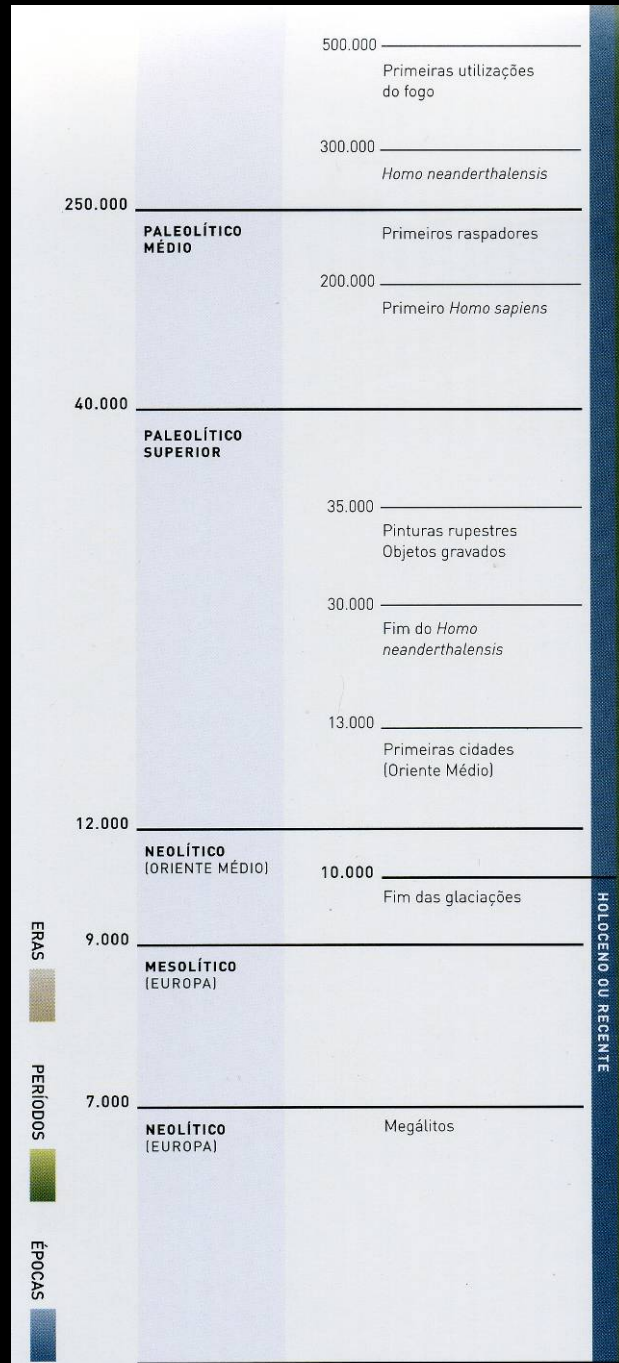
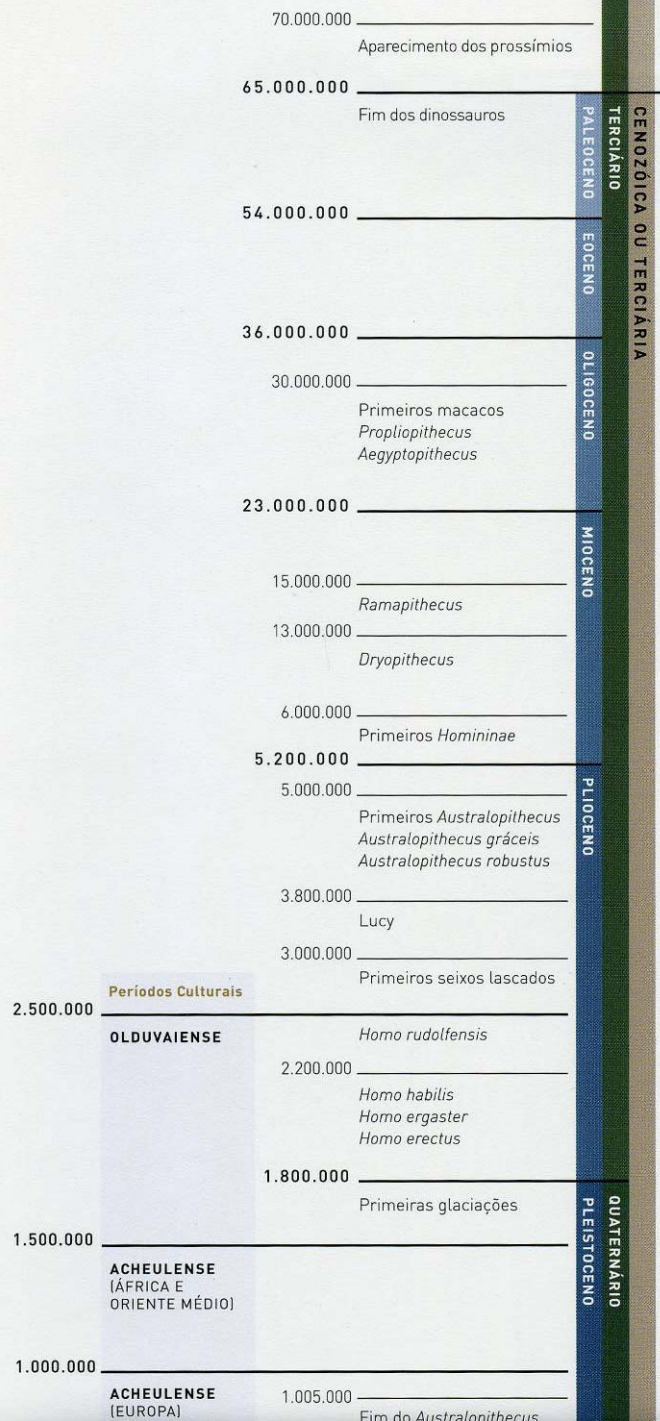
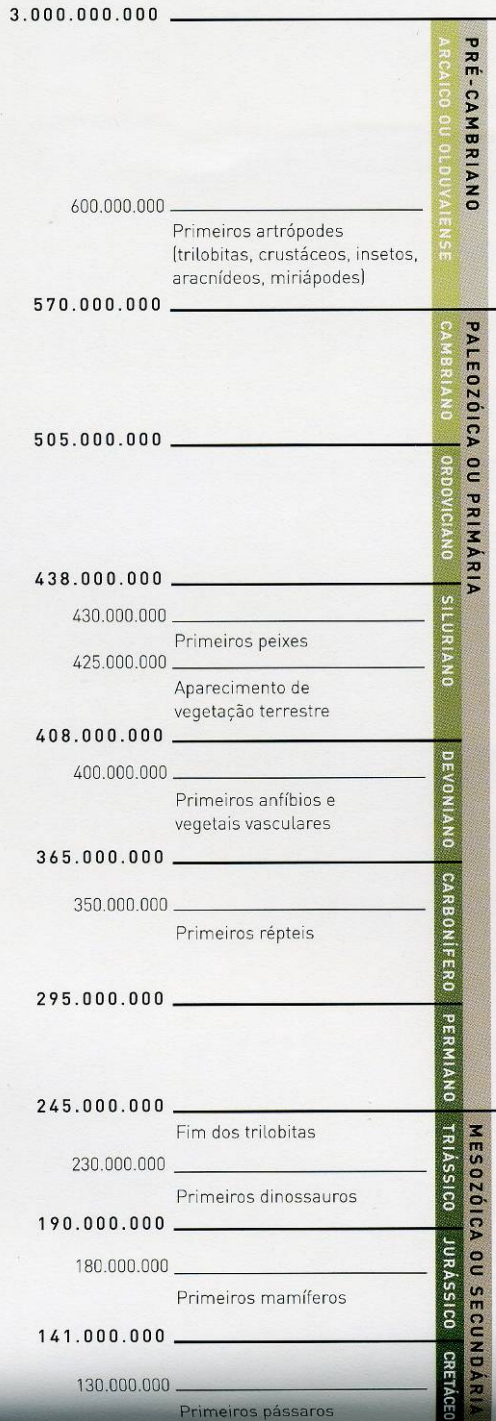
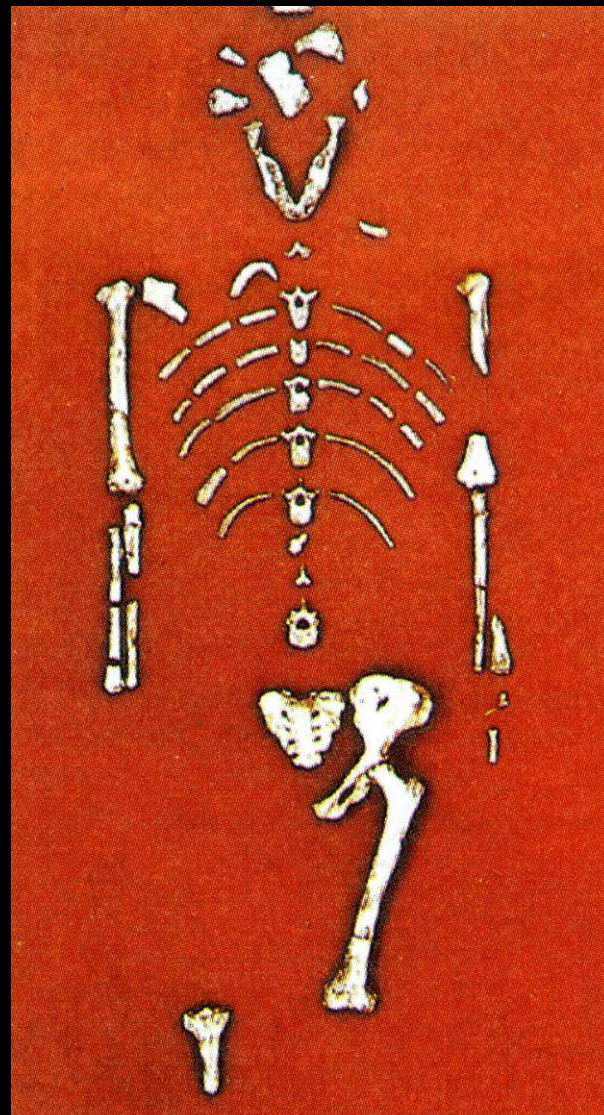
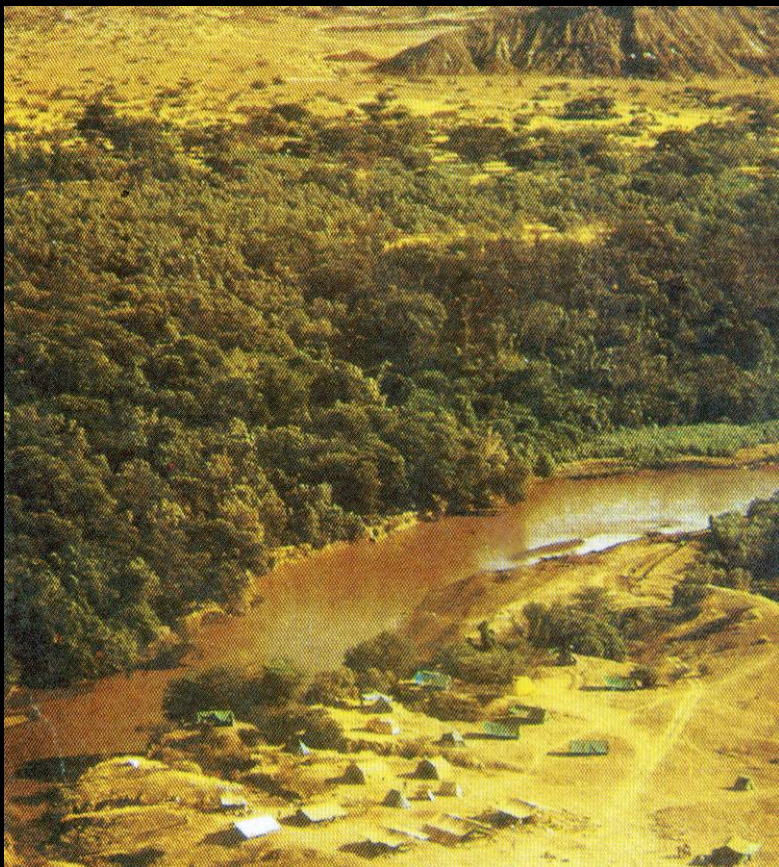


