**



Textura



# Generative Design (Design generativo)



“O presente com cara de futuro”  
“ Fator de forma perfeito”

Possível, hoje, graças: materiais, fabricação (3D), análise (FE)

Programa computacional que executa um processo iterativo na geração de certo número de saídas que atendem a determinadas restrições

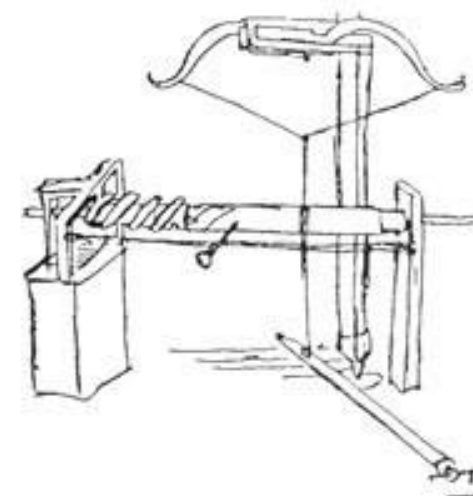
# Evolução do Design das Máquinas Ferramentas ≤SEC XV



**Balancim** de Nicholas Briot (1626), projetado por Leonardo da Vinci,



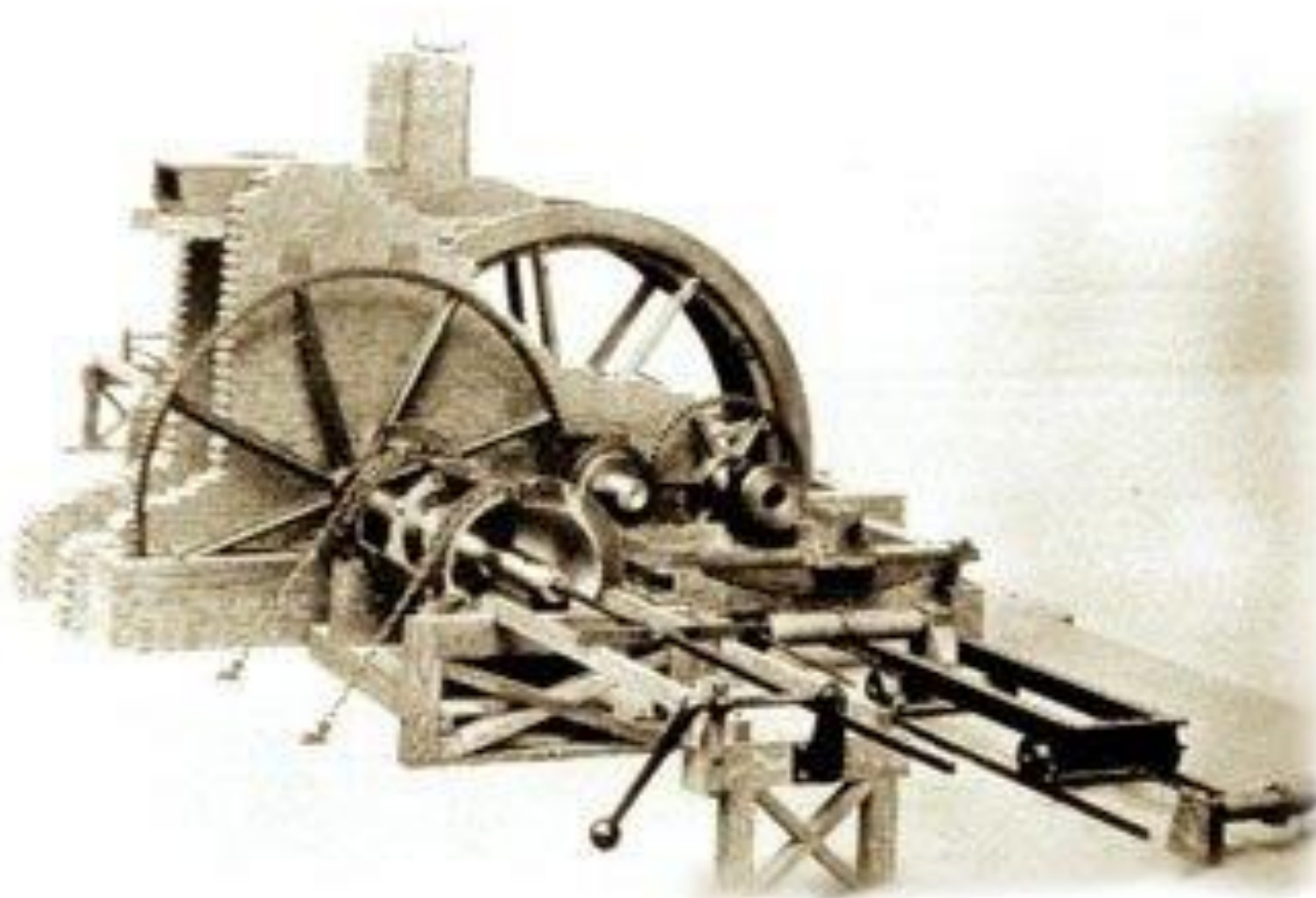
**Torno de Gravação** equipada com ARC (1435), princípio de operação ainda em uso em alguns países



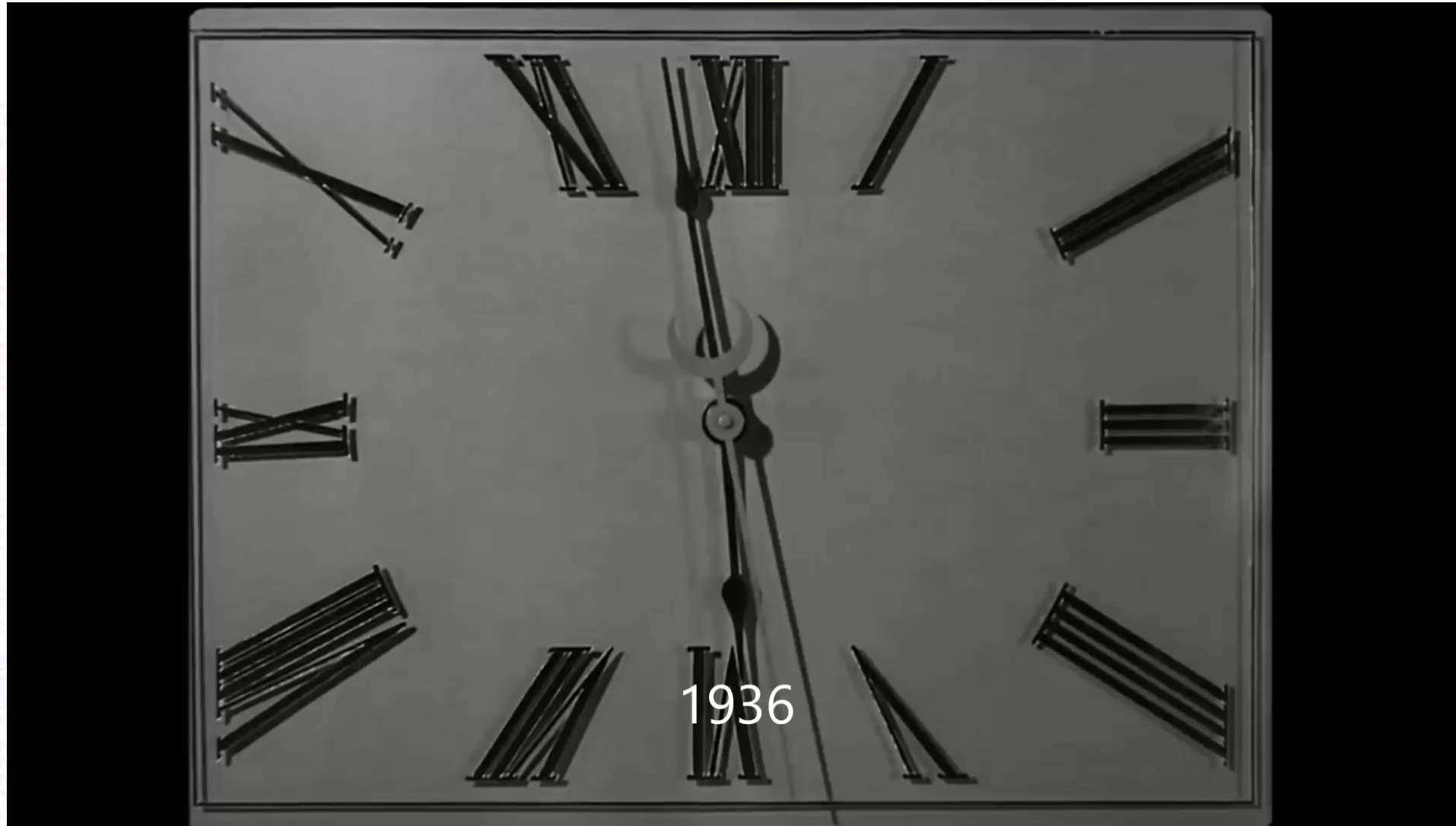
Esboço de um **torno de pedal** e duplo polo de Leonardo da Vinci, que não conseguiu construir devido à falta de meios (século XV)



