

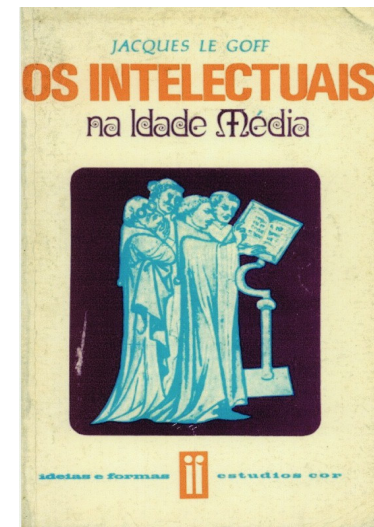
A Revolução Industrial Medieval e os começos da Engenharia



Prof. Raul Pessolai – UFF – Niterói – Rio de Janeiro
raul@vm.uff.br



Fontes



- Manuscritos, miniaturas, códices, vitrais.

A IM que descrevemos não é a do “período das trevas”, dos romances palacianos e da cavalaria. É a das Máquinas; se o conhecemos mal é porque a história da técnica se manteve ignorada por largo tempo; os intelectuais e os universitários menosprezaram quase sempre o trabalho manual e a atividade técnica dos engenheiros

Jean Gimpel: A Revolução industrial da Idade Média

Prof. Raul Pessolani - UFF - Rio de Janeiro

Os mosteiros



- Regra de S Bento (525): “Ora et Labora”
 - 8 horas de trabalho manual, 2hs de leitura e estudo
- Estimulam a cultura, a caridade e o trabalho
 - Aram a terra, introduzem a mecanização agrícola
 - Preservam os pergaminhos, introduzem a educação

“De fato, não houve nenhum ramo da atividade onde os monges não tenham mostrado criatividade e um notável espírito de pesquisa”

Transmissores do Saber: os copistas

- Lêem, escrevem e educam
- Transcrevem os livros Gregos e Romanos.
 - Lêem e ensinam:
 - Sêneca, Cícero, Horácio, Virgílio, Platão, Aristóteles, Juvenal, Pércio,...
 - Latim => língua universal

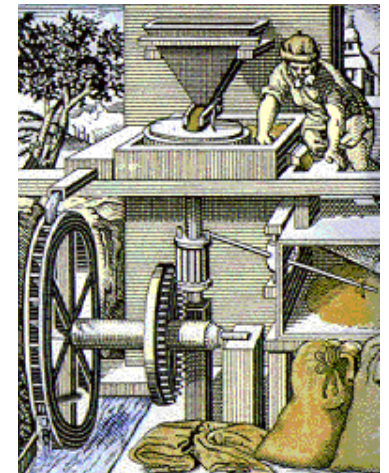


A transmissão da cultura Grega e Romana deve-se ao trabalho feito nas salas dos copistas, e conservados nas bibliotecas.

Geradores do saber



- Agricultura
 - Transformam regiões silvestres e pantanosas em campos férteis
 - “*Cada mosteiro tinha uma escola de agricultura para toda a região ao redor*”.



- Indústria

A idade média introduziu a maquinaria na Europa numa escala nunca anteriormente vista

