**Cartografia e Topografia aplicada há Arqueologia**

**Introdução**

Este pequeno artigo tem como base um trabalho apresentado na cadeira de Cartografia e Topografia, do curso de Arqueologia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

Pretende-se com este artigo dar uma visão geral do que é a Cartografia, Topografia sua história, conceitos e técnicas.

Não querendo alongar-me muito a nível de técnicas cartográficas e/ou topográficas; nem tenho conhecimentos para tal; quero numa linguagem simples explicar algumas técnicas quer cartográficas, quer topográficas que se aplicam ao trabalho arqueológico de campo que na minha opinião são essenciais ao desenrolar do trabalho arqueológico.

Se a arqueologia é o estudo da evolução do Homem e da sua organização através das suas materialidades, também não deixa ser verdade que esta evolução além de ser temporal também o é espacial, daí a importância da cartografia e da cartografia; já que uma determinada sociedade/civilização desenvolve-se em certos meios físicos, distribui-se espacialmente por um território.

Daí ser importante a cartografia para o estudo destas manchas populacionais e a sua relação com a terra/meio ambiente, localização dos vestígios arqueológicos, etc.

A topografia na arqueologia é de extrema importância já que sem ela; hoje em dia; era impossível fazer a maioria dos trabalhos arqueológicos de campo como escavações, acompanhamentos, etc.

Neste pequeno artigo irei falar principalmente das localizações, do uso do nível óptico, levantamentos topográficos, levantamentos de pormenor, perfis topográficos, etc.

**O que é a Cartografia?**

Cartografia é a ciência de preparar mapas, cartas e planos para os mais variados fins, com diversos graus de complexidade e de informação, baseada em elementos científicos, técnicos e artísticos tendo por base elementos de observação directa ou/e análise de documentos.

A cartografia envolve a recolha de informação geográficas, armazenamento, processamento e a edição dessa mesma informação em forma de mapas ou cartas.

A cartografia relaciona-se com outras áreas de saber como a Geodesia, Topografia, Geografia, etc.

Os mapas são a representação gráfica convencional, plana e em pequena escala de áreas relativamente grandes como o caso de um país, continente ou o mundo. Para isto são usados diversos sistemas de projecção que são estabelecidos matematicamente.

As cartas são um pouco diferentes dos mapas, já que representam áreas mais pequenas logo a escala é muito maior, o que possibilita a carta ser bastante mais pormenorizada do que os mapas. Quer os mapas quer as cartas podem ser feitas em diversas escalas conforme a sua finalidade.

Existem diversos tipos de cartografias, embora existem três fundamentais: a cartografia topográfica, a cartografia geográfica e a cartografia temática.

A cartografia topográfica, vinculada à Geodesia e à Topografia, dedica-se à recolha de informação, processamento e edição de cartas; com uma escala grande; bastante pormenorizada (como as cartas militares 1/25000), geralmente estas cartas são conexadas com outras cartas da mesma escala e da mesma edição e servem como base para inúmeros projectos de engenharia, arquitectura, actividades militares, etc.

Este tipo de cartografia, geralmente, é praticado apenas por instituições governamentais que dedicam-se ao levantamento cartográfico e respectiva actualização de um país; no nosso caso (Portugal) como o Instituto Geográfico do Exército; sendo por isso um trabalho sistemático de contínuo aperfeiçoamento e de pormenorização.

Estas cartas são elaboradas a partir da combinação de uma série de técnicas como a fotografia aérea, trabalhos de campo, etc.

Este tipo de cartas serve de base para outros tipos de cartas como as cartas temáticas.

A cartografia geográfica é um tipo de cartografia que se dedica à elaboração de mapas para o grande público e estudantes, com conteúdos mais simplificados, de escalas bastante mais reduzidas e com conteúdos técnicos mais simples.

Este tipo de cartografia, alguma de elevado padrão técnico como os mapas da National Geographic, destina-se a representar grandes áreas como continentes ou a terra para o grande público.

A cartografia temática é baseada nas cartas ou mapas realizados pela cartografia geográfica e topográfica.

Este tipo de cartografia pretende representar numa carta ou mapa um fenómeno (migrações, áreas ardidas, etc.) ou elementos espaciais (densidade populacionais, etc.) ou elementos geológicos como tipos de solos, tipos de rochas, etc.