**MATÉRIAS PRIMAS
MINERAIS**

E

EVOLUÇÃO HUMANA





Em cima: o esqueleto do mais antigo hominídeo encontrado, datado de há 3 500 000 anos, a célebre «Lucy».

À direita: a zona do triângulo de Afar (Etiópia), onde foi descoberta «Lucy».



Toumaï - MPFT



Grâce à la mise en oeuvre d'une nouvelle méthode de datation (10Be), une étude publiée dans la revue américaine *Proceedings of the National Academy of Sciences* confirme et précise l'âge des deux Hominidés anciens du Tchad : Abel (3,5 millions d'années) et Toumaï (7 millions d'années).

Fig. 1. Localisation géographique des principaux sites africains à Hominidés anciens : 1, Taung ; 2, Kromdraai, Sterkfontein, Swartkrans ; 3, Makapansgat ; 4, Laetoli ; 5, Olduvai ; 6, Kanapoi ; Lothagam ; 7, Koobi Fora ; 8, Omo ; 9, Middle Awash (Aramis, western margin) ; 10, Hadar ; 11, Bahr el Ghazal (KT 12-13) ; 12, Toros-Menalla. Fig. 1. Geographic location of the main African localities of early hominids: 1, Taung; 2, Kromdraai, Sterkfontein, Swartkrans; 3, Makapansgat; 4, Laetoli; 5, Olduvai; 6, Kanapoi, Lothagam; 7, Koobi Fora; 8, Omo; 9, Middle Awash (Aramis, Western margin); 10, Hadar; 11, Bahr el Ghazal (KT 12-13); 12, Toros-Menalla.

- metais, ligas, cerâmica, vidro, fibras
- materiais têm dado forma a civilizações
 - Idade da Pedra, Idade do Bronze
- propriedades alteradas
 - atender necessidades do homem

- 1^{os}. materiais: pedra e madeira
 - osso, fibra, pena, conchas, pele animal, chifre, argila
- instrumentos, armas, utensílios, abrigo, auto-expressão (decoração ou joalheria)

O USO E O DESENVOLVIMENTO CRESCENTE DE MATERIAIS MAIS SOFISTICADOS FORAM PARALELOS COM O AUMENTO DA CONSCIÊNCIA DO HOMEM.

