

# A Evolução dos Materiais.

## Parte1: da Pré-história ao Início da Era Moderna

R. F. Navarro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Campina Grande, Av. Aprígio Veloso, 882, Campina Grande-PB, 58109-970

(Recebido em 12/05/2006; revisado em 22/05/2006; aceito em 02/06/2006)  
(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

---

### Resumo:

Desde os primórdios, a história do Homem está interligada aos materiais. Essa ligação é uma soma de todos os materiais que inventamos ou descobrimos, manipulamos, usamos e abusamos; incluindo desde histórias de opulência e mistérios envolvendo materiais preciosos (ouro e prata), histórias mundanas, como no caso do ferro e da borracha pelos seus aspectos meramente industriais, passando por histórias de segurança e devastação ligadas aos materiais atômicos e aos lixos doméstico, industrial e hospitalar não-processados. No presente trabalho, como apresentação da primeira parte da relação Homem/Materiais, é feita um retrospecto que vai da Idade da Pedra ao início da era moderna.

**Palavras-chave:** Materiais; historia; metais; cerâmicas; polímeros.

---

### Abstract:

From the origins, the Man's history is interlinked to the materials. This connection is a sum of all the materials that were invented or discovered, manipulated, used and abused; including from opulence histories and mysteries involving precious materials (gold and silver), mundane histories, as in the case of the iron and of the rubber for their aspects merely industrial, going by histories of safety and devastation linked to the atomic materials and to the domestic, industrial and no-processed hospital waste. In the present work it was presented the first part of a series of the relationship between Man/Materials and is made a retrospective from the Stone Age until the beginning of the modern era.

**Keywords:** Materials; history; metals; ceramics; polymers.

---

---

\* E-mail do autor: [seplan@reitoria.ufcg.edu.br](mailto:seplan@reitoria.ufcg.edu.br) (R. F. Navarro)

## 1. Introdução

Desde que surgiu na Terra, a movimentação do Homem e os aglomerados humanos tinham como origem suas necessidades e disponibilidades dos locais em atendê-las. A necessidade essencial, comum a todos os selvagens, era a alimentação, e ela provinha basicamente da proteína animal, ou seja, o Homem primitivo (homídeos) era um caçador. Como caça não se faz apenas com as mãos, os homídeos tiveram que construir instrumentos para conseguir caçar e ter seus alimentos.

Embora de perfil majoritariamente nômades, ao descobrirem um território fértil tanto em caça como em matérias-primas para a produção de artefatos domésticos e de caça, os homídeos tinham que demarcar e defender o território correspondente contra os avanços de tribos semelhantes. A partir daí surge a necessidade de desenvolvimento de artefatos bélicos, os quais representariam a força de uma tribo à medida em que fossem mais contundentes e fabricados de maneira mais fácil e em maior quantidade.

Manutenção de vastos territórios e o crescimento populacional estavam diretamente relacionados com as disponibilidades (alimento e matérias-primas) da área sob domínio e da capacidade do grupo dominante em explorá-la e defendê-la a contento. Quando uma dessas premissas não era atingida, as tribos, por seu próprio comportamento nômade, partiam em buscas de outras paragens.

A busca incessante por alimentação e/ou matérias-primas e/ou a dispersão causada pelas lutas territoriais fizeram com que os homídeos se deslocassem por áreas muitas vezes inóspitas ou o próprio ambiente assim se mostrava quando das glaciações, e os primitivos tiveram que cobrir seus corpos cada vez mais desprovidos de pelos. Os animais agora não serviam apenas como fonte de alimentos, mas de vestimentas (feitas com suas peles) e de instrumentos mais elaborados (feitos com seus ossos e chifres). Mesmo naquela época, a caça não era tão farta assim, de forma que os homídeos tiveram que domesticar e criar esses animais. Tornaram-se, então, cada vez menos nômades e assumiram uma postura sedentária, para os padrões de então, ao desenvolverem a agricultura e a criação de animais. Essa nova postura não só criou a necessidade de desenvolvimento de um outro tipo de ferramentas como também o estabelecimento de outro tipo de moradia: os homídeos abandonaram as cavernas e passaram a construir suas primeiras habitações. Ainda durante seus deslocamentos e tendo em vista as novas necessidades, os homídeos travaram contato com rochas mais duras e cujas lascas produziam artefatos mais resistentes e contundentes. Algumas delas, por ocasião

das fogueiras para aquecimento corporal ou transformação de alimentos apresentaram comportamento até então desconhecido: o amolecimento (a fusão) e posterior endurecimento (solidificação); outras, por outro lado, menos consistentes originavam pós que assumiam consistência quando molhados, assim como determinados depósitos de solo de regiões alagadas ou que antes faziam parte de pequenos lagos que secaram. Desse ponto em diante, os homídeos, alguns já pertencentes à mesma espécie do Homem moderno, tomaram conhecimento de novas e mais versáteis matérias-primas.