- Metalurgia
 - Séc VII - Forjas e metalurgia



Introdução da maquinaria - Séc VIII

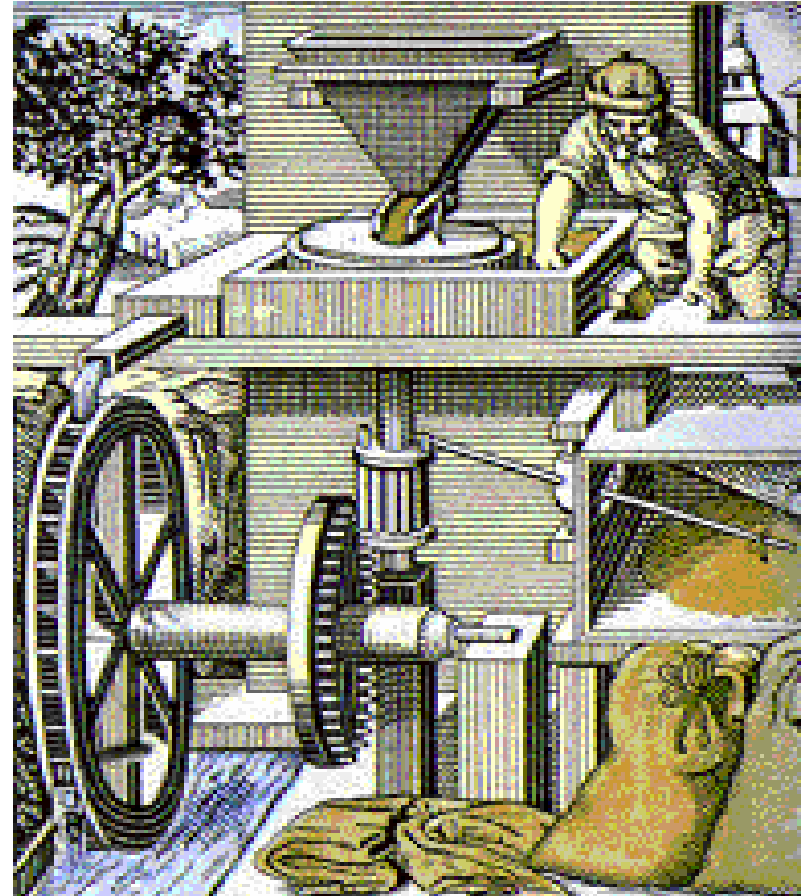
- Substituição dos escravos por máquinas
 - Dignidade do ser humano
 - Dignidade do trabalho
 - Igualdade Fundamental
- Uso de outras formas de Energia:
 - Animal (boi, cavalo, instrumentos...)
 - Eólica (Vento, moinho, caravelas...)
 - Hidraulica (moinhos, mares, represas...)



“A maior glória da Idade Média foi a construção, pela primeira vez na história, de uma civilização complexa que se apoiava, não nas costas de escravos, mas basicamente em energia não humana”

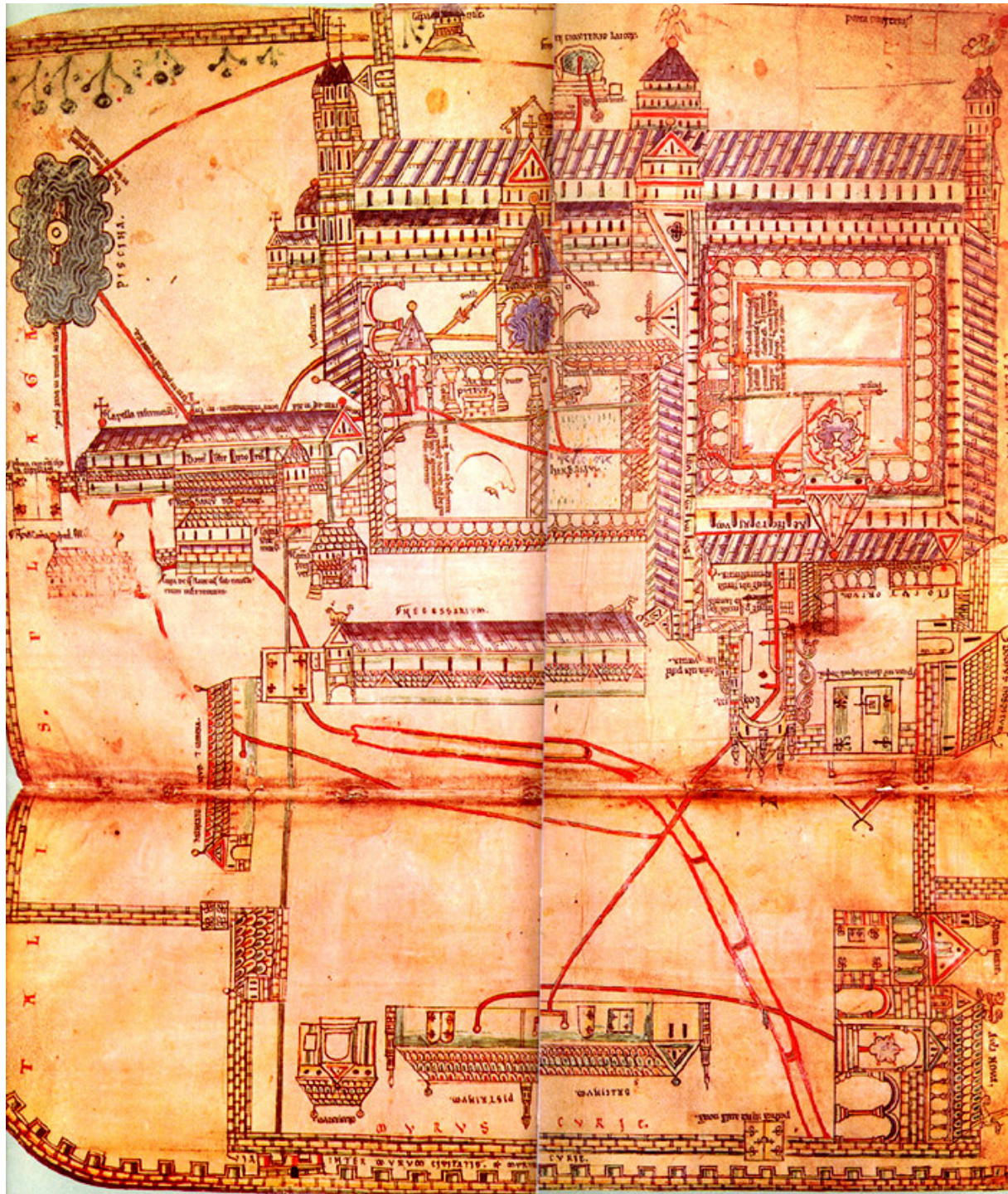
Moinhos de água (Séc VII)