CIVILIZAÇÕES AVANÇADAS GERALMENTE INVENTARAM E USARAM MATERIAIS MAIS ELABORADOS.

- domínio dos materiais:
 - meios empíricos
 - formas de alquimia
- séculos XIX e XX: pesquisa sistemática
 - CIÊNCIA DOS MATERIAIS

- Idade da Pedra

2,5 milhões

- Idade Calcolítica

- Idade do Bronze

- Idade do Ferro

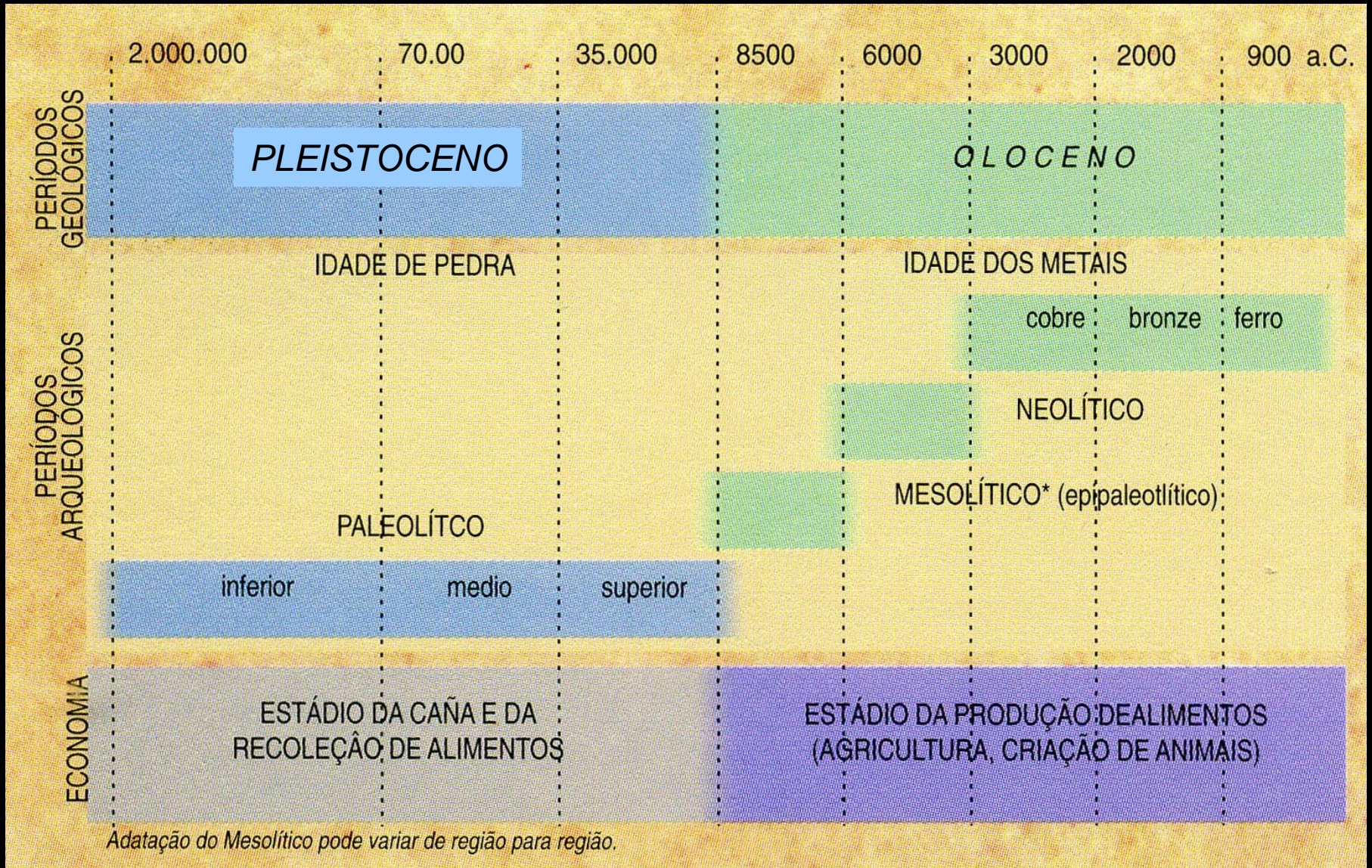
- Paleolítico

(Idade da Pedra Velha)

- Mesolítico

- Neolítico

IDADE DA CERÂMICA?



PALEOLÍTICO

- Antigo ou Inferior
- Médio
- Superior

PALEOLÍTICO INFERIOR

- dureza, coesão, fratura conchoidal
- resistência ao intemperismo
- 1^{os}. utensílios: seixos rolados lascados
- basalto, diabásio, chert quartzítico
- instrumentos de calcário

