

**CHRISTIAN SLAUGHTER**

**A INFLUÊNCIA DA METALURGIA NAS GUERRAS MÉDICAS**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo

São Paulo

2004

**CHRISTIAN SLAUGHTER**

**A INFLUÊNCIA DA METALURGIA NAS GUERRAS MÉDICAS**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo Breda Mourão

Coordenador:

Prof. Dr. Angelo Fernando Padilha

São Paulo

2004

***“Na guerra, os números por si sós não conferem vantagem alguma. Não avances confiando no mero poderio militar”***

*Sun Tzu, em A Arte da Guerra.*

*"À minha avó, por sua generosidade".*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Marcelo Breda Mourão pela sua orientação e ajuda constantes, assim como a todos os professores do Departamento e colegas.

À Tatiana pela sua paciência inesgotável.

À todos os familiares em particular à minha mãe.

Ao meu irmão pelas agradáveis e demoradas discussões à respeito da guerra e da vida.

## RESUMO

A Batalha de Maratona, em 490 a.C. foi a primeira de uma série de hostilidades entre a pequena Grécia e a potência da época, o Império Persa. O rei persa, Xerxes, tentaria submeter o país europeu lançando-lhe a maior ofensiva militar que mundo havia visto. A operação lançada por Xerxes envolveu anos de preparação e um contingente de cerca de dois milhões e seiscentos mil soldados de todos os cantos do Império. As Guerras Médicas durariam ainda mais alguns anos até que os Persas, expulsos do território grego, voltassem à Ásia sem lograr seu objetivo. A derrota dos persas permitiu que a cultura grega se tornasse modelo para toda nossa civilização, ao mesmo tempo em que acabou conduzindo ao fortalecimento da, ainda, nova e incipiente Democracia.

O trabalho tenta determinar se a vitória grega foi consequência de alguma vantagem tecnológica, metalúrgica, em particular. Para isso, tentamos conhecer todos os principais fatores que influenciaram no resultado da Guerra, para então, pesar a eventual influência da metalurgia. Isso foi feito analisando o conflito por três pontos de vista, diferentes e fundamentais.

A primeira parte do trabalho fala a respeito das influências históricas. Aqui, tentamos contornar as principais razões históricas para o sucesso dos gregos.

Na segunda parte, são discutidos os fatores de natureza militar que conduziram à mal sucedida empresa persa.

A terceira parte tenta determinar se um dos povos detinha tecnologia metalúrgica superior ao rival, por ser esta a mais relevante, a tal ponto de que esta pudesse desequilibrar o confronto.

Considerando essas três esferas de análise, faz-se, então, um balanço das principais variáveis que acabaram determinando vencedores e vencidos, tentando ponderar se o conhecimento metalúrgico alcançado por gregos e persas, à época das Guerras Médicas, influenciou no resultado do conflito.

## **ABSTRACT**

The Battle of Marathon in 490 B.C. was the first in a series of hostilities between small Greece and the world power of the day, the Persian Empire. Xerxes, the Persian king, went out to launch the world's most massive military offensive seen at the time: Xerxes' operation deployed two million and six hundred thousand military forces mustered from the Empire's every nook and cranny. The Persian Wars would extend for over eleven years until the day the Persians, driven out of Greece, returned to Asia without achieving their intent. The Persians' defeat made possible for the Greek culture to become a model for our civilization, while concurrently causing the strengthening of the yet incipient Democracy.

The paper proposes to determine whether the Greek victory was a consequence of a possible technological, or rather metallurgical superiority. To that effect, we have tried to acquaint ourselves with all of the distinctive factors influencing the War's outcome, and only then weigh up the eventual influence of metallurgy. Three distinct and fundamental points of view were considered in analyzing the conflict, as follows:

In its first part, the paper approaches the foremost historical reasons for the Greeks' triumph. The second part is a discussion of the factors of military nature which led to the Persians' frustrated military venture. Thirdly, it was attempted to determine whether either of the contenders may have mastered metallurgical technology superior to its opponent of such a high degree as to finally unbalance the confrontation.

Considering the three spheres of analysis, an inventory of the main variables which ended up determining winners and defeated follows, in an effort to ponder whether and to what extent the metallurgical adeptness achieved by Greeks and Persians, at the time of the Persian Wars, influenced the outcome of the conflict.

## SUMÁRIO

### LISTA DE FIGURAS

### LISTA DE TABELAS

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>1. ASPECTOS HISTÓRICOS.....</b>	<b>5</b>
1.1 O IMPÉRIO PERSA .....	5
<i>O Desenvolvimento do Império .....</i>	<i>5</i>
<i>A Pérsia às vésperas das Guerras Médicas.....</i>	<i>10</i>
1.2 O MUNDO GREGO.....	11
<i>A formação e desenvolvimento da Grécia .....</i>	<i>11</i>
<i>Esparta.....</i>	<i>13</i>
1.3 AS GUERRAS MÉDICAS .....	15
<i>A Batalha de Maratona (490 a.C.) .....</i>	<i>15</i>
<i>A Batalha de Termópilas (480 a.C.) .....</i>	<i>17</i>
<i>A Batalha de Salamina (480 a.C.) .....</i>	<i>20</i>
<i>A Batalha de Platéia (479 a.C.).....</i>	<i>22</i>
<b>2. ASPECTOS MILITARES .....</b>	<b>25</b>
2.1 A MOTIVAÇÃO.....	25
2.2 O COMANDO.....	27
2.3 OS RECURSOS .....	29
<i>O hoplita espartano .....</i>	<i>30</i>
<i>O hoplita ateniense .....</i>	<i>31</i>
<i>O trirreme grego.....</i>	<i>32</i>
<i>O Exército Persa. Os Imortais.....</i>	<i>34</i>
<i>Os números .....</i>	<i>35</i>
2.4 TERRENO, ESTRATÉGIAS E TÁTICAS .....	36
<b>3. ASPECTOS TECNOLÓGICOS - A METALURGIA ANTIGA .....</b>	<b>39</b>
3.1 A METALURGIA ANTIGA .....	40
3.2 AS ORIGENS HISTÓRICAS.....	42
<i>A metalurgia do ouro.....</i>	<i>45</i>
<i>A prata e o chumbo.....</i>	<i>46</i>
<i>O Cobre.....</i>	<i>47</i>
<i>Ligas de cobre.....</i>	<i>51</i>
<i>O Ferro .....</i>	<i>57</i>
3.3 OS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS ENVOLVIDOS NAS GUERRAS MÉDICAS E SEU PROCESSAMENTO.....	62
<i>Implementos de cobre .....</i>	<i>65</i>
<i>Armas de cobre e bronze.....</i>	<i>66</i>
<i>As armas de ferro.....</i>	<i>71</i>



<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>73</b>
<b>LISTA DE REFERÊNCIAS .....</b>	<b>76</b>
<b>BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA .....</b>	<b>77</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : O Império Persa 500 a.C.....	4
Figura 2 : Os Impérios Orientais em 600 a.C.....	5
Figura 3 : Colonização Grega e Fenícia no Mediterrâneo em 500 a.C.....	6
Figura 4 : Conquistas do Império Persa antes de Xerxes.....	7
Figura 5 : Colônias gregas da Jônia antes da expansão Persa, de 700 a 600 a.C.....	8
Figura 6 : Regiões da antiga Grécia. Parte sul.....	12
Figura 7 : Regiões da antiga Grécia. Parte norte.....	14
Figura 8 : Recursos à disposição de Xerxes.....	16
Figura 9 : Passagem das termópilas e trilha de Elfiates.....	18
Figura 10: As principais Batalhas das Guerras Médicas.....	24
Figura 11: Hoplita espartano.....	31
Figura 12: Hoplita ateniense.....	32
Figura 13: Corte transversal de trirreme antiga.....	33
Figura 14: Réplica de trirreme grego.....	34
Figura 15: Guerreiro Imortal.....	35
Figura 16: A Batalha de Salamina.....	37
Figura 17: Adaga em pedra do período Neolítico.....	40
Figura 18: Provável seqüência de eventos na expansão da metalurgia antiga.....	42
Figura 19: Principais centros de trabalho com o cobre e bronze na Ásia antiga.....	43
Figura 20: Forno metalúrgico antigo com aberturas para ventilação.....	44
Figura 21: Regiões produtoras de cobre e ouro na Europa.....	48
Figura 22: Forno antigo com cadinho para fusão de cobre.....	49
Figura 23: Molde pontas de lança.....	50
Figura 24: Gráfico da redução de espessura por dureza.....	52
Figura 25: Regiões produtoras de cobre e estanho.....	53
Figura 26: Diagrama de equilíbrio Cu-Sn.....	54
Figura 27: Diagrama de equilíbrio Cu-Pb.....	56
Figura 28: Diagrama de equilíbrio Cu-Sb.....	56
Figura 29: Comparação entre limites de elasticidade do cobre, bronze e aço.....	58
Figura 30: Noricum no mundo antigo.....	59
Figura 31: A região de Noricum, vista com mais detalhe.....	60
Figura 32: Forno para redução de ferro.....	60
Figura 33: Cronologia da História da Metalurgia.....	62
Figura 34: Hoplita grego.....	63
Figura 35: Réplica de elmo téspio de 480 a.C.....	63
Figura 36: Réplica de xiphos grega.....	64
Figura 37: Ilustração de soldados persas do séc. V a.C.....	65
Figura 38: Adagas européias antigas.....	68
Figura 39: Adagas B e C asiáticas, A e D européias.....	69
Figura 40: Evolução da adaga para a espada.....	69
Figura 41: Pontas de lança.....	70
Figura 42: Machados muito elaborados da Idade do Bronze.....	71
Figura 43: Machado fabricado com três metais; ouro, cobre.....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Períodos da Grécia Antiga.....	12
Tabela 2: A Batalha de Maratona. Contingentes.....	35
Tabela 3: A Batalha de Termópilas. Contingentes.....	35
Tabela 4: A Batalha de Salamina. Esquadras.....	36
Tabela 5: A Batalha de Platéia. Contingentes.....	36
Tabela 6: Composições típicas da primeira fase dos bronzes.....	51
Tabela 7: Comparação entre bronzes com duas diferentes composições.....	67

## INTRODUÇÃO

"... passamos pelos arqueiros persas se exercitando. Juro, companheiros, eram tão numerosos que ao lançarem os projéteis, a massa de flechas bloqueava o sol! Disse um trácio, a respeito da escala da mobilização de tropas do Império Persa... - Ótimo, disse o oficial espartano, combateremos à sombra." [1]

As Guerras Médicas, transcorridas no século V a.C., constituíram um dos mais importantes episódios da História. Estava em jogo não apenas a liberdade de um povo, mas o futuro da civilização ocidental. O diálogo acima reflete a desproporção de forças entre os dois rivais. De um lado a Democracia grega, do outro; o imenso Império Persa expansionista, a grande potência militar da época. O resultado, entretanto, não foi o mais previsível. A vitória grega determinou sobre quais valores se ergueria a nova civilização. Estavam definidos os fundamentos de toda a cultura ocidental.

Diversos são os fatores que conduziram a Grécia, e não o Império Persa, à vitória. O trabalho é uma tentativa de, através de revisão bibliográfica, delimitar a influência da Metalurgia no desfecho das Guerras Médicas.

Para compreendermos uma Guerra e seu desfecho, devemos analisar três aspectos; o Histórico, o Militar e o Tecnológico. Ao falarmos de tecnologia militar, necessariamente temos que falar de Metalurgia. Na Antiguidade, então, eram praticamente sinônimos.

O estudo é dividido, então, nessas três frentes. Entendendo, não somente, a importância individual de cada uma delas, mas também como elas se inter-relacionam, poderemos formar-nos uma idéia mais ampla das guerras greco-pérsicas e, conseqüentemente, ponderar como o conhecimento metalúrgico influenciou o rumo desse conflito.

O tema é extremamente vasto e, dada sua complexidade devemos abordá-lo de uma forma abrangente e integradora considerando, principalmente, os pontos mais relevantes, pois só assim poderemos ter uma visão ampla o suficiente para poder ponderar sobre a influência da Metalurgia no Conflito. Ao mesmo tempo, esta abordagem menos quantitativa e mais qualitativa permitirá atingir o último, mas não

menos importante, objetivo: levar a compreensão da importância da Metalurgia para fronteiras além da própria Metalurgia.

## 1. ASPECTOS HISTÓRICOS

### 1.1 O Império Persa

#### O Desenvolvimento do Império

Até então, nunca existira um império tão extenso. Do Mediterrâneo ao oeste, a além do rio Indo, à leste, eram todas terras do Imperador da Pérsia, não sem motivo, chamado de "rei dos reis". Era uma potência mundial para o mundo até então conhecido, entre os séculos VI e IV a.C. (figura 1).

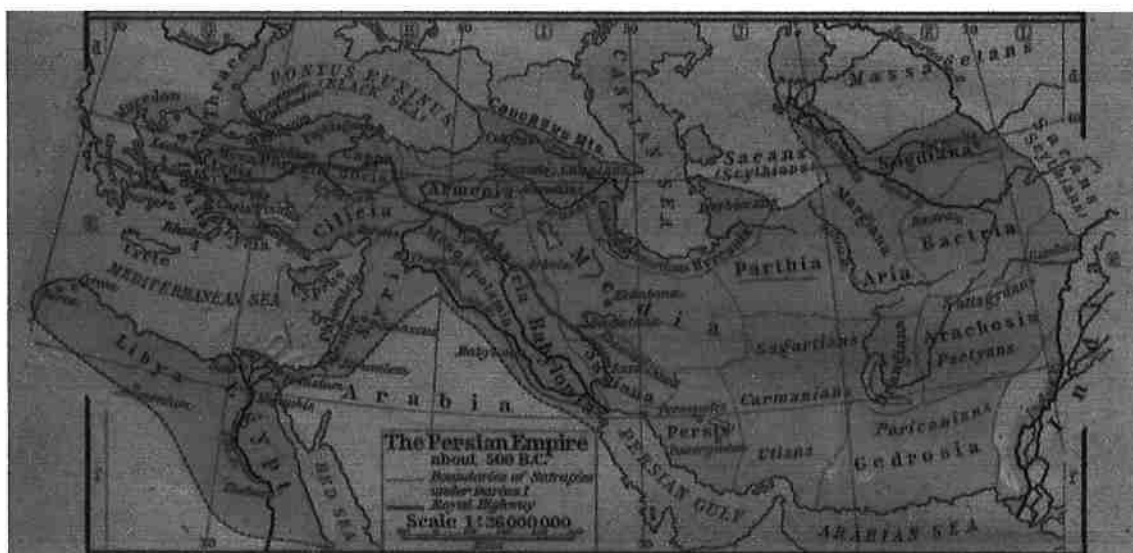


Fig. 1 O Império Persa 500 a.C. (Fonte: [www.lib.utexas.edu/maps/historical/](http://www.lib.utexas.edu/maps/historical/))

A origem do Império Persa, também conhecido como Império aquemênida, devido a seu lendário fundador Aquêmenes, remonta ao séc. XIX a.C., quando povos nômades indo-europeus emigraram do Cáucaso para o Golfo Pérsico. Entre esses povos se achavam os persas e os medos, que povoaram a região correspondente ao atual Irã.

Os medos, então se expandiram tomando a Mesopotâmia e a Ásia Menor, chegando até o atual Afeganistão ao leste, como mostra a figura 2. Os persas, vizinhos dos medos, tiveram em Aquêmenes seu fundador, ao qual se atribui a unificação das tribos persas. A Pérsia era então subordinada ao Império Medo. Essa situação se

manteve até que o persa Ciro, neto do rei medo Astiages, à frente de suas tropas, destituiu seu avô do governo e subjugou o Império Medo, anexando-o à Pérsia. Foi esse o começo do maior Império até então conhecido.

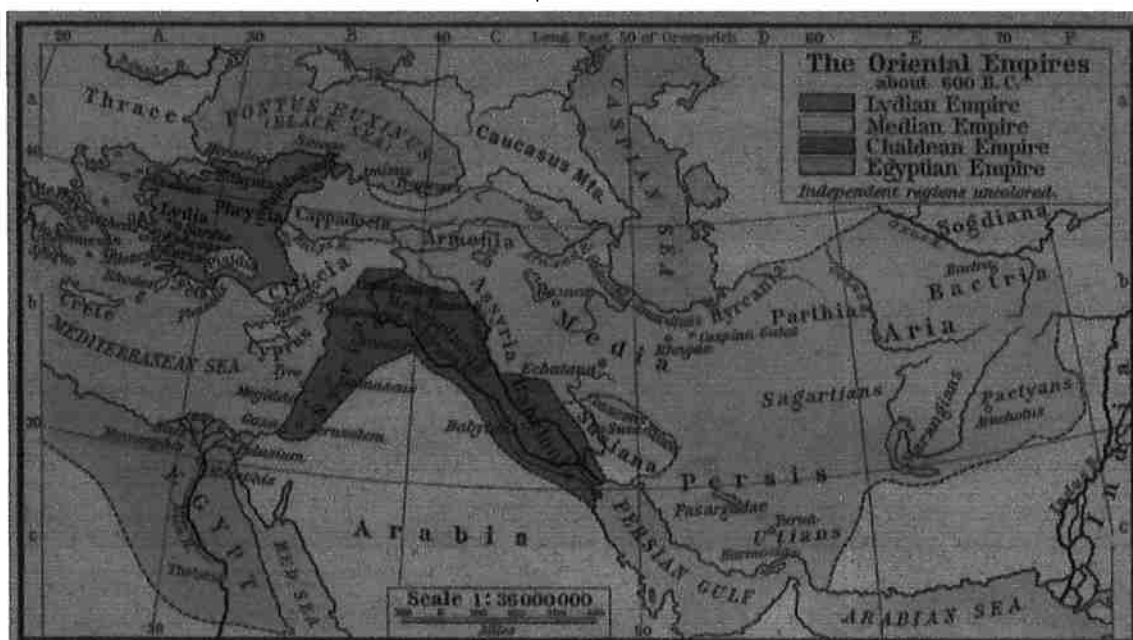


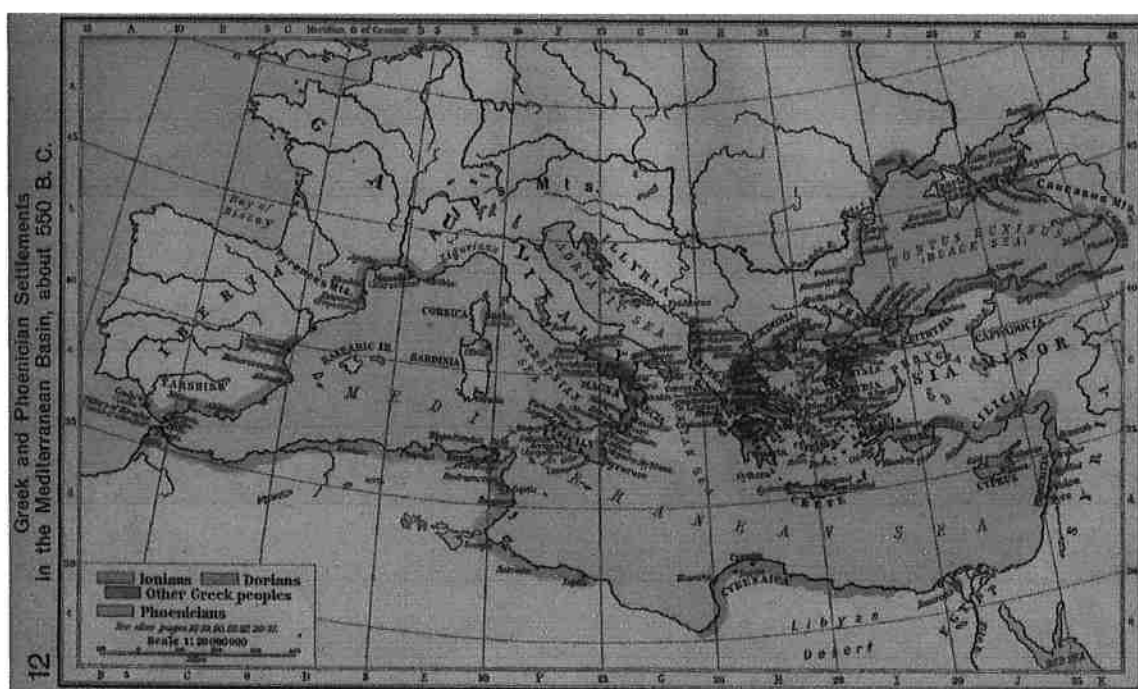
Fig. 2 Os Impérios Orientais em 600 a.C.(Fonte: [www.lib.utexas.edu/maps/historical/](http://www.lib.utexas.edu/maps/historical/))

Ciro (559-530 a.C.), em seguida, marcha contra a próspera Lídia, mostrada na figura 2, tomando toda a Ásia menor, batendo o exército de Creso, seu rei. Esta vitória foi importante para o Império Persa, uma vez que significou o domínio das colônias gregas da Ásia Menor e o acesso ao mar Egeu. A seguir, Ciro marchou contra a Babilônia, sitiando-a e anexando-a em seguida. Esta vitória concedeu a Ciro a posse de toda a rica e fértil Mesopotâmia, completada pela conquista da Fenícia, cujo povo viria a ser extremamente importante para a formação da Marinha de guerra Persa. Em incursão contra os Masságetas, povo nômade de origem cita que se localizava ao sul da atual Rússia, Ciro morre em combate, deixando o trono do Império a seu filho Cambises II.

Ciro foi um grande conquistador, um grande diplomata e o principal responsável pela complexa organização desse vasto Império. Assim sendo, ele não modificava as estruturas produtiva, administrativa e comercial locais após suas conquistas. Tratava os povos dominados com habilidade, inclusive permitindo liberdade de culto às nações

dominadas, dando-lhes autonomia. A crueldade para com os povos vencidos não foi comum durante o reinado de Ciro.

Com a morte de Ciro, o Grande, sobe ao poder Cambises II, cuja principal realização foi ter ocupado o Egito e a Líbia, ao norte da África. Decidiu fazer guerra a outros povos, entre eles, os cartagineses. Entretanto essa empresa não é levada adiante, pois a marinha persa era principalmente composta por fenícios, os quais, tendo a mesma origem dos cartagineses, se negaram a obedecer o governo central. A figura 3 revela as regiões de colonização fenícia, entre elas, Cartago.





Imperador da Pérsia. Durante seu governo, entre 520 e 486 a.C. o Império atingiu seu apogeu. Considerado um grande administrador, Dario, foi responsável por implantar as instituições que caracterizaram o Império. Ampliou o território tanto à leste, transpondo o Indo, como a oeste, invadindo a Europa e incorporando a Trácia, como indica a figura 4.