# Século 18 novas fontes de energia (vapor)

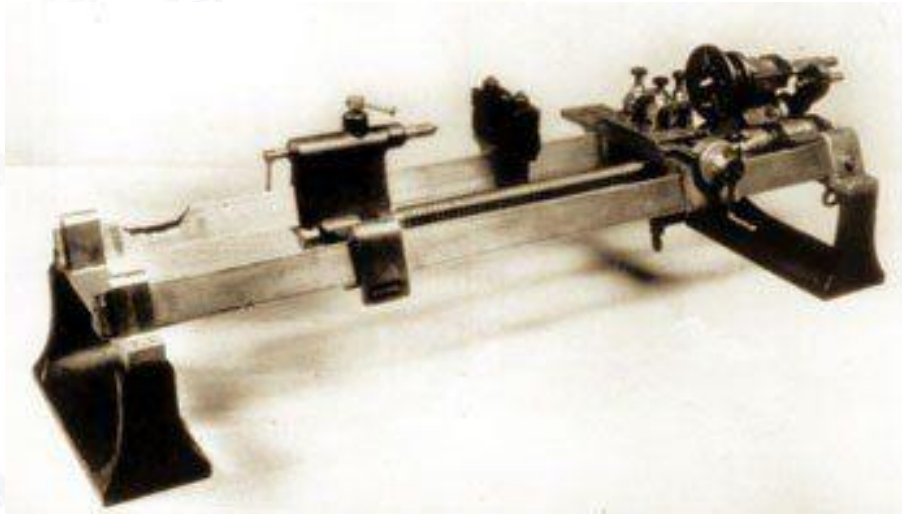


1775, Perfuradora Wilkinson,  
propulsão hidráulica  
encomenda por James Watt.



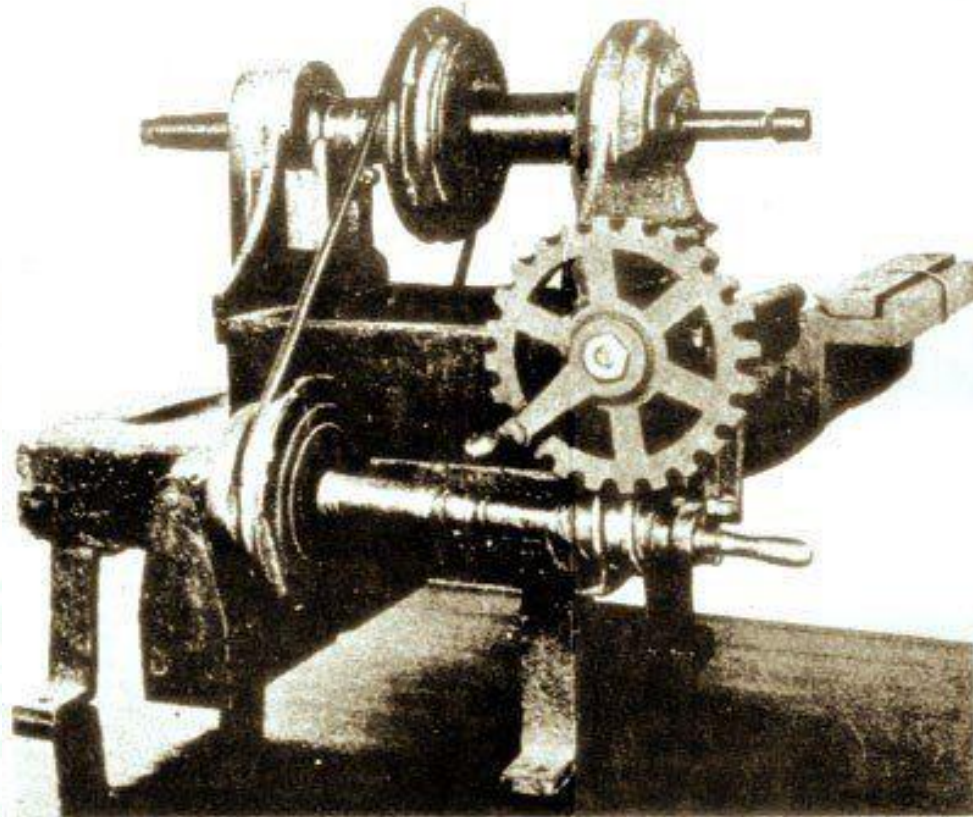
# Século 19: desenvolvimento Industrial

Em 1800, Mudsley → primeiro torno feito inteiramente do metal para fabricação de fusos de potência. (10 anos para padrão satisfatório).

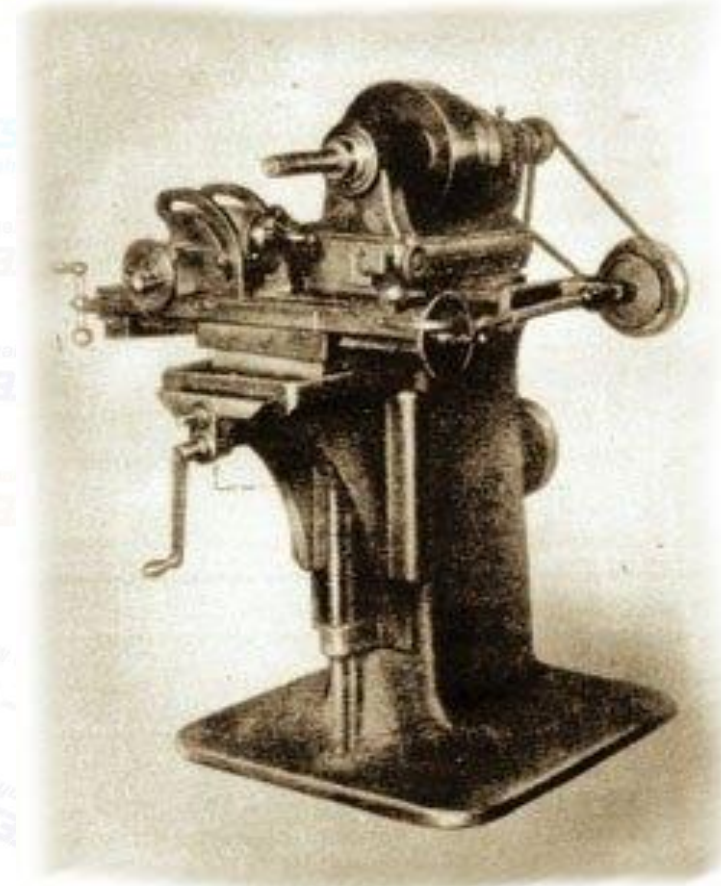


1797 - **Torno Maudslay**, marcou uma nova era cuja influência na máquina-ferramenta britânica, durou grande parte do século XIX.