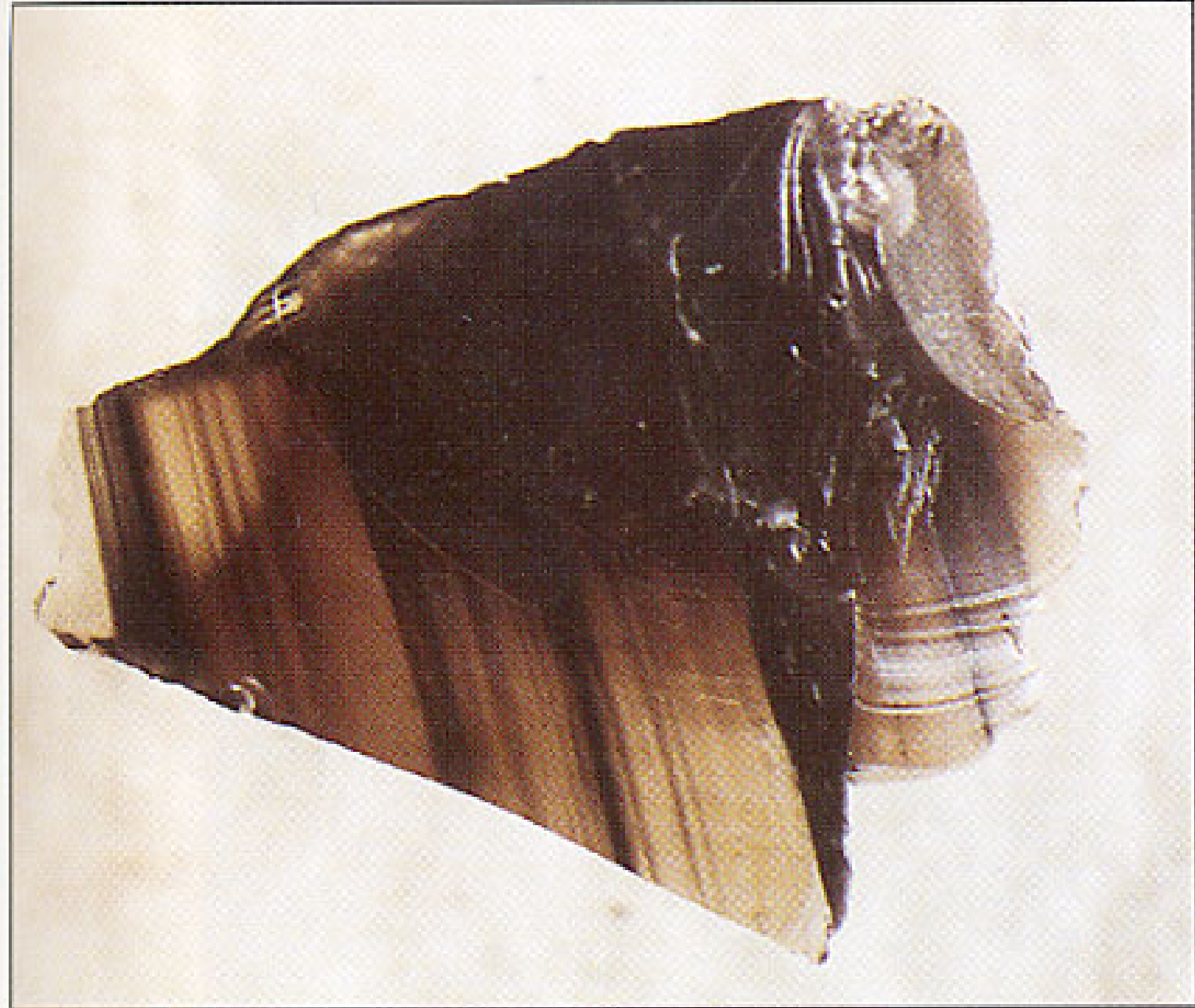


PLATE 1.2. Obsidian.

PALEOLÍTICO MÉDIO

- Uniformidade e monotonia das indústrias
- Composta essencialmente de objetos cortantes

PALEOLÍTICO SUPERIOR

- 40 e 30.000 a.P.: Eurásia Ocidental
- Desenvolvimento das estruturas de habitação
- Importância do material ósseo trabalhado
 - (armas, instrumentos, objetos de adorno)
- Emprego de matérias corantes
- Aparecimento das 1^{as.} obras de arte figurada

- 25.000-15.000 confusos no ordenamento das entidades culturais
- Desenvolvimento do retoque abrupto do desbastamento
 - permite recortar as bordas das lâminas de sílex
- Retoque plano em escamas que invade tanto as extremidades, como toda uma face ou as duas

MESOLÍTICO

- 1^a. fase de tradição paleolítica predominante
 - objetos tipicamente do Paleolítico Superior
 - lascas, raspadores, buris, pontas com dorsos desbastados, pontas com truncamento retocado
 - aparecimento de alguns triângulos
 - pontas unifaciais com pedúnculo irregular
 - não há microburil nem trapézio

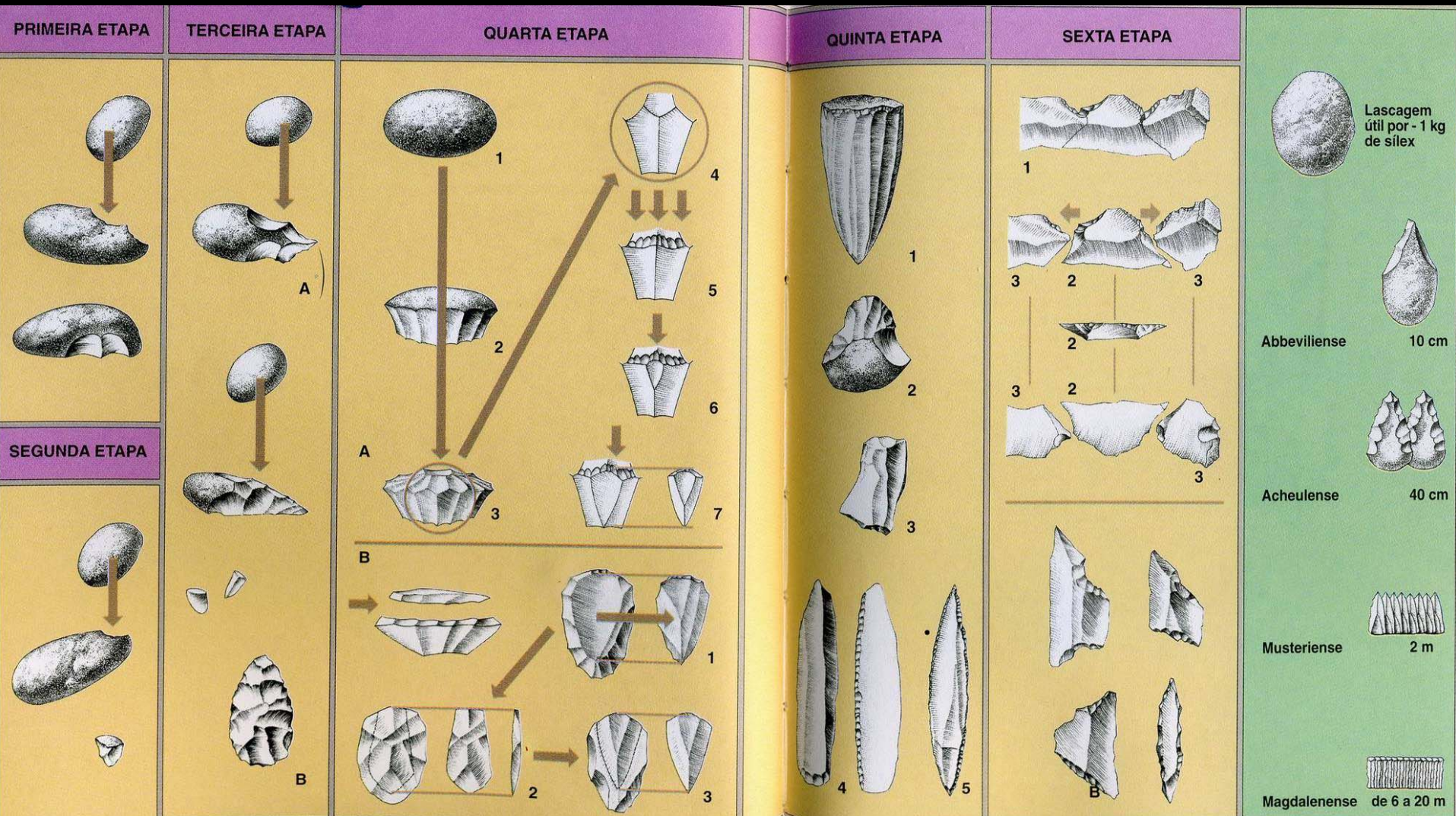
MESOLÍTICO

- 2ª fase do desenvolvimento das formas geométricas e dos microburis
 - diminuição dos tipos do Paleolítico Superior
 - aumento dos micrólitos
 - especialização de alguns tipos (microburis)
 - geometrização das formas (trapézios, crescentes...)
 - indústria óssea: punções, estiletos, cabos e picões de galhada de cervo

MESOLÍTICO

- 3^a. fase persiste o uso dos micrólitos geométricos num ambiente em vias de neolitização
 - o uso de micrólitos persistiu longo tempo após a instalação dos Neolíticos
 - encontram-se ainda em certos túmulos da Idade do Bronze (II Milênio)

Etapas fundamentais da laboração do sílex pelo homem do Paleolítico



Enquanto, um pouco em toda parte, no Pós-glaciário, os últimos predadores aperfeiçoam seu instrumental e seus modos de acabamento, inventam, adotam ou melhoram novos processos de pesca (anzóis, arpões, massas...) ou de navegação, em alguns pontos do Velho e do Novo Mundo se multiplicam os modos de utilização e preparação dos alimentos vegetais. Prepara-se a invenção da agricultura cujo desenvolvimento pode ser acompanhado passo a passo de um lado pelo estudo da evolução dos grãos e espécies selecionadas, de outro, pelo do instrumental correspondente.