Para cada nova mudança de comportamento correspondiam o domínio e o uso de uma nova matéria-prima e aqueles mais eficientes nesse aspecto preponderavam sobre os outros, principalmente, porque, desde sempre, as matérias-primas novas se destinavam em primeiro lugar para fins bélicos e só depois assumiam um aspecto doméstico ou caseiro. Assim como hoje, preponderava quem detinha o conhecimento e reservas do que se configurava como estratégico, e, assim como os alimentos, os materiais sempre acompanharam o Homem ao longo de sua história evolutiva: quanto mais avançada a civilização, mais estratégicos os materiais à sua disposição e mais elaborados e eficientes os artefatos e equipamentos produzidos.

## 2. As Eras da Humanidade e os Materiais

A relação estreita entre Homem e materiais se configurou tão significativa e importante, como ainda se configura, que eras diferentes da humanidade receberam o nome do material mais importante em cada uma delas desde a Idade da Pedra à Era dos Metais, passando pelas eras batizadas com o nome da civilização dominante num dado período (períodos helênicos, romanos, bizantinos e islâmicos), pela Era Moderna e chegando-se hoje ao que se tem convencionalmente chamar de Era do Silício [1].

A datação de cada era é feita com base em achados arqueológicos e no material que preponderava nesses achados e nos sítios arqueológicos onde foram encontrados. Sendo a Arqueologia a ciência dos achados e a datação feita a partir de análises cujos resultados não são muito precisos, o estabelecimento do início e da duração cada era são sempre motivos de controvérsias, de forma que, dependendo da fonte consultada, pode haver variações às vezes significativas na distribuição cronológica de cada era.

As primeiras tentativas de estabelecimento dos períodos compreendidos por essas eras, levando-se em consideração achados e análises superficiais, levaram ao estabelecimento da seqüência mostrada na Figura 1.

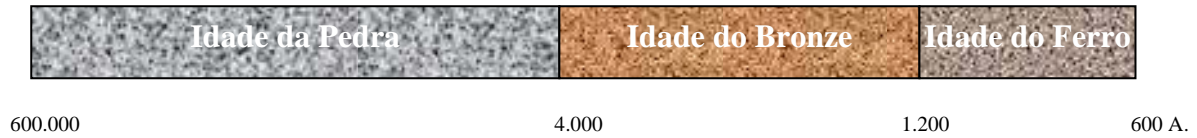


Figura 1. Primeira tentativa de se estabelecer uma seqüência de eras baseadas nos materiais.

Análises posteriores mostraram que aquilo que era considerado feito de bronze, na verdade, era feito de um metal que continha cobre (Cu) associado com impurezas como arsênio (As). Dessa forma, uma nova distribuição cronológica foi feita assumindo a configuração mostrada na Figura 2.

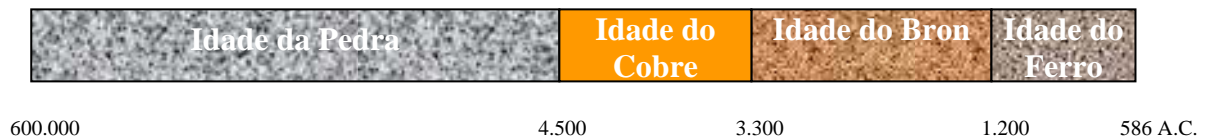


Figura 2. Distribuição cronológica atualmente mais aceita das eras da humanidade.

Dadas às configurações culturais e tecnológicas particulares de vários aglomerados de homídeos, em várias partes da terra no mesmo período histórico, várias das eras foram divididas em duas ou mais eras secundárias. Como exemplo tem-se as Eras do Bronze Inicial, Média e Final, de forma que uma classificação mais precisa fica restrita a estudos e escritos arqueológicos o que foge ao escopo deste texto.

### 3. Idade da Pedra

Conceitualmente, a Idade da Pedra é considerada como sendo o período que compreende a aparição dos primeiros utensílios produzidos pelo Homem (700.000/600.000 A.C.) e o início da Era dos Metais. Esse período muito longo, que representa 98% do tempo da existência do Homem na terra, para fins de uma melhor compreensão, é dividido em dois períodos principais: Paleolítico ou da Pedra Lascada e Neolítico ou da Pedra Polida. O próprio período Paleolítico é subdividido em três partes, cada parte correspondendo a um avanço tecnológico no trabalho com a pedra. No período inicial, os achados em sítios da África, China e sudeste asiático mostram que foram os *Australoptecus* os primeiros a desenvolverem a primitiva técnica de manejo das pedras, seguidos pelo *Homo erectus* que desenvolveu as técnicas do entalhe para a produção de machados. Esses machados eram obtidos a partir do choque de uma pedra sobre a outra com o objetivo de produzir

superfícies amoladas. Essa técnica posteriormente foi aperfeiçoada pelo uso de madeira e ossos de animais como instrumentos de entalhe de pedra em lugar da própria pedra.