- Sistemas de medidas

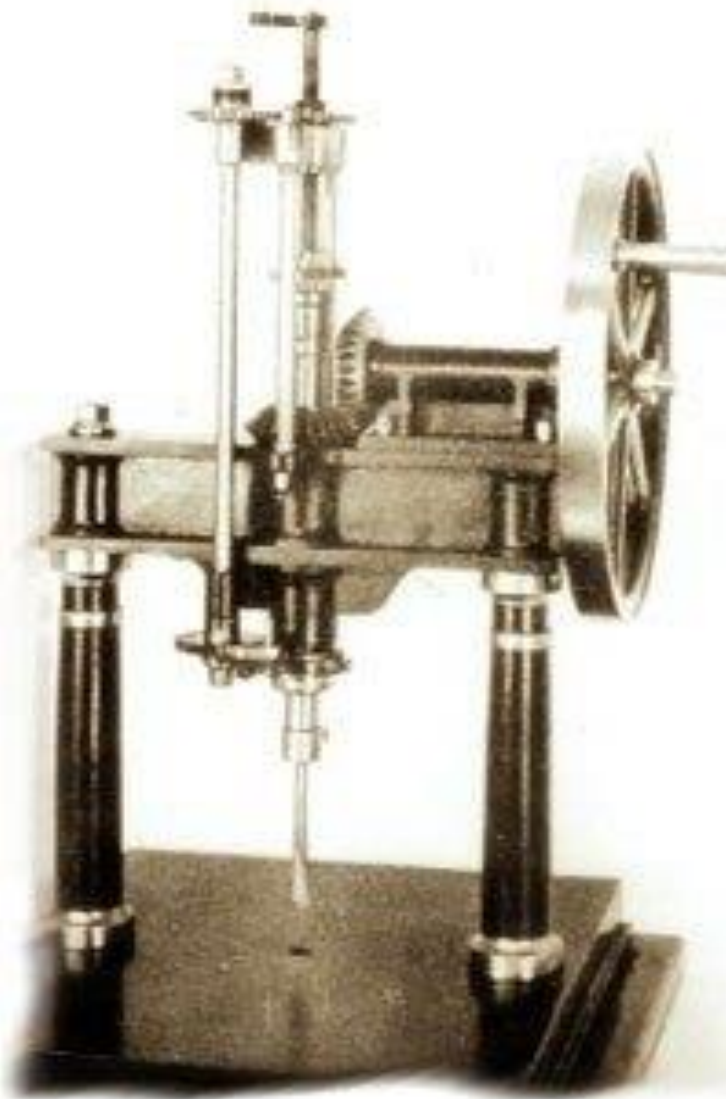


1862 Joseph R. Brown, primeira máquina de usinagem universal. Equipada com divisor, mesa XY automática com a implementação do acoplamento Cardan



1818 Hitney Co, construído em para produzir rifles durante a guerra da independência americana. O eixo poderia ser desengatado com o uso de uma coroa dentada.

# Século 20 até 1940 – busca pela precisão



1938, Furadeira totalmente metálica, propulsão manual construída por Nasmyth

(Science Museum, Londres).



Observem as roupas....

# 1920 – linha de montagem



Observem o esforço....

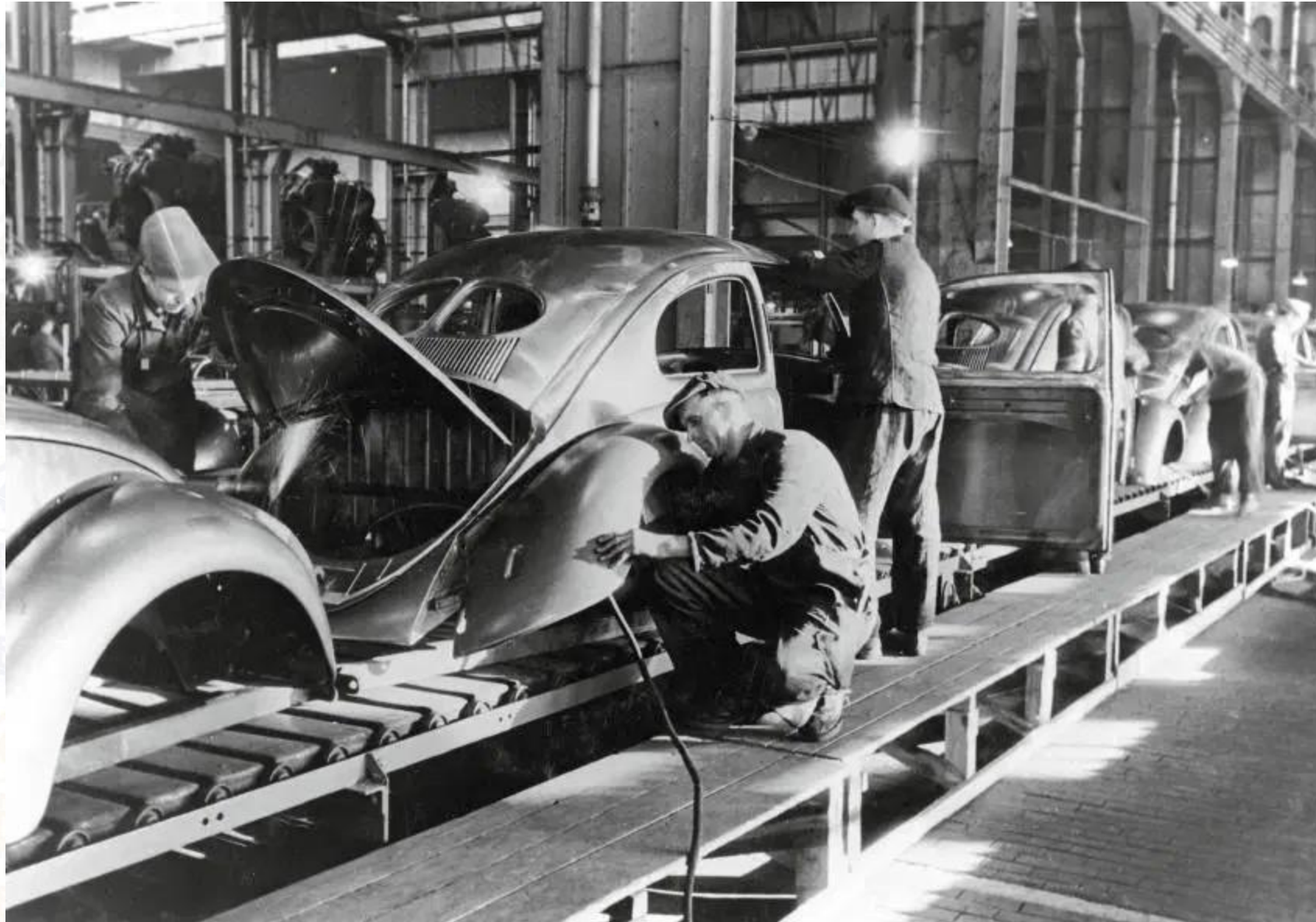
[https://www.google.com.br/search?biw=1920&bih=974&tbm=isch&sa=1&q=factory+plant+1940&oq=factory+plant+1940&gs\\_l=psy-ab.3...6369.7250.0.8974.4.4.0.0.0.82.188.4.4.0....0...1.1.64.psy-ab..0.0.0.krwxSSU6OXo#imgrc=y22loZC5gXdTAM:](https://www.google.com.br/search?biw=1920&bih=974&tbm=isch&sa=1&q=factory+plant+1940&oq=factory+plant+1940&gs_l=psy-ab.3...6369.7250.0.8974.4.4.0.0.0.82.188.4.4.0....0...1.1.64.psy-ab..0.0.0.krwxSSU6OXo#imgrc=y22loZC5gXdTAM:)