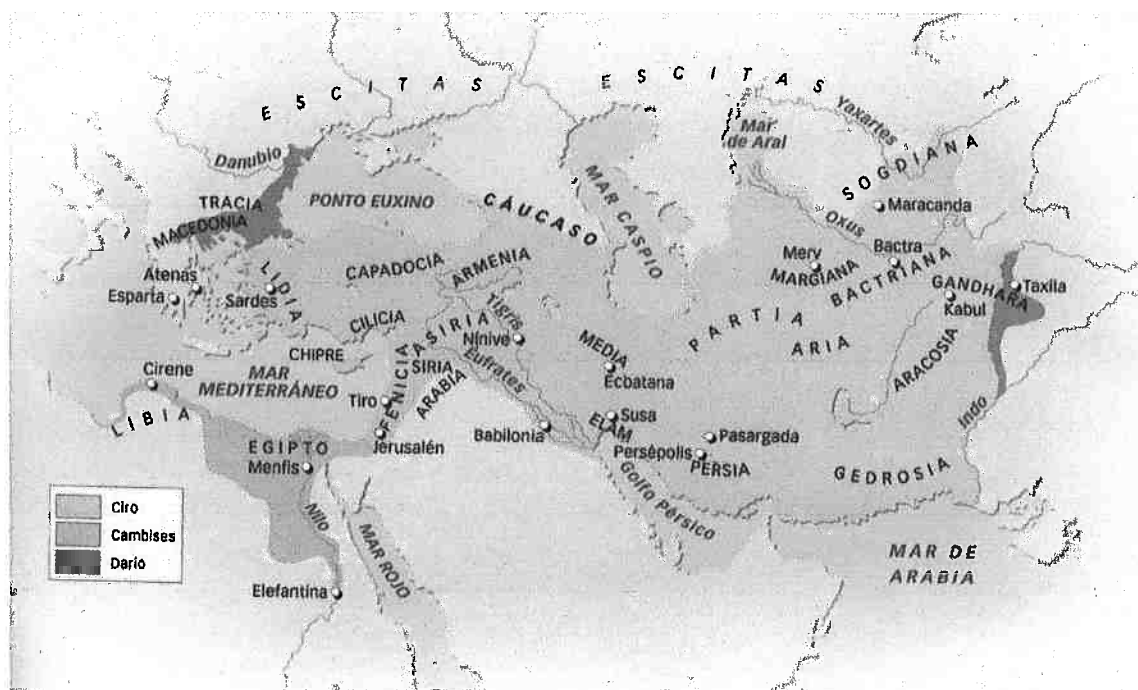


Fig. 4 Conquistas do Império Persa antes de Xerxes. (Fonte: História y vida, nº427)

O governo de Dario foi reconhecido pela inusitada tolerância com que tratou os povos subjugados. Grande estadista, dividiu o Império em 23 províncias chamadas satrapias, que gozavam de autonomia e contribuíam ao poder central com tropas e tributos, proporcionais à sua capacidade produtiva. Foram construídas diversas estradas que agilizaram enormemente o transporte neste extenso território, assim como, permitiu maior rapidez na movimentação dos exércitos. Antes de deixar o governo da Pérsia a seu filho Xerxes, Dario, teve que sufocar uma insurreição na Jônia de colonização grega (a figura 5 mostra a área de colonização grega). Segundo Heródoto (século V a.C.), com o apoio de vinte embarcações atenienses, as colônias gregas na Ásia Menor, atual Turquia, subverteram-se contra o jugo persa. Sardes, capital da antiga Lídia, foi tomada pelos conjurados e incendiada, a exceção da cidadela, defendida por grande guarnição

de persas. Com a chegada de reforços, a insurreição foi sufocada com grande derrota dos jônios e aliados, principalmente atenienses.

Os jônios foram, assim, subjugados pela terceira vez, depois de o haverem sido pelos Lídios, primeiro, e pelos próprios persas na época de Ciro.

Este viria a ser o estopim do conflito entre persas e gregos. Assim, Dario, como represália, enviou grande contingente militar a Atenas e Erétria, sob o comando do general Mardônio, com objetivo de subjugar estas cidades que tinham fomentado e dado apoio à revolta nas colônias gregas da Jônia, então submetidas aos persas.

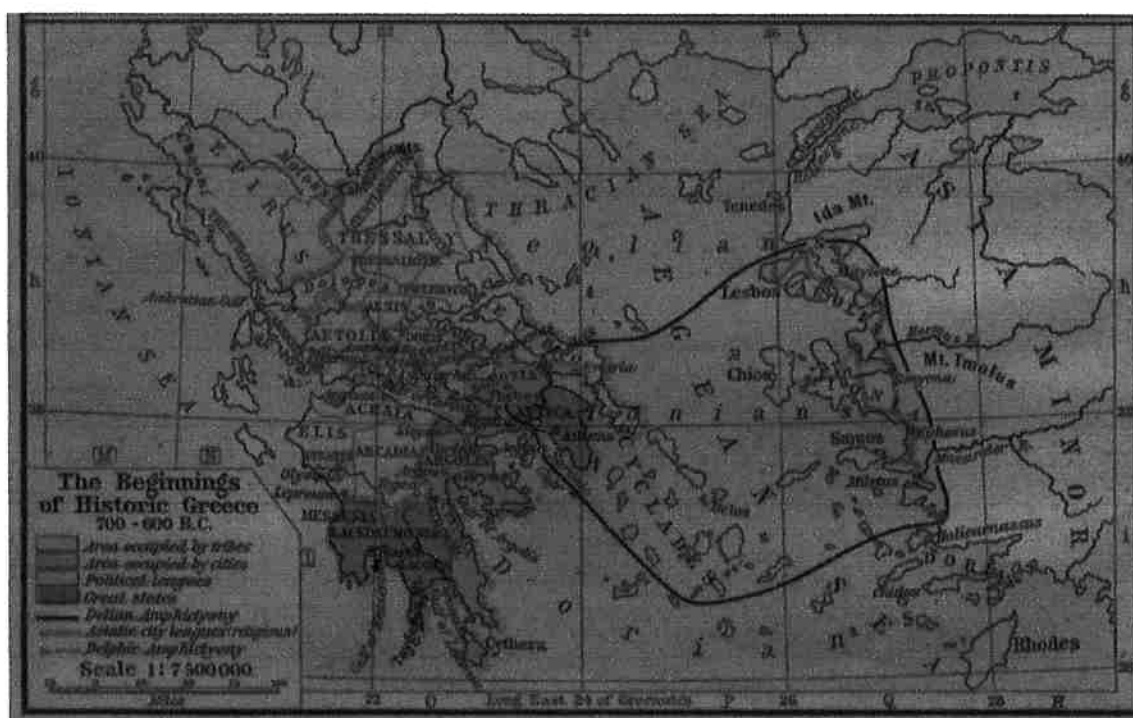


Fig. 5 Colônias gregas da Jônia antes da expansão Persa, de 700 a 600 a.C.  
(Fonte: [www.lib.utexas.edu/maps/historical/](http://www.lib.utexas.edu/maps/historical/))

Durante a expedição de Mardônio ocorreu um grande desastre com a frota persa, cerca de 300 embarcações da esquadra que se dirigia à Grécia naufragaram em tempestade próximo ao monte Atos, já em território trácio. Vinte mil homens pereceram no local. [2] As forças de terra também sofreram baixas, uma vez que o exército foi atacado pelos trácios. Mardônio viu-se obrigado, então, a regressar à Pérsia com suas forças de terra e mar em condições precárias. Dario, frente ao acontecido, destituiu o general do comando das forças persas entregando-o a Dátis e Artafernes, enviando-os

contra Atenas e Erétria com ordens de reduzir seus habitantes à escravidão. Foi a batalha de Maratona.

Começava, assim, um dos maiores conflitos da Antiguidade: As Guerras Médicas.

### **A Pérsia às vésperas das Guerras Médicas**

Em 486 a.C. subiu ao poder o jovem Xerxes, filho de Dario. Xerxes herdou um Império gigantesco, composto por dezenas de povos diferentes. O rei circulava entre as cinco capitais da nação, em função do clima e das necessidades específicas das regiões; a persa Persépolis, Susa, a meda Ecbatana, Pasárgada e a antiga Babilônia. Uma grande rede de caminhos pavimentados fora construída para interligar todo o Império, o mais conhecido, era o caminho real, que ia de Sardes, na antiga Lídia, até Susa (a figura 1 mostra o trajeto da famosa estrada). Cerca de três meses eram necessários para completar esse percurso, devido à enorme distância. A moeda era o dário, criada por Dario e inspirada na rica Lídia, era de ouro e pesava cerca de 8 gramas. Este grande e organizado Império que se expandia em todas as direções, encontraria cedo ou tarde, a oeste, a pequena Grécia. Em 499 a.C. as colônias gregas da Ásia Menor sob domínio persa se subverteram. Esta revolta marca o começo do conflito entre gregos e persas. Em passagem do texto de Heródoto sobre a reação de Dario às revoltas na Jônia: "pediu um arco e, pondo nele uma flecha, lançou-a para o céu exclamando: 'Oh, Júpiter! Possa eu vingar-me dos atenienses!' E voltando-se para um de seus oficiais, ordenou que lhe repetisse três vezes, sempre que lhe servisse o jantar: 'Senhor, lembrai-vos dos atenienses'." [2] Os gregos, frente ao inimigo comum, uniram-se e protagonizaram um conflito que durou meio século.

## **1.2 O Mundo Grego**

### **A formação e desenvolvimento da Grécia**

A História da Grécia começa ao redor de 1.500 a.C., quando povos vindos desde a Ásia central, atual sul da Rússia, conhecidos como Aqueus, passaram a ocupar a Península grega. A principal cidade fundada por esse povo, foi Micenas, que dá o nome a esse Período. Os Aqueus tiveram amplo contato com Creta, uma importante civilização da época, assimilando diversos traços culturais e conhecimentos técnicos. Por volta do século XIII a.C. a cidade de Micenas se encontra em pleno expansionismo no mar Egeu. Foi nesse contexto que ocorreu a Guerra de Tróia, quando uma liga encabeçada por Micenas destruiu a famosa cidade de Tróia, localizada na Ásia Menor.

A partir do século XII começaram a chegar, vindos do norte, novos invasores ao território grego, os dórios, dando início ao novo Período, conhecido como Idade Obscura. Os Dórios se instalaram, então, ao sul da península, promovendo uma migração de Aqueus para a costa da Ásia Menor, os quais fundaram diversas colônias nessa região que viria a ser chamada de Jônia ou Iônia.

Durante esse período, do século XII ao IX, houve uma relativa regressão comercial e artística, entretanto, foi apenas com a chegada dos Dórios que se construiu uma verdadeira identidade helênica.

O Período Arcaico marcou a formação das cidades-estado gregas, conhecidas como polis. A principal característica das polis gregas, do ponto de vista político, era sua quase total autonomia, a cidade-estado operava como um verdadeiro micro-país, com instituições governamentais, leis e forma de organização própria. Formaram-se no Período mais de 160 cidades-estado.[3] A acidentada geografia da península balcânica com poucas e isoladas planícies favoreceu em grande parte o surgimento e desenvolvimento dessas cidades soberanas.

As polis representaram uma grande mudança para a Grécia. A cultura, a arte, a literatura, (com a Odisséia e a Ilíada de Homero, por exemplo), a tecnologia e a economia floresceram. Os Jogos Olímpicos nasceram nesse contexto, no qual as cidades-estado celebravam o sentimento de pan-helenismo, pois, apesar da relativa

independência e isolamento, as polis gregas compartilhavam cultura, língua e tradições comuns.

Neste período, os gregos, devido, provavelmente ao excedente populacional, se lançaram ao mar em busca de novas terras fundando uma série de novas colônias nas costas do Mediterrâneo e do Mar Negro. As principais cidades colonizadoras foram Megara, Corinto e Mileto na Jônia.

Uma nova e crescente atividade comercial se estabeleceu, gerando uma nova classe social dos que com ela enriqueceram. Esses novos grupos começaram, então a reivindicar direitos políticos compatíveis com seu novo status, principalmente nas cidades oligárquicas. Reformas foram testadas sem, entretanto, obterem resultados satisfatórios. Frente a essas insuficientes medidas, instaurou-se uma época de tiranias.

À época das Guerras Médicas, as cidades gregas viviam permanentemente em guerra umas com as outras. O conflito contra o inimigo comum, por um curto período, eliminou estas diferenças locais.

As Guerras Médicas acabaram por fortalecer a recém criada Democracia e, conseqüentemente, influenciaram a história política da Humanidade. "Cada cidadão-guerreiro que havia sofrido a experiência das armas na falange ou remando sob o fogo no mar, agora se supunha ser incluído em todas as questões e conversações da cidade." [1]

"Essa forma peculiar de governo heleno chamada de *democratia*, governo do povo, havia plantado raízes profundas, nutridas pelo sangue da guerra; agora, com a vitória, o broto florescera completamente." [1]

A tabela abaixo mostra os Períodos da Grécia Antiga.

Tabela 1 Períodos da Grécia Antiga

Período Micênico	1500 a 1200 a.C.
Idade Obscura	1200 a 800 a.C.
Período Arcaico	800 a 480 a.C.
Período Clássico	480 a 323 a.C.
Período Helenístico	323 a 30 a.C.
Período Greco Romano	após 30 a.C.

## Esparta

A partir do séc. VIII a.C. começa, em toda a Grécia um período de verdadeiro renascimento, que em Esparta é simbolizado pela lendária figura do legislador Licurgo, ao qual se atribui a elaboração da legislação espartana. Esparta nasceu a partir das invasões dórias, estes subjugarão, então, os antigos habitantes da Lacônia. Na medida da necessidade, Esparta foi ampliando seu território em direção às terras vizinhas, tais como a Messênia, localizada a sudoeste do Peloponeso, conduzindo seus habitantes à Esparte na condição de escravos, conhecidos como hilotas. A figura abaixo representa as regiões geográficas da Grécia Antiga.

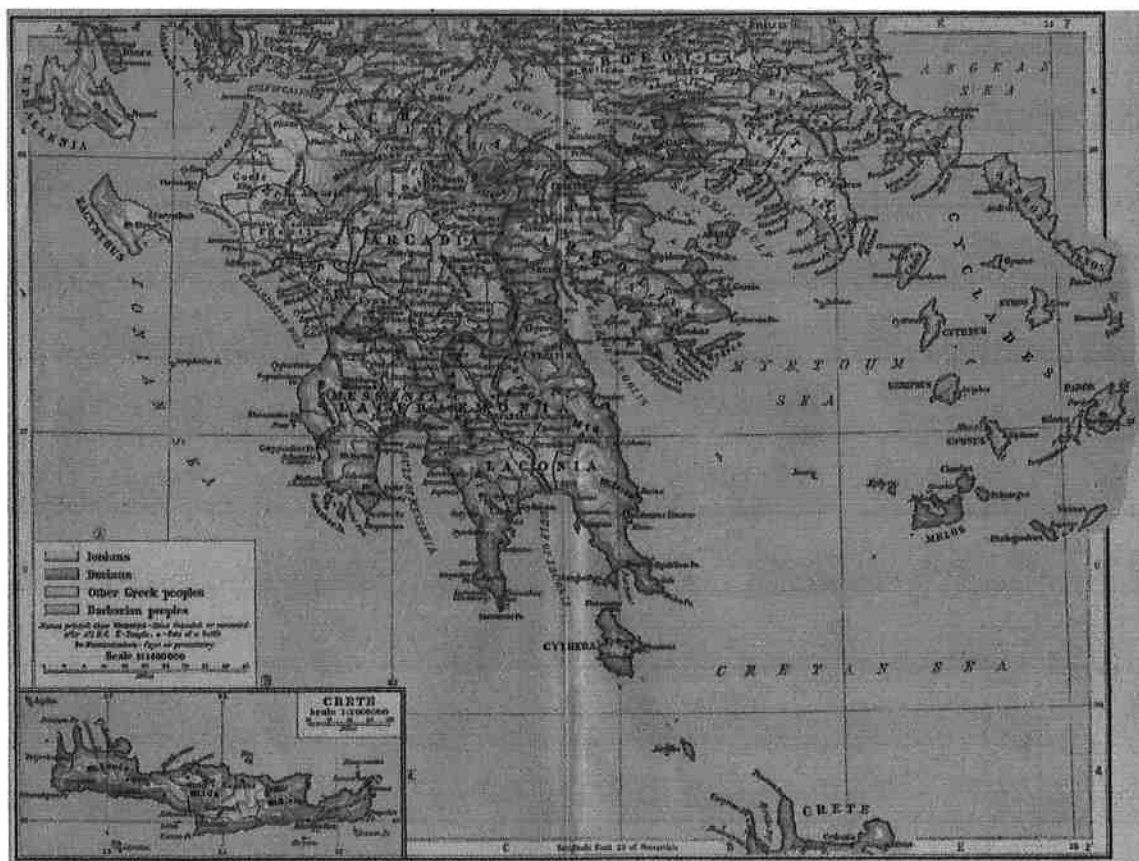


Fig. 6 Regiões da antiga Grécia. Parte sul. (Fonte: [www.lib.utexas.edu/maps/historical/](http://www.lib.utexas.edu/maps/historical/))

À diferença de Atenas e das outras polis gregas, em Esparta, os escravos não eram propriedade particular, mas sim do Estado. Os hilotas serviam à classe dominante de Esparta, trabalhando em suas terras e desprovidos de qualquer direito político.

Esta política expansionista gerou grande efluxo de escravos à Esparta, constituindo um dos principais motivos da política militarista desse estado. O número de hilotas era várias vezes maior que o de cidadãos espartanos, cerca de 250.000 hilotas para 10.000 espartanos, sendo assim necessária uma força repressiva altamente treinada, para controlar esse grande número de escravos.

Esparta, também chamada de Lacedemônia, então, desenvolveu toda uma estrutura de estado voltada para a guerra. A sociedade espartana tornou-se, por isso, incrivelmente especializada na arte de guerrear. A vida do cidadão em Esparta era totalmente direcionada para a preparação para o combate. A partir dos sete anos, as crianças eram tomadas pelo Estado para começar toda uma vida de treinamento militar. Entretanto, isso somente ocorreria caso o recém-nascido passasse por uma revisão, conduzida pelos anciãos, os quais sacrificavam aqueles que não cumprissem os requisitos físicos necessários para fornecer bons guerreiros para o Estado. Aos vinte anos o jovem ingressava no exército propriamente dito, para não mais sair até cumprir 60 anos. Somente aos trinta anos de idade, tornavam-se cidadãos livres com todos os direitos políticos. Essa dura vida de dedicação exclusiva à carreira militar, com treinamento exaustivo, tanto físico como técnico, tático e psicológico, explica porque Esparta não teve adversários a altura na guerra terrestre durante o período em questão.

A sociedade em Esparta era desta forma composta: Espartanos, no ápice da pirâmide, com todos os direitos políticos garantidos, o Estado garantia-lhes terras e escravos. Tinham uma vida militar. Os Periecos, homens livres, porém sem direitos políticos e, por fim, os Hilotas, a base da pirâmide, compunham a massa de escravos provenientes dos povos subjugados.

A forma de governo era a Diarquia, uma pouco comum estrutura governamental composta por dois reis com igual poder. Na época de guerras, um rei acompanhava o exército enquanto o outro permanecia na cidade.

### 1.3 As Guerras Médicas

#### A Batalha de Maratona (490 a.C.)

Após retomar o domínio do Egito, Dario, não esquecendo da intervenção de Atenas e Erétria nas revoltas das colônias gregas em seu território, tomou a decisão de anexar toda a Grécia, primeiro, com a mal sucedida expedição de Mardônio em 492 a.C. e, em seguida, com a bem organizada mobilização contra Atenas, desencadeando a famosa Batalha de Maratona.

A frota persa ancorou primeiro em Erétria, na Eubéia (figura 7), desembarcando a cavalaria e investindo contra as muralhas da cidade. Durante seis dias a cidade resistiu, finalmente caindo em poder persa. Todos seus habitantes foram submetidos à escravidão, segundo ordens de Dario.



Fig. 7 Regiões da antiga Grécia. Parte norte. (Fonte: [www.lib.utexas.edu/maps/historical/](http://www.lib.utexas.edu/maps/historical/))



A seguir seria a vez de Atenas. A frota persa desembarcou na planície de Maratona, local escolhido por ser o ponto da Ática mais próximo de Erétria (como revela a figura 6) e por possibilitar a livre movimentação da cavalaria persa.

O exército ateniense, ao zarpar para Maratona, enviou um delegado à Esparta, com o objetivo de obter de esta o reforço tão esperado. A missão foi designada a Fidípides, um corredor profissional, que correu cerca de 240 km em um dia, chegando ao dia seguinte de sua partida. Ao chegar a Esparta teria dito: "Lacedemônios, os atenienses solicitam o vosso auxílio, impedindo, assim que a mais antiga das cidades da Grécia, caia sob o domínio dos bárbaros." [2]. Os lacedemônios decidiram ajudar, mas somente após suas celebrações religiosas. Essa foi a informação levada de volta para os atenienses. Eles, então, não poderiam contar a ajuda espartana.

Os Plateus, em retribuição à ajuda que haviam recebido de Atenas contra os tebanos em guerra anterior, forneceram um contingente de cerca de 1.000 homens, somando ao redor de 10.000 hoplitas na parte sul da planície.

Os atenienses, sob o comando de Milcíades, lançaram-se contra os medos, iniciando a Batalha. As duas alas do exército grego, durante o combate, conseguiram romper a organização persa, terminando por infligirem-lhes dura derrota. Os gregos, então, perseguiram os persas em fuga em direção às embarcações atracadas, matando grande número deles.

A frota persa, então, ergueu âncoras e se dirigiu a tomar Atenas, que se encontrava desprotegida. Fidípides foi então encarregado, novamente, de correr uma distância de 40 km até Atenas, para prevenir a cidade da chegada dos persas e anunciar a vitória grega. Ao chegar à Atenas e cumprir sua missão, caiu morto. Essa passagem da História foi consagrada nos Jogos Olímpicos modernos na prova da Maratona. Datis e Artafernes, ao encontrarem Atenas alerta e preparada, tomaram a decisão de retirar-se de volta para a Ásia.