Ainda no Paleolítico, no seu período médio, homídeos já pertencentes à mesma espécie do homem moderno, *Homo sapiens*, como o Homem de Neandertal e o Cro-Magnon, desenvolveram a técnica de entalhe de pedra. Isso tornou possível a produção de artefatos mais elaborados como instrumentos para raspar, pontas e

lâminas cortantes a partir de pequenas lascas de pedra (ver Figura 3a) e de facas feitas de lascas de sílex (ver Figura 3b). Além de funções bélicas, esses novos instrumentos tinham como função a caça de animais e a separação de carnes para alimentação e de pele e ossos para a produção de artefatos domésticos e vestimentas agora necessárias devido à quarta glaciação da terra que baixou em muito a temperatura ambiente.

Data dessa época o aparecimento de artefatos como agulhas, buris, pás e enxadas, reforçando a teoria da necessidade de vestimentas assim como de moradias além das cavernas utilizadas até então. As pedras passaram a ser fontes de matérias-primas para o



Figura 3. a) Instrumento perfurante e b) faca de sílex típicos do Paleolítico.

mobiliário e outras peças que representavam *status* superior ou imitavam formas humanas (ver Figura 4) [2].



Figura 4. Vênus de Willendorf, escultura do período Paleolítico.

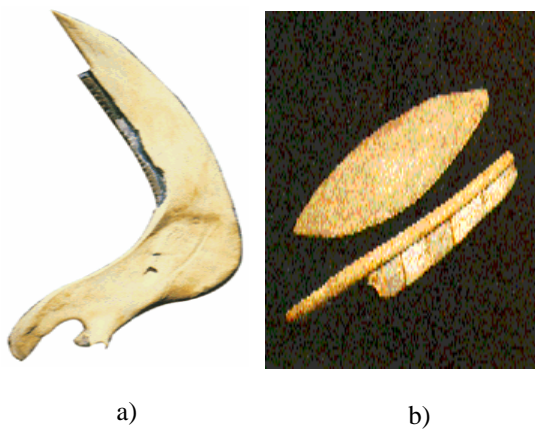


Figura 5. Artefatos de pedra polida: a) foice de osso e b) lâmina de faca de osso com base de pedra.

O período Neolítico não só foi caracterizado pelo espetacular crescimento técnico da manipulação da pedra, o seu polimento, como e principalmente pelo desenvolvimento da agricultura iniciada no período anterior.

Dos machados, lanças, facas e pás primitivas, passou-se para objetos polidos, mais bem acabados e precisos que permitiram a utilização em maior escala de ossos e de pedras como basalto e calcita na produção de artefatos domésticos e agrícolas como mostrado na Figura 5.

Considerados sedentários desde o fim do Paleolítico por não mais se deslocarem como antes, os homídeos do Neolítico desenvolveram ainda mais essa tendência ao tornarem a prática agrícola algo decisivo para a sua manutenção. Para essa prática, necessariamente, o solo passou a ser algo que não era só fonte de matérias-primas dispostas em sua superfície, mas que deveria ser manipulado para o plantio, notadamente, de plantas comestíveis, especialmente cereais.

#### 4. A Era da Argila

O favorecimento da agricultura e o manejo do solo levaram ao desenvolvimento de vasos cerâmicos necessários ao transporte e acondicionamento de alimentos e produtos agrícolas, assim como o contato com outras matérias-primas como a porcelana de Antrin, cuja fonte eram as lateritas terciárias, mineral bauxítico rico em ferro, derivada da ação térmica do tempo sobre lavas balsáticas [3], as quais permitiram a confecção de peças com grau espantoso de sofisticação artística até para os dias atuais (ver Figura 6).



Figura 6. Fragmento de artefato cerâmico do período Neolítico.

A prática da construção de casas durante o Neolítico apresentou algumas e marcantes inovações tecnológicas, principalmente, no que tange ao uso de materiais estruturais e suas combinações que até então não tinham sido usados. Dentre as inovações tecnológicas encontra-se a estratégia de construção de casas pelo uso de argila reforçada por resíduos vegetais. Essas construções aparentemente rudimentares apresentavam características superiores às das atuais casas de taipa ainda hoje populares no nordeste brasileiro.