# Fusca – Década de 50



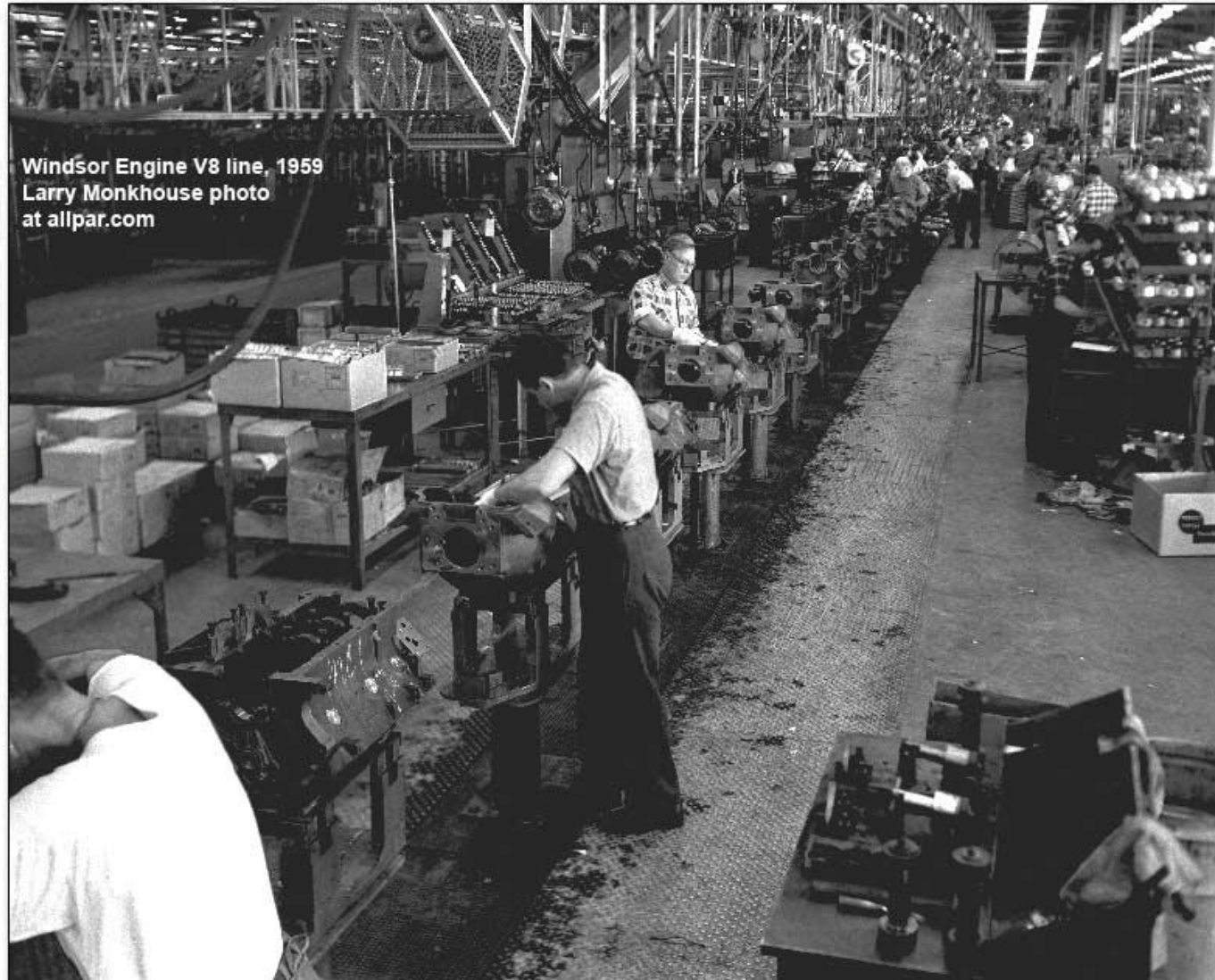








1959



Windsor Engine V8 line, 1959  
Larry Monkhouse photo  
at allpar.com

<https://www.allpar.com/world/canada.html>

# 1959

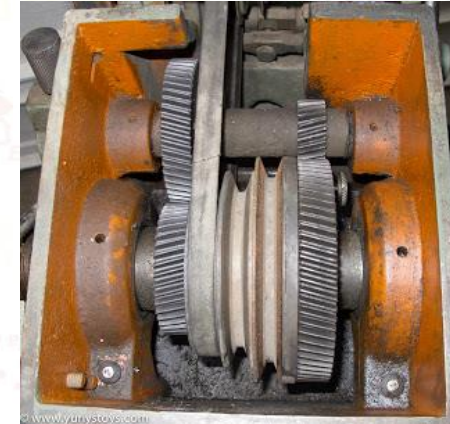


WCAP final assembly line in 1959 at allpar.com  
Larry Monkhouse photo

<https://www.allpar.com/world/canada.html>



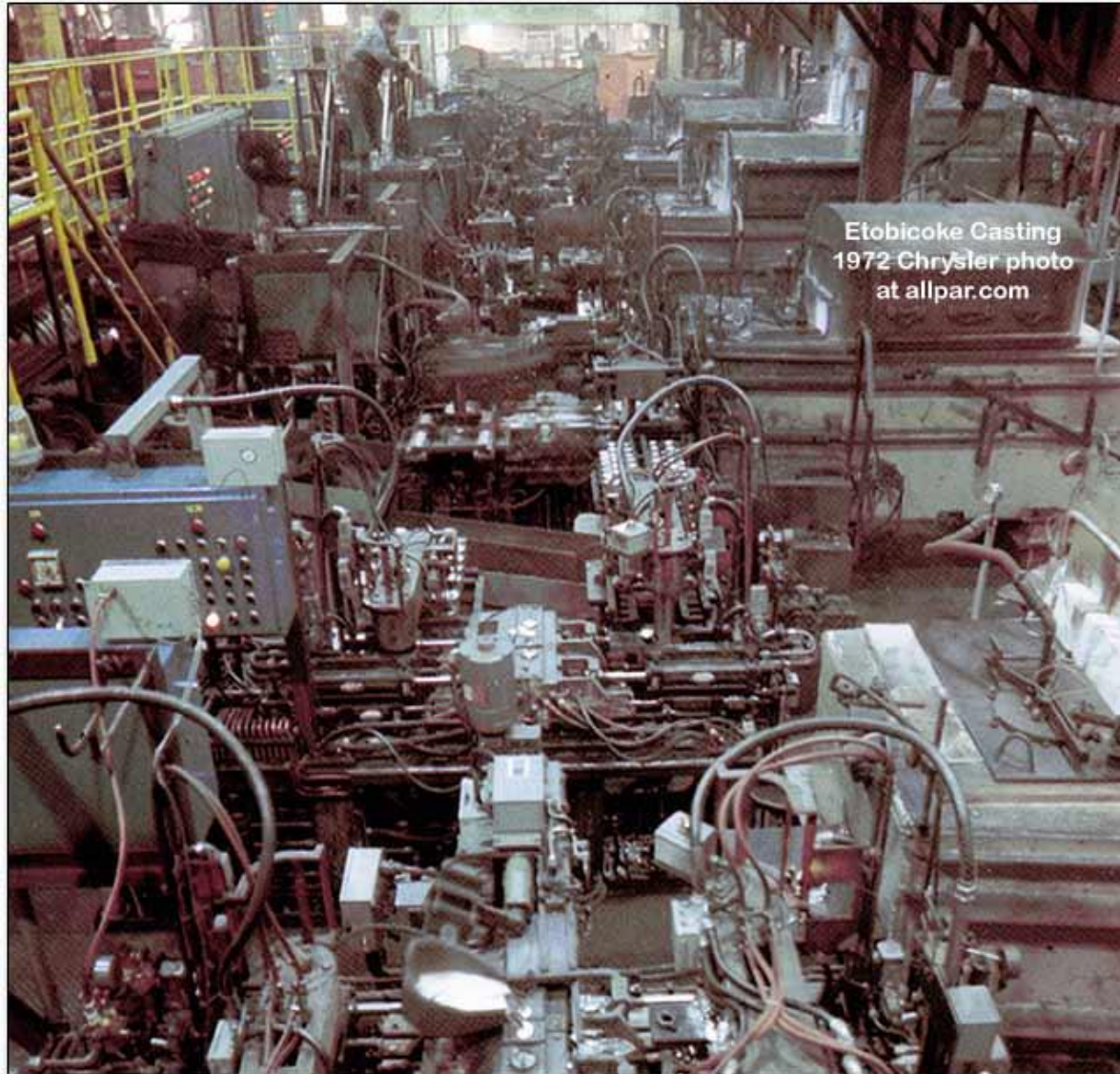
# Anos 70



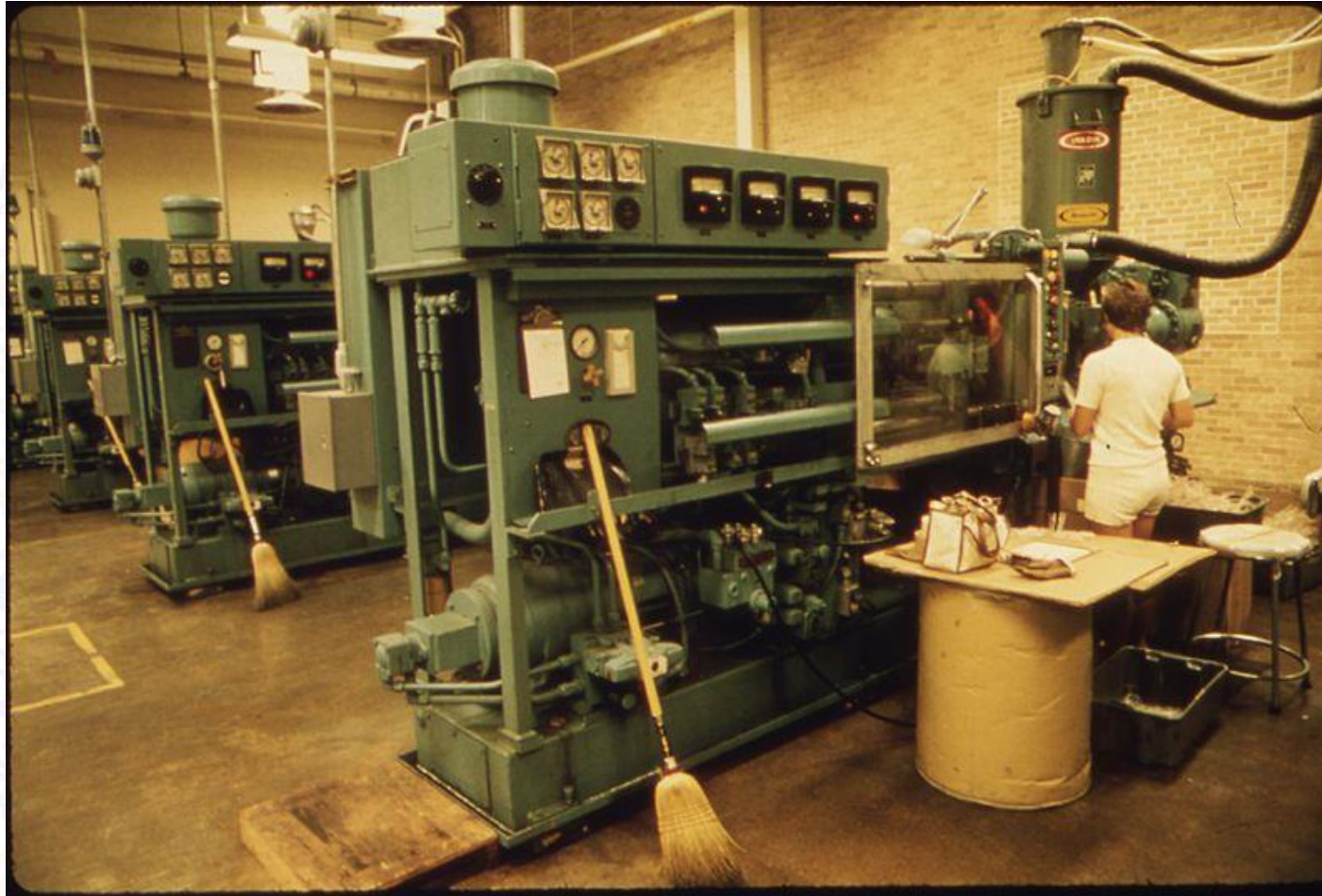
Observem as cores da máquina....

<http://www.yuriystoys.com/2013/01/my-new-30-year-old-jet-1024-lathe.html>

1972







Observem: carenagem, cores, roupas, ergonomia, ambiente....

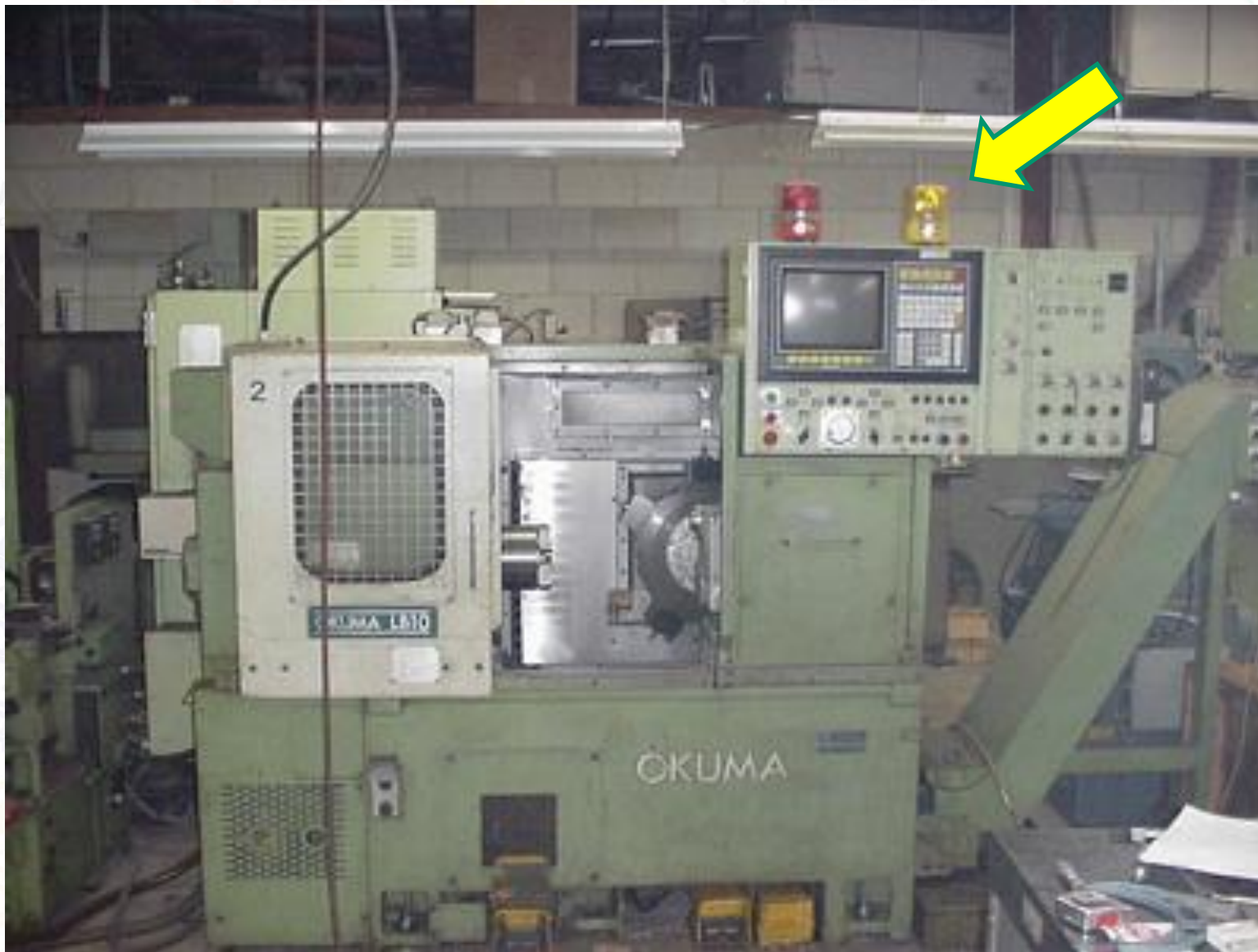
3M CO.(MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:INTERIOR\\_OF\\_THE\\_3M\\_CO.\(MINNESOTA\\_MINING\\_AND\\_MANUFACTURING\)\\_PLANT\\_SHOWING\\_A\\_MACHINE\\_BEING\\_MONITORED\\_BY\\_AN\\_EMPLOYEE.\\_3M...\\_-\\_NARA\\_-\\_558371.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:INTERIOR_OF_THE_3M_CO.(MINNESOTA_MINING_AND_MANUFACTURING)_PLANT_SHOWING_A_MACHINE_BEING_MONITORED_BY_AN_EMPLOYEE._3M..._-_NARA_-_558371.jpg)

# Anos 80



Observem: carenagem, cores, ergonomia,....



1985, Torno Okuma CNC 2-Axis, 12 posições do castelo, carregamento robótico.



Alesa Monti MCS100 5-Axis CNC Horizontal Boring Mill '80s/'90s



1984 - <https://www.allpar.com/world/canada.html>

# Anos 90



<http://todaysmachiningworld.com/magazine/how-it-works-why-swiss/>

# Anos 2000



Haas Company

# Anos 2000







Observem: cores, roupas, ergonomia, ambiente....

Antes de 1980 as máquinas costumavam ter cor cinza escura ou pretas, para ocultar sujeiras de óleo ou graxa, a tinta era espessa também para encobrir defeitos de acabamento prévio.