- A roda na vertical produz mais energia (3 a 10HP)
- Maior torque. Mudança do plano de rotação
- Aprimoram-se as engrenagens e os eixos.
 - Séc IX – 59 só nas terras da Abadia de Saint Germain
 - Séc XI - 5624 na Inglaterra



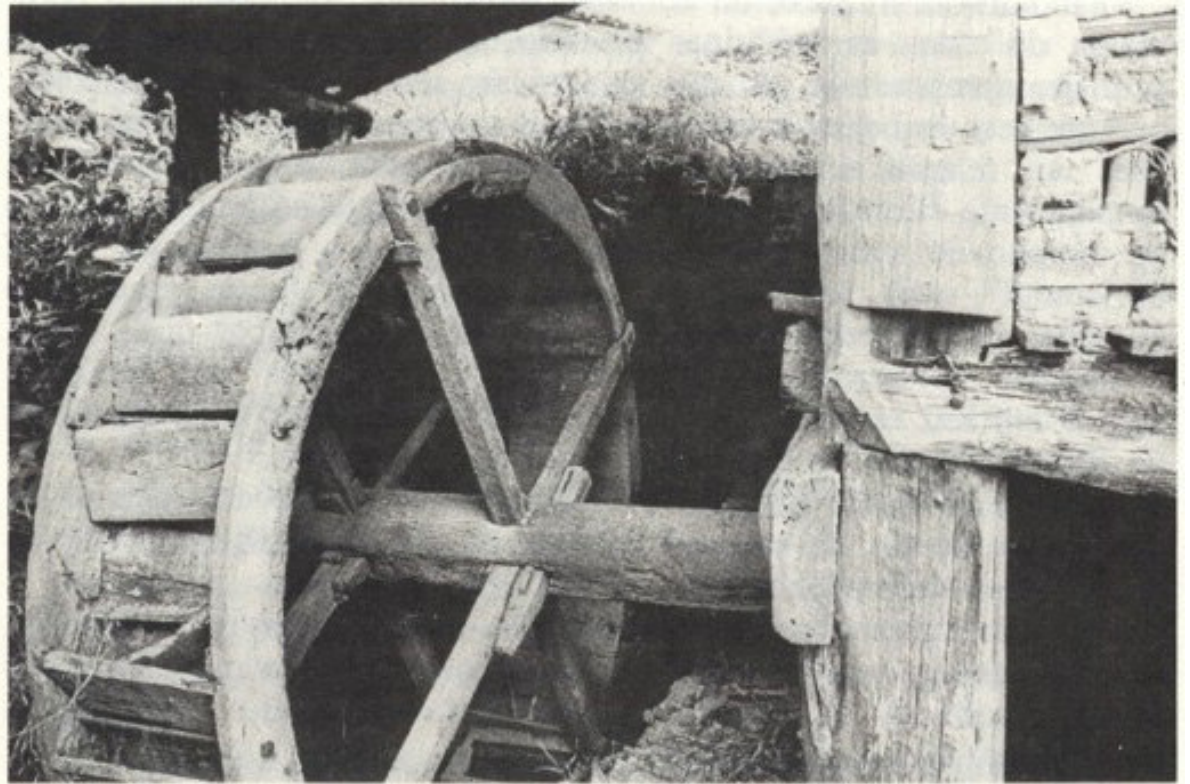
“Um braço de rio, atravessando as numerosas oficinas da Abadia por toda a parte se faz abençoar, graças aos serviços que presta: lança-se com ímpeto na azenha. Nada recusa ao que se lhe pede. Eleva ou abaixa esses pesados pilões, poupando os frades de grandes fadigas...., quantos cavalos se extenuariam, quantos homens fatigariam os braços nesses trabalhos que o gracioso rio executa para nós; a ele devemos nossas vestimentas e nosso alimento”