São cartas/mapas que focam e tratam só de um determinado tema.

Em arqueologia usam-se cartas/mapas deste tipo como as cartas geológicas, cartas pedológicas, etc.

De uma forma ou de outra o Homem teve necessidade de representar graficamente o espaço onde habitava.

Mas foram os Gregos que criaram os fundamentos da Geografia e das normas Cartográficas; ainda hoje os alicerces do sistema cartográfico são baseados nas contribuições que os Gregos nos deixaram, como a concepção da esfericidade da Terra, noção dos pólos, equador e trópicos, concepções de Latitude e Longitude, etc.

Mas foi já no século II d.C que viveu o grande nome da Antiguidade da Geografia e Cartografia, Ptolomeu, que lançou as bases da geografia matemática e da cartografia no clássico tratado Guia de Geografia, obra que só em 1405 com a tradução para o Latim chegou ao conhecimento dos eruditos europeus.

Na época romana os mapas tinham como principal objectivo o de representar o Império Romano, suas estradas e distâncias entre as cidades.

Na Idade Média as autoridades insistiram e seguiram as concepções gragas da terra, como esta estar pousada sobre um disco metálico. Nesta época a cartografia fica estagnada e sob domínio exclusivo do clero, valorizando mais este o aspecto artístico dos mapas do que a sua exactidão.

A partir dos Descobrimentos Portugueses (século XV) a cartografia leva um grande impulso, já que as descobertas exigiam melhores mapas, como permitiam melhorar as cartas/mapas através dos conhecimentos geográficos que essas mesmas descobertas faziam; criando-se em Portugal uma grande escola de cartografia com cartógrafos como André Homem, Bartolomeu Velho, etc.

Na segunda metade do século XVI aparecem os primeiros mapas impressos em xilografia ou que empregavam gravações em chapas de cobre. O século XVII foi o apogeu da cartografia dos Países Baixos com cartógrafos como Abraham Ortelius e Gerhard Kremer (Mercator) que criou a projecção que tem o seu nome; projecção própria para mapas náuticos, segundo o qual os meridianos são os ângulos rectos aos paralelos de latitude.

No século XVIII ganha corpo o critério da exactidão como regra cartográfica, ocorrendo nesta época dois acontecimentos muito importantes para a cartografia: a medição do arco meridiano terrestre e a convenção que decidiu adoptá-lo como forma matemática correspondente a um geoide médio que serve de referência para o cálculo das operações geodésicas.

A cartografia até aos nossos sofreu uma constante evolução de técnicas quer para o levantamento de dados, como para o processamento e edição desses mesmos dados.

Hoje em dia os mapas são feitos a partir da fotografia área, por satélites e por trabalhos de campo, é esta mistura de técnicas que permite termos mapas tão exactos e pormenorizados como temos hoje.

Um mapa, que é um meio de comunicação, deve ser lido com atenção, apesar de as cores e outra simbologia ser universais; deve-se estar atento à sua legenda para assim compreendermos melhor a carta/mapa que estamos a consultar.

**Cartografia aplicada à Arqueologia**

Na arqueologia a cartografia é aplicada de diversas formas. A cartografia tanto serve para estudar as características de uma determinada área (relevo, hidrografia, toponímia, etc.) o que permite descobrir alguns tipos de vestígios arqueológicos ou áreas potenciais desses mesmos vestígios; como serve para tirar coordenadas/localização de vestígios já existentes; como serve para localizar no terreno e depois transpô-los para as cartas vestígios arqueológicos; etc.

A seguir vou explicar as duas principais técnicas que a arqueologia usa da cartografia para além do estudo pormenorizado de uma carta.

**Coordenadas**: as coordenadas são um elemento fundamental para a localização de qualquer vestígio arqueológico.

Há quem tire as coordenadas em Portugal pelo Datum de Lisboa; já que no mundo existem inúmeros datuns; mas pessoalmente acho que se deve tirar as coordenadas pelo Meridiano de Grwinch e pelo paralelo do Equador já que são um meridiano e paralelo internacional. Em qualquer dos casos as coordenadas devem sempre referir o Datum pelas quais são tiradas.

Para tirar as coordenadas (coordenadas tiradas a partir do meridiano internacional e do equador) numa carta militar; Portuguesa; devemos ir ao sítio/local que queremos coordenar e traçar duas linhas perpendiculares desse local às escalas exteriores da carta militar; mais próximas do local que queremos coordenar; quer à escala horizontal (Longitude) quer à escala vertical (Latitude).