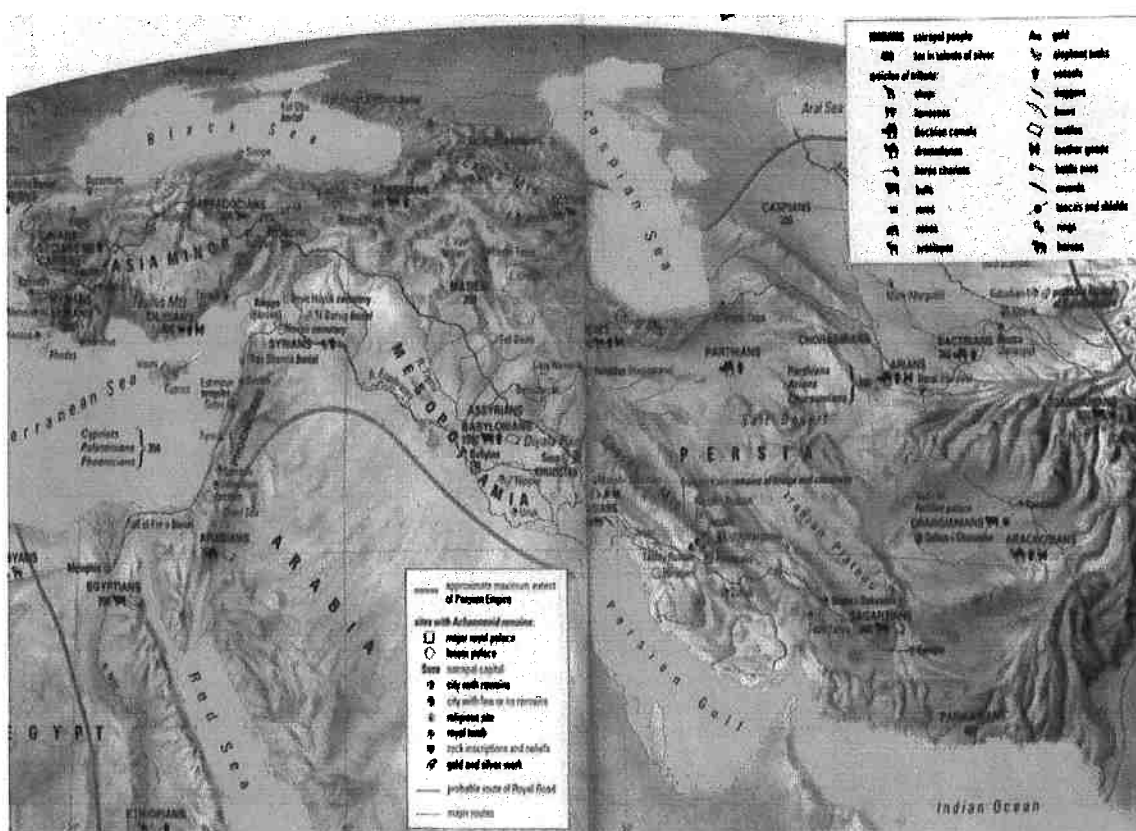
Uma vez na Ásia, Artafernes e Dátis, levaram os erétrios escravizados à presença de Dario, que os reconduziu à outra região de seu Império.

Os lacedemônios chegariam, ainda, à Maratona, com a Batalha já terminada, regressando, em seguida, à Esparta.

Segundo Heródoto (séc. V a.C.), cerca de 6.400 homens do lado persa e 192 do lado grego morreram na Batalha de Maratona.

## A Batalha de Termópilas (480 a.C.)

Dario, colérico com a derrota de suas forças frente aos gregos, enviou ordens a todos as cidades do Império para fornecerem cavalos, víveres, armas, tropas, navios, de carga e de combate. Essas ordens colocaram, durante 3 anos, todo o Império para funcionar em função da guerra contra os gregos (a figura 8 mostra uma visão panorâmica da grande disponibilidade de recursos à disposição de Xerxes). Entretanto, no quarto ano, o Egito se rebelou contra o governo central, desviando, momentaneamente, a atenção de Dario.



**Fig. 8 Recursos à disposição de Xerxes. (Fonte: Past Worlds: The Times Atlas of Archaeology, 1984)**

Durante os preparativos, Dario morreu, deixando o poder a seu filho Xerxes. Em 484 a.C. Xerxes, dois anos após a morte de seu pai, derrotou os egípcios, recolocando-os sob seu jugo. Uma vez contida a revolta egípcia, Xerxes voltou-se contra a Grécia levando 4 anos mais a armazenar provisões. No quinto ano, Xerxes se pôs em marcha contra a Grécia, na maior e mais complexa mobilização bélica realizada até então. Entre os preparativos para a guerra está a perfuração do monte Atos, no qual havia ocorrido o

desastre da época de Dario e a construção da ponte sobre o Helesponto (atual estreito de Dardanelos). "...ligaram de um lado, 360 navios de 50 remos e várias trirremes e, de outro, 314."[2]

"De todas as expedições de que temos conhecimento, essa foi sem dúvida, a maior e mais bem organizada...de todas as expedições e as de que não fiz menção não podem, como disse, comparar-se com a de Xerxes. Realmente, que nação da Ásia não arrastou ele contra a Grécia, que rios não esgotou ele formando provisões de água para suas tropas, com exceção das grandes e caudalosas correntes de água?"[2]

As forças levantadas por Xerxes eram compostas por 46 diferentes nações[2]; Persas, Medos, Indianos, Egípcios, Etíopes, Árabes, Líbios, Trácios, Armênios, Cícios, Hircânios, Assírios (chamados pelos gregos de Sírios), Caldeus, Báctrios, Sácios, Partas, Corásmios, Sógdios, Gandários, Dádices, Cáspios, Sarangeus, Pactícios, Outios, Mícios, Paricanos, Paflagônios, Lígios, Macianos, Capadócios, Marandínios, Frígios, Mísios, Calíbios, Cabálio-Meônios, Lasônios, Cilícios, Mílios, Moscos, Tibarenos, Macrões, Mosinecos, Mares, Colquidenses, Alaródios, Sapiros, e os insulares do mar da Eritréia. A esse contingente juntaram-se também povos gregos, Tessálios, Lócrios, Magnetas, Mélios, Perrebos, Aqueus da Fitiótida, Tebanos e o resto dos beócios, exceto Téspios e Plateus. Segundo Heródoto (séc. V a.C.), as forças de terra somavam cerca de 1.700.000 homens de infantaria e 80.000 de cavalaria. "...com efeito, à medida que Xerxes avançava na Grécia, suas fileiras iam sendo engrossadas com tropas fornecidas por outros povos..."[2] A Força Naval era composta de 1.207 embarcações, das quais cerca de 600 sírias e fenícias, contando com 517.610 homens, entre tripulação, combatentes e remadores. O total estaria por volta de 2.600.000 homens. Um número tão alto que, segundo Heródoto (séc. V a.C.), pequenos rios foram insuficientes para satisfazer a demanda de água de tal exército.

O lado grego, contava com cerca de 4.000 soldados assim distribuídos: 300 espartanos, 1.000 tegeatas e mantineus, 120 da Arcádia, 400 coríntios e 80 micênios, 20 beócios, 700 téspios, 400 tebanos, 1.000 focídeos, lócrios-opontinos, todos sob o comando geral do rei espartano Leônidas. Esparta enviou seus 300 melhores soldados liderados por seu próprio rei, seguramente com a intenção de ser tomada como exemplo pelas outras cidades gregas, encorajando-as a enfrentar a devastadora superioridade do invasor.

Paralelamente aos eventos em terra, a frota grega foi incumbida de impedir o avanço das esquadras persas que poderiam dar apoio às forças terrestres. Este combate é realizado no cabo de Artemísio (ver figura 7) com baixas para ambos lados.

Os dois exércitos, por outro lado, acampam frente a frente na estreita passagem localizada no desfiladeiro de Termópilas, que tinha a um lado o próprio desfiladeiro e ao outro, o mar.

Xerxes, não podendo entender a reação dos gregos, que com tão reduzido número de combatentes, se colocavam à sua frente para dar-lhe combate, esperou por 4 dias que se pusessem em fuga. Ao entrar o quinto dia, os persas se lançaram contra os defensores.

Primeiro, destacamentos medos e císsios atacaram, sendo repelidos com grande número de baixas. A estes se seguiram tropas de elite do exército persa, conhecidos como "Imortais" (que assim eram designados por manter um número constante de soldados, que eram repostos por outros quando uma baixa acontecia, permanecendo sempre em 10.000) também sendo rechaçadas. Os gregos, organizados por nações, apesar das baixas e dos ferimentos, continuavam a combater. Os persas, não obtendo bons resultados, se retiram.

A situação mudou quando um grego, habitante da região, de nome Efilates, mostrou uma trilha pela montanha que contornava o desfiladeiro, desembocando na retaguarda da defesa montada pelo pequeno exército grego (figura 9).

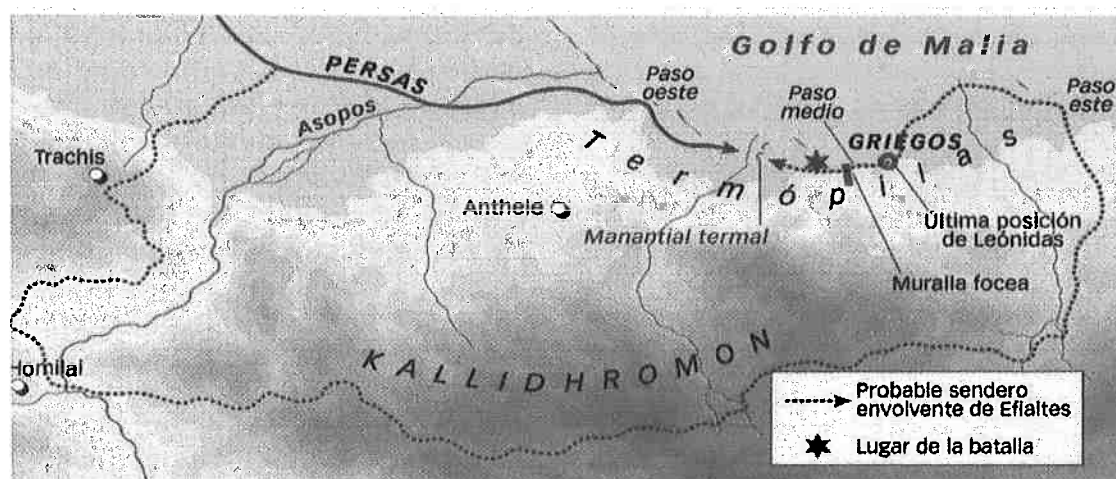


Fig. 9 Passagem das termópilas e trilha de Elfiates. (Fonte: Historia y Vida, nº 427)

Hidarnes, general persa à frente dos Imortais, usando a trilha para contornar as forças gregas, ataca a retaguarda dos defensores. As forças que defendiam a passagem das Termópilas perecem, então, após ter impedido a entrada dos invasores por 7 dias.

Uma famosa passagem do texto de Heródoto descreve o final da Batalha de Termópilas e encerra o espírito no qual foi travado o confronto.

"...os gregos recuaram para o ponto mais estreito do desfiladeiro...Os que ainda possuíam espada, com elas se defendiam; os outros lutavam com as mãos limpas e com os dentes."[2]

Nesta Batalha perderam a vida cerca de 20.000 persas.

### **A Batalha de Salamina (480 a.C.)**

A frota Grega que havia travado combate em Artemísio, dirigiu-se à Salamina, ilha localizada de frente para Atenas (ver figura 6). Os soldados, então, preparando-se para a chegada dos persas, apressaram-se em conduzir suas famílias para lugares seguros. Trezena, Salamina e Égina foram os principais destinos. Uma vez retiradas suas famílias, voltaram a embarcar. De todas as cidades que compunham a frota grega, Atenas colaborou com o maior número de navios, sendo igual ao número de navios fornecidos por todas as outras cidades aliadas juntas, sendo também as melhores embarcações. Segundo Heródoto (séc.V a.C.), a frota estava assim composta: 16 embarcações lacedemônias, 42 eginetas, 40 coríntias, 20 megarias, 20 calcídeas, 15 siciônias, 10 epidáurias e outras contribuições menores. Os atenienses, sozinhos, contribuíram com 180 navios. O número total somava 378 embarcações.

Xerxes, ao mesmo tempo em que os oficiais gregos deliberavam sobre o melhor local para oferecer combate à frota persa, já havia passado pela Beócia, incendiando Téspias e Platéia, e se encontrava na Ática, incendiando e devastando Atenas.

Foi decidido, após calorosa discussão entre os comandantes gregos, esperar a frota persa à frente da ilha de Salamina, como queria o oficial ateniense Temístocles, e não no istmo entre a Ática e o Peloponeso (ver figura 6). Na ocasião, Temístocles assim discursou, dirigindo-se ao espartano, comandante geral das forças navais gregas:

" Euribíades, a salvação da Grécia está agora em tuas mãos; tu a salvarás se, convencido pelas minhas razões, ofereceres combate ao inimigo aqui mesmo (em Salamina), não dando ouvidos aos que são de parecer que a frota deve seguir para o istmo...Oferecendo batalha no istmo, terás que combater em mar aberto, onde é perigoso fazê-lo, já que nossos navios são em menor número do que os dos inimigos..."

Enquanto a frota se preparava para a grande Batalha Naval, os peloponésios trabalhavam dia e noite para fechar o acesso por terra à península do Peloponeso (ver figura 6) levantando uma muralha ao longo do istmo.

Durante a noite, sob total desconhecimento dos gregos, a esquadra persa se desloca até Salamina cercando a frota grega, com a finalidade de impedir sua fuga e vingar as baixas de Artemísio.

Os gregos não tendo escapatória se lançam ao ataque. Os navios persas, formavam três fileiras, ao passo que, em muito menor número, apenas uma fileira era suficiente para acomodar todas as embarcações gregas.

A superioridade numérica persa, entretanto, não se mostrou uma vantagem nos estreitos canais entre Salamina e o continente. As embarcações persas, devido ao seu grande número e reduzido espaço, dificultavam a movimentação umas das outras. Os navios persas se chocavam uns com os outros, tornando-se presas fáceis para os navios gregos. Muitas das perdas de Xerxes aconteciam quando os barcos persas que iam à frente batiam em retirada chocando-se de frente com os que vinham logo atrás, indo a pique.

Um grande número de persas morria ao ter seu navio destruído, por não saberem nadar. Ao passo que os gregos que não morriam em seguida à destruição de sua embarcação nadavam até a costa.

A derrota, para os persas foi desastrosa, cerca da metade de sua frota, composta de cerca de 1.000 navios, foi destruída, com milhares de efetivos mortos. Do lado grego, somente 40 barcos foram afundados com um número proporcionalmente pequeno de baixas.

O restante da frota persa foge para o porto de Fálero (figura 6), para depois de alguns dias voltar para a Ásia junto de Xerxes.

## **A Batalha de Platéia (479 a.C.)**

Após a desastrosa derrota na Batalha Naval de Salamina, Xerxes decide se retirar para a Ásia, não, sem antes deixar na Grécia, sob o comando do general Mardônio, trezentos mil homens com a ordem de conquistar toda a Grécia.

O exército de Mardônio retorna de Atenas à Beócia e a seguir até a Tessália, na região central da Grécia, onde levanta acampamento e espera todo o inverno, por ser esta estação inadequada para as operações militares.

Artabazes, oficial persa subordinado a Mardônio, com 40.000 homens do exército de Mardônio, acompanha Xerxes até o Helesponto, retornando a seguir à Tessália juntando-se novamente à Mardônio.

Existiu, ainda antes da Batalha, uma tentativa persa de fragilizar a aliança grega; Chegando a Atenas, um mensageiro enviado por Mardônio, tentando corromper os atenienses, propõe-lhes a abandonarem a causa helênica em favor de Xerxes e contra a própria Grécia, dando-lhes em troca, um outro país à sua escolha, além de permitir-lhes viver sob suas próprias leis. A esta proposta os atenienses respondem: "Há muito sabemos que o poderio dos medos é muito superior ao nosso...Não obstante, amantes que somos da liberdade, nos a defenderemos com todas as nossas forças. Não procurei, pois, persuadir-nos das vantagens de uma aliança com os bárbaros (persas), jamais obterei êxito nesse terreno. Ide e levai a Mardônio a resposta dos atenienses: enquanto o Sol se mantiver em sua rota habitual, não faremos aliança com Xerxes..."[2]

Sabendo da resposta dos atenienses à sua proposta, Mardônio marcha até Atenas, apoderando-se dela pela segunda vez, dez meses depois de Xerxes tê-la submetida pela primeira vez.

Atenas pede auxílio a Esparta. Os lacedemônios, ante o pedido de auxílio ateniense, enviam 5.000 espartanos acompanhados, cada um de 7 hilotas [2], somando cerca de 40.000 homens, todos sob o comando do general Pausânias.

Mardônio, ao saber do deslocamento de tropas desde Esparta, resolve retirar-se de Atenas (não sem antes incendiá-la) para oferecer combate em terreno mais adequado à movimentação da cavalaria.

Quando os espartanos estavam no istmo, antes de chegar à Ática, outros povos do Peloponeso a eles se juntaram enviando tropas. Seguiram, então, todas essas tropas

até Elêusis (ver figura 6), onde foi a vez dos atenienses juntarem-se ao exército formado. Os atenienses, seguros na ilha de Salamina, passam ao continente e unem-se, então, ao resto dos aliados.

Esse corpo do exército marcha em direção a Erétria onde a cavalaria persa atacou a formação grega, impondo-lhe duras baixas, até que o comandante da cavalaria persa, Masístio, foi derrubado e morto. Com isso, a divisão da cavalaria persa enviada por Mardônio, sem um comandante para instruí-los, cessa os ataques e se junta ao resto de exército.

A seguir os gregos deslocam-se para Platéia cujo terreno era mais adequado para montar acampamento, ao pé do monte Citéron.

Chegando à Platéia, o exército grego, preparando-se para o combate, organizou sua formação de batalha por nações sob a liderança de Esparta e seu general Pausânias como comandante geral dos aliados gregos.

"Compunham a ala direita 5.000 espartanos com seus 35.000 hilotas ligeiramente armados, cada espartano tendo sete hilotas em torno de si."[2] Os atenienses contribuíram com um efetivo de cerca de 8.000 homens, seguidos dos coríntios com 5.000, siciônios com 3.000 e Megara com 3.000 efetivos, além da contribuição minoritária de dezenas de outras polis. "As tropas gregas concentradas em Platéia, tanto as que se achavam bem armadas, como as que traziam armamento leve, atingiam o total de 108.200 homens, mas, juntando-se a elas o resto dos Téspios que faziam parte do exército e que somavam 1.800 homens, tinha-se um total de 110.000".[2]

Mardônio, por sua vez, organizou suas tropas de maneira a opor suas melhores tropas, os persas, às melhores tropas gregas, os lacedemônios. Seus efetivos, segundo Heródoto (séc. V a.C.), giravam em torno de 300.000 homens, mais, cerca de 50.000 gregos que haviam, por medo, abraçado a causa persa, somando ao todo, 350.000 homens.

Após vários dias de intimidação, nos quais os dois exércitos ficaram frente a frente, Mardônio lança seu exército contra os gregos, apesar da oposição de Artabazes quanto ao local e o momento da Batalha. O combate foi violento. O exército persa conseguiu rivalizar com o grego até que Mardônio, que conduzia o exército no campo de batalha, caiu morto. O exército, ao ver seu general morto e suas melhores tropas



caindo antes os lacedemônios, se desorganizou e bateu em retirada. Artabazes, que desde o princípio se contrapôs à Mardônio fuge à batalha com com seus 40.000 soldados. O exército persa se entrenchera em seu próprio acampamento, não conseguindo resistir por muito tempo.

Dos 350.000 do exército persa, só escaparam 3.000 tomados prisioneiros, mais os 40.000 conduzidos por Artabazes, que fugira para o norte. A figura seguinte mostra as quatro principais batalhas das Guerras Médicas.



Fig. 10 As principais Batalhas das Guerras Médicas. (Fonte: Historia y Vida, nº 427)

## **2. ASPECTOS MILITARES**

Neste capítulo faremos uma análise comparativa dos principais fatores militares que conduziram à vitória e à derrota nas Guerras Médicas.

Efetuar previsões a respeito de vencedores em um evento tão complexo como uma guerra não é tarefa fácil. Avaliações superficiais baseadas exclusivamente no poderio militar são erros freqüentes. Muitas variáveis jogam seu papel no desenvolvimento de um conflito armado. Se em um primeiro momento tendemos a acreditar que o tamanho das forças envolvidas é o fator determinante, uma análise mais cuidadosa da Guerra revela diversos outros fatores que, nessa situação extrema, se tornam tão ou mais importantes que o mero poderio militar.

Inúmeros são os casos na História nos quais pequenos exércitos subjugaram grandes. Esses casos refletem o complexo conjunto de variáveis envolvidas em operações militares de grande escala. Durante a Segunda Guerra Mundial a Alemanha nazista implementou a maior operação militar de todos os tempos, deslocando mais de 3.000.000 homens e milhares de veículos e aviões na invasão da antiga União Soviética. O país invadido, não dispondo dos mesmos recursos bélicos que os nazistas, conseguiram rechaçar o invasor impondo-lhes amargas derrotas como na famosa Batalha de Stalingrado.

As Guerras Médicas serão avaliadas, então, sob o prisma de cinco fatores fundamentais: A Motivação, O Comando, Os Recursos, As Condições Naturais e as Estratégias e Táticas adotadas.

### **2.1 A Motivação**

A Grécia Antiga, apesar do isolamento entre as cidades-estado, compartilhava a mesma cultura. Língua, costumes, constituição étnica, tradições, crenças e valores eram praticamente os mesmos em toda a Hélade. Podemos afirmar que existia entre os gregos uma noção de unidade, de nação. Um sentimento de identidade nacional era concreto e não raramente celebrado de diversas maneiras pelos gregos. Os Jogos Olímpicos da Antiguidade eram eventos que refletiam esse sentimento de pan-helenismo. Essas

competições esportivas, cujo nascimento remonta a 776 a.C., guardam muitas lendas comuns às cidades gregas. Os Jogos podiam ser disputados somente por gregos e não por estrangeiros. Com o domínio romano sobre os gregos, as Olimpíadas foram, paulatinamente, perdendo seu sentido, sendo abolidas no séc. IV d.C. pelo Imperador Teodósio.

A isso se soma o fato do exército grego ter sido formado, em grande parte, por cidadãos-soldados. Esses soldados eram os próprios cidadãos de suas cidades-estado, com seus respectivos direitos políticos. O cidadão era protagonista das decisões tomadas em sua cidade. Essa relação particular que existia entre a polis e seu cidadão produzia um sentimento muito forte de integração entre os dois. Fazia, então, muito mais sentido para o grego lutar por algo que ele estimava e da qual sentia-se, realmente, parte, do que para os soldados de Xerxes, em sua maioria pertencentes a povos vassalos da Pérsia que lutavam por uma causa alheia à sua.

O Império Persa, por outro lado, não desfrutava da mesma realidade que a Grécia. Composto por mais de quarenta diferentes nações, o Império oriental reunia sob sua bandeira povos tão diversos e distantes física e culturalmente como Egípcios, Indianos, Líbios e Persas. Esta composição extremamente heterogênea dificultava a formação de uma identidade única, comum a todos esses povos. Com língua, cultura e tradições tão diferentes, essas nações, obrigadas a marchar contra a Grécia durante as Guerras Médicas, configuravam uma verdadeira colcha de retalhos estando ausente, conseqüentemente, qualquer elo mais forte entre elas, ao contrário do que ocorria com o inimigo.

Xerxes havia colocado os gregos em situação extremamente delicada. Para a Grécia não restavam opções, era lutar ou ter seus habitantes, no melhor dos casos, reduzidos à condição de escravos, tornando-se ela própria mais uma província persa.