NEOLÍTICO

Vênus de Vestonice



FIGURE 15.1. Baked clay figurine called the “Venus of Věstonice” found in 1920 in the Czech Republic. Approximate age: 23,000 B.C.

- Século XIX – Idade da Pedra
 - pedra lascada e pedra polida
- Início: critérios essencialmente tecnológicos
 - aparecimento do polimento da pedra e da cerâmica
- Não cessou de ganhar complexidade

- Mesopotâmia

- 6000 aC: aparecimento da cerâmica
- Jericó

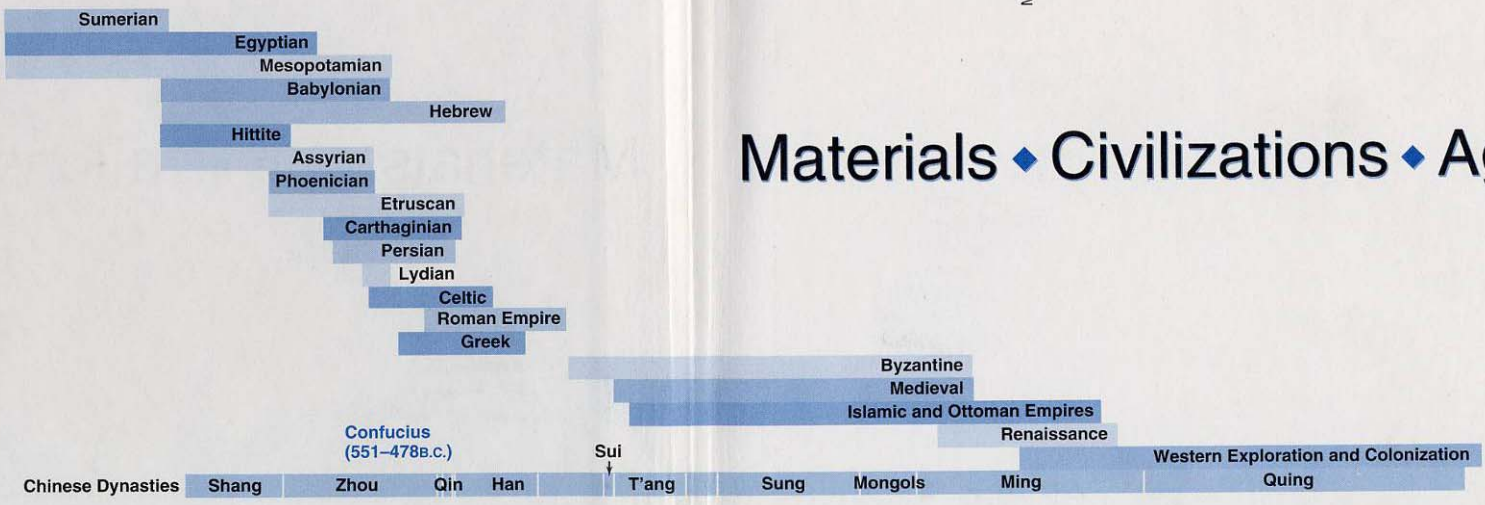
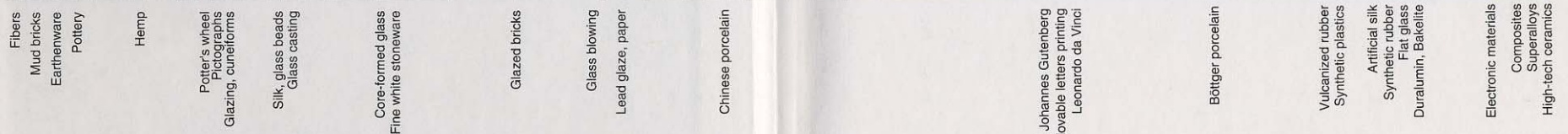
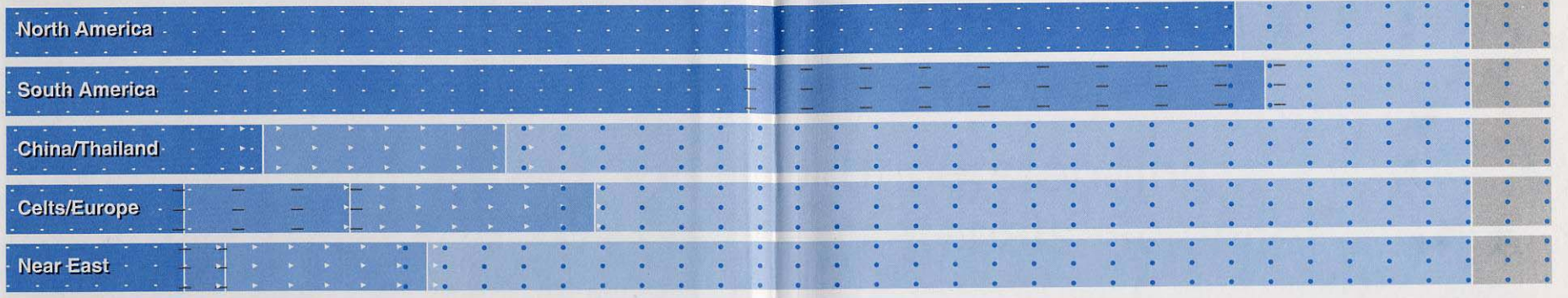
- Elaboração da cerâmica pré-colombiana



MEGALITISMO

- está [] no III Milênio a.C. e na 1ª metade do II
- corresponde cronologicamente a culturas neolíticas e calcolíticas
- extinção rápida ou gradual na 1ª metade da Idade do Bronze

- pedras (flint e obsidiana): disponíveis
- abundância e formas afiadas preencheram necessidades como instrumentos e armas
- por que passou gradualmente de uma sociedade que usava pedra para a Idade dos Metais?



Materials ♦ Civilizations ♦ Ages

500 aC

Grande Muralha da China

1000 aC

Queda de Tróia

1500 aC

Código de Hammurabi

2000 aC

1ª cerâmica produzida na América Central
1ª fusão do ferro no Oriente Médio

3000 aC

1ª cerâmica produzida na América do Sul

~ 3200 aC

Sumérios introduzem a escrita

4000 aC

Idade da pedra no Egito

- metais foram usados bem cedo na Anatólia
- sociedade nômade → sociedade fixa
- interesse pelo ambiente: Cu, Au, Ag, Hg, Pb
- metais no estado nativo podem ser deformados e endurecidos ou podem ser amolecidos pelo aquecimento
- peças de metais nativos eram valiosas → raras
- metais puros (Cu, Ag, Au): propostas cerimoniais e criar ornamentos e decoração

- IDADES DA PEDRA E DO COBRE COEXISTIRAM POR UM TEMPO LONGO, POR ISSO O NOME:

IDADE CALCOLÍTICA

- exaustão de cobre nativo e outros metais
- procura por outras fontes de metais
- minério de cobre: malaquita
- Anatólia e Península Sinai
- Chipre: calcopirita (sulfeto de Fe e Cu)