Hoje, ao contrário, a cor da pintura busca destacar a sujeira para incentivar a limpeza e de fina espessura para garantir o correto acabamento prévio.

# Cor

A cor, o tom e o brilho têm grande efeito sobre mentalidade e filosofia humana, nas máquinas tem várias funções:

- ✓ Estética (bela, decente, harmoniosa e moderada);
- ✓ Sinalização,
- ✓ Setores de trabalho;
- ✓ Limpeza;
- ✓ Representa o nível científico/tecnológico e sua precisão;
- ✓ Marca (Marketing);
- ✓ Confiabilidade;
- ✓ Perigo!

# Ergonomia

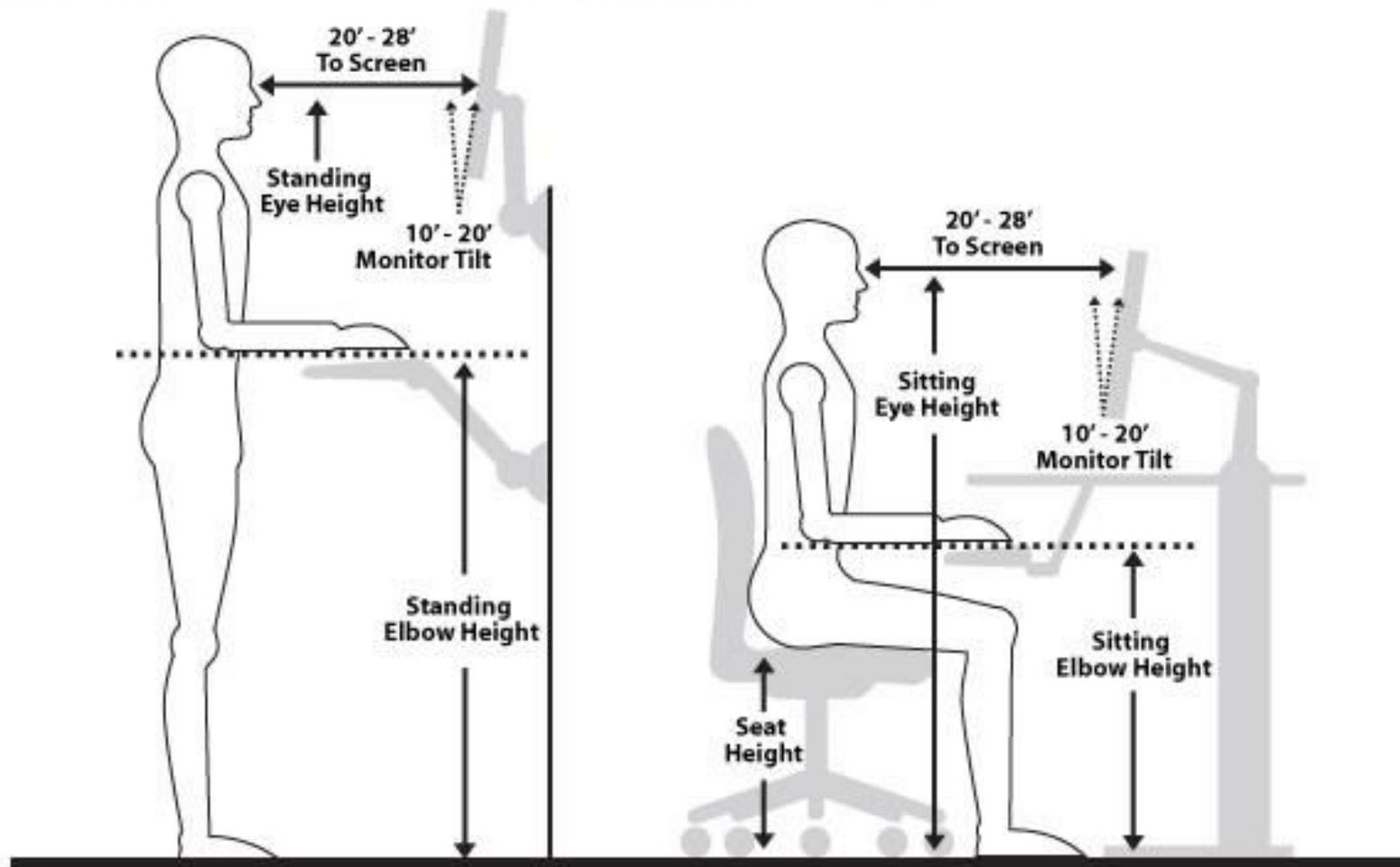
## NR 17

# NR17-Ergonomia

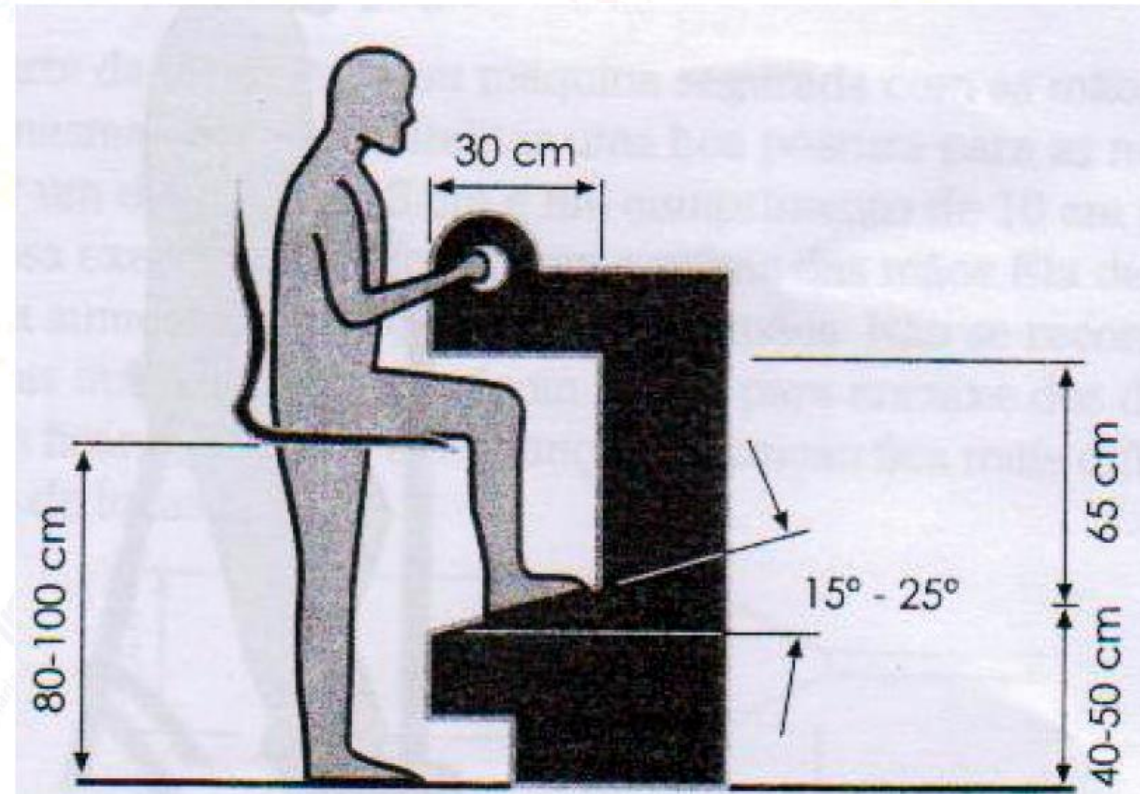
17.1. **Norma** Regulamentadora que visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um **máximo de conforto, segurança** e desempenho eficiente.

**17.3.2.** Para trabalho manual sentado ou que tenha de ser feito em pé, as bancadas, mesas, escrivaninhas e os painéis devem proporcionar ao trabalhador condições de **boa postura, visualização e operação** e devem atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) ter altura e características da superfície de trabalho compatíveis com o tipo de atividade, com a distância requerida dos olhos ao campo de trabalho e com a altura do assento;
- b) ter área de trabalho de fácil alcance e visualização pelo trabalhador;
- c) ter características dimensionais que possibilitem posicionamento e movimentação adequados dos segmentos corporais.