Na Antiguidade, a destruição completa de um povo subjugado pelas armas não era rara. Cidades incendiadas, mulheres violentadas e filhos mortos eram possibilidades reais em caso de derrota. O soldado, colocado em tão difícil situação, vendo ameaçado aquilo que lhe é mais caro; sua liberdade, sua terra, sua família e, por último, sua própria vida freqüentemente tem seu ânimo e sua motivação para combater multiplicados. Esse comportamento muito particular do ser humano é visto com freqüência nessas situações extremas, como é ricamente relatado na literatura militar.

“...é da natureza dos soldados resistir quando cercados; lutar até a morte quando não há alternativa...”.[4]

## 2.2 O Comando

“...por influência moral entendo aquilo que leva o povo a harmonizar-se com seus chefes a ponto de segui-los na vida e na morte sem medo do perigo ou da morte... por comando entendo as qualidades do general: sabedoria, sinceridade, humanidade, coragem e rigor. Se sábio, o comandante é capaz de reconhecer a mudança de circunstâncias e agir oportunamente. Se sincero, nenhuma dúvida nutrirão seus homens quanto à certeza das recompensas e castigos. Se humano, ama a humanidade, simpatiza com os outros, aprecia-lhes o engenho e o esforço. Se corajoso, alcança a vitória aproveitando a oportunidade sem hesitação. Se rigoroso, as tropas são disciplinadas porque o temem e receiam o castigo.”[4]

Dirigir, utilizando, da melhor maneira possível, os recursos disponíveis. Essa é a função do comandante. Para a execução dessa tarefa, diversas qualidades são necessárias, tanto mais quanto mais alto é seu nível de comando, uma vez que sua responsabilidade aumenta na medida que se sobe na escala hierárquica. O comandante que não possui esse conjunto de virtudes não tem autoridade com seus subordinados e, conseqüentemente não consegue obter os resultados que deseja.

Existem duas esferas de comando, a da Nação e a das Forças Armadas. A primeira representada pelo Chefe da Nação (Rei, Presidente, etc.) e a segunda pelo General são, normalmente, desempenhadas por pessoas diferentes, cada qual com suas responsabilidades e competências específicas. Uma boa interação entre uma esfera e outra é crucial.

No caso do Império Persa, isso não ocorria. Xerxes era o Chefe do Império, não um General perito em assuntos militares. No entanto, comandava suas Forças Armadas. Agregado a isso, ele era um líder pouco habilidoso. Faltavam-lhe as virtudes essenciais do bom comandante.

A seguinte máxima mostra uma das virtudes do líder competente:

"Deves saber quem administra prêmio e castigo de modo mais lúcido. Nenhum dos dois deve ser excessivo"[4]

Por diversas vezes Xerxes não agiu de acordo com esta regra básica da arte da guerra. Xerxes, ao contrário de seu pai, Dario, era freqüentemente guiado pela cólera e suas ações, conseqüentemente, insensatas. Durante a Batalha de Salamina grande número de fenícios que compunham a frota persa foi degolado por ordem de Xerxes. O soberano, enraivecido pelas perdas que sofria, ao escutar os fenícios acusarem os jônios de traição mas, vendo estes se comportarem com bravura contra os gregos, toma a acusação dos fenícios por calúnia e, como punição, ordena executá-los.

A grande operação de guerra contra a Grécia envolveu, também, grandes obras de engenharia. Uma das maiores, sem dúvida, foi a ponte de navios lançada sobre o Helesponto (estreito de Dardanelos) que permitiria a passagem do exército da Ásia para a Europa. Fenícios e Egípcios foram os que conduziram a construção da famosa ponte feita com navios colocados lado a lado e unidos por cordames. Uma vez estando a ponte terminada, caiu uma forte tempestade que a destruiu completamente, despedaçando as embarcações. Xerxes, ao receber a informação do ocorrido, indignado, mandou aplicar trezentas chicotadas ao Helesponto e decapitou àqueles responsáveis pela construção da ponte.

Um súdito, de nome Pítio, muito rico e estimado por Xerxes, durante a marcha do exército persa, ainda na Ásia, pediu ao soberano que lhe deixasse o filho primogênito, uma vez que todos seus filhos haviam sido recrutados para essa expedição. Xerxes, ante o legítimo pedido de Pítio, responde: "És egoísta e mau...tu ousas falar-me do teu filho, tu, meu escravo, que devias seguir-me com tua mulher e toda a tua criadagem. Convém que saibas que o espírito do homem reside nos ouvidos. Quando ele ouve coisas agradáveis, regozija-se, quando ouve coisas desagradáveis, irrita-se...tratar-te-ei menos rigorosamente do que mereces. A hospitalidade que ofereceste a mim salva a tua vida e a de quatro de teus cinco filhos, mas punir-te-ei com o sacrifício do que mais amas." [2] Depois disso, Xerxes mandou chamar o filho de Pítio e ordenou cortar seu corpo em duas partes, colocando uma parte do lado esquerdo e a outra parte do lado direito da estrada por onde passaria o exército.

O líder tem, em situações extremas como a guerra, uma função que vai além da mera organização e administração de recursos e contingentes. Na realidade, um conjunto de virtudes bem específico é necessário. No caso das Forças gregas o problema do comando não ocorreu, este ponto-chave estava bem resolvido. O Rei espartano era também um General e, ao contrário de Xerxes, dono de várias das características necessárias ao grande líder. O trecho a seguir expressa com propriedade uma interessante definição do líder, através de uma breve comparação entre Xerxes e Leônidas. O trecho é extraído da obra “Portões de Fogo” e transcreve um diálogo fictício entre Xerxes e um hoplita grego que sobrevivera à Batalha de Termópilas.

"Vou dizer à Sua Majestade o que é um rei. Um rei não enfrenta o inimigo de dentro de sua tenda, enquanto seus homens sangram e morrem no campo de batalha. Um rei não janta enquanto seus homens passam fome, nem dorme quando eles estão vigiando sobre o muro. Um rei não exige a lealdade de seus homens através do medo nem a compra com ouro; ele ganha o seu amor com o próprio suor e os sofrimentos de que padece em nome deles. O que significa o fardo mais penoso: o rei é o primeiro a se levantar e o último a cair. Um rei não exige o serviço daqueles que ele lidera, mas o fornece a eles. Ele os serve, não o contrário. Isto é um rei, Sua Majestade. Um rei não gasta sua substância para escravizar homens mas, por sua conduta e exemplo os liberta."[1]

### **2.3 Os Recursos**

"deves saber quem tem os soldados e oficiais mais bem treinados...Os oficiais pouco afeitos ao treinamento rigoroso mostrar-se-ão preocupados e hesitantes na batalha; os generais mal adestrados sentir-se-ão intimidados quando arrostarem o inimigo"[4]

Por recursos, aqui, entendemos os bens materiais e humanos disponíveis para serem utilizados para a guerra. Uma vez conhecendo quais são os recursos disponíveis é possível fazer uso adequado deles.

Do ponto de vista dos recursos, podemos afirmar que a balança da Guerra tendeu para os gregos devido, principalmente, às suas falanges, em terra, e aos trirremes, no

mar. A falange de guerra foi a principal arma grega nas Guerras Médicas. Era praticamente imbatível no campo de batalha. Entre 650 e 350 a.C. nenhum exército estrangeiro podia enfrentá-la.[5] Esse fenômeno ocorreu, entre outros motivos, devido a seu treinamento. Mergulhada permanentemente em guerras, as cidades-estado da Grécia, mantinham sempre seus exércitos, em maior ou menor intensidade, preparados para a batalha. Em algumas cidades essa preparação e treinamento era levada a extremos, como em Esparta. O Império Persa, apesar de contar com um enorme exército muitas vezes maior que o grego, não tinha o mesmo preparo.

Entre as falanges, a espartana e a ateniense foram as que mais se destacaram, pelo seu número (Atenas e Esparta foram as cidades que enviaram o maior efetivo) e pela qualidade das tropas. Os trirremes gregos também se revelaram extremamente eficientes contra as esquadras persas, infligindo-lhes pesadas perdas.

### **O hoplita espartano**

Os espartanos desenvolveram uma forma muito peculiar de governo que lhes permitia serem soldados profissionais. Na realidade, não só lhes permitia dedicarem-se exclusivamente à profissão das armas, como também impunha a eles esse dever. Era dessa forma que um pequeno número de hoplitas espartano conseguia manter grande número de escravos e puderam manter-se como cidade livre.

O exército espartano era o melhor da Grécia Antiga, e de todo o mundo então conhecido. Nenhum exército era tão bem treinado. Eles acreditavam que um treinamento longo e intensivo nos moldes tradicionais era o segredo vitória no campo de batalha. Durante séculos esse método foi bem sucedido pois se mantiveram imbatíveis apesar de seu pequeno número. Essa supremacia perdurou até o surgimento das novas falanges tebanas e, por fim, o exército macedônio de Alexandre, o Grande, poria término à hegemonia de Esparta e das falanges em geral.

Alguns motivos faziam do exército espartano as melhores forças de terra. Seu equipamento era muito bom, especialmente se comparados com o de não-gregos. Eles tinham uma determinação, forjada pelo treinamento e pela vida militar, fora do comum,

não tinham medo de morrer no campo de batalha e, passavam por um longo treinamento. Cada criança de família espartana era tomada pelo Estado na idade de 7 anos e ficava sob a custódia e instrução de um espartano adulto até alcançar a idade de dezoito anos recebendo rigoroso treinamento já nessa época. Seguia-se um período de treinamento extensivo até a idade de trinta anos, quando o jovem, tornava-se por fim um cidadão. Eles não viviam com suas famílias enquanto estavam em treinamento. Sua família acabavam sendo os próprios companheiros de armas, com os quais passava a maior parte do tempo. Uma ilustração de um hoplita espartano é mostrada abaixo. É interessante observar que o soldado espartano era o único que carregava um escudo com a letra lambda e utilizava um manto escarlate. Acredita-se que seria para não permitir ao inimigo perceber se o soldado estava ferido.



Fig. 11 Hoplita espartano (Fonte: [monolith.dnsalias.org/~marsares/warfare/army/i\\_hoplit.html](http://monolith.dnsalias.org/~marsares/warfare/army/i_hoplit.html))

### **O hoplita ateniense**

O hoplita ateniense não era tão bem treinado como o hoplita espartano, mas era superior à maioria dos outros soldados. Aos dezoito anos os jovens vindos das ricas classes de hoplitas recebiam um treinamento que durava dois anos. Eles aprendiam



como manejar armas, manobras táticas e métodos de fortificação. Depois desse período permaneciam disponíveis para atender ao exército quando necessário até os sessenta anos. Entretanto, homens de menos de 20 e mais de 50 anos eram somente utilizados para compor guarnições na própria Ática. Segundo Péricles (séc. V a.C.), em 431 a.C. havia cerca de 13.000 hoplitas em Atenas.



Fig. 12 Hoplita ateniense (Fonte: [monolith.dnsalias.org/~marsares/warfare/army/i\\_hoplit.html](http://monolith.dnsalias.org/~marsares/warfare/army/i_hoplit.html))

### **O trirreme grego**

A esquadra grega era muito menor que a persa, entretanto, dispunha de um tipo de navio que viria a ser o grande protagonista da vitória grega, o trirreme (figura 12).

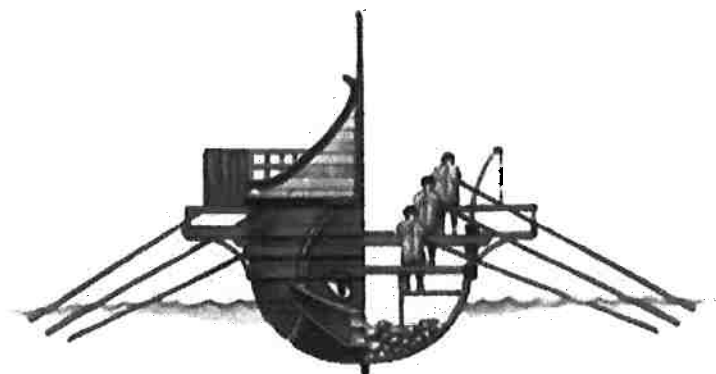


Fig. 13 Corte transversal de trirreme antiga.(Fonte: [monolith.dnsalias.org/~marsares/warfare/army/](http://monolith.dnsalias.org/~marsares/warfare/army/))

O trirreme era uma galera muito rápida surgida no séc. VI a.C. no Mediterrâneo. Este novo tipo de navio modificou completamente a guerra naval. Antes, os soldados combatiam homem-a-homem com desembarques no navio inimigo, pulando de um para o outro. Com o trirreme o combate passou a ser travado entre as próprias embarcações.

Com 40 metros de comprimento e um ariete de bronze na proa com cerca de 3 metros, o trirreme era projetado para investir diretamente contra a embarcação inimiga, golpeando-a com seu esporão metálico, afundando o oponente sem baixas em sua tripulação.

Sua hidrodinâmica especial e revolucionária disposição dos remadores permitia atingir alta velocidade e conseqüentemente um forte impacto sobre a embarcação inimiga tornou-se possível. A razão comprimento largura de 10:1 permitia uma baixa resistência na água. O revolucionário arranjo espacial dos remadores permitiu colocar um grande número deles em um navio relativamente pequeno, como era o trirreme. Um trirreme de 40 m de comprimento e 5,5 m de largura era suficientemente espaçoso para acomodar 213 pessoas, sendo sua maioria composta por remadores estando em número de 170, os quais conseguiam imprimir ao trirreme uma velocidade máxima de 10 nós (18 km/h). Completavam a capacidade de um trirreme típico, 25 marinheiros e oficiais, 14 soldados com lança e 4 arqueiros.

A grande quantidade de remadores podia, também, tornar-se um problema. Havia somente um metro de distância entre eles. Quando um deles não remava no ritmo correto, chocava-se com os outros provocando um efeito dominó que levava um lado do navio, por instantes, a parar subitamente de remar. Isso, além de reduzir

circunstancialmente a velocidade da embarcação, diminuía também sua dirigibilidade, o que poderia ser fatal durante a batalha. Abaixo uma réplica do trirreme.

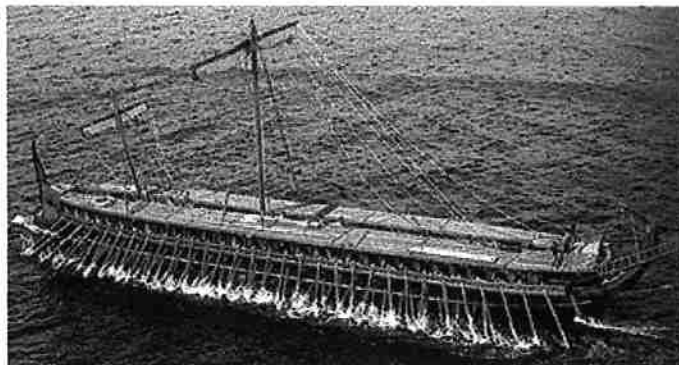


Fig. 14 Réplica de trirreme grego. (Fonte: [depthome.brooklyn.cuny.edu/classics/dunkle/athnlife/warfare2.htm](http://depthome.brooklyn.cuny.edu/classics/dunkle/athnlife/warfare2.htm))

### **O Exército Persa. Os Imortais**

O escudo inadequado para o combate contra soldados armados com lanças, os equipamentos de proteção mais leves que os dos gregos, a falta de caneleiras e elmo e o fato de sua única vantagem, o arco, ser pouco útil contra as armaduras dos gregos, fizeram com que não estivessem à altura do hoplita. Como os espartanos, eles também eram soldados profissionais. Quando comparados ao restante das tropas de Xerxes, os Imortais eram muito melhor preparados. Na Batalha de Platéia esta tropa de elite só foi derrubada quando seu general Mardônio caiu morto, até então, enfrentavam valentemente os gregos. Algum tempo depois os persas passariam a utilizar o hoplon grego e a espada curta.

A maior parte do exército persa não possuía um equipamento de boa qualidade, provavelmente devido ao alto custo que significava armar adequadamente tão grande efetivo.



Fig. 15 Guerreiro Imortal. (Fonte: [monolith.dnsalias.org/~marsares/warfare/army/i\\_hoplit.html](http://monolith.dnsalias.org/~marsares/warfare/army/i_hoplit.html))

## Os números

Tabela 2 A Batalha de Maratona. Contingentes. [2]

<b>Exército (nº de soldados envolvidos)</b>	
<b>Grécia</b>	10.000
<b>Pérsia</b>	30.000

Tabela 3 A Batalha de Termópilas. Contingentes. [2]

<b>Exército (nº de soldados envolvidos)</b>	
<b>Grécia</b>	4.000
<b>Pérsia</b>	2.600.000

Tabela 4 A Batalha de Salamina. Esquadras. [2]

<b>Marinha (nº de navios envolvidos)</b>	
<b>Grécia</b>	378
<b>Pérsia</b>	1000

Tabela 5 A Batalha de Platéia. Contingentes. [2]

<b>Exército (nº de soldados envolvidos)</b>	
<b>Grécia</b>	110.000
<b>Pérsia</b>	350.000

## 2.4 Terreno, Estratégias e Táticas

"Quando um país fica arrasado pelas operações militares, deve-se isso às grandes distâncias que os transportes têm que percorrer; as caravanas de suprimentos deixam o povo à míngua."[4]

Sabemos que para deslocar seu grande exército, Xerxes demorou meses até estar em condições de combater em Termópilas. Isto exigiu dele não só grandes esforços para manter um adequado fornecimento de suprimentos como também complexas obras de engenharia, tais como a ponte lançada sobre o estreito de Dardanelos e a perfuração do monte Atos. Um conflito que se estendesse por muito tempo não seria favorável à Xerxes. É provável que esse tenha sido um dos fatores que levaram o rei persa a se retirar com seu principal corpo do exército e o restante de sua esquadra após a derrota da Batalha de Salamina

"Ao inimigo cercado deve-se deixar uma rota de fuga. Não encurrales o inimigo. Os animais selvagens quando encurralados, lutam desesperadamente. Isso vale muito mais para os homens! Se souberem que não há alternativa, lutarão até a morte"[4]

Na Batalha de Salamina a esquadra persa, com a intenção de evitar a fuga dos navios gregos, cercou-os, não lhes deixando outra alternativa senão o combate. Durante a batalha, os persas perderam centenas de navios enquanto os gregos somente 40.

O local escolhido para a batalha também se revelou extremamente favorável aos Helenos. Os estreitos canais formados pelo recortado litoral onde ocorreu o combate, diminuíram enormemente a vantagem numérica persa. Com pouco espaço para manobrar, as ágeis trirremes gregas foram um pesadelo para a frota invasora.

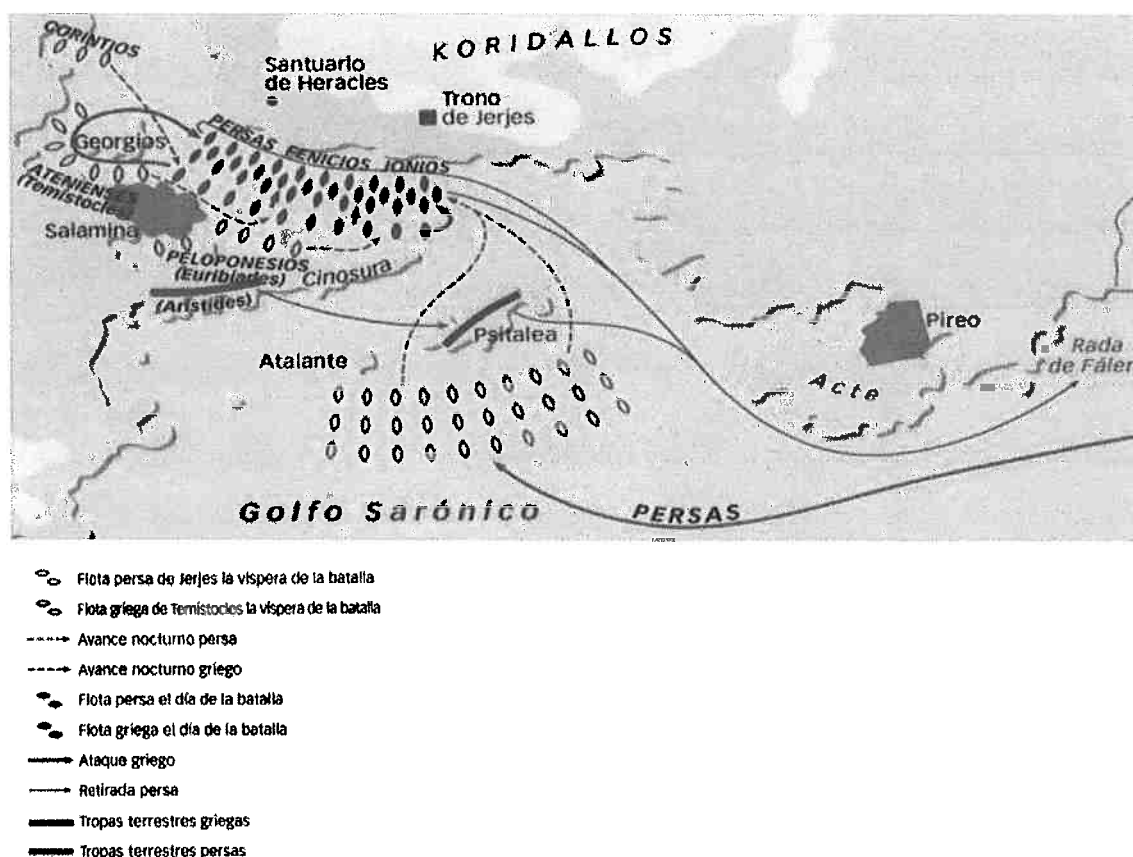


Fig. 16 A Batalha de Salamina.(Fonte: Historia y Vida, nº 427)

"O terreno cujo acesso é estreito e onde uma grande força pode ser detida por uma força inimiga menor, é chamado de terreno cercado, aqui se corre o risco de ser totalmente derrotado... Aquele que sabe como utilizar forças numerosas ou exíguas será vitorioso. Há na guerra circunstâncias onde muitos não podem atacar poucos, outras em que os fracos logram dominar os fortes. Quem se mostrar à altura de manipular tais circunstâncias será vitorioso."[4]

Os gregos escolheram o ponto onde suas forças de mar e terra ofereceriam combate a Xerxes. Termópilas em terra, e Artemísio no Mar. Essa força de defesa

combinada era necessária para evitar o apoio da esquadra persa a seu exército que travaria a luta no continente. O local era suficientemente ao norte para proteger as cidades da Grécia central e adequado para anular a vantagem numérica do exército persa. As armas mais temidas dos persas, sua multidão de soldados e arqueiros não eram úteis em Termópilas, devido ao terreno. Os invasores não podiam passar mais de doze soldados de uma só vez na estreita passagem e nem agrupar mais de mil deles muito próximo ao local do confronto.