Descriptio Monasterii Claravallensis.

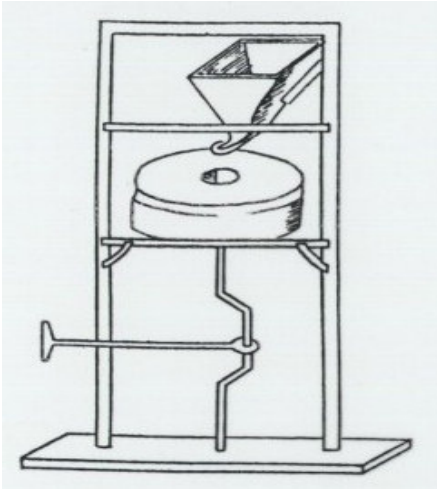


Finalidade dos moinhos

- Triturar o trigo
- Produzir farinha
- Curtir o couro
- Bombear água
- Serrar madeira
- Fabricar papel
- Triturar minérios
- Forjar ferro
- Escavar minas.

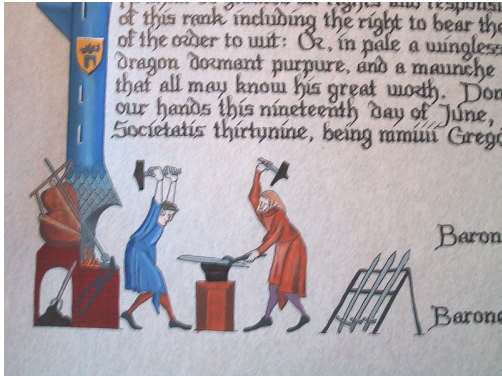


Roda d'água. Engenho Couraça, Cabreúva (SP). Foto de Eduardo Castanho, 1984.



A Biela (Séc X)

- Transforma o movimento rotativo em movimento alternado que levanta e abaixa um martelo
- Papel capital na industrialização do mundo ocidental
 - Permite a mecanização uma série de operações industriais que antes se faziam com a mão ou com o pé
 - Moinhos para produção de Ferro.
 - Moinhos de Papel: antes fabricado à mão.
 - Moinhos de algodão



Siderurgia - Sec X



- Os martelos hidráulicos substituem a força humana.
- Com a melhoria dos moinhos, aumenta-se a temperatura dos fornos, e a capacidade de produção da Forja
- Começa a fundir-se o ferro fundido e o bronze, liga de cobre e estanho com ponto de fusão mais baixo
- Fabricam-se chapas e peças que era impossível de fazer antes: canhões, armaduras lisas, tirantes para as catedrais.

Represas e Bolsa de Valores

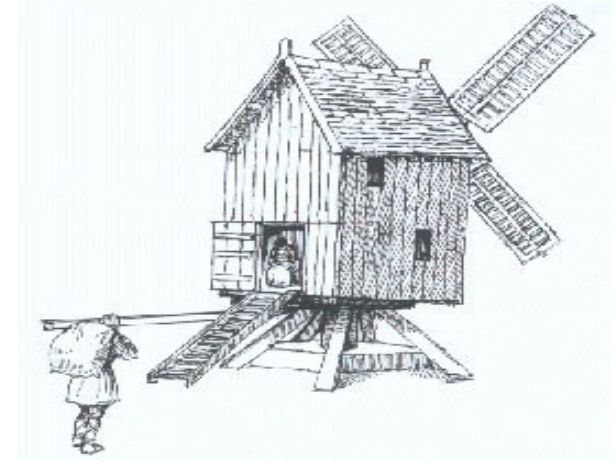


- Represa de Bazacle (1177)
 - Construídos em locais de maior declividade
 - 400m de comprimento, oblíqua em relação à margem
- Nascem as bolsas de valores, os seguros, os bancos as letras de câmbio,...
 - “Societe de Bazacle” (1250)
 - É a mais antiga empresa do mundo e sobreviveu até o Séc XX quando foi nacionalizada pela Eletricité de France
 - Vendem ações e distribuem rendimentos