Dada a disponibilidade territorial, era fácil para os homídeos Neolíticos construir suas moradias em bases sólidas sobre as rochas e longe da ação das águas de rios e lagos. Alguns instrumentos e vasilhames, provavelmente, foram criados para o trabalho duro no solo (escavações) e para transportá-los e misturá-los com água. Quanto à mistura de materiais para estruturação da argila, inicialmente pensou-se tratar de mero acaso, visto que resto de vegetação poderia vir junto com o solo extraído, mas a presença de palhas e resíduos de cereais, às vezes de cereais inteiros, mostra que havia intenção em fazer essa mistura como forma de reforçar a argila. Segundo Stevanovic [4],

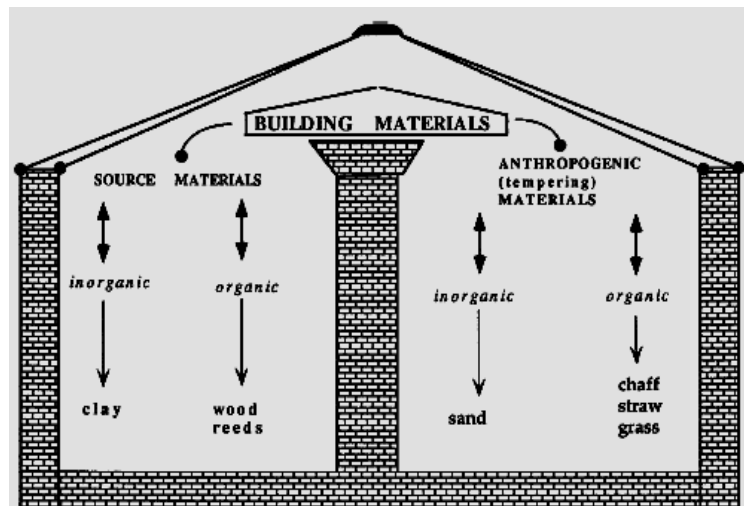


Figura 7. Estrutura e distribuição de materiais em casa neolítica.

“...Esses materiais de construção fazem parte da estratégia de construção do homem do Neolítico. Nesse grupo de materiais estão incluídos madeira e restos vegetais encontrados no ambiente, como gramíneas existentes em solos encharcados que podem ter sido acidental ou intencionalmente incorporados à argila de construção, e materiais vegetais que foram cultivados pelo Homem como o trigo. Esse último material sendo usado em seus resíduos como palhas e debulhos ou mesmo o grão todo.

A presença de partes do trigo na construção de residências é uma evidência muito significativa. O trigo inicialmente domesticado e produzido para fins alimentícios,... ao mesmo tempo, as evidências mostram que partes do trigo não-consumidas pelos homídeos ou animais domésticos foram secundariamente usadas como material reforçador na construção de casas.... em termos de engenharia isso sugere que palhas cortadas, grama ou outros materiais vegetais foram incorporados à argila encharcada com fins de aglutinação, facilitar a secagem e distribuir melhor as trincas formadas. As razões da escolha, ainda assim, suscitam discussões se intencionais ou não....”

Para além dessa discussão, achados arqueológicos em sítios do sudeste europeu mostram que essas residências não só continham mobiliário como acessórios imóveis,

A deliberada escolha de materiais específicos para cada uso e igual mistura de materiais orgânicos e inorgânicos, como mostra a Figura 7, atestam um grau de discernimento elevado dos homídeos nos fins da Idade da Pedra, assim como caracterizam um elevado nível de manufatura industrial e uma complexa organização de trabalho até então não verificados.

Enquanto evidências da produção de alimentos, vestimentas e outras atividades da sociedade do Período Neolítico não são encontradas, embora tenham existido, evidências para a produção de artefatos de argila, como vasos cerâmicos e outros artigos figurativos, em incipientes indústrias, a partir de argilas comuns ou de porcelana de forma independente em regiões onde se encontram os atuais Japão, Rússia, China e Irlanda, principalmente, e, mais ainda, da intensa construção de moradias, principalmente, na região dos Balcãs (antiga Iugoslávia) e da escolha da argila como fonte predominante de matéria-prima para várias funções na sociedade neolítica nos estágios finais desse período, tem levado alguns estudiosos a denominarem o período compreendido entre 14.600 e 4.500 A.C. como a Era da Argila [4], de forma que a distribuição cronológica mostrada na Figura 2 deve ser modificada assumindo a configuração mostrada na Figura 8.



Figura 8. Distribuição cronológica incluindo a Idade da Argila segundo Stevanovic[4].

provavelmente leitos. Além disso, ainda possuíam piso com camada espessa e compactada de argila e estrutura de madeira para telhado, provavelmente, feito de palha.