Com equipamentos projetados para lutar à distância e em planícies, os persas não puderam combater como desejavam em Termópilas. Os gregos com sua tradicional formação de falanges impôs aos persas um duríssimo obstáculo à passagem do exército de Xerxes.

### **A eficiência da falange grega**

A falange era uma formação ofensiva de infantaria pesada destinada ao choque homem-a-homem, exatamente como o terreno em Termópilas impunha, lutava, freqüentemente desacompanhada de tropas auxiliares como cavalaria ou tropas leves.

As Guerras Médicas colocaram frente-a-frente a melhor infantaria pesada do mundo conhecido baseada nas falanges, contra o exército persa, bem mais versátil, integrado por arqueiros, infantaria leve e cavalaria. O exército grego era composto, quase que exclusivamente, por infantaria pesada, as falanges (a Grécia resistiria a utilizar exércitos integrados até o século IV a.C.). Os persas, ao contrário dos gregos, usavam tropas auxiliares de todos os tipos. Sabe-se também que eram peritos na guerra de cerco, entretanto, esta foi pouco útil na invasão da Grécia. Nas Guerras Médicas as batalhas travadas em terra foram perdidas, quase que exclusivamente, contra as pouco versáteis falanges de infantaria pesada grega. A disciplina e o treinamento foram uns dos responsáveis pelos resultados, além disso, a feliz escolha dos locais onde oferecer batalha diminuíram as chances de vitória persas, pois obrigava estes a lutarem ao estilo grego, para o qual não possuíam treinamento nem equipamento adequados.

### **3. ASPECTOS TECNOLÓGICOS - A METALURGIA ANTIGA**

Por 200 anos, entre 1400 e 1200 a.C. aproximadamente, a região da Anatólia esteve sob o controle dos temidos Hititas. Poucos povos podiam rivalizar militarmente com este poderoso Império da Antiguidade. Um dos motivos dessa hegemonia foi de natureza tecnológica. Com armas feitas em aço, uma novidade para a época, levaram vantagem contra os egípcios que não detinham esse conhecimento. Os Hititas dominavam uma tecnologia estranha a seus vizinhos. A metalurgia do ferro.

A exemplo dos Hititas na Antiguidade, guerras, em todas as épocas, foram decididas, em maior ou menor proporção, pelo fator tecnológico. A posse de determinadas tecnologias, em muitas oportunidades determinou o domínio de um povo sobre outro.

Do ponto de vista militar, o domínio da metalurgia possibilitou ao homem da Antiguidade expandir sua capacidade de dano e de auto-proteção em combate. Armas feitas com materiais mais eficientes e adequados, assim como armaduras protetoras capazes de resistir a maiores e mais contundentes impactos foram consequência desses novos conhecimentos. Assim, uma grande vantagem ou desvantagem no campo de batalha poderia decorrer do conhecimento ou da ignorância com relação às técnicas e processos relacionados com a manipulação dos metais. Em última análise o conhecimento metalúrgico, não raro, era o divisor de águas entre vitória e derrota.

A seguir é realizado um breve estudo qualitativo dos principais aspectos da metalurgia antiga, sua evolução e sua provável situação à época das Guerras Médicas.



### 3.1 A Metalurgia Antiga

Até o período Neolítico, o homem dependeu quase exclusivamente de materiais como osso, pedra e madeira para fabricar suas rudimentares ferramentas. A figura abaixo mostra uma adaga de pedra.

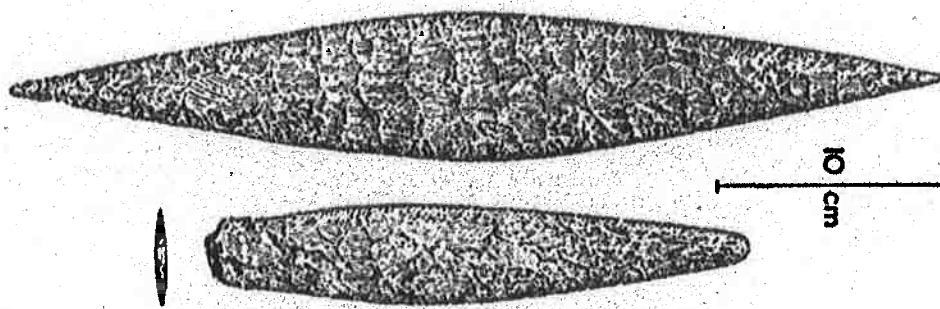


Fig. 17 Adaga em pedra do período Neolítico. (Fonte: A History of Technology, 1957)

O uso de metais era ocasional e provinha de fontes nativas (ouro, prata, cobre e ferro meteorítico), o uso desses metais era restrito a objetos ornamentais ou de pequeno porte, tal como anzóis para pesca. Neste período eram ainda desconhecidas as enormes possibilidades do trabalho com os metais.

Podemos afirmar que a metalurgia propriamente dita só começou quando o homem passou a dominar as técnicas de redução, aquecimento e de fundição que lhe permitiram obter formas cada vez mais complexas e moldadas segundo finalidades específicas. Isto somente ocorreu quando se estabeleceu a relação entre o minério e o metal.

Este conjunto de conhecimentos acabou deslocando as antigas técnicas de lascamento de pedras, corte e outras, ainda menos precisas.

Foi somente com esse salto no conhecimento que se pôde explorar as propriedades plásticas que diferenciam os metais dos demais materiais.

As técnicas de redução tornaram-se comuns somente a partir de 4000 a.C. provavelmente desde o Oriente Médio, onde os metais nativos, exceto o ouro, são raros.

As técnicas de extração tiveram que ser dominadas antes que os metais passassem a ter uma grande importância no cotidiano do homem antigo.

Foi somente 1000 anos após o desenvolvimento dos primitivos processos de extração que a metalurgia do ouro, prata, chumbo, antimônio, estanho, cobre e suas ligas foram dominadas, e as técnicas de fundição começaram a ser desenvolvidas. A existência de uma Idade do Cobre que preceda a do Bronze, é questionável. É provável que, desde um princípio, ambos, liga e o cobre metálico puro, fossem usados sem clara distinção.

O metal, em sua forma nativa foi, provavelmente, a primeira experiência do homem com esse particular material. Este, então, era conformado por corte, martelamento e dobramento, utilizando pedras como bigornas e como martelos. Num estágio posterior, as técnicas de extração envolveriam redução do minério. Entretanto, as mesmas técnicas de conformação eram usadas. Foi, provavelmente, nesta fase do desenvolvimento da metalurgia que se observou que o metal deformado tem sua dureza aumentada, num fenômeno, hoje, conhecido pelo nome de encruamento, podendo, entretanto, ter sua condição original restaurada caso a peça metálica fosse reaquelada, era o recozimento. Este procedimento poderia ser repetido diversas vezes até alcançar-se o formato desejado.

Um avanço então ocorreu quando se desenvolveram os moldes de fundição. O fato de fundir o metal eliminava a necessidade dos demorados passos de forjamento, além de permitir a obtenção de objetos com formatos mais precisos. As propriedades finais dos objetos fabricados naquela época dependiam muito mais da composição do que dos processos de produção, seja por fundição ou forjamento.

Uma situação muito mais complexa surgiu com a chegada do ferro. Até a introdução dos altos fornos na Idade Média, o produto da redução do minério de ferro era, simplesmente, ferro esponja, o qual era excessivamente mole quando comparado com o bronze. Entretanto, essa situação poderia mudar se a superfície do objeto de ferro puro fosse colocada em contato com o carvão em brasas. Nessa situação ocorria a difusão do carbono para a superfície metálica, transformando o ferro em aço. Este sim, possui propriedades muito diferentes dos outros metais não ferrosos conhecidos. O aço submetido a aquecimento seguido de resfriamento brusco por imersão em água, a têmpera, tornava-se extremamente duro, enquanto que o cobre e o bronze submetidos ao mesmo procedimento tinham sua dureza diminuída. Descobriu-se a seguir que o grau de

dureza e tenacidade do aço podiam ser controlados por aquecimento em determinadas faixas de temperatura, o moderno revenimento.

Toda esta gama de novas possibilidades revolucionou a utilização de materiais pelo homem.

### 3.2 As Origens Históricas

O metal mais antigo obtido da redução do minério parece ter surgido em tempos tão longínquos quanto 7000 ou 6000 a.C. Isto ocorreu independentemente no sudeste da Europa e no oeste da Ásia, tendo o resto da Europa, Ásia e norte da África, adquirido esse conhecimento a partir desses antigos centros entre 4000 e 3000 a.C.

Outras linhas de pesquisa, entretanto, afirmam que os primeiros metais reduzidos, provavelmente cobre, teriam surgido na região próxima ao nordeste da Pérsia. Expandindo-se para o restante do Oriente Médio.

Isto teria ocorrido na faixa de montanhas que se estende do Taurus até o mar Cáspio, onde lenha e minérios de todos os tipos abundam. O conhecimento metalúrgico teria, então, se espalhado para o resto da Ásia, Europa e norte da África. A arte de trabalhar os metais teria, então, se difundido a partir desse local de origem e se desenvolvido independentemente em novos centros, como mostra a figura abaixo. A difusão desses novos conhecimentos pode ter sido promovida por ferreiro itinerantes e comerciantes.

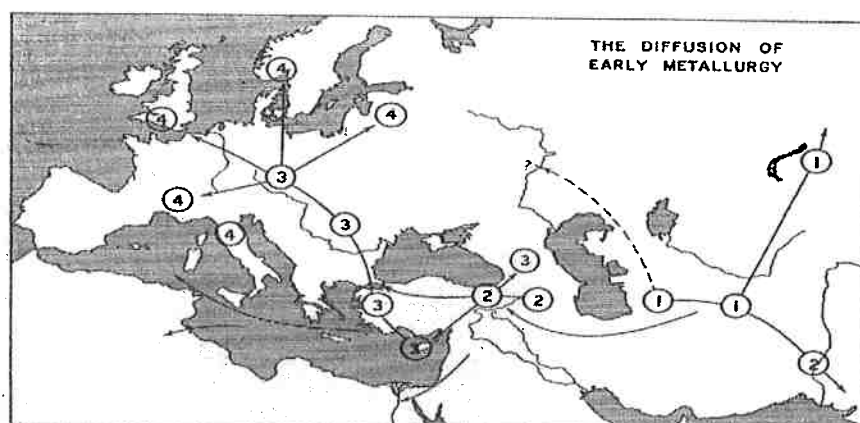


Fig. 18 Provável seqüência de eventos na expansão da metalurgia antiga. (Fonte: A History of Technology, 1957)

A presença de minério e de combustível é um sinal da provável localização desses novos centros de metalurgia. A escassez de um desses recursos dificultaria enormemente os primeiros passos do desenvolvimento da metalurgia nesses centros. Os grandes Impérios contemporâneos a esse desenvolvimento se encontravam distantes desses primeiros locais de produção de metal bruto, o que os deve ter obrigado a importar tais bens para serem, a seguir, trabalhados pelos seus próprios metalurgistas. A seguir vemos onde a metalurgia teria se originado e como teria se expandido, a partir do Oeste da Ásia.

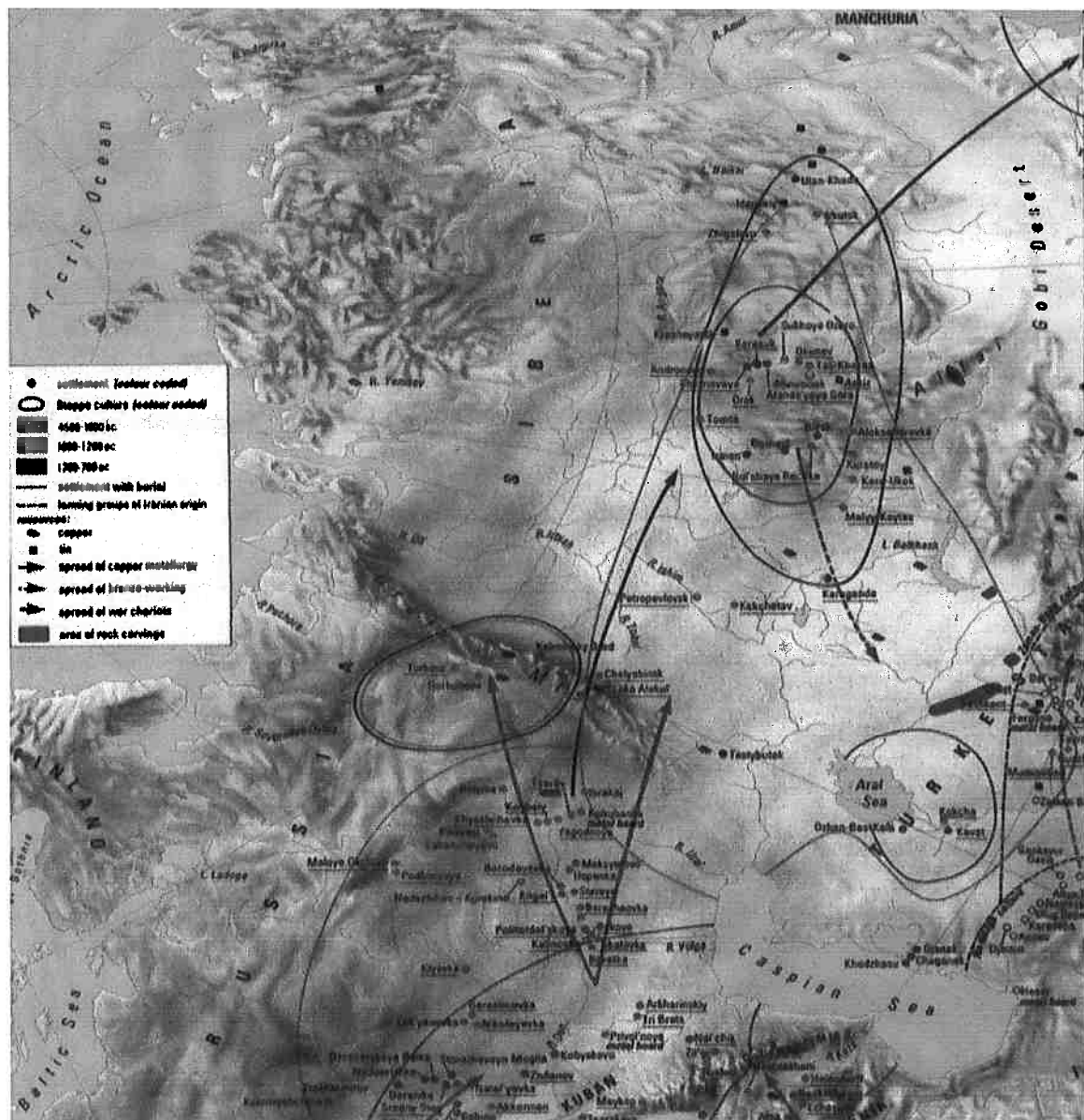


Fig. 19 Principais centros de trabalho com o cobre e bronze na Ásia antiga. (Fonte: Past Worlds: The Times Atlas of Archaeology, 1984)

Quando não era encontrado na forma nativa, para extrair o metal era necessário reduzir o minério. Assim desenvolveram-se os primeiros fornos com fins metalúrgicos, nos quais o fogo era forçado por corrente de ar. No princípio o minério era misturado com o combustível, em camadas alternadas, e o metal reduzido puro era coletado na forma de pedaços no fundo da fogueira. Depois, desenvolveram-se fornos feitos com argila ou pedra, podendo ter o fundo com orifícios, seja para vazamento ou para ventilação. O forno podia, também, ser totalmente enterrado no solo.

A arte de construir fornos metalúrgicos veio, possivelmente, de adaptações feitas em fornos de cozimento de pão ou de fabricação de vidro.

Em grandes fornos com ventilação forçada era possível reduzir o minério e fundir o metal. Entretanto, se o objetivo era refinar metais preciosos ou fazer fundições finas, era indesejável que o metal estivesse em contato com o combustível. Assim, para evitar esse contato, o metal era fundido em um cadinho de argila refratária, semelhante ao que vemos na figura abaixo.

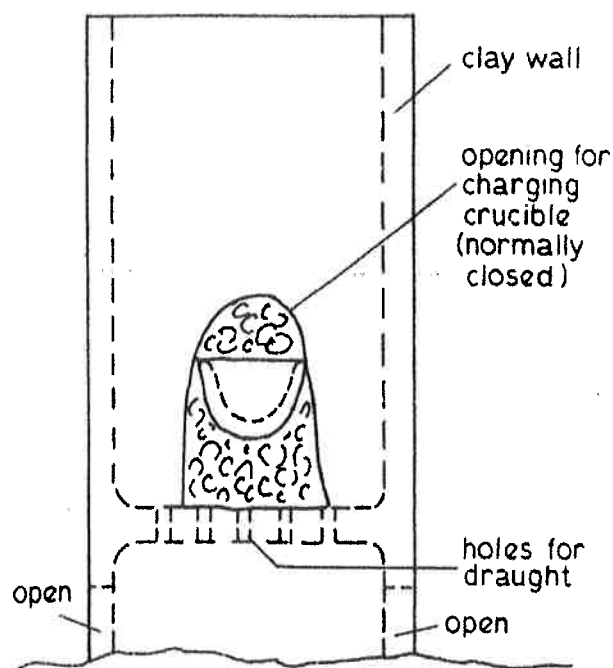


Fig. 20 Forno metalúrgico antigo com aberturas para ventilação. (Fonte: A History of Metallurgy, 1984)

Para atingir a temperatura de fusão do ouro ou do cobre, era necessária a ventilação forçada de ar. O aparato para sopro evoluiu para o uso de junco oco, sendo, mesmo assim, um dispositivo muito antigo. Tubos similares, em outros materiais já eram conhecidos no Egito desde 2500 a.C.

Para fornecer a vazão de ar necessária ao processo era necessário algum tipo de bomba. "Formas antigas de bomba utilizavam peles de animais, com o tubo encaixado em uma das pernas do animal." [6]

Para manipular o metal era utilizado gravetos de madeira verde, "instrumento" ainda hoje utilizado em regiões da África.

### **A metalurgia do ouro**

O ouro possui metalurgia das mais simples. Entretanto, não é certo que ele tenha precedido o cobre nativo em seu uso. No Egito há indícios de que ele poderia ter vindo antes do cobre. Na Antiguidade do Egito, o uso e extração do ouro eram sistemáticos, conferindo a este o monopólio quase total de sua produção. A produção egípcia provinha na maior parte do deserto da Núbia, onde, ainda hoje, se encontram mais de 100 ruínas das minas de ouro da Antiguidade. A produção da época é calculada em mais de 30 Kg/ano, muito maior do que a de qualquer outra região. Não é, sem motivo, portanto, que a região possui esse nome, já que Núbia significa "terra do ouro" (do egípcio Nub). Ásia Menor, Pérsia, Cáucaso, Índia e os Balcãs possuíam depósitos de ouro, entretanto a produção de ouro dessas regiões não se aproximava, em quantidade, à do Egito, nem era tão sistemática.

Desde 4000 a.C. já se conheciam muito bem as técnicas de extração do ouro. O ouro ocorre de forma nativa em veios, em massas irregulares ou como ouro aluvial formado da erosão de sua rocha de origem e conseqüente arraste pela força das águas. A extração consiste, somente, em separar o metal dos detritos indesejáveis.

No Egito, a mineração e extração de ouro parece ter sido feita desde depósitos de quartzo. A rocha era fragmentada até atingir o aspecto de pó. Este era lavado em pranchas de madeira sob corrente de água. A corrente carregava as partículas mais leves, deixando preferivelmente as partículas de ouro que são mais densas. Outras

técnicas eram utilizadas em diferentes regiões. No Cáucaso, por exemplo, o ouro era extraído de depósitos aluvionais e lavado em lã de ovelha, na qual as partículas de ouro aderiam e as partículas indesejáveis eram levadas pela correnteza.

No Egito, a mineração era realizada por prisioneiros ou criminosos, que trabalhavam fiscalizados por soldados do Estado. O governo vendia o ouro, então, para ourives para ser trabalhado.

O ouro nativo é colorido como consequência de sua freqüente associação com outras impurezas tais como ferro, prata ou cobre. Esta coloração, entretanto, não era vista de forma negativa, uma vez que ampliava o leque de possibilidades decorativas para os antigos ourives. O refino do ouro só aconteceu posteriormente com a adoção de técnicas vindas do refino da prata, tais como a copelação. Nesta técnica o chumbo é adicionado ao ouro bruto, os metais, então, são aquecidos juntos até a fusão. Quando uma corrente de ar é soprada no sistema, o chumbo e outros metais que eventualmente estejam presentes são oxidados, separando-se do conjunto levando consigo os outros óxidos. O resultado do processo é um botão de ouro puro, ou ligado com prata, se esta se encontrar presente.

### **A prata e o chumbo**

O chumbo e a prata estavam freqüentemente associados, pois eram obtidos a partir da galena sendo esta, predominantemente, sulfeto de chumbo com pequenas, mas freqüentes, quantidades de prata. Sua ocorrência é muito dispersa.

A prata nativa, mesmo ocorrendo dessa forma em alguns lugares, é improvável que tenha constituído uma forma regular de suprimento na Antiguidade. Registros de seu uso na Mesopotâmia, no Egito e em Creta datam de 2000 a.C., tornado-se comum em outras regiões somente a partir de 1400 a.C.

O nordeste da Ásia Menor parece ter sido o mais antigo produtor de prata da Antiguidade, isto teria ocorrido "nas terras dos Cálibes", região mineradora controlada pelos Hititas. Assim, a Ásia Menor controlava a produção de prata do mundo antigo.

A produção de prata e chumbo, gradualmente, foi sendo introduzida na Europa, através do mar Egeu e da ilha de Creta, e para o leste, para o norte da Mesopotâmia,

Carnânia e Bactria. Por volta do ano 1000 a.C. a prata tornou-se, então, comum no Oriente Médio, tendo o Egito entrado nessa fase metalúrgica somente 400 anos depois.

Quando o Egito esteve subjugado pelo Império Persa, a prata ainda era rara, chegando seu valor a cerca de da metade do valor do ouro. Já na era Helenística, a prata tornou-se comum, tendo seu valor, conseqüentemente caído para cerca 1/13 do valor do ouro.

Do ponto de vista metalúrgico, a importância da prata e do chumbo, historicamente, reside no fato de sua produção envolver técnicas de redução de minérios sulfetados e copelação. A produção destes metais envolvia ustulação para dessulfurar parcialmente. A seguir vinha a redução propriamente dita do óxido de chumbo. A copelação, no entanto, só seria bem compreendida depois de 600 a.C.

Na Mesopotâmia, também, o preço da prata caiu durante a ocupação persa, a valores similares aos do Egito, indicando que o metal deveria ser produzido em relativa abundância nessa época.

## O Cobre

O cobre foi o metal mais importante da Antiguidade, não somente pelo volume de sua produção ou pela sua utilidade, mas também por envolver as técnicas básicas de metalurgia que foram necessárias ao posterior domínio do ferro.