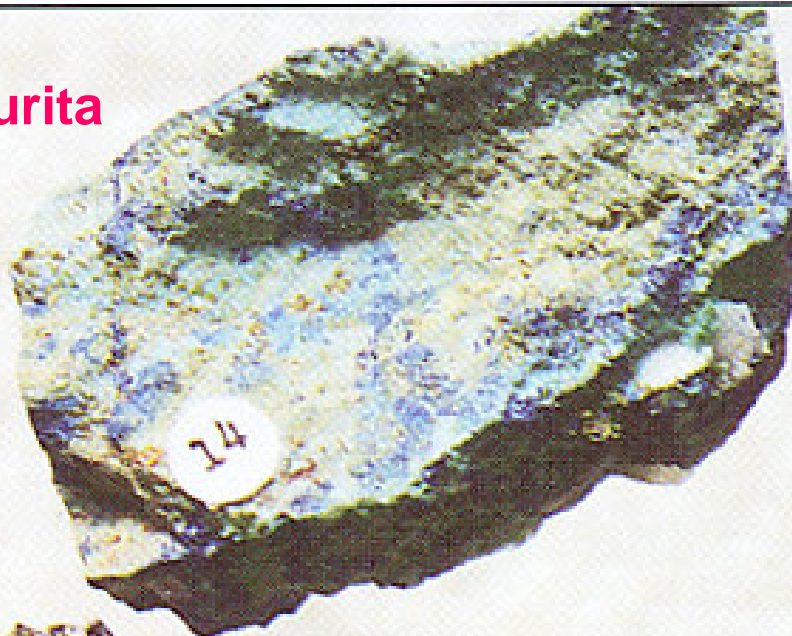
Copper



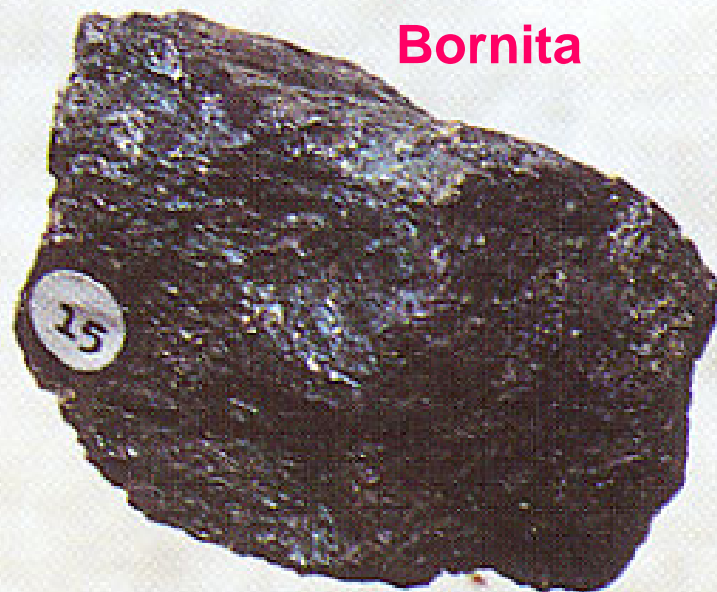
1cm

[Click screen to return](#)

Azurita



Bornita



Calcopirita



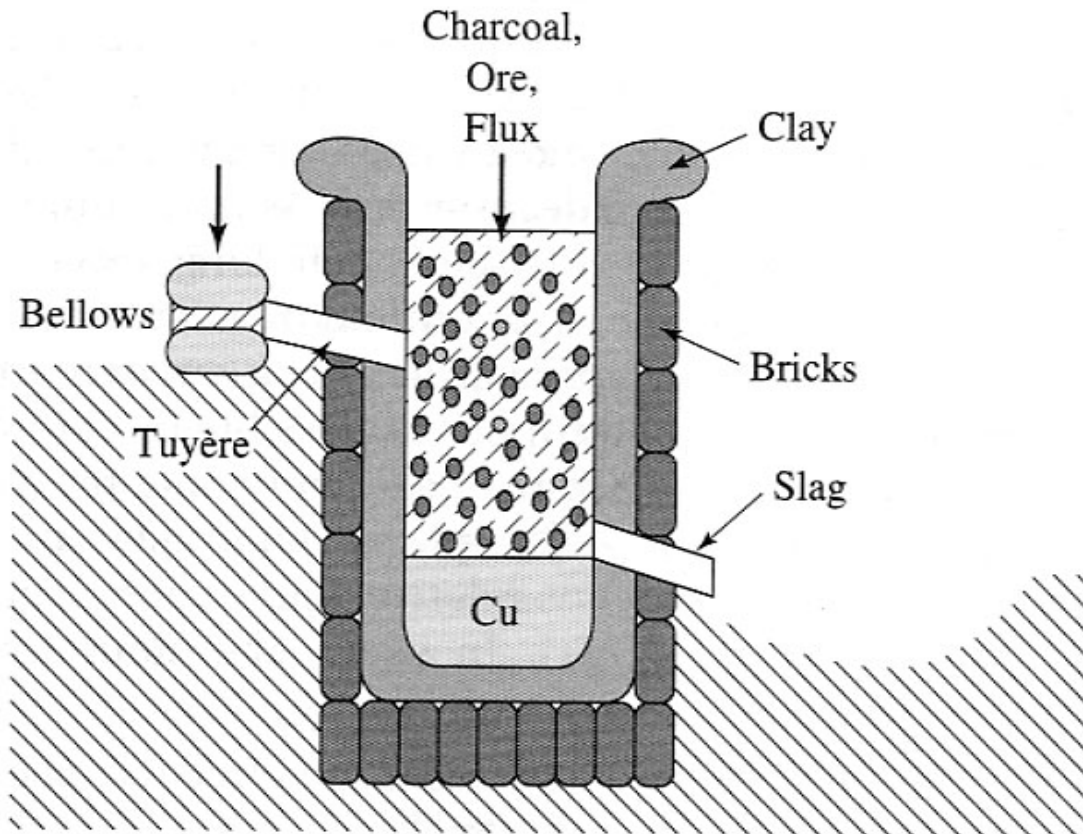
Malaquita

PLATE 1.3. Copper minerals.

FUSÃO DO COBRE

- intenso calor pf do Cu_{puro} 1.084°C
- atmosfera redutora
 - queima de madeira ou de carvão
- um fundente: minério de Fe
 - processo de redução
 - separação do cobre fundido da escória

FIGURE 1.2. Schematic representation of an ancient copper smelting furnace which was charged with a mixture of charcoal, copper ore, and flux (e.g., iron ore). The oxygen was provided by forcing air into the furnace by means of foot-operated bellows.



- tecnologia da fusão do Cu foi emprestada da cerâmica
- fusão do cobre e a cerâmica podem ter aparecidos em tempos comparáveis na história

- homem neolítico observou:
 - tijolos de argila endureciam qdo secos no sol
 - amoleciam qdo expostos à chuva
- tentativa de acelerar o processo
- endurecimento irreversível
- 500°C: consistência permanente e resistente à água

- decorou cerâmica com metais
(misturado com um agente ligante de óxido de Pb)
- os mesmos na pintura de corpos
- vários óxidos de metais → cores ≠
 - óxido de Cu: azul
 - óxido de Cr: verde
 - sais de Sb: amarelo

- A FUSÃO DO COBRE PODE TER SIDO CONCEBIDA DE MANEIRA INDEPENDENTE EM DIFERENTES PARTES DO MUNDO OU PODE TER SIDO TRANSFERIDA PARA REGIÕES VIZINHAS POR CONTATOS COMERCIAIS.
- OU AMBOS.