Moinhos de Maré: (Séc XII)

- Construídos onde havia pouca declividade
 - Diferença do nível entre a maré alta e a baixa .
- Grandes vantagens:
 - Não poluidora
 - Cíclica, constante e previsível
 - Ao contrário das outras energias renováveis, cuja natureza é muito inconstante e imprevisível, como por exemplo a energia solar, hídrica e eólica.
- No fim do séc XIV há centenas pela Europa.

Energia Eólica



- Séc XII: os Engenheiros medievais criam o **moinho de vento com cabeça giratória** para aproveitar melhor o vento que sopra em varias direções.

“Os sábios soldados germânicos construíram aqui os primeiros moinhos de vento conhecidos na Siria”

3ª Cruzada 1184



Padroeiro da asa delta

- Cardeal Bessarião
- Abadia de Malmesbury
- Século XI
- Saltou com *Planador* da torre da Abadia (40 m) e percorreu 200 m na horizontal
- Relembrado nos textos por mais de 300 anos
- Quebrou 2 pernas na aterrissagem



o de

Revolução Agrícola

Melhor uso do Cavalo

- Romanos: Carroça com 1 parelha leva 500Kg
- Séc XIII: Uma carroça leva até 6000Kg
- Porque essa diferença?
 - Novo Sistema de arreamento dos cavalos com o qual se evitava o estrangulamento
 - Uso de Ferraduras de ferro cravadas, com o qual se evitava a quebra do casco
 - Invenção da Técnica de atrelagem dos cavalos, que permitia emprego de mais parelhas

Cavalo ou Boi?

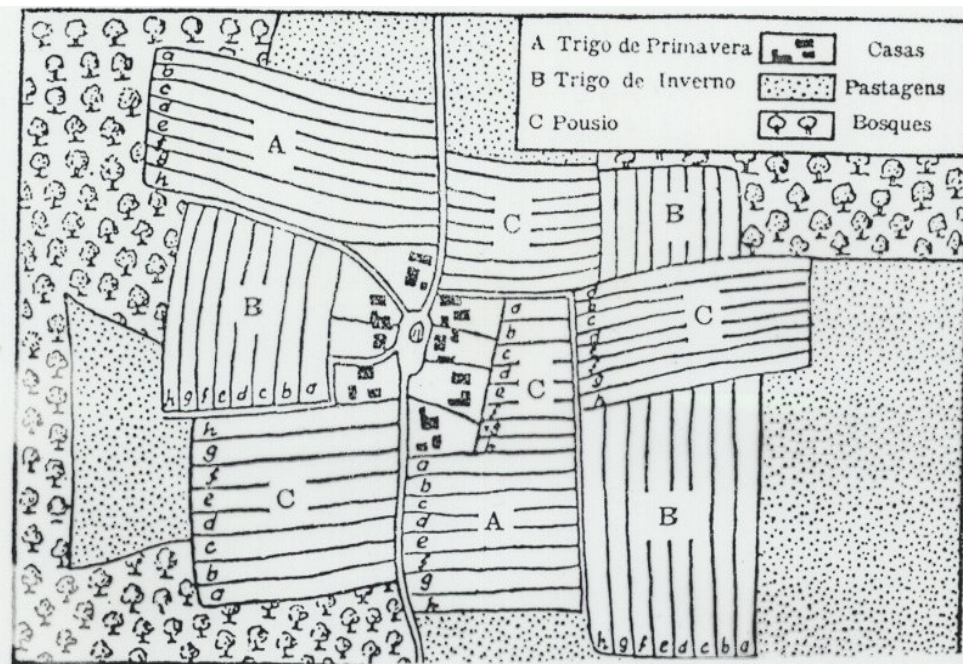
“O abandono da tração bovina implicava também na ampliação da cultura da aveia. O seu emprego propiciou a melhoria notável da preparação da terra e, portanto, da sua fertilidade. Ele marcou o advento de um sistema agrário mais altamente produtivo.”