O cobre nativo pode ser encontrado de diversas formas, raramente como grandes massas, mas freqüentemente como partículas.

No Egito, Palestina, Vale do Danúbio, Ásia Menor e Mesopotâmia foram achados objetos fabricados com cobre nativo. Isso é possível saber devido à microestrutura característica desse metal. Seguramente o homem só se interessou pelos minérios de cobre uma vez que viram suas fontes de cobre nativo se esgotarem. Isso ocorreu, por exemplo no Oriente Médio, onde se passou a utilizar calcocita ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), calcopirita ( $\text{CuFeS}_2$ ), bornita ( $\text{Cu}_3\text{FeS}_3$ ), covelita ( $\text{CuS}$ ), cuprita ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), malaquita ( $\text{CuCO}_3$ ) e azurita ( $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ).

Esses minérios de cobre são divididos em duas classes. A primeira engloba os óxidos e os carbonatos; cuprita, malaquita e azurita. Estes minérios são relativamente



fáceis de reduzir, é possível fazê-lo com carvão vegetal, encontrando-se em camadas superficiais. A segunda classe de minérios é composta pelos minérios sulfurados que são achados em camadas mais profundas e requerem processos mais complexos.

Sua incidência ocorre no Sinai, Síria, Afeganistão, Cáucaso e Transcáucaso, na região do Taurus, Chipre, Macedônia, Ibéria e Europa Central. A figura abaixo mostra as principais regiões na Europa Antiga produtoras de cobre e ouro.

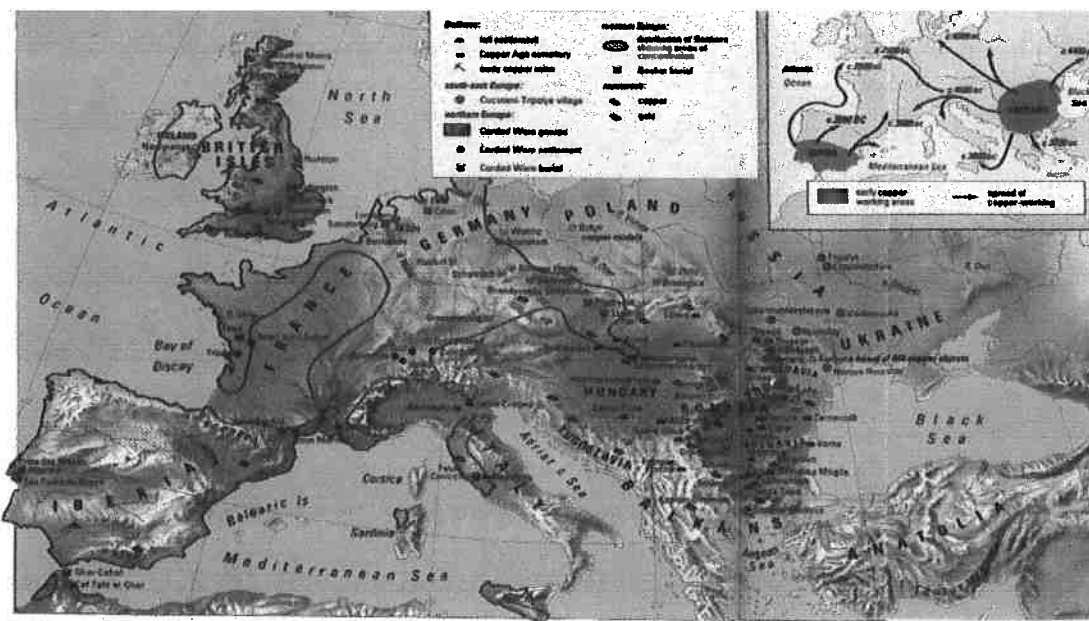


Fig. 21 Regiões produtoras de cobre e ouro na Europa. (Fonte: Past Worlds: The Times Atlas of Archaeology, 1998)

A Idade do Cobre verdadeira só começou com a redução desses óxidos e carbonatos, seguidos de sua fusão em fornos e cadinhos especialmente desenvolvidos para essa finalidade. A figura seguinte mostra como deveria ter sido o aspecto desses cadinhos.

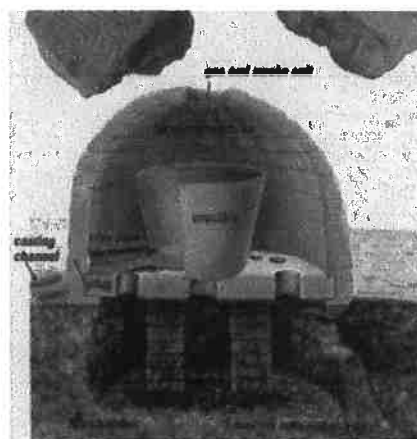


Fig. 22 Forno antigo com cadinho para fusão de cobre. (Fonte: Past Worlds: The Times Atlas of Archaeology, 1998)

Os fornos que a princípio eram pequenos, foram crescendo em capacidade. Neles eram colocadas camadas alternadas de carvão e minério, resultando no metal reduzido com escória.

Os sulfetos, tendo processo mais complexo que os óxidos e carbonatos, geralmente contêm ferro e outras impurezas. No processo moderno, obtém-se primeiro o sulfeto de cobre fundido, o mate. Ele é então oxidado no estado líquido. O sulfeto e o óxido de cobre reagem fornecendo como produto cobre e dióxido de enxofre. O primeiro passo é a ustulação, que remove o excesso de enxofre, assim como arsênio, o antimônio e o bismuto que saem na forma de óxidos voláteis. A seguir vem a redução com coque. Na última fase, um jato de ar é introduzido no mate fundido. O ferro, tendo maior afinidade que o cobre pelo oxigênio é o primeiro a ser oxidado juntando-se à escória. O jato só cessa quando a adequada proporção entre o sulfeto e o óxido de cobre é atingida. Esses compostos reagem produzindo um cobre de 98% de pureza.

Na Antiguidade produziu-se cerca de 20000 toneladas de cobre entre 1300 e 800 a.C. É claro que o processo na Antiguidade era muito menos sofisticado que o moderno e o metalurgista antigo não conhecia bem os princípios fundamentais que determinavam o sucesso do processo. Sequências sucessivas de ustulação, redução com carvão e utilização de corrente de ar poderiam ter sido utilizados. O fato é que esses processos produziam um lingote de cerca de 95% de pureza, o que não é desprezível se considerarmos o grau de conhecimentos e os recursos disponíveis aos antigos.

Para refinar o cobre poder-se-ia utilizar o delicado processo de oxidação branda. Ele consiste em soprar ar no metal em estado líquido. Suas impurezas são oxidadas e

sobem para a escória, exceto os metais nobres. Este processo, no entanto, é de difícil controle, pois o próprio cobre pode oxidar se não forem tomados os devidos cuidados. Na Antiguidade, esse processo era realizado em fornos com cadinho e jato de ar para oxidar.

As variações de composição químicas de objetos da Antiguidade podem nos indicar que minérios foram utilizados para produzi-los. Estas diferenças desapareceram, entretanto, com o aumento da habilidade dos antigos metalurgistas.

À diferença do aço, é impossível endurecer o cobre com resfriamento brusco após aquecimento (têmpera). Isto era sabido pelos antigos. Utilizava-se, então, forjamento com o objetivo de endurecer os objetos fabricados. Assim, tratado o cobre, ele poderia atingir a dureza aproximada de alguns ferro-carbonos, mas nunca seu limite de resistência à tração.

Acredita-se que o desenvolvimento da fundição tenha acontecido em 3500 a.C. na Mesopotâmia. Entretanto não há abundância de achados arqueológicos de objetos dessas primeiras fases da metalurgia, já que as peças ao quebrar ou se desgastarem devem ter sido, em grande parte, reutilizadas para fundi-las novamente.

A primeiras fundições foram realizadas em primitivos moldes abertos. Apesar de poder produzir implementos mais rapidamente, este tipo de molde só permitia a fabricação de objetos chatos. Somente com o desenvolvimento de moldes com duas ou mais partes pôde-se produzir objetos de geometrias mais complexas. A figura abaixo mostra um tipo de molde antigo.

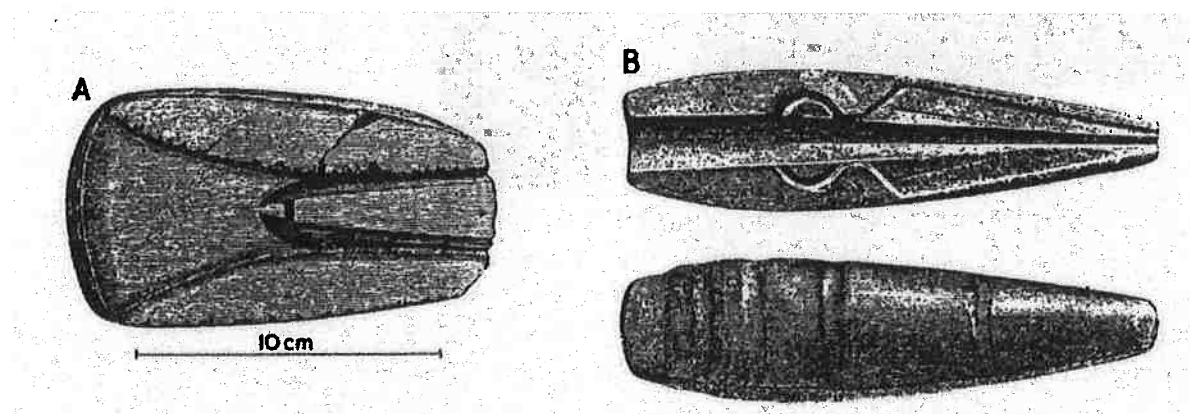


Fig. 23 Molde pontas de lança. (Fonte: A History of Technology, 1957)

## Ligas de cobre

Os achados arqueológicos deixam cada vez mais duvidosa a afirmação de que uma verdadeira Idade do Cobre precedeu a Idade do Bronze, a exceção do Egito, onde o bronze só tornou-se comum após o ano 2000 a.C. As ligas de cobre podiam conter estanho, antimônio, arsênio, chumbo ou zinco. O bronze era a liga mais comum, entretanto, ligas de antimônio e arsênio eram encontradas em algumas regiões. Na maior parte dos bronzes antigos, o antimônio é acidental, sendo esta a razão da maioria dos objetos de bronze-antimônio terem sido encontrados na região do Cáucaso, lugar onde o antimônio era abundante. Também foram encontrados bronzes-arsênio no Egito e no Vale do Indus, Hungria, Cáucaso e Europa Central. O alto arsênio fazia os bronzes muito duros, porém, frágeis, motivo pelo qual sua presença pode ter sido acidental. A tabela a seguir mostra composições típicas dessa fase.

Tabela 6 Composições típicas da primeira fase dos bronzes. (A History of Metallurgy, 1984)

Provenance-object	Composition, %					Reference
	As	Sb	Ni	Ag	Pb	
Los Milares Flat axe	1.1	tr.	0.03	0.14	0.0	46
Vila Nova de S. Pedro Dagger	2.1	tr.	—	0.08	—	44
Estramaduro Dagger	0.75	tr.	0.0	0.02	0.0	43
Point	2.6	0.0	0.0	0.02	0.0	
Point	3.7	tr.	tr.	0.01	0.0	
Point	2.8	0.02	0.0	0.01	0.0	
Point	tr.	0.0	0.0	<0.01	0.0	
Dagger	6.4	0.02	0.0	0.01	0.0	
Pin	3.5	0.0	0.0	0.01	0.0	
Chisel	2.4	0.0	<0.01	0.01	0.0	
Chisel	0.9	0.01	0.0	0.0	0.0	
El Argar Flat axe	0.64	0.0	0.014	0.54	0.023	45
Halberd	3.7	0.0	<0.01	<0.01	0.018	
Dagger	1.65	0.0	tr.	<0.01	0.0	
Chisel	1.6	0.0	0.0	<0.01	0.0	
Flat axe	1.8	0.0	0.0	0.014	0.0	
Halberd	2.8	0.0	<0.01	0.39	2.3	
Dagger	2.2	0.0	0.0	<0.01	0.0	
Halberd	3.5	tr.	0.0	<0.01	0.0	

O bronze estanho era superior ao cobre puro e aos outros bronzes conhecidos. Sua maior dureza e limite de resistência à tração e a facilidade de fundição lançaram-no à categoria de liga mais importante da Antiguidade. A figura 24 revela como os bronzes endurecem muito mais que o cobre quando submetidos à deformação plástica.

Havia, entretanto, um problema. A escassez do estanho era um fato. O minério de onde era extraído o estanho, ocorre em riachos e como veios de minério. Está freqüentemente associado com ouro.

Saber a localização exata dos depósitos de estanho no Oriente Médio é muito difícil, uma vez que as jazidas foram totalmente esauridas. Sabe-se, no entanto, que existiam jazidas no Cáucaso, e ocorriam em poucos lugares na Ásia Menor e Pérsia. No Egito o estanho estava totalmente ausente. É por esse motivo que o Egito tardou tanto para ingressar na Idade do Bronze. Na Europa as coisas eram diferentes, havia importantes jazidas na Espanha (na região da Cantabria), Grã Bretanha (na famosa região da Cornualha, ao sul da ilha), na francesa Gália e na Alemanha central. A figura 25 revela a localização das regiões produtoras.

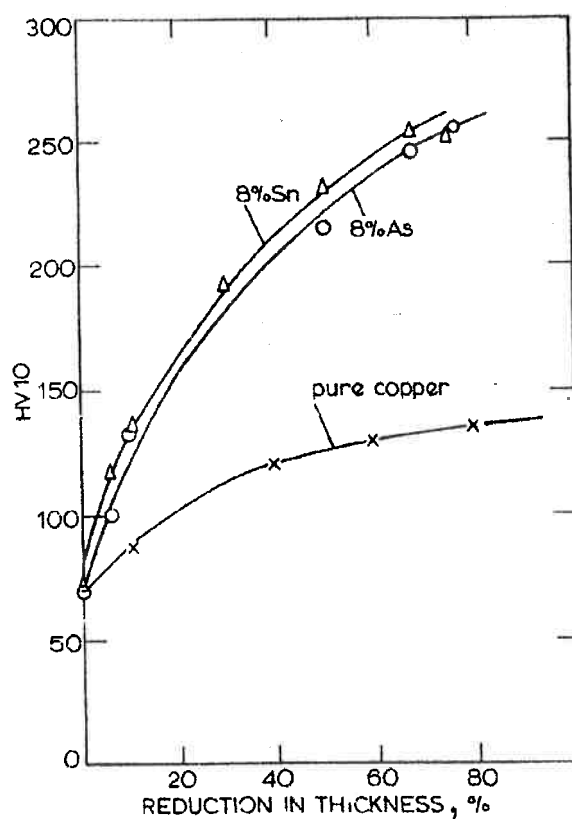


Fig. 24 Gráfico da redução de espessura por dureza. [9]

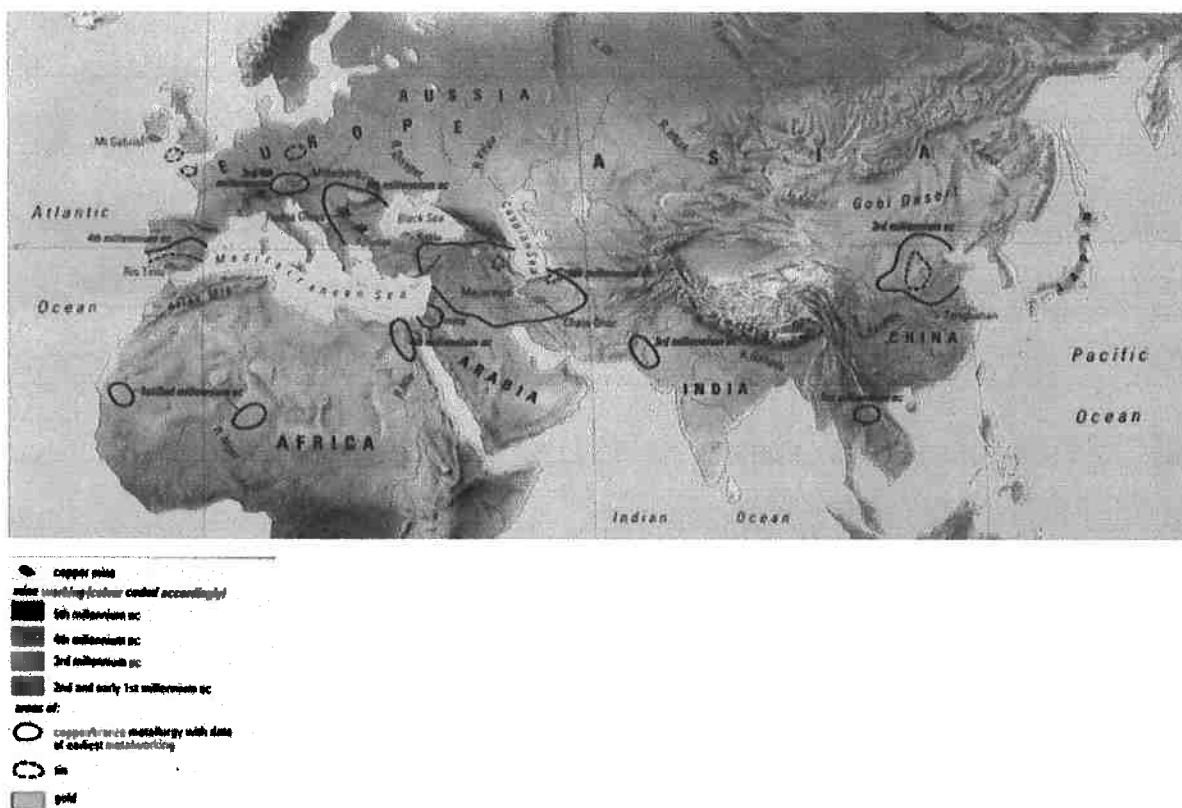


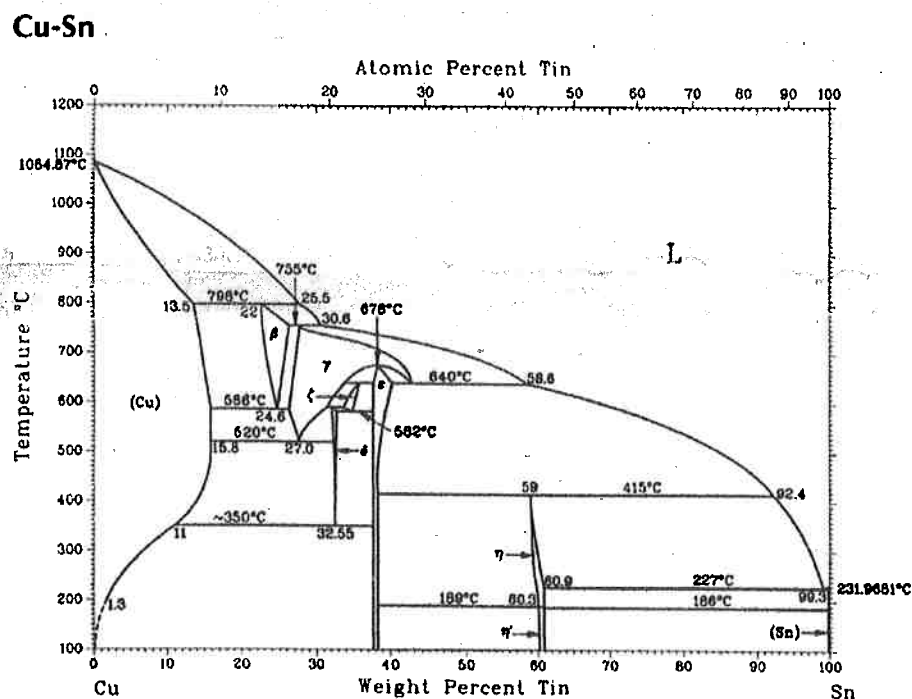
Fig. 25 Regiões produtoras de cobre e estanho. (Fonte: Past Worlds: The Times Atlas of Archaeology, 1984)

A grande produtora de estanho da Antiguidade, a Espanha, já operava desde o começo da Idade do Bronze, sendo continuamente explorada também no Império Romano. A partir da Espanha, o minério era exportado para a França e para o Mediterrâneo antes dos tempos romanos. Os depósitos da Gália, no sul da França começaram a ser utilizados somente a partir de 500 a.C., não sendo muito explorados devido à competição das minas espanholas. As minas da região da Cornualha, no sul da Grã Bretanha, entraram em atividade na mesma época, sendo exploradas até tempos romanos.

Essas regiões produtoras da Europa Central, supriram de estanho o Mediterrâneo a Europa e Oriente Médio, este, já com suas regiões produtoras esgotadas. O Oriente Médio passou a importar estanho da Cornualha, França, Espanha e Europa central.

Não era muito complicado extrair o estanho a partir da cassiterita. O minério de aluvião primeiro era lavado e talvez ustulado em operações bem conhecidas. O minério

Estudos apontam que a descoberta do bronze teria ocorrido da mistura acidental dos minérios de estanho e cobre colocados para reduzir. Os minérios, então, reduzidos juntos teriam produzido o bronze que tinha diferentes propriedades em relação ao cobre. O bronze ainda apresentava a vantagem de ser mais adequado à fundição que o cobre, devido à redução do ponto de fusão desta liga em relação ao cobre. A figura a seguir mostra um diagrama de equilíbrio onde vemos a redução do ponto de fusão em relação ao cobre puro.



Na Antiguidade, anterior aos tempos romanos, as principais fontes de cassiterita não eram os veios e sim a cassiterita aluvial.

O processo histórico parece ter sido um pouco diferente no Oriente Médio. Na mineração do ouro em correntes de água, partículas de cassiterita eram encontradas e reduzidas como uma espécie de chumbo. Como o antimônio e o chumbo já eram adicionados ao cobre para facilitar sua fundição, adicionou-se também o estanho.

Observou-se, então, que essa nova adição, o estanho, ao contrário do que ocorria com os outros metais de liga, aumentavam o limite de resistência à tração do produto final. Entretanto, esses depósitos de aluvião se exauriram fazendo que o Oriente Médio se voltasse para a Europa em busca estanho para seu bronze.