## 5. Idade dos Metais

O real início da Era dos Metais e, por assim dizer, da metalurgia tem sido motivo de controvérsias, o que

parece ser comum na Arqueologia. Alguns autores, com base no método usado para definição do início da Idade da Pedra, definem o início da Era ou Idade dos Metais como sendo o tempo em que os artefatos de pedra começaram a escassear em sítios arqueológicos que datam do período que ainda poderia ser considerado como Neolítico [5]; outros, por outro lado, determinam o início dessa Era bem antes a partir da análise de marcas em ossos feitas por metais, as quais são substancialmente diferentes das feitas por artefatos de pedra [6]. Esse método cresceu em importância, principalmente, a partir de trabalhos pioneiros de Olsen [7] que demonstrou que a lâmina cortante de um metal produz nas peças de ossos ranhuras e cortes mais precisos e com padrões definidos e uniformes em contraste com os cortes irregulares, disformes e com profundidades diversas e mais marcantes das feitas por instrumentos de pedra. Esse método define o início da Idade dos Metais por volta de 4.500/4.000 A.C.

## 6. Período Calcolítico e Eras do Bronze

A definição do início da Idade dos Metais não encerra em si o fim da discussão a respeito da incipiente metalurgia. A própria distribuição das Eras da Humanidade como mostrado desde a Figura 1 já é um grande avanço. O que hoje é considerada a Idade do Cobre, também chamada de Período Calcolítico, por muito tempo foi considerada como pertencente à Idade do Bronze.

Como define a metalurgia moderna, bronze é o nome genérico de ligas metálicas que contêm cobre (Cu) e estanho (Sn) como componentes principais, em geral na proporção de 90% de Cu para 10% de Sn. Achados da época inicial da então chamada Era do Bronze continham como componentes principais cobre e arsênio (As) [8]. Peças mais antigas continham tão pouco As que esse componente foi considerado como mera impureza [9]. Dessa forma, como os achados metálicos contendo Cu e Sn mais antigos datavam de época posterior, a Idade do Bronze teve seu início deslocado de 4.500/4.000 A.C. para 3.300/3.150 A.C. [8]. Além do aspecto meramente constitucional, os artefatos oriundos dos períodos Calcolítico e dos estágios iniciais da Era do Bronze são conceitualmente diferentes como mostram as Figuras 9 e 10. O período Calcolítico ainda apresentava uma forte presença das características existentes nos fins da atualmente considerada Idade da Argila, agora com inclusões de cobre seja no revestimento seja em pequenos detalhes decorativos.

A partir do que se tem convenicionado chamar de Média Idade do Bronze (2.400 a 2.100/1.900 A.C.), os



Figura 9. Artefato cerâmico do Calcolítico contendo inclusões de cobre pertencente à civilização Anatoliana.

artefatos de bronze tomaram aspectos mais elaborados (ver Figuras 11 e 12) e passaram a contar em sua composição não só com um maior teor de Sn como conteúdos significativos de outros elementos de liga, especialmente, o chumbo (Pb) [9] além de outras



Figura 10. Vazo usado em rituais no início da Era do Bronze.

impurezas como as existentes nas peças originárias da antiga Canaã (Era Final do Bronze, 2.100/1.900 a 1.200 A.C.) que compreendia um território onde hoje se



Figura 11. Artefato decorativo da Média Idade do Bronze.

encontram Israel, Síria e Líbano [8]. O período final da Era do Bronze foi caracterizado não só pelas peças de alta liga e por artefatos mais bem elaborados como também pela presença crescente de artefatos feitos a partir de outros metais notadamente de prata. A Figura 12 mostra peças de uso bélico e para caça onde coexistem peças de bronze – mais escuros e amarelados – com outras de metais mais claros, provavelmente, ligas de prata.



Figura 12. Artefatos originários da Era Final do Bronze.

## 7. Idade do Ferro

Convencionalmente, a Idade do Ferro é tomada como tendo iniciado ao final da Era do Bronze prosseguindo até o início da dominação da Civilização Romana (1.200 a 586 A.C.). Trabalho recente[10] lança uma provocação, alertando para o fato de que a manipulação intencional de componentes tão diversos como Cu, Sn e Pb era uma atividade bem mais complexa do que manipular o minério de ferro presente na crosta terrestre, tanto na forma de óxidos quanto em fragmentos de meteoritos que se chocaram com o solo, assim como o arsenieto de cobre (CuAs) minério abundante no Período Calcólítico[9,11].