(J.R. Forbes)

	Força (Kgf)	Velocidade (m/s)	FxV	Relação
Cavalo	69	1,10	76	1,00
Boi	69	0,73	50	0,66
Mula	34	1,10	38	0,50
Burro	17	1,10	19	0,25
Homem	8	0,76	6	0,079
		1cv = 76Kgf.m/s		

Invenções agrícolas

- Invenção ou aperfeiçoamento de ferramentas
- Sistema de 3 campos
- Arado leve
- Arado pesado (terras do norte)
- Atrelamento em série



Kaul Pessolani - 1
Janeiro



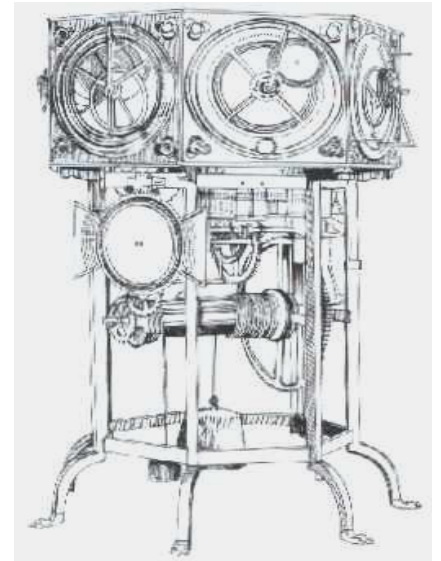
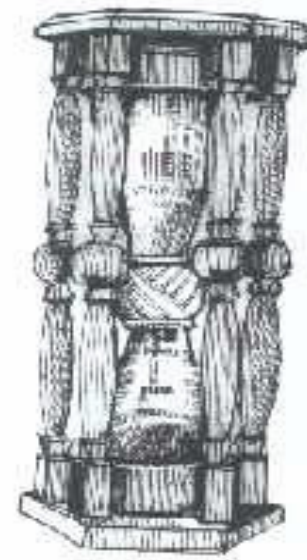
Consequências

- Substancial aumento da área cultivada e da produção.
- Aumento da população
 - Diminuição de epidemias
 - França:
 - 1350: 22 milhões
 - 1974: 50 milhões

Ano	População	Variação
700	27 milhões	-
1000	42	-
1050	46	9,50%
1100	48	4,30%
1150	50	4,20%
1200	61	22%
1250	69	13%
1300	73	5,80%

- *A agricultura, as fontes de energia e a indústria têxtil, deverão esperar a revolução industrial do Séc XVIII para superar o nível atingido no séc XIII. E os técnicos de Construção só voltarão a conhecer um progresso decisivo no séc XIX com as estruturas metálicas.*
- *É a partir de um duplo legado medieval, as descobertas relativas à arte de navegar e a imprensa, instrumento de difusão sem precedentes na cultura ocidental, que a Renascença vai iniciar seu desenvolvimento*

Jean Gimpel – A Rev Industrial da Idade Média



***O tempo aprisionado:**

- Ampulheta
- Relógio mecânico

F - Rio de



Da luz aos óculos



*** De surpresa em surpresa:**

- Óculos: Medieval ou Renascentista ?

Prof. Raul Pessolani - UFF - Rio de Janeiro

Outras invenções medievais

Eis um breve e incompleto elenco das invenções tecnológicas do homem medieval, que, como diz a lenda, vivia na ignorância e na penitência, apenas à espera do fim do mundo: o moinho de água, a serra hidráulica, a pólvora preta, o relógio mecânico, o arado, a relha, o timão, a roda, o jugo para o cavalo, o canal com reclusas e portas, a canga múltipla para os bois, a máquina para enovelar a seda, o guindaste, o tear; o cabrestante complexo, a bússola magnética, os óculos. Acrescentemos a imprensa, o ferro fundido, a técnica de refinação, a utilização do carvão fóssil, a química dos ácidos e das bases, etc...”

Leo Moulin, Historiador
Prof. Raul Pessolani - UFF - Rio de Janeiro

Conclusão

Porque as descobertas medievais foram pouco divulgadas?

- Não havia imprensa, portanto os conhecimentos foram pouco divulgados
- Preocupação em ressaltar o Renascimento
- Ideologia
 - O termo “Idade Média e Idade das trevas” surgiu no século XVIII com os enciclopedistas, marcados por um desprezo ao cristianismo.