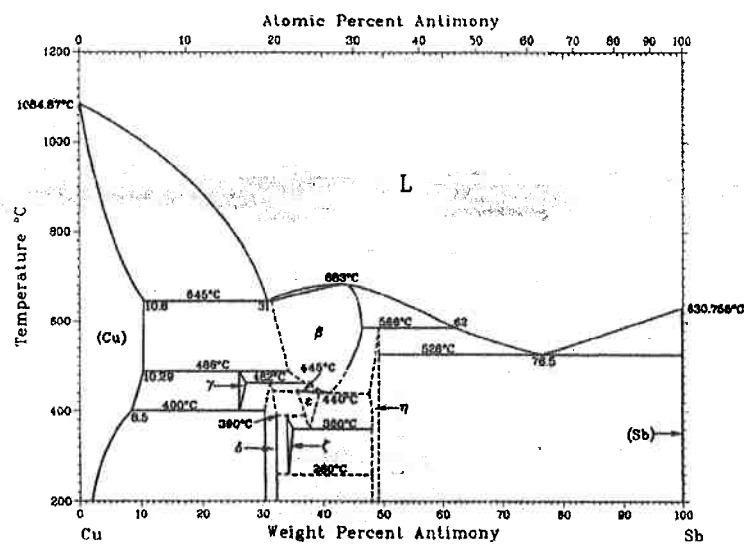
A fase seguinte da tecnologia do bronze ocorreu por volta de 1500 a.C. , quando o minério de estanho passou a ser reduzido separadamente com carvão. Uma vez obtendo-se o estanho metálico tornou-se possível ter mais controle sobre a composição do bronze, fazendo-se experiências com várias proporções de estanho e observando as propriedades mecânicas correspondentes. A existência dessa fase da metalurgia é corroborada por achados arqueológicos que mostram objetos de composição mais constante correspondentes a essa época.

As fontes de estanho da Bohêmia foram as mais importantes da Antiguidade até serem desbancadas pelas fontes da Espanha, já nesta nova fase da metalurgia do bronze. No começo da Idade do Bronze, os objetos requeriam prolongado forjamento para dar-lhes sua forma final. Durante a Baixa Idade do Bronze, moldes duplos começaram a aparecer, praticamente eliminando a necessidade de forjamento. Uma outra evolução no processo ocorreu neste Período, a adição de chumbo à liga. Essa adição promove o abaixamento do ponto de fusão (como mostrado na figura abaixo), o que era crítico na Antiguidade, melhorando, assim, as condições de fundição. A maior parte dos objetos da Baixa Idade do Bronze possui chumbo em sua composição, este fato pode ser usado como um critério para a datação aproximada do objeto.



The diagram is a phase diagram for the Cu-Pb system. The y-axis represents Temperature in degrees Celsius, ranging from 200 to 1200. The x-axis represents Weight Percent Lead, ranging from 0 to 100. The diagram shows a liquidus line that starts at 1084.87°C for pure Cu and curves down to a eutectic point at 327.506°C for 100% Pb. A solidus line is also shown, which is horizontal at 327.506°C. The region between the liquidus and solidus is labeled 'L'. The region below the solidus is labeled '(Cu)' for pure Cu and '(Pb)' for pure Pb. An inset in the lower left corner provides a magnified view of the eutectic region, showing the liquidus and solidus lines meeting at the eutectic point. The inset also shows the composition of the liquid and solid phases at the eutectic temperature, with the liquid being 99.99% Cu and the solid being 99.99% Pb.

### Cu-Sb



56

## O Ferro

Costuma localizar-se a Idade do Ferro em cerca de 1200 a.C., mas esta pode ter começado ainda antes.

O ferro ocorre como minérios, tais como; hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) e siderita ( $\text{FeCO}_3$ ), ou como ferro meteorítico. Esses minérios já eram conhecidos há muito tempo antes do advento do ferro.

O minério de ferro está amplamente espalhado pela superfície terrestre, o Oriente Médio antigo era uma das regiões bem supridas desse minério. Havia jazidas no Taurus (sul da Ásia Menor e Armênia), no Cáucaso e no norte da Pérsia.

A Europa obtinha o minério da região da Gália, da Espanha, Etrúria, Elba e Bretanha, sendo que muitos desses depósitos já eram explorados desde antes dos tempos romanos.

A Idade do Ferro só começou um pouco antes de 1200 a.C., portanto, muito depois que o cobre, o que pode parecer estranho, pois o minério de ferro é muito mais abundante que o de cobre. Além disso, a temperatura de redução do óxido de ferro não é muito diferente da do óxido de cobre.

Entretanto, uma observação mais minuciosa das técnicas de redução e tratamento do ferro revelará as causas dessa defasagem histórica em seu uso.

Desde os últimos dois mil anos, o homem tinha observado que ao misturar certos tipos de pedra colorida com carvão em um forno, produzia metal líquido. Os eventos que descreviam o processo já eram bem conhecidos e seguiam sempre um mesmo padrão.

Provavelmente, o minério de ferro esteve entre essas primeiras experiências, no entanto, ele não produzia o mesmo padrão de eventos, uma vez que não fornecia como produto o conhecido metal líquido, e sim, uma estranha massa esponjosa similar a uma pedra e com aspecto muito pouco metálico.

Os grandes centros de trabalho com bronze, além do mais, dada a escala de produção e de profissionalização, dificilmente ofereceriam oportunidade para novas experiências.

Assim, antes da Idade do Ferro, os objetos achados pertencentes a essa época eram, na sua maioria, fabricados em ferro meteorítico, encontrado ocasionalmente e que, devido ao seu alto conteúdo de níquel, tinha propriedades similares às do aço.

Então, vários fatores convergiram para a chegada tardia da Idade do Ferro. Primeiro, o novo metal não representava vantagem em relação aos já conhecidos cobre e bronze, pois requeria mais combustível, muito mais trabalho e perdia o corte mais rapidamente. Esta situação mudou quando se descobriu que levando o material ao carvão, reaquecendo-o e em seguida deformando-o, sucessivas vezes e por fim resfriando-o bruscamente em água (têmpera), o ferro tornava-se superior ao bronze, como mostrado no gráfico abaixo através do aumento do limite de escoamento.

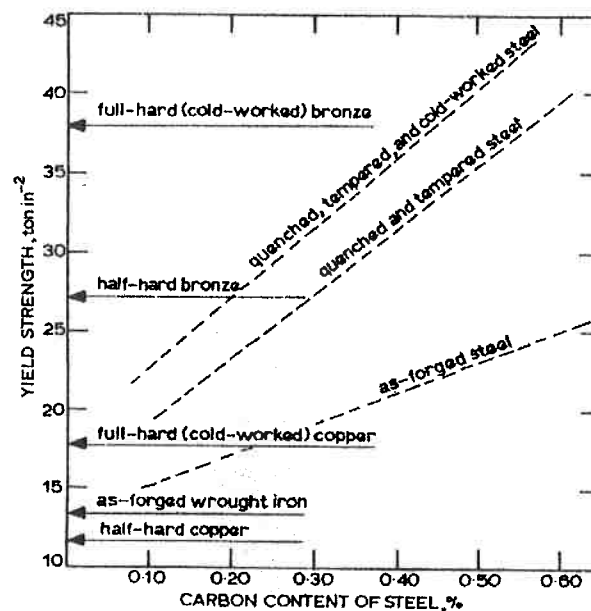


Fig. 29 Comparação entre limites de escoamento do cobre, bronze e aço. [9]

O forjamento alternado a aquecimentos sucessivos transformava a superfície do objeto em aço pela difusão de carbono, em um processo que modernamente é conhecido pelo nome de cementação. Foi somente a partir do desenvolvimento e domínio de tais técnicas e processos que a verdadeira Idade do Ferro teve início. Isto teria acontecido nas montanhas da Armênia entre 1900 e 1400 a.C.

As propriedades do ferro dependem, entre outras coisas, da sua porcentagem em carbono. Assim, de forma geral, o ferro esponja, tinha pouco ou nenhum carbono, sendo

extremamente maleável. Já o ferro fundido, no outro extremo, contendo entre 2 a 5% de carbono torna-se duro e frágil. A função do ferreiro antigo era exatamente encontrar o ponto ideal de carbono para obter a composição que lhe fornecesse as propriedades mais adequadas à finalidade do objeto que este queria produzir, estando a porcentagem de carbono, provavelmente entre 0% e 2%.

A lendária origem do aço propriamente dito remonta, novamente, aos Cálibes, povo que tantas contribuições deu à metalurgia. Este povo fora subjugado pelos Hititas, os quais, durante 200 anos detiveram o monopólio total de sua manufatura. A partir de então, com queda do Império Hitita, a fabricação do aço, tornou-se paulatinamente mais conhecida e comum no Mediterrâneo.

A grande disseminação do trabalho com o ferro só ocorreu com a incursão dos Frígios na Ásia Menor. Conseqüentemente, o conhecimento das técnicas de redução do ferro, seguido de sua cementação ficou acessível a diversos povos a partir de então. Os primeiros a se beneficiar foram as regiões do Irã, Transcáucaso, Síria e Palestina. Seguiram-se: Chipre, Cáucaso e Creta.

O trabalho com o ferro teve uma difusão muito mais rápida que o bronze uma vez que muitos anos de tentativas de trabalhar o ferro já tinham sido realizadas em muitos lugares.

O conhecimento teria chegado à Europa pela Itália, pela Grécia e pelos Bálcãs devido ao contato com Ásia Menor. Na Europa, a sede do novo conhecimento foi Noricum, à leste dos Alpes, já nos tempos romanos. A figura a seguir localiza a região na Europa.



Fig. 30 Noricum no mundo antigo.(Fonte: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))



Fig. 31 A região de Noricum, vista com mais detalhe. (Fonte: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

Ali, entretanto, utilizava-se a siderita, a qual não tinha as indesejáveis contaminações de fósforo e enxofre (que tendem a fragilizar o aço), mas sim o manganês, que permitia a produção de uma boa liga nos antigos fornos, assim como o da figura abaixo. Nos anos seguintes, as técnicas passaram para a região da Gália a partir de Noricum.

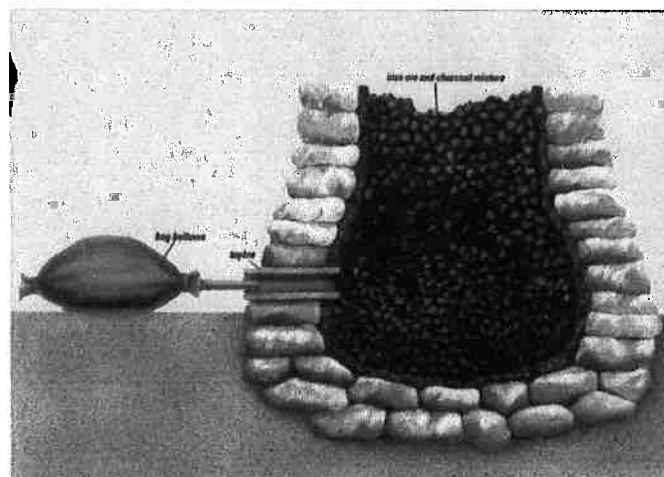


Fig. 32 Forno para redução de ferro. (Fonte: Past Worlds: The Times Atlas of Archaeology, 1984)

A produção em larga escala do aço dependeu do desenvolvimento de uma grande gama de novas técnicas, ferramentas e processos. O reaquecimento e repetido forjamento do ferro exigiu o desenvolvimento de pinças e martelos específicos para esse novo uso.

As técnicas de cementação seguida de resfriamento brusco, a têmpera, foram adequadamente compreendidas. O revenimento dos aços, efetuado por aquecimento do metal à temperaturas moderadas seguida de lento resfriamento, permitiu aos ferreiros aumentar a tenacidade diminuindo-lhe a fragilidade, mesmo que em detrimento de sua dureza.

Somente após o domínio das três principais técnicas metalúrgicas pôde-se fazer uso adequado do novo material. Isto marcou uma verdadeira revolução tecnológica naquela época. Entretanto, sem possuírem os métodos modernos de controle de temperatura, o processo era freqüentemente mal sucedido. A perícia e a experiência do ferreiro eram determinantes para o sucesso do processo.

No Egito, com relação à cronologia, sabe-se que por volta de 1200 a.C só se conhecia a carburação do ferro, a têmpera, sendo dominada somente em 800 a.C. e o revenimento compreendido somente nos tempos romanos. A Mesopotâmia entrou na Idade do Ferro no séc. IX a.C. O centro pioneiro na metalurgia do ferro, a Ásia Menor, atingiu seu auge em 750 a.C., aproximadamente.

Durante o Período Micênico, na Grécia o ferro era mais caro que o ouro, tornando-se cada vez mais comum a partir do ano 1000 a.C. Teria sido na Grécia a invenção da solda por Glauco de Kios, através do caldeamento, já no séc. VII a.C. A Lacônia, Lesbos e outras pequenas ilhas da Grécia, só passaram a produzir ferro a partir de 450 a.C. Muitas pequenas jazidas na Samo-Trácia e Eubéia foram exauridas já no Período Clássico.

Somente a partir de 750 a.C. o ferro passou a ter seu uso mais generalizado na Europa Central. O mais antigo centro metalúrgico da Europa foi o Noricum, na atual Áustria.

Por volta de 400 a.C. o centro de metalurgia do ferro deslocou-se para a Espanha e para as ilhas célticas. O principal produtor de ferro do Mediterrâneo era a Ásia Menor, com seus ricos depósitos do Taurus, Frígia e Cária.

A seguir temos uma breve cronologia da história da metalurgia

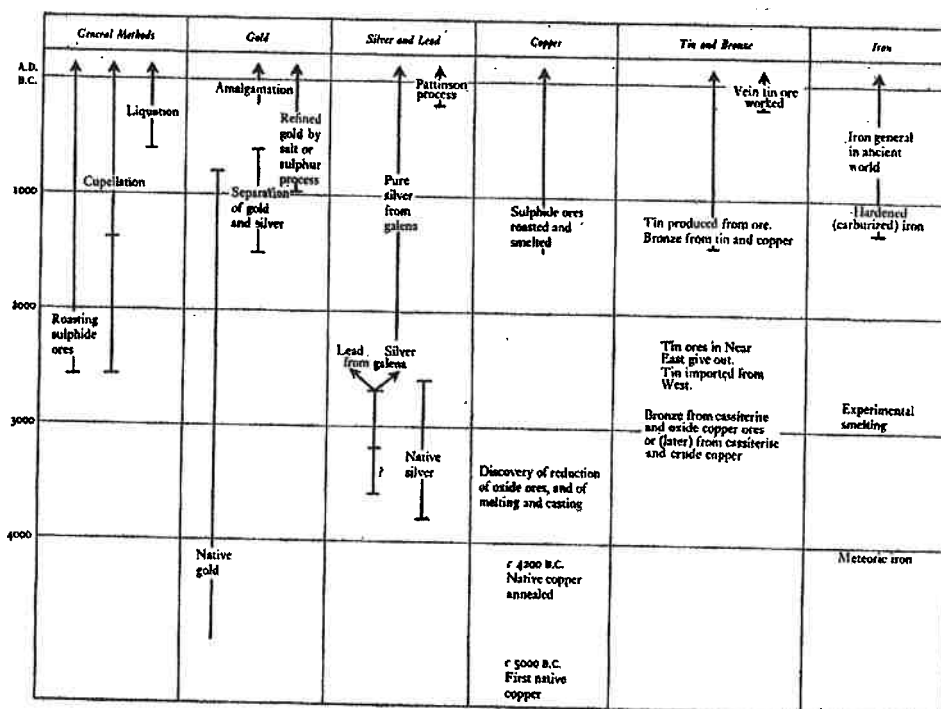


Fig. 33 Cronologia da História da Metalurgia. (Fonte: A History of Technology, 1957)

### 3.3 Os Principais Equipamentos Envolvidos nas Guerras Médicas e Seu Processamento

Os equipamentos utilizados pelo exército persa e pelo grego não eram totalmente diferentes, as principais armas de uso individual eram conhecidas por ambos lados. Lanças, arcos e pequenas espadas. Entretanto, os equipamentos de defesa eram bem diferentes. O hoplita grego utilizava armadura, caneleiras, elmo e escudo de bronze, este último, porém, com armação em madeira de carvalho. O equipamento completo pesava cerca de 30 kg. A figura abaixo mostra o provável aspecto do hoplita grego.



Fig. 34 Hoplita grego. (Fonte: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

Durante a batalha, o escudo era levado na mão esquerda enquanto a lança, medindo de 1,8 a 2,5 m e com ponta de ferro ficava na mão direita. O elmo, por sua vez, apesar de conferir grande proteção à cabeça tinha seus inconvenientes. A figura abaixo mostra um elmo grego.



Fig. 35 Réplica de elmo téspio de 480 a.C. (Fonte: [www.hellenic-art.com](http://www.hellenic-art.com))



Devido à falta de ventilação deste capacete de bronze, freqüentemente o soldado sofria desidratação. Essa pesada cobertura dificultava a visão e a audição. Assim como o elmo, o protetor de tórax, não permitia ventilação, provocando grande desconforto. O equipamento era completado por uma pequena espada, chamada *xiphos*. A figura a seguir mostra uma réplica.

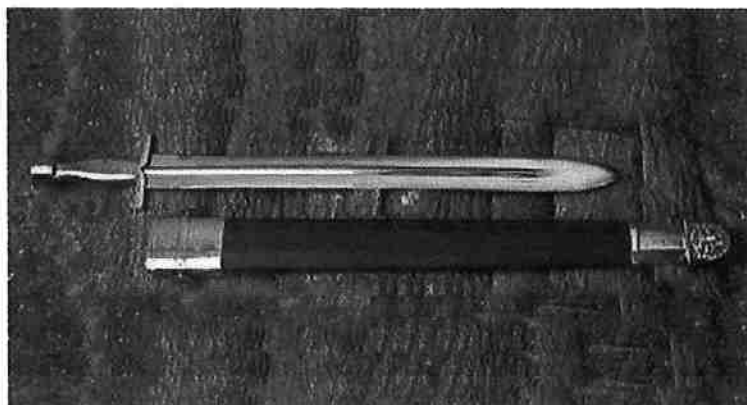


Fig. 36 Réplica de xiphos grega. (Fonte: [www.hellenic-art.com](http://www.hellenic-art.com))

Já o exército persa, sendo composto por diversas nações apresentava equipamentos tão variados quanto a quantidade de povos que o constituíam. Entretanto, as forças principais de Xerxes estavam assim equipadas: “...usavam tiaras, túnicas de várias cores, guarnecidas de punhos...longos calções que lhes cobriam os joelhos. Levavam uma espécie de escudo que chamavam *gerres*, com um arnês por baixo, dardos muito curtos, arcos de grande tamanho, flechas de bambu e um punhal suspenso à cintura, caindo sobre a coxa direita.”[2] A figura abaixo revela como seria o guerreiro persa das forças de Xerxes.

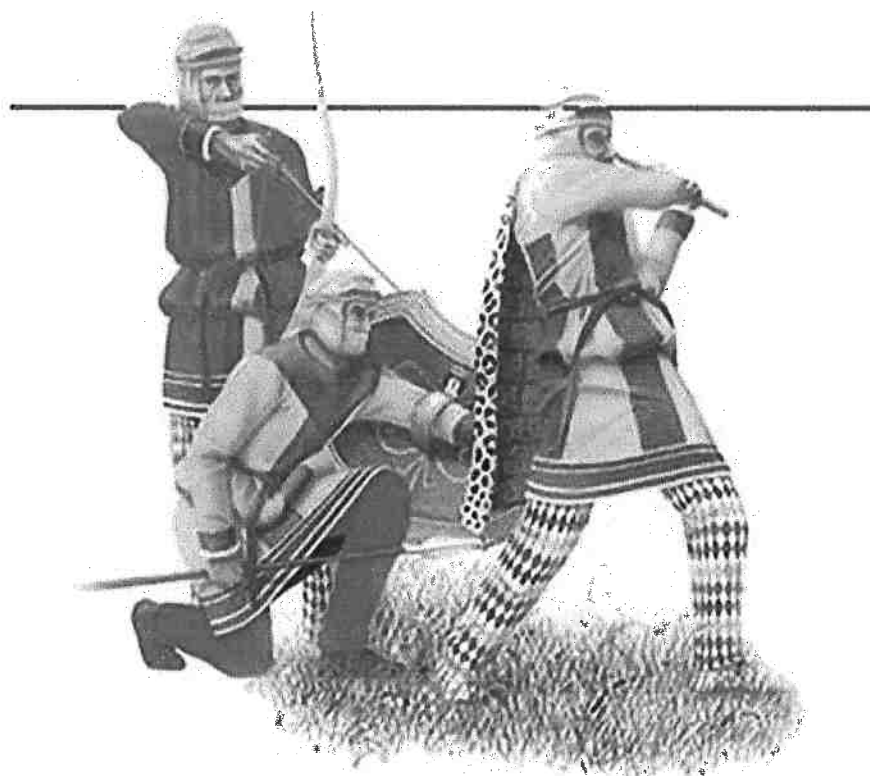


Fig. 37 Ilustração de soldados persas do séc. V a.C. (Fonte: Persian army. Osprey)

### **Implementos de cobre**

O maior avanço promovido pelos metais em relação a outros materiais, foi sua maior durabilidade e variedade de formas. A pedra permitia formatos muito restritos. Com o metal foi possível adaptar a ferramenta a cada trabalho. Além disso, se uma ferramenta metálica quebrava, poderia ser novamente conformada. Isto não era diferente com as armas.

O cobre nativo foi usado muito antes da descoberta dos processos de redução. Objetos encontrados com altíssima pureza, cerca de 99%, apontam para a antiga procedência de tais implementos. Nas primeiras culturas do cobre, como por exemplo no Alto Egito, por volta de 4000 a.C, muitos pequenos implementos de formatos simples indicam que era frequente o trabalho por forjamento. O método de fundição foi adotado no Egito entre 4000 e 3000 a.C. Quando fundido, o metal puro é muito mole e, portanto, pouco útil para implementos. Entretanto, a dureza pode ser aumentada por deformação a frio (processo conhecido por encruamento). É possível abaixar novamente a dureza do metal através de aquecimento do cobre acima de 500°C e resfriamento, é o

recozimento. Através de ciclos de deformação seguida de recozimento implementos e armas de formatos mais elaborados puderam ser produzidos.

As primeiras peças fundidas, tinham formatos relativamente simples e planos por estarem restritas a moldes de uma só parte. A depressão feita no formato da peça desejada, era feita em argila ou mesmo em um bloco de pedra.

Para formatos mais complexos, moldes fechados foram necessários. Entretanto, a fundição de cobre puro em moldes fechados não é simples, por sua tendência em absorver gases, formando porosidades no objeto final. É por esse motivo, que não encontramos objetos complexos em cobre na Pré-história.

### **Armas de cobre e bronze**

Mesmo antes de 3000 a.C. métodos metalúrgicos eram diferentes na Suméria, Egito, e Índia, conseqüentemente implementos simples tinham diferentes formatos dependendo de sua origem.

Talvez a mais antiga arma de cobre tenha sido a adaga, seguida do machado, pois eram armas já feitas em pedra. Devido ao método de fundição em moldes abertos, estas adagas eram planas e triangulares. Uma importante realização técnica só ocorreria quando se desenvolveram armas com orifícios para fixar a haste.

A ponta de lança foi uma provável evolução da adaga, montada em uma longa haste, freqüentemente de madeira. Observamos que as primeiras pontas de lança em cobre possuíam uma espécie de coronha chata, a qual deveria ser fixada em uma fenda no fim da haste. Às vezes, um anel, também de cobre, era utilizado para fixar a ponta da lança.