Baseados não só na questão subjetiva relacionada à facilidade ou dificuldade de manipulação de minérios diferentes para a produção de ligas mais complexas do que apenas reduzir óxidos minerais, mas em evidências calcadas em achados arqueológicos irrefutáveis, Sherby e Wadsworth [10] advogam o deslocamento do início da Idade do Ferro para 7.000 A.C, ou seja, juntamente com o início do Período Calcólítico que também seria deslocado.

Bem antes de Sherby e Wadsworth [10], a literatura já produzia evidências para o deslocamento do início da Idade do Ferro. Waldbaum [12] documentou a descoberta de peças de ferro, provenientes de locais diferentes, que datavam de período anterior a 3.000 A.C., uma delas achada no território do atual Iraque datada de

5.000 A.C. Documentos como o livro *Da Re Metallica* de Agrícola faziam menção de que o artigo egípcio escrito mais antigo já encontrado (3.500 A.C.) citava nominalmente o ferro. Após analisarem uma peça de ferro encontrada no interior da pirâmide de Kefron (3.700 A.C.), El Gayan e Jones [13] afirmaram que:

“... a evidência metalúrgica dá suporte à evidência arqueológica que sugere que a placa foi incorporada à pirâmide no tempo em que sua estrutura estava sendo construída”.

Apesar das evidências, a atual controvérsia em relação à real posição das Eras dos Metais reside na obtenção do bronze que exige técnicas metalúrgicas complexas. O ferro, ao contrário, além de existir em minérios e fragmentos de meteoritos dispostos no solo, não necessita de técnicas elaboradas para se transformar em artefatos. Para tanto, basta que seja fundido ou mesmo martelado quando aquecido. Essa última operação, bem simples, é suficiente para produzir peças com dureza e resistência duas vezes maior do que a do cobre associado ao arsênio e equivalente aos bronzes de alta liga. Se forem tomadas por base as técnicas ainda hoje utilizadas por ferreiros, o ferro trabalhado em temperaturas moderadas poderia ter sido perfeitamente manipulado em tempos tão longínquos quanto a época do Homem de Neandertal (300.000 a 40.000 A.C.). Ventos fortes e o carvão vegetal existentes nos locais habitados por esse homídeos eram suficientes para produzir temperaturas de cerca de 1.200 °C adequadas para a transformação de óxidos de ferro em artefatos primitivos. Sítios arqueológicos desse período da Espanha, e onde existe grande quantidade de minério de ferro, dão mostras de terem sido intensamente minerados. O fato dessa tecnologia não ter progredido tem mais a ver com aspectos antropológicos do que técnicos: o Homem de Neandertal, que provavelmente dominou essa tecnologia, foi suplantado pelo Homem de Cro-magnon ao mesmo tempo mais valentes e primitivos na técnica de manipulação de matérias-primas para transformá-las em artefatos úteis [10]. Com base nisso e assumindo que 7.000 A.C. é onde verdadeiramente ocorreu a transição da Idade da Pedra para a dos Metais, Sherby e Wadsworth [10] propõem a seguinte distribuição cronológica para a Era dos Metais, como mostra a Figura 13:

A maioria dos autores, entretanto, até o presente

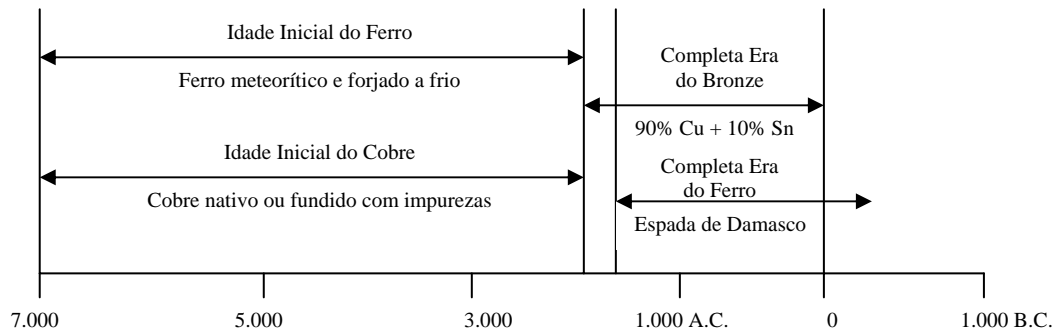


Figura 13. Distribuição cronológica da eras metálicas após [10].

momento ainda continua fiel à distribuição mostrada na Figura 8. Em parte isso se deve às poucas peças de ferro



Figura 14. Jóias encontradas em escavações realizadas em sítios arqueológicos da Idade do Ferro.