# Posto de trabalho



DUL e WEERDMEESTER, 2004

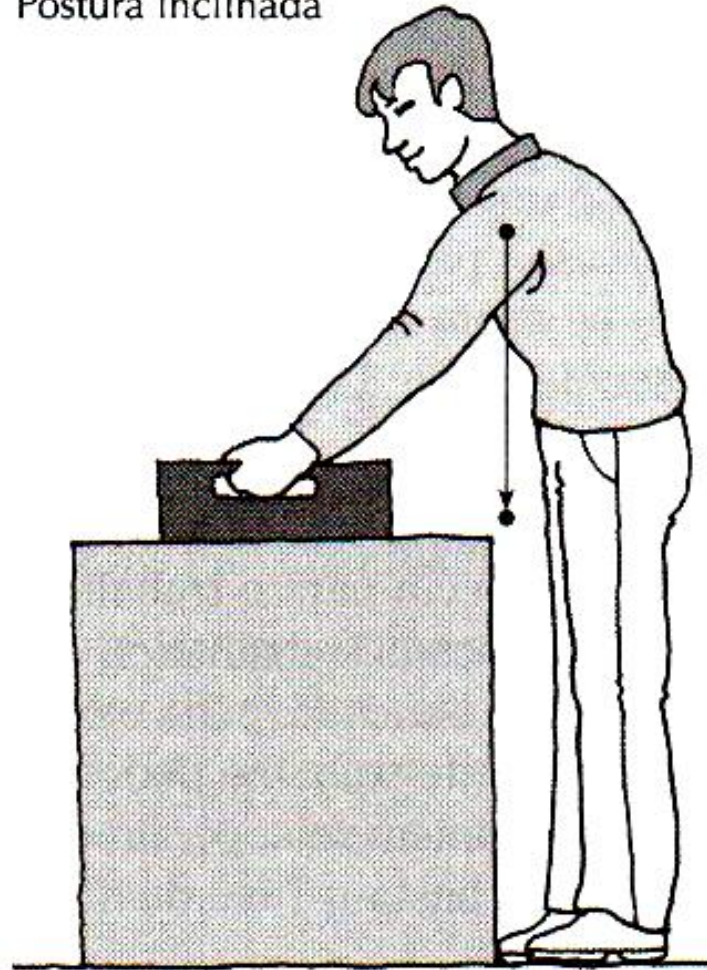


17.3.2.1. Para trabalho que necessite também da **utilização dos pés**, além dos requisitos estabelecidos no subitem 17.3.2, os pedais e demais comandos para acionamento pelos pés devem ter **posicionamento e dimensões que possibilitem fácil alcance, bem como** ângulos adequados entre as diversas partes do corpo do trabalhador, em função das características e peculiaridades do trabalho a ser executado.

17.4.1. Todos os equipamentos que compõem um posto de trabalho devem estar **adequados às características psicofisiológicas dos trabalhadores** e à natureza do trabalho a ser executado.

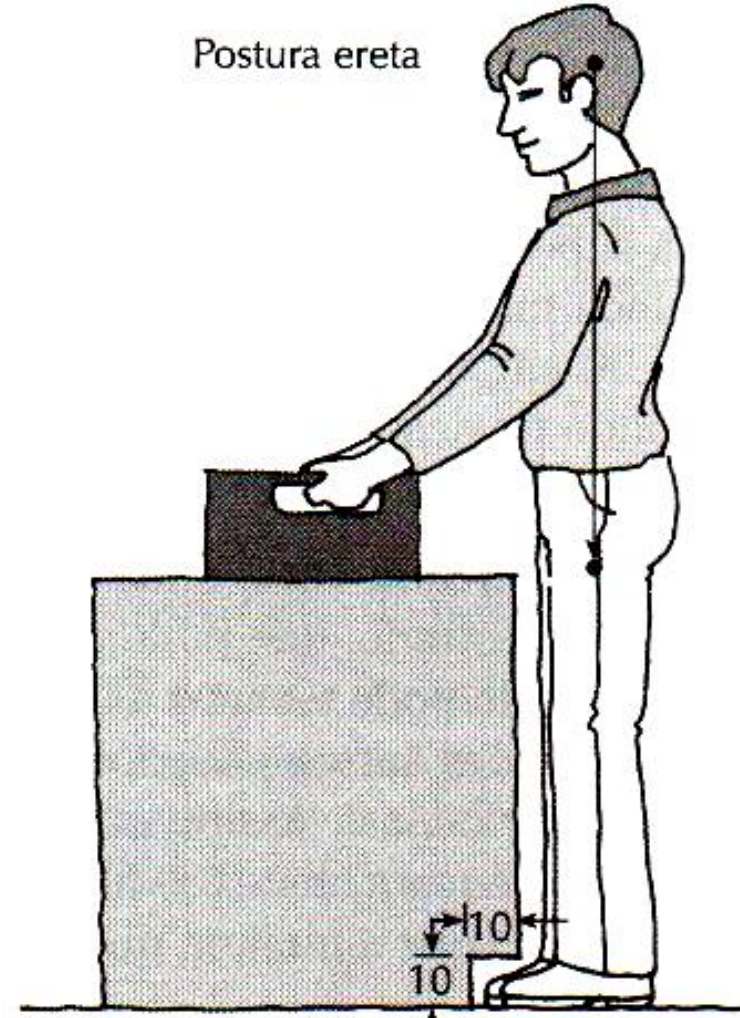
# Ergonomia

Postura inclinada



Sem espaço para os pés

Postura ereta



Com espaço para os pés

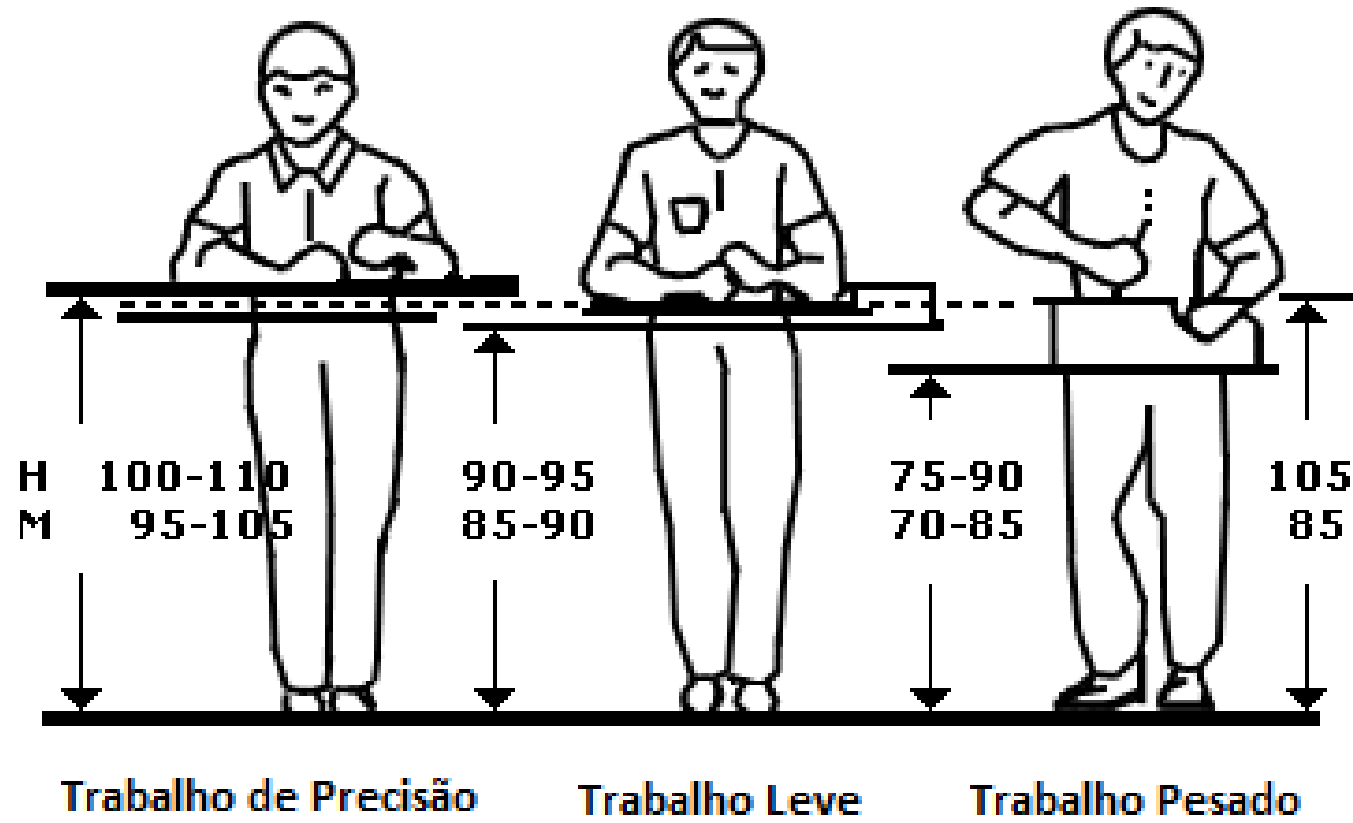
IIDA 2005 -

**17.4.3.** Os equipamentos utilizados no processamento eletrônico de dados com terminais de vídeo devem observar o seguinte:

- a) condições de mobilidade suficientes para permitir o **ajuste da tela** do equipamento à iluminação do ambiente, protegendo-a contra reflexos, e proporcionar **corretos ângulos de visibilidade** ao trabalhador;
- b) o **teclado** deve ser independente e ter mobilidade, permitindo ao trabalhador **ajustá-lo** de acordo com as tarefas a serem executadas;
- c) a tela, o teclado e o suporte para documentos devem ser colocados de maneira que as **distâncias olho - tela, olho-teclado e olho-documento sejam aproximadamente iguais**;
- d) serem posicionados em superfícies de trabalho com altura ajustável.

Recomendações para a altura das mãos e dos olhos, nas posturas sentada ou em pé (DUL e WEERDMEESTER, 2004).

<b>Tipo de tarefa</b>	<b>Altura da superfície de trabalho</b>
Uso dos olhos: muito Uso das mãos e braços: pouco	10 a 30 cm abaixo da altura dos olhos
Uso dos olhos: muito Uso das mãos e braços: muito	0 a 15 cm acima da altura do cotovelo
Uso dos olhos: pouco Uso das mãos e braços: muito	0 a 30 cm da altura do cotovelo



17.5.2.1. Para as atividades que possuam as características definidas no subitem 17.5.2, mas não apresentam equivalência ou correlação com aquelas relacionadas na NBR 10152, o **nível de ruído aceitável** para efeito de conforto será de até **65 dB (A)** e a curva de avaliação de ruído (NC) de valor não superior a **60 dB**.

# Consolidação das Leis do Trabalho - Decreto-lei 5452/43 | Decreto-lei n.º 5.452, de 1º de maio de 1943

**12.94. As máquinas e equipamentos devem ser projetados, construídos e mantidos com observância aos os seguintes aspectos:**

- a) atendimento da **variabilidade** das características **antropométricas** dos operadores;
- b) respeito às exigências **posturais, cognitivas, movimentos e esforços físicos** demandados pelos operadores;
- c) os componentes como **monitores de vídeo, sinais e comandos**, devem possibilitar a **interação clara e precisa** com o operador de forma a reduzir possibilidades de **erros de interpretação** ou retorno de informação;
- d) os comandos e indicadores devem representar, sempre que possível, a **direção do movimento** e demais efeitos correspondentes;
- e) os sistemas interativos, como **ícones, símbolos e instruções** devem ser **coerentes** em sua **aparência e função**;
- f) favorecimento do desempenho e a confiabilidade das operações, com **redução da probabilidade de falhas na operação**;
- g) **redução da exigência de força, pressão, preensão, flexão, extensão ou torção** dos segmentos corporais;
- h) a **iluminação deve ser adequada** e ficar disponível em situações de emergência, quando exigido o ingresso em seu interior.



**12.95.** Os comandos das máquinas e equipamentos devem ser projetados, construídos e mantidos com observância aos seguintes aspectos:

- a) localização e distância de forma a permitir **manejo fácil e seguro**;
- b) instalação dos comandos mais utilizados em posições **mais acessíveis** ao operador;
- c) **visibilidade, identificação e sinalização** que permita serem distinguíveis entre si;
- d) instalação dos elementos de acionamento manual ou a pedal de forma a facilitar a execução da manobra levando em consideração as características biomecânicas e antropométricas dos operadores; e
- e) garantia de **manobras seguras e rápidas e proteção** de forma a evitar movimentos involuntários.

# Prevenção a Fadiga

Art. 198. É de 60 (sessenta) quilogramas o peso máximo que um empregado pode remover individualmente, ressalvadas as disposições especiais relativas ao trabalho do menor e da mulher. (Redação dada pela Lei nº 6.514, de 22.12.1977)

Art. 390 - Ao empregador é vedado empregar a **mulher** em serviço que demande o emprego de força muscular superior a **20 (vinte) quilos** para o **trabalho contínuo**, ou **25 (vinte e cinco) quilos** para o **trabalho ocasional**.

## NR-17 PRÁTICA RECOMENDADA

14 Kgf - máximo de peso com apenas um dos membros superiores.

20 Kgf - máximo de peso individual, sendo a partir daí necessário auxílio de outra pessoa(s) e/ou equipamentos.

# Segurança no Trabalho

**NR 12 –**

**Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**

# NR 12 e PPRPS

A **NR 12** é a norma que trata da proteção ao trabalho em máquinas e equipamentos

**PPRPS** é um programa voltado à gestão da segurança do trabalho em máquinas e equipamentos, especificamente prensas e similares (injetoras, guilhotinas, serigráficas,...)

# Princípios Gerais

**12.1.** Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras – NR aprovadas pela Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis.

# Arranjo físico e instalações; Instalações e dispositivos elétricos; Dispositivos de partida, acionamento e parada;

**12.24.** Os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que:

- a) não se localizem em suas zonas perigosas;
- b) possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador;
- c) impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental;
- d) não acarretem riscos adicionais; e e) não possam ser burlados.

# Sistemas de segurança; Dispositivos de parada de emergência; Meios de acesso permanentes;

**12.64.1.** Consideram-se meios de acesso elevadores, rampas, passarelas, plataformas ou escadas de degraus.

# Componentes pressurizados;

# Transportadores de materiais

**12.85.** Os movimentos perigosos dos transportadores contínuos de materiais devem ser protegidos....

Aspectos ergonômicos.

Riscos adicionais.

Manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos.

Sinalização.

Manuais.

Procedimentos de trabalho e segurança.

Projeto, fabricação, importação, venda, locação, leilão, cessão a qualquer título, exposição e utilização.

Capacitação.

Outros requisitos específicos de segurança.

Disposições finais.

ANEXOS



# Análise



## Sistema de solda à laser Sisma Industry - Itália

<http://www.sisma.com/eng/industry/prodotti/welding-laser-system/laser-welding-systems-for-moulds-maintenance/lm-b.php>



## Sistema de solda por ultrassom Herrmann- Alemanha

<https://www.herrmannultraschall.com/pt-br/maquinadesoldagemporultrassom-hiq-vario/>

Nanoform® 700 ultra

## Large Frame Lathes



# Rodolfo Reatto Módolo

*“Em minha cidade uma oficina pintou o chão de branco, na sequencia, todas fizeram iguais porque estavam perdendo clientes”.*

# Referências

- Archer, B. (1979) 'Design as a Discipline- Whatever Became of Design Methodology?', *Design Studies*, Vol. 1, No 1.
- David Andrews, Philosophical Issues in the Practice of Engineering Design. In *Philosophy of Engineering*, Vol 1 of the proceedings of a series of seminars held at The Royal Academy of Engineering. P.35-40.
- John Turnbull, The Context and Nature of Engineering Design. Part II: Systems Engineering and Engineering Design. Vol 1 of the proceedings of a series of seminars held at The Royal Academy of Engineering. P.35-40.
- NR12
- NR17
- CLT

## Aula 05 - Exercício

- a. Cada aluno, em uma folha, escrever um produto que queira ser desenvolvido.
- b. Trocar de folhas e o outro aluno, em desenho, tentar atender ao requerente.
- c. Retornar o desenho ao requerente e este avaliar a satisfação do atendimento.

# *Aula Prática 04*

# Aula 05 - Prática

Fazer uma carenagem da máquina manifestando o espírito de design.

01 – Estética, cores

02 – Ergonomia

03 – segurança (bimanual, emergency stop, sinalizadores)

04 – Outros