Em Portugal a Longitude é sempre Oeste e a Latitude é sempre Norte.

As coordenadas, quer a Longitude quer a Latitude, lê-se sempre em graus, minutos e segundos.

Assim as coordenadas são simples de se tirar, já que na escala é sempre indicado os graus, os minutos, tendo nós só que determinar os segundos dessa mesma coordenada.

Assim para se saber a Longitude de um determinado lugar basta nos ir à escala exterior e ver os graus, minutos, que por exemplo poderá ser 7º 30`e só temos que determinar os segundos; para isto temos que aplicar a regra dos três simples.

Para aplicar esta regra temos que saber que 1` (minuto) é igual a 60`` (segundos) e saber a que equivale 1` (minuto) em centímetros na escala das coordenadas.

Nas Cartas Militares 1/25000; estas são as cartas mais usadas nos trabalhos arqueológicos; 1`minuto na Longitude mede 5,6 cm e na latitude mede 7,4 cm.

Assim para se saber os segundos temos que medir desde a perpendicular tirada do local a coordenar até ao minuto anterior. Assim multiplica-se esta medida por 60 e dividimos por 5,6 ou 7,4, conforme for Longitude ou Latitude; sabendo assim os segundos; assim o local poderia ter 7ª 30`20`` W e 41ª 22`45`` N.

Convêm frisar que esta escala de coordenadas tem uma junta na parte interior que devemos ignorar já que esta escala está relacionada com o Datum de Lisboa, e que ambas as escalas tem duas cores alternadas (branco e preto) para uma melhor leitura.

**Localização**: para localizar um sítio/ponto existente no terreno na Carta Militar existem diversas formas.

A mais simples é quando os sítios que queremos localizar são um ponto fixo na Carta Militar como um marco geodésico, uma torre, etc.

Outro processo é usar o G.P.S, sistema que apesar de preciso ainda é um pouco caro.

Um terceiro método, este também simples e barato é usar a bússola (de preferência uma bússola militar) e os azimutes.

Para usar este método temos que primeiro orientar a carta e escolhemos pontos fixos e importantes do terreno que estejam representados na carta, com um afastamento de aproximadamente de 90º.

Com a bússola visámos o primeiro ponto; que é um azimute magnético; e convertemos este azimute magnético em azimute magnético inverso; para se determinar um azimute inverso basta ao azimute conhecido somar-se ou subtrair-se 180º (equivale a 200g, os ângulos podem-se ler-se em graus ou em grados) conforme este azimute seja menor ou maior que 180º.

Com este azimute inverso e a partir do primeiro ponto visado traçamos uma linha recta.

Para o outro ponto visado fazemos os passos acima descritos.

Onde as duas linhas se cruzam é a nossa posição, ou no caso dos trabalhos arqueológicos a posição dos vestígios a cartografar.

Para uma maior segurança em vez de dois pontos visados podemos visar três pontos dando-nos assim uma maior segurança.

Para se trabalhar com azimutes, tem que se trabalhar com a bússola, havendo inúmeros modelos no mercado, mas a bússola mais indicada para este tipo de trabalho é a bússola militar que é uma bússola prismática de líquido.

Estas bússolas têm a agulha magnética incorporada num disco que flutua num líquido destinado a mantê-lo sempre na horizontal. Dispõe duma tampa com retículo e duma ocular com uma lente de aumentar. O mostrador está graduado de 5 em 5 gruas com divisões de 1 grau. Os azimutes magnéticos são lidos com uma aproximação de 30 minutos. Os pontos cardeais, as referências para a pontaria e extremidade da agulha magnética são fluorescentes para poderem ser usadas há noite.

A determinação dum azimute magnético/direcção é muito simples, bastando para isso segurá-la firmemente na mão e alinhar a ranhura da ocular, o retículo da tampa; que é um fio de cobre muito fino; e o alvo, mantendo firme esta posição; o azimute/posição é lido directamente olhando para o mostrador através da ocular.

Basicamente estas são as duas técnicas que se usam da cartografia na arqueologia, endo

**O que é a Topografia?**

Topografia é a ciência que tem como objectivo o de representar, sobre um plano, um determinado terreno, ou porção desse mesmo terreno com os seus detalhes e acidentes como caminhos, muros, taludes, etc.