com datação arqueológica mais antiga do que comumente se encontra em sítios considerados como sendo da Idade do Ferro. Todavia, ao contrário do cobre e suas ligas, os artefatos de ferro são drasticamente atacados pela corrosão o que explica em parte a raridade de achados mais antigos. Além disso, achados datados da Idade do Ferro são mais ricos em peças de ouro, prata (Figura 14) e cerâmica (Figura 15) do que propriamente de ferro (Figura 16). Isso pode significar que o ferro, tendo sido utilizado em épocas anteriores, teria sido substituído por metais como ouro e prata e por ligas de ferro (Fe) e carbono (C) (aços). Essas ligas se destacariam a partir da chamada II Idade do Ferro (1.000 a 586 A.C.). Esse período, principalmente em seu final, originou a fase da expansão territorial de impérios e imposição cultural de várias civilizações sobre outras menos dotadas de poderio econômico e/ou militar.

## 8. Do Fim da Idade do Ferro ao Início da Era Moderna: A Idade do Aço

O período compreendido entre o fim da Idade do Ferro (586 A.C.) até o fim do último período Islâmico ou início da Era Moderna (1918 D.C.) foi um período que se caracterizou, em sua maior parte, por um declínio no progresso tecnológico, sobretudo no Ocidente. Em parte, isso se deve ao obscurantismo causado pelo crescimento do pensamento e comportamento religiosos. Mas, as batalhas decorrentes da expansão dos povos movidos pela necessidade de impor seu poder, sua religião e sua cultura levaram ao adensamento populacional em locais



Figura 15. Vazo cerâmico celta da Era do Ferro.

mais abrigados de ataques inimigos, o que fez com que as técnicas de construção de moradia assumissem padrões que privilegiavam a segurança; assim como o comércio e a busca de mercados alternativos levaram ao desenvolvimento das técnicas de navegação, da própria navegação e da construção de embarcações. Nesse aspecto, destacaram-se a madeira, a pedra trabalhada para construção de fortes, castelos e cidadelas (ver Figura 17) e de ferramentas, maquinários e equipamentos e armamentos de aço e ferro fundido. Esses novos





Figura 16. Artefatos decorativos e ferramentas de ferro da Idade do Ferro.

materiais, ao contrário das antigas peças de ferro malhado, eram feitos a partir das ligas Fe-C diferenciando-se apenas quanto ao teor de carbono na liga.

No que tange aos aços, parece que a nova tecnologia ficou confinada ou desenvolveu-se mais no Oriente do que no Ocidente. Conta para tanto o surgimento no final da Idade do Ferro das famosas espadas de Damasco e Persa, cuja técnica de produção, ainda hoje, é motivo de discussão dado ao apuro artístico e técnico de produção e à excelente qualidade da matéria-prima utilizada.

Baseado em relatos históricos, arqueólogos e metalurgistas acreditam que as espadas orientais, de Damasco, Persa e Japonesa, eram feitas a partir da mesma matéria-prima utilizada por ferreiros persas: a

*Indian Wotz* proveniente da Índia. Essa matéria-prima foi bastante utilizada até durante a Idade Média, quando produziu na Rússia os famosos aços *Bulat* que atingiu cotações superiores à do ouro [10].

As armas brancas orientais foram, provavelmente, o ponto de desequilíbrio que permitiu o domínio do Ocidente pelos Bizantinos e posteriormente pelos Islâmicos de 324 A.C. até 1918 D.C. Na tentativa de retomar o poder territorial sobre a Europa e permitir o livre acesso dos ocidentais ao comércio no Mediterrâneo e aos locais sagrados pelos cristãos existentes no Oriente, os cristãos europeus empreenderam, nos Séculos XII e XIII D.C., uma vasta campanha contra o mundo mulçumano. Essas expedições bélicas, chamadas de Cruzadas, em sua maioria, redundaram em fracasso com