- 1^{as.} civilizações a utilizarem fusão Cu: Anatólia e Península Sinai
- objetos Cu (e Au) encontrados em túmulos no Mar Negro 4.300 a.C.
- Europa: lavra do minério subterrâneo 4.000 a.C.

- 1^{os}. *metalworkers*: espanhóis
- N do Peru: ~ 800 (5.000 anos depois)
- Austrália, Tasmânia, América do N e Pacífico Sul: chegada dos europeus
– recursos minerais

∴ culturas tiveram ≠ interesses e necessidades

- homem calcolítico: propriedades mecânicas básicas dos materiais
- pedra, materiais vítreos e cerâmicos: duro e rúptil
- cobre, outros metais e argila: dúctil
- cobre: macio no estado nativo ou fundido, endurece qdo plasticamente deformado

IDADE DO BRONZE

- gipsita usada como argamassa
- oxidação superficial e captura de gases na fusão do cobre: porosidade
- descoberta de um novo material
- bronze
- descoberta ou casualidade de adições metálicas

Vantagens da liga de cobre

- dureza maior
- não precisa *hammering*
- temperatura de fusão menor (~ 100°C)

- impurezas presentes
 - As, Sb, Ag, Pb, Fe, Bi, eventualmente Sn
- quantidade insuficiente para interferir na liga
- exceção: Bi
- adição deliberada: As (Oriente Médio)
- liga Cu-As: uso limitado

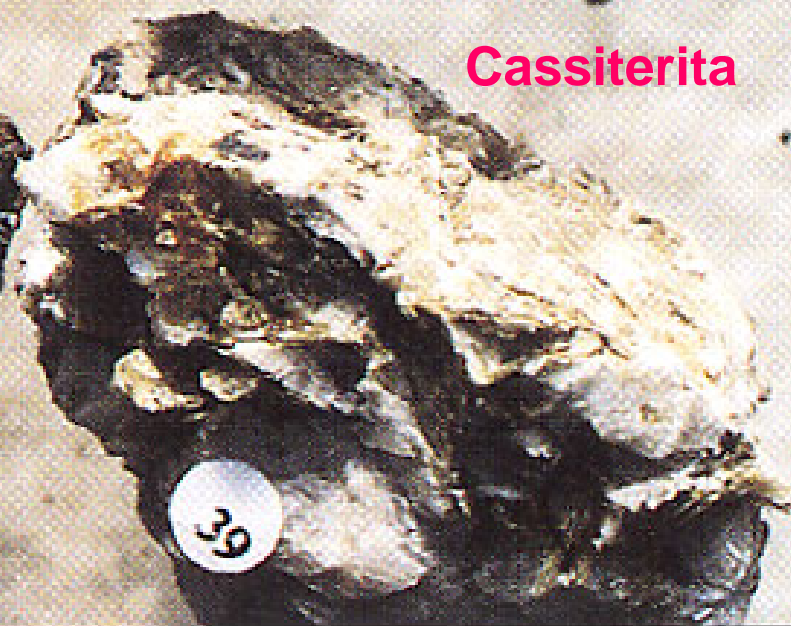
Ouropigmento



Galena



Cassiterita



Esfalerita



PLATE 4.1. Bronze minerals.

- adição ideal: Sn (10%) T_f 232°C
- T_f 950°C
- porosidade contornada
- liga é dura imediatamente após a fundição e subsequente resfriamento mas pode ser endurecida mais por hammering
- mais dura e menos dúctil que Cu-As

- foi criado em uma região (= Oriente Médio) ou independentemente em muitos lugares?
- além do Mediterrâneo, Tailândia (3° e 4° Milênio a.C.), China (1.400 a.C.)
- Indo-China: eixos, pontas de lança, soquetes, braceletes, cadinhos de argila, molde de arenito 3.000 a 2.300 a.C.

- matéria-prima: encontradas juntas
- S da China, Tailândia e Indonésia
- idade do bronze em paz
- usado para decoração e adorno
- não expressava status

- Dinastia Shang (1.600 –1.122 a.C.): vasos cerimoniais
- 5 a 30% Sn e 3 a 5% Pb
- ricamente decorados (animais em relevo)
- mestres da tecnologia de fundição
- nenhum trabalho subsequente era utilizado (*hammering*)
- caldeira 875 kg (corpo fundido numa peça única)

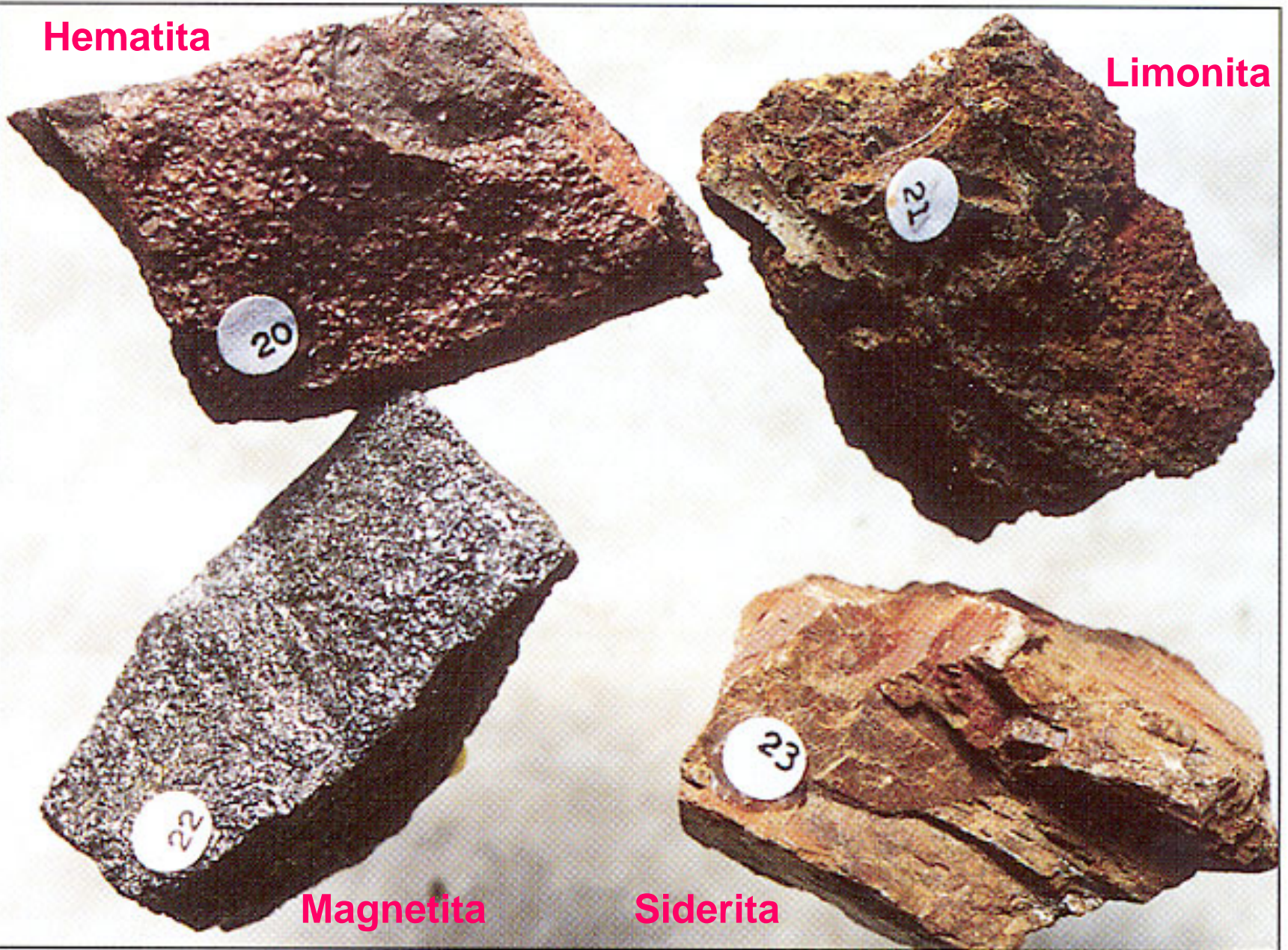
- tradição do bronze cresceu independente da tradição cerâmica
- atingia Ts de 1.400°C nos fornos que permitiu a produção de sua porcelana única
- contrastando com Tailândia, China passou por um período de fusão de Cu ~ 2.000 a.C., mas não As-bronze
- 2 tipos de bronze: usual Cu-Sn e Cu-Pb
- peça de latão ~ 2.200-2.000 a.C.