Pontas de flecha também poderiam ser feitas de cobre, entretanto, isso era raro pois não era muito conveniente usar tão nobre material em um objeto que normalmente era perdido, como é o caso da flecha. Na medida em que o metal e os processos se tornaram mais disponíveis, as flechas com pontas de metal se tornaram comuns.

O bronze marcou uma grande melhoria técnica na manufatura de armas. Devido às melhores propriedades mecânicas e de fundição, foi possível ampliar enormemente as possibilidades de fabricação de ferramentas e armas.

Bronzes com menos de 3% de estanho são conhecidos como bronzes acidentais, originados, provavelmente, da impureza do minério de cobre utilizado. Quando a metalurgia do bronze tornou-se bem desenvolvida com o controle sobre sua composição, os metalurgistas antigos convergiram para a produção de uma liga com cerca de 10% de estanho, a qual lhe proporcionava os melhores resultados. A tabela a seguir revela uma comparação entre diferentes bronzes.

Tabela 7 Comparação entre bronzes com duas diferentes composições.(Fonte: Metals Handbook)

	<b>Cu</b>	<b>Sn</b>	<b>Pb</b>	<b>Limite de elasticidade (1000 psi)</b>	<b>Limite de resistência à tração (1000 psi)</b>	<b>Dureza Brinell</b>
<b>Bronze-estanho</b>	88	10	-	20 a 23	40 a 50	75 a 85
<b>Bronze-estanho</b>	88	8	-	18 a 22	40 a 50	60 a 75

Como todo metal, o bronze podia ser endurecido por deformação a frio (encruamento), tornando-se muito mais duro que o cobre submetido ao mesmo procedimento, alcançando cerca de duas vezes o limite de escoamento e de resistência à tração do cobre puro.

Outro fator que determinou a substituição do cobre pelo bronze, foi o fato de ser o bronze mais adequado à fundição. Sem o bronze, dificilmente seria possível fabricar armas de geometrias complexas, uma vez que estas requeriam moldes fechados.

Três, eram os principais métodos de fundição utilizados, vimos, surgiram nesta sequência: molde aberto, molde fechado e cera perdida. Os dois primeiros métodos já foram discutidos. O método da cera perdida, utilizado ainda hoje, permitia a produção de objetos muito elaborados. Primeiro era feito um modelo do objeto desejado em material de baixo ponto de fusão, como por exemplo, cera. Em seguida, o objeto é

coberto com argila e levado ao forno. Com a alta temperatura o modelo funde deixando um vazio com seu formato no interior de uma casca de argila já endurecida. O processo é completado com o vazamento do metal fundido no interior desse molde.

A adaga, na Idade do Bronze, avançou de um formato triangular primitivo para um mais fino e bem feito. Estas possuíam uma nervura longitudinal que lhes proporcionavam rigidez à flambagem. As adagas poderiam ser com ou sem espiga, as com espiga eram mais comuns na Ásia enquanto na Europa, eram as sem espiga. Nas européias, a coronha estava na empunhadura, a qual era fixada por rebites. Abaixo, adagas européias antigas.

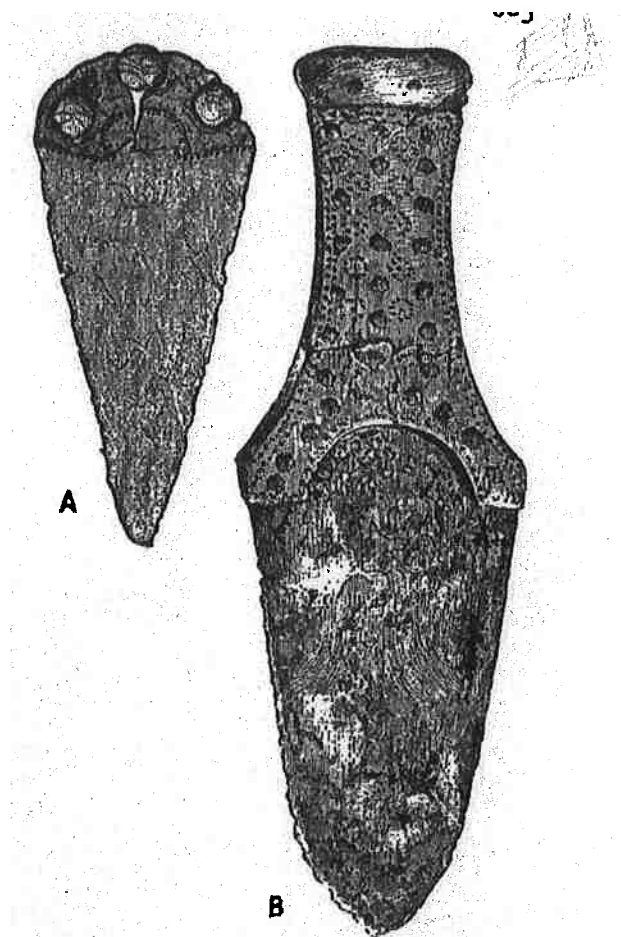


Fig. 38 Adagas européias antigas. (Fonte: A History of Tecnologia, 1957)

A figura a seguir mostra a diferença entre as adagas européias e asiáticas.

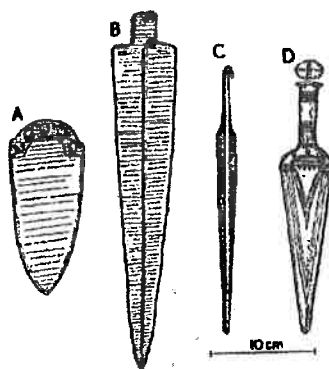


Fig. 39 Adagas B e C asiáticas, A e D européias. (Fonte: A History of Technology, 1957)

A vantagem da adaga asiática era que a lâmina podia ser tão fina quanto o desejado, enquanto a européia, por ser rebitada, não podia ser excessivamente fina.

A espada, e sua grande variedade de formas, desenvolveu-se como uma evolução da adaga, logo no começo da Idade do Bronze. Assim como as adagas, uma forma comum de espada, era a que utilizava rebites ligando a empunhadura à lâmina. Com o advento do bronze e da técnica da nervura longitudinal, entretanto, a lâmina pôde tornar-se mais longa dando origem às espadas. Logo, outro problema apareceu. As espadas tornando-se mais longas e, conseqüentemente, mais pesadas, geravam uma tensão muito grande na precária fixação com rebites. A solução foi fundir toda a arma junta, empunhadura e a lâmina seriam, então, uma só peça, permitindo o uso de pesadas lâminas. A figura abaixo mostra exemplos dessas espadas antigas e sua evolução a partir das adagas.

#### BRONZE AGE WEAPONS

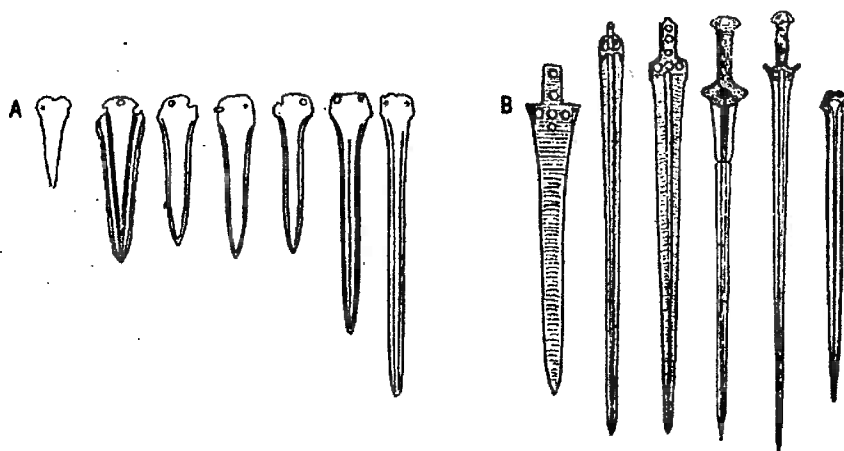


Fig. 40 Evolução da adaga para a espada. (Fonte: A History of Technology, 1957)

A arte de fabricar espadas esconde uma grande dificuldade de execução. Era um verdadeiro desafio tecnológico levar a cabo a produção de uma boa espada. A arma devia apresentar o equilíbrio certo entre dureza e tenacidade, se dura, poderia tornar-se excessivamente frágil, se dútil, poderia não suficientemente resistente às solicitações de seu uso. Além disso, devia ser tão isenta de inclusões quanto possível. Esse difícil processo era levado a cabo em moldes de argila cozida.

As pontas de lança mais antigas, evidentemente de cobre, eram fabricadas com espiga, mas com o advento do bronze, e o desenvolvimento da fundição com núcleo para gerar os vazios requeridos, o macho, as pontas de lança passaram a ter cavidade para fixar a haste. As pontas com cavidades são mecanicamente muito mais sólidas que as com espiga. A figura a seguir mostra a evolução na tecnologia das pontas de lança.

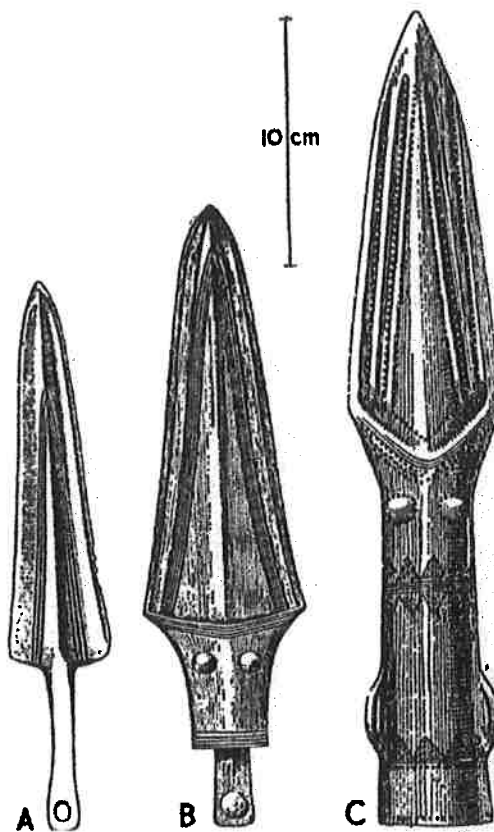


Fig. 41 Pontas de lança. Com espiga à esquerda (A e B) e sua evolução, com cavidade para a haste, à direita (C). (Fonte: A History of Technology, 1957)

Na Bretanha pontas de lança com espiga eram encontradas no começo da Idade do Bronze, sendo as com cavidade algumas centenas de anos posteriores.

Uma seqüência similar de eventos ocorreu com a ponta de flecha que, desde tempos pré-históricos, eram fabricas com ossos ou pedra. A fundição com macho, associada às técnicas de fundição por cera perdida permitiram a criação quase ilimitada de formas às novas armas, favorecendo por exemplo o desenvolvimento dos machados de bronze, como mostra a figura abaixo.

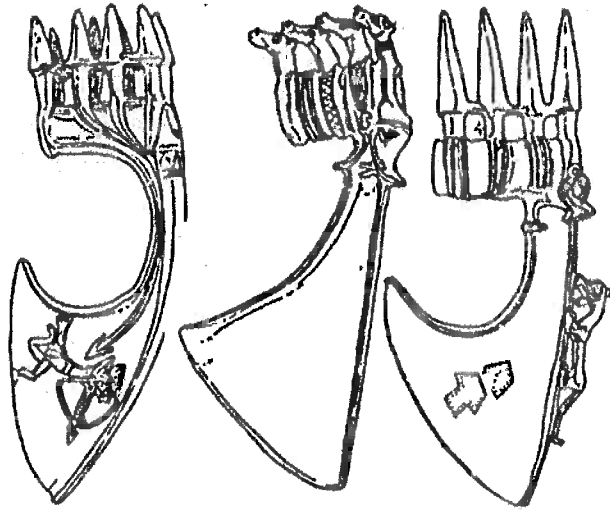


Fig. 42 Machados muito elaborados da Idade do Bronze. (Fonte: A History of Tecnology, 1957)

### As armas de ferro

Adagas da primeira fase do ferro podiam ter lâmina em ferro e empunhadura em bronze. Na medida que o ferro tornou-se mais comum, as armas passaram a ser totalmente fabricadas em ferro.

O produto da redução do minério de ferro fornecia o conhecido ferro esponja, insuficientemente duro para uma espada ou arma de corte. Entretanto, uma vez conformado, pôde-se, após a compreensão das técnicas do ferro, aumentar sua dureza primeiro pela cementação de sua superfície, transformando-a em aço. Através da têmpera e do revenimento, o ferreiro da antiguidade poderia obter uma arma com a combinação ótima entre dureza e tenacidade. Os achados arqueológicos revelam claramente a evolução tecnológica do ferro. As descobertas mais antigas mostram que a arma só tinha sido submetida a carburação de sua superfície, as de um período posterior



já apresentavam tratamento por têmpera, e as do período romano se apresentavam carburadas, temperadas e revenidas, revelando, a seqüência histórica do desenvolvimento dos processos.

Podemos afirmar que a espada foi a arma que mais se beneficiou da descoberta do ferro. Durante a Baixa Idade do Bronze ela tinha se desenvolvido em eficiência, mas sua capacidade de infligir dano estava limitado pela resistência da lâmina. A introdução do ferro deslocou a limitação à força que o braço do homem podia aplicar.

A ponta de lança de ferro com cavidade demorou bastante tempo para se tornar comum. Isto ocorreu porque, à diferença do bronze, o ferro, devido ao seu alto ponto de fusão, não podia ser fundido, assim, a cavidade devia ser fabricada por forjamento a partir de uma chapa que saísse do próprio objeto. Este trabalho de forjamento, pode-se imaginar, não era nada simples. Evidentemente, a limitação de não poder fundir o ferro, implicou em armas de geometria pouco complexa. Assim, machados ornamentados feitos em ferro não eram comuns. Os machados muito elaborados eram todos feitos em bronze pela técnica de cera perdida.

O machado ilustrado abaixo foi encontrado na Síria. É fabricado com três materiais, cobre e ouro para a cavidade da haste e ferro para a lâmina. Sua produção demanda considerável conhecimento metalúrgico além de grande perícia técnica, demonstrando que o conhecimento dos antigos pode ter ido além do que é, à eles, atribuído.

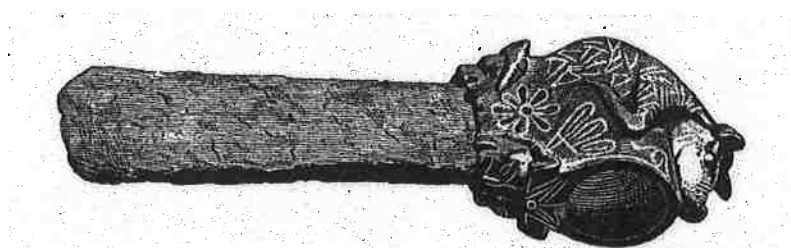


Fig. 43 Machado fabricado com três metais; ouro, cobre e ferro. (Fonte: a History of Technology, 1957)

## CONCLUSÃO

Diversos fatores concorreram para a vitória grega nas Guerras Médicas. Alguns tiveram natureza tecnológica, outros histórica e outros, ainda, militar. Mesmo sendo difícil mensurar a influência isolada de qualquer desses fatores, pudemos fazer algumas constatações.

Primeiro; a História, mais precisamente o contexto histórico, influenciou não só as causas, como também o desfecho do conflito. Dada a dinâmica natural de expansão do Império Persa, era previsível que os aquemênidas chegassem até a Europa uma vez que sua fronteira fosse ampliada até lá. Sendo a Grécia a porta de entrada do continente europeu, seria de se esperar que tal conflito acontecesse, mais cedo ou mais tarde. De fato, a Pérsia expandiu-se não só para o oeste, como também para o leste, alcançando a Índia não muito tempo antes de atingir a Europa. A História também nos mostrou de onde nasceu a diversidade de povos e culturas do Império, fato que explica, em parte, a baixa integração das forças Persas. A Grécia por sua vez, vivia uma realidade política bastante singular. A recém instaurada democracia, insuflou de ânimo os espíritos gregos. Estes, sentiam-se muito mais próximos e comprometidos com sua terra e suas cidades do que os Persas.

O segundo aspecto, e provavelmente o mais importante para o sucesso grego, envolve questões de competência militar. Por aspectos militares entendemos todo um conjunto de variáveis que transcendem o mero poderio bélico, como a motivação dos soldados e a liderança. Quando analisamos por este prisma o andar da Guerra, observamos uma sequência de erros cometidos por Xerxes. Começando pelos principais erros estratégicos e táticos. Em nenhuma das batalhas travadas na Grécia, o exército Persa pode combater da maneira que mais lhes convinha e à que estavam mais acostumados. Foram induzidos pelos gregos a lutar em terreno desfavorável em todos os combates, tanto de terra como de mar. Foi assim em Termópilas, por exemplo, onde, dadas as condições do terreno e às estratégias adotadas por Leônidas, os Persas, apesar da vitória, sofreram grande número de baixas. Nesta célebre Batalha, as perdas por si só não foram o pior para Xerxes, a História revelaria que esta Batalha diminuiria o moral de suas tropas, ao mesmo tempo que, em consequência dos feitos heróicos de espartanos

e aliados, viria a se tornar o melhor estimulante para o restante do exército grego que iria enfrentar as forças persas no coração da Grécia.

Situação similar ocorreu na Batalha Naval de Salamina. A esquadra persa, muito mais numerosa, foi conduzida a combater em mares fechados, totalmente inadequado à movimentação desse grande número de embarcações.

A decisiva Batalha de Platéia, a maior das Guerras Médicas, por outro lado, revelou a baixa integração do exército conduzido por Mardônio. Estes relatos constituem graves erros estratégicos e táticos que raramente ficam impunes na História das Guerras.

Soma-se a isso o fato do Império Persa não ter sob sua direção, à época das Guerras Médicas, um líder da habilidade de Dario ou Ciro. Xerxes, ao contrário destes, parece não ter possuído as principais virtudes do grande comandante. Cometendo atos insensatos por diversas vezes, segundo Heródoto, plantou o ódio e o medo entre seus subordinados. Isto impediu que o Império como um todo se unisse em torno de seu rei.

O último fator militar que colaborou para o desequilíbrio da balança da Guerra foi a questão dos recursos humanos disponíveis. O hoplita grego e sua falange, eram imbatíveis quando confrontavam não gregos. Ainda mais se considerarmos que, de forma geral eles lutaram em condições favoráveis, por estarem lutando em territórios determinados por eles. Entretanto, mesmo em condições menos favoráveis teria sido uma empresa difícil para Xerxes superar o hoplita grego, muito mais disciplinado que o soldado que compunha o exército Persa, à exceção de suas tropas de elite, os Imortais.

O soldado grego, também possuía equipamento de melhor qualidade e, principalmente, mais adequado ao tipo de Guerra homem a homem que foi travada na Hélade. Os trajes leves dos persas, projetados para o combate à distância com armas de arremesso, pouco serviam para enfrentar a infantaria pesada grega no choque frontal de forças.

Com relação à tecnologia, o estudo aponta para uma relativa homogeneidade de conhecimentos metalúrgicos entre persas e gregos. Os equipamentos militares de ambos eram distintos, mas não devido à diferença de estágio tecnológico. A história da Metalurgia mostrou que o bronze, há muito, era dominado em todo o Mediterrâneo, mesmo tendo nascido na Ásia Menor, região do território persa na época das Guerras Médicas.

A Grécia também já dominava sua tecnologia há mais de 1000 anos. Não é surpresa, por isso, que quase todo o pesado equipamento do hoplita grego fosse fabricado em bronze. Sem dúvida, as últimas técnicas de fundição já eram amplamente utilizadas por ambos.

Na realidade, as Guerras Médicas ocorreram cerca de 1000 anos após a descoberta do ferro. A região do conflito já se encontrava em plena Idade do Ferro, e não mais na Idade do Bronze, o que não significa que o uso do ferro já estivesse generalizado. O bronze, ainda nessa época, era muito mais produzido e utilizado que o ferro, este, ainda não havia alcançado o status de metal mais comum. Isto ocorreu, entre outros motivos, porque o bronze, mesmo sendo inferior ao ferro (aço), ainda satisfazia adequadamente às necessidades do homem antigo.

Em 490 a.C. , o ferro já era conhecido, da mesma forma que o bronze. O ferro, tendo nascido também na Anatólia, era conhecido tanto no Oriente Médio como em todo o Mar Egeu, incluindo, evidentemente, a Grécia continental. Assim, a tecnologia metalúrgica, apesar de ter influenciado indiretamente, parece não ter sido determinante no resultado das Guerras Médicas, uma vez que ambos os rivais detinham basicamente os mesmos conhecimentos sobre técnicas e processamento dos metais conhecidos, sendo a diferença em sua utilização, possivelmente, produto das necessidades específicas de cada região e cultura.

Assim, o estudo indica que o fator decisivo no resultado das Guerras Médicas foi, provavelmente, o militar.

Por último, a abordagem menos técnica e mais ampla da Guerra e da História da Metalurgia, em particular, tem a intenção de permitir, entre outras coisas, que toda a sociedade compreenda melhor o papel que a Metalurgia desempenhou e ainda desempenha para homem.

## LISTA DE REFERÊNCIAS

- [1] PRESSFIELD, STEVEN. Portões de Fogo. Um Romance Épico da Batalha de Termópilas. Objetiva. Rio de Janeiro, 2000.
- [2] HERÓDOTO. História. O relato clássico da guerra entre Gregos e Persas. Ediouro. São Paulo, 2001.
- [3] [www.historianet.com.br](http://www.historianet.com.br)
- [4] SUN TZU. A Arte da Guerra. Paz e Terra. São Paulo, 1997.
- [5] MARK McNEILLY. Sun Tzu e a Arte da Guerra Moderna. Editora Record. São Paulo, 2003.
- [6] TYLECOTE, R.F. A History of Metallurgy. The Metals Society. London, 1984.
- [7] SINGER, C.; HOLMYARD, E. J.; HALL, A. R. A History of Technology, Oxford, 1957.
- [8] ASM. ASM Handbook: Alloy Phase Diagrams, 1992.
- [9] BARRACLOUGH, K. C. Steelmaking Before Bessemer, 1984.

## **BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA**

KEEGAN, John. Uma História da Guerra. Companhia das letras. São Paulo, 1995.

LLOYD, Alan. Maratona. Ediouro. Rio de Janeiro, 2004.

CORVISIER, André. A Guerra. Biblioteca do Exército Editora. Rio de Janeiro, 1999.

WEIR, William. 50 Batalhas que mudaram o mundo. M. Books do Brasil editora. São Paulo, 2004.

PINTO, Eduardo Camargo de Oliveira. O Cobre e o Estanho na Idade do Bronze. EPUSP. São Paulo, 2002.

BOUTELL, Charles. Arms and Armour in Antiquity and The Middle Ages. Da Capo Press. London, 1907.