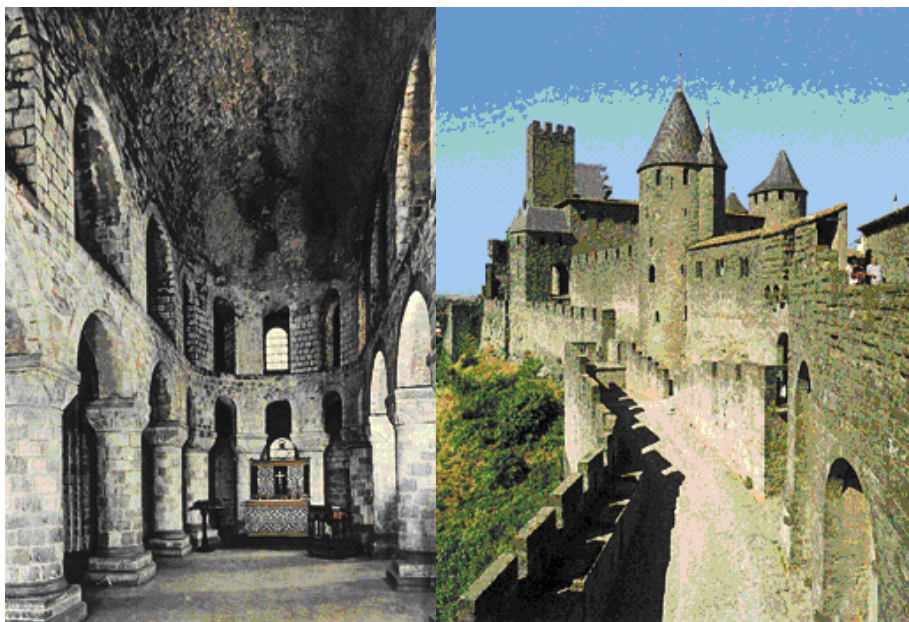


Figura 17. Edificações da Idade Média.

a perda de vários soldados por parte dos exércitos cristãos que lutavam com espadas de bronze contra os orientais com suas espadas de aço. Talvez provenha daí a famosa expressão: *não tem cristão que agüente!*

materiais e no alargamento das aplicações dos materiais tradicionais submetidos a modificações críticas em suas formulações e estruturas.



Figura 18. Veículo a vapor da época da Revolução Industrial.

Avanços científicos alcançados após a Renascença (Séculos XIV e XV D.C.), principalmente após os trabalhos de Newton (fins do Século XVII e início do Século XVIII D.C.) propiciaram a Revolução Industrial iniciada em meados do Século XVIII D.C. que libertaram o pensamento científico de Deus e do pensamento religioso. Mas é a partir Revolução Industrial entre os Séculos XVIII e XIX, com o surgimento da grande indústria moderna, principalmente na Grã-Bretanha, que substituiu a oficina artesanal.

Num aspecto mais amplo, pode-se considerar o início da Revolução Industrial ainda no Século XIII, quando da introdução das primeiras máquinas hidráulicas na indústria têxtil. Deste ponto em diante, a exploração industrial do carvão mineral e do minério de ferro, no fabrico do aço, sabão, açúcar, cerveja, pólvora, objetos de cobre, estanho, latão, papel favoreceu a introdução de novas indústrias e a aplicação de novos métodos a velhas indústrias, além da descoberta e aplicação de novas técnicas. Mas é no período considerado como sendo aquele em que realmente aconteceu uma “revolução”, nos Séculos XVIII-XIX, quando surgiram algumas novidades na produção industrial, como a metalurgia do coque, a utilização da máquina a vapor (ver Figura 18) na mineração e na laminação, a invenção de máquinas nos setores de fiação e tecelagem, algumas já a vapor, o emprego de novos métodos e materiais na cerâmica, na engenharia civil e nos transportes, sobretudo canais e ferrovias. O mundo estava então preparado para o início da Era Moderna e com ela um crescimento jamais experimentado no desenvolvimento e uso de novos

## Referências

- [1] Olson, GB. Calphad, 25, 175-190 (2001).
- [2] Hayden, B. J. of Human Evolution, 24, 113-146 (1993).
- [3] Curran, JM; Meighan, IG; Simpson, DDA; Rogers, G & Fallick, AE. J. of Archaeological Science, 28, 713-720 (2001).
- [4] Stevanovic, M. J. of Anthropological Archaeology, 16, 334-395 (1997).
- [5] Rosen, SA. Current Anthropology, 62, 255-261 (1984).
- [6] Greenfeld, HJ. J. of Archaeological Science, 26, 797-808 (1999).
- [7] Olsen, SL. J. of Archaeological Science, 15, 535-553 (1988).
- [8] Rosenfeld, A; Ilani, S & Dvorachek, M. J. of Archaeological Science, 24, 857-864 (1997).
- [9] Klein, S & Hauptmann, A. J. of Archaeological Science, 26, 1075-1082 (1999).
- [10] Sherby, OD & Wadsworth, J. J. of Materials Processing Technology, 117, 347-353 (2001).
- [11] Brarigan, K. Aegeon metalwork of the early and middle bronze age, Claredon Press, Oxford, 1974.
- [12] Waldbaum, JC. in: The coming of the age of iron, Wertime, TA & Muhly, JD (editores), Yale University Press, New Haven, 1980.
- [13] El Gayanm ES & Jones, MP. J. of Hist. Metall. Soc., 23, 75-83 (1989).

**Fontes das Ilustrações**

As ilustrações deste artigo foram, em parte, capturadas no banco de imagens do site [www.google.com](http://www.google.com) e em parte no CD-ROM da Enciclopédia Britânica (Barsa CD).