- como a Idade do Bronze começou ~ 2.000 a.C. na região do Mediterrâneo se não havia Sn?
- Uneticianos ~ 1.500 a.C. tornaram-se o povo dominante na Europa e eram habilidosos com bronze
- Ilíada de Homero 800 e 700 a.C.: Hefaestus, deus do fogo, criou um escudo para Aquiles com Cu, Sn, Ag e Au

IDADE DO FERRO

Hematita

Limonita



Magnetita

Siderita

PLATE 7.1. Iron minerals.

- 1.500 e 1.000 a.C. (em algumas partes)
- Fe não era desconhecido do homem
- Fe de meteorito ~ 4.000 a.C.
- “metal do céu”
- disponibilidade limitada
- pedra, cobre e bronze foram os materiais escolhidos até 2.000 a.C.

- ponto de fusão do Fe: 1.538°C
- Fe puro corrói prontamente qdo exposto ao ar de alta umidade
- pouco interesse para o homem até a descoberta do “ferro bom”
- repetidos ciclos de aquecimento em lingote num forno à carvão ~ 1.200°C para amolecimento e subsequente *hammering* para remover a escória e compactá-lo

- durante o tratamento de calor o lingote é freqüentemente exposto ao monóxido de carbono da queima de carvão
- liga Fe-C é formada
- resfriamento brusco: aumenta a dureza
- reaquece a peça resfriada bruscamente
~ 600°C: têmpera

- Por que os homens da Idade do Bronze abandonaram essa tecnologia?
- abundância de Fe na crosta da Terra:
5%
- disponível na superfície terrestre, não precisando de mina subterrânea



PLATE 17.1. Gold crystals.

- Smithsonita: 1º mineral de Zn a ser explorado
- liga Cu e Zn: latão
- conhecidos desde os tempos clássicos
- cobre amarelo
- 1ºs. a produzirem numa escala maior: romanos

- cinábrio (HgS): utilizado pelos Maias como pigmento
- Maias usaram pirita para fazer espelhos
- Aztecas usaram pirita embutidas em mosaicos e olhos nas estátuas

- povos pré-colombianos: 1^{os}. a usarem Pt (~ 1.000 a.C. até 800 d.C.)
- Pt funde a 1.772°C
- ligas Pt-Au
- metalurgia não tem paralelo no Mundo Antigo

AMÉRICA

- 2.500 e 1.900 a.C. cerâmica aparece
 - espessa, abundantemente provida de desengordurante, mal cozida, com superfícies pouco esmeradas, com formas oriundas de tigelas e potes de pedra da fase precedente
- 1.900 – 1.500 a.C. cerâmica se aperfeiçoa
 - apresenta as 1^{as}. decorações pintadas
- ~ 1.500 aparecem estatuetas de terracota

BRASIL

■ SÃO RAIMUNDO NONATO / PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA

■ SERIDÓ

▲ SAMBAQUIS

CULTURAS CERAMISTAS AMAZÔNICAS

① ARUÁ

② ARISTÉ

③ GUARITA

④ MARAJOARA

⑤ MARACÁ

⑥ SANTARÉM



- O início da cerâmica na pré-história brasileira é uma invenção autóctone e independente no continente americano.
- Cerâmicas mais antigas datam do quinto milênio a.C.

ARATU

- Ocuparam o litoral do NE entre 600 e 1300 d.C.
- Cerâmica sem decoração, com superfície alisada ou engobo de grafita
- Lâminas alongadas de machado, picotadas e polidas, e machados pesados de granito polidos
- Fragmentos de rochas polidas, com depressões artificiais, utilizadas para esmagar grãos.

- Início da era quaternária: *Homo habilis* utiliza um único tipo de instrumento
- *Homo erectus* desenvolveu um instrumental tecnicamente mais complexo
- Neandertais generalizam métodos de talha afinada
- *Homo sapiens* fabricam instrumentos a partir da talha de lascas que servem de base para uma série de instrumentos

- Na América do Sul: polimento da pedra
 - Machado polido de granodiorito foi coletado em escavações realizadas no Parque Nacional Serra da Capivara numa fogueira datada de 9200 AP



Paleolítico

seixos e lascas grosseiras de rochas (98% da história dos hominídeos)

Mesolítico

rochas de qualidade superior (chert, ônix, quartzito, obsidiana)

Neolítico

início no final da última grande glaciação (~8.000 anos)

cerâmica, criação, agricultura

99,8% da história dos hominídeos se passou sem o uso de metais

Calcolítico

uso de cobre nativo para confecção de ferramentas

extração de cobre de malaquita e azurita

Idade do Bronze descoberta das primeiras ligas Cu+As (associação natural) e Cu+Sn

uso de Pb, Au e Ag

talco como pó facial

pirâmides do Egito

gipsita como argamassa

Idade do Ferro iniciou-se pelo uso do ferro meteorítico
trabalhamento a quente (ferro esponjoso)
fornos a carvão com foles
uso de mármore polido na Grécia
lapidação de gemas (safira, rubi, diamante)
descoberta do Hg e seu uso para concentração de Ag

Império Romano iniciou-se por volta de 500 a.C.
desenvolvimento do latão, Cu+Zn
invenção do cimento em Pozzoli, a partir de cinzas vulc.
utensílios domésticos de Pb usados pelas classes dominantes

Revolução industrial início por volta de 1760
máquinas a vapor, uso intenso de carvão e petróleo
sucessivas descobertas de ligas metálicas

*Understanding the history of
materials means
understanding the history of
mankind and civilization.*

Rolf E. Hummel

BIBLIOGRAFIA

- Hummel, R.E. (1999). Understanding Materials Science. Springer-Verlag, 407p.
- Leroi-Gourhan, A. (1981). Pré-História. Pioneira e Edusp, 331p.
- Briard, J. (1990). Dolmens et Menhirs. Editions Jean-Paul Gisserot, 64p.
- Centro Cultural Banco do Brasil (2004). Antes – Histórias da Pré-História. Catálogo da exposição. 299p.
- www.becominghuman.org
- <http://crookscape.blogspot.com/>