A topografia aplica-se a porções relativamente pequenas de terreno, já que com o aumento exagerado dessa mesma área entramos no campo da Geodesia que ocupa-se da determinação da forma geométrica da terra, assim como da representação de uma superfície grande.

A topografia divide-se em duas partes, a planimetria e a altimetria.

Planimetria- é o que representa uma determinada zona de terreno através de uma figura homóloga, sobre um plano horizontal.

Altimetria- é o que representa uma determinada zona de terreno, como se fosse cortado por um plano vertical, onde seriam todos os pontos do terreno marcados a partir dum outro plano horizontal, imaginário, que tomámos como referência (cota) ou a partir do nível médio das águas do mar (altitude).

De uma forma simplista a planimetria tem a ver com as formas e distâncias do terreno e a altimetria do terreno.

**Topografia aplicada à arqueologia**

Na arqueologia a topografia tem diversas aplicações para os mais diversos fins, desde a simples cota (quer cota relativa ou cota absoluta), montagens de quadrículas, levantamentos de pormenor, perfis topográficos, etc; sendo o aparelho mais comum o nível óptico (devido ao seu preço mais baixo e à sua vasta utilização) e em algumas situações a estação total (que faz o que um teodolito faz, embora seja muito mais simples de utilizar).

Levantamentos de pormenor: apesar de se poder fazer este tipo de levantamentos através de perpendiculares, este processo não é muito indicado para a arqueologia, já que este processo exige uma linha recta ou uma direcção bem definida, assim em alternativa a este processo poderemos usar o levantamento por triangulação á fita que é feito através da construção de sucessivos triângulos sobre o terreno, mantendo tais triângulos lados comuns entre si.

Estes triângulos terão como vértices os pontos cuja localização nós pretendemos fixar e levantar, devendo-se procurar que estes sejam tanto possível equiláteros.

Assim os dados são medidos à fita métrica e os respectivos valores registados num croqui/esboço feito no local e este registo tem que ser feito de uma forma clara já que este tipo de levantamento não usa nenhum eixo auxiliar.

Também é importante indicar as linhas auxiliares que correspondem aos diferentes triângulos e cujos comprimentos se escrevem sem os deixar confundir com as linhas que realmente vão ser desenhadas na planta final.

Na fase de desenho, começa-se a desenhar à escala pretendida um dos lados dum triângulo. Depois com o compasso marca-se dois arcos com centro nas extremidades do lado já marcado e raios correspondentes aos comprimentos dos dois lados em falta, ficando assim marcado o primeiro triângulo, os lados deste servem agora de base para com mais dois arcos se desenhar outro triângulo e assim sucessivamente.

Constitui-se assim uma rede de triângulos que nos permite dispor duma base para o desenho dos pormenores que irão constituir o aspecto final da planta.

Este método é muito bom para se fazer levantamentos de pormenor debaixo de água ou para se fazer pequenos levantamentos no terreno.

O nível óptico, e suas respectivas utilizações, também é um aparelho muito usado nos trabalhos arqueológicos.

Este serve para tirar cotas, fazer alinhamentos como em alguns casos medir distâncias; o que à falta duma estação total e quando o terreno nos permite; poderemos fazer um levantamento topográfico do terreno, de edifícios, estruturas, etc.

Designa-se nível óptico um aparelho que faz, define visadas na horizontal, quando nos referimo-nos ao nível óptico referimo-nos a um “nível de luneta” isto é um instrumento em que a pontaria é feita através duma luneta capaz de aumentar a imagem dos objectos visados (régua/mira) e a indicação de que a visada é feita de facto na horizontal, através duma nivela óptica.

Este aparelho na maioria das vezes usa-se para determinar diferenças de nível/cotas, portanto ligado à altimetria, mas como já foi referido em certas ocasiões e conforme os aparelhos também poderá ser usado para medir distâncias (planimetria).

Para trabalhar com o nível em altimetria, para tirarmos cotas; sejam estas relativas ou absolutas; precisamos de ter na estação arqueológica um ponto 0; isto é um ponto fixo, estável que nos sirva de referência para o local em que esteja ligeiramente mais alto do que toda a área que vamos trabalhar.

Este ponto pode ser a soleira duma porta, uma pedra que não sai do sítio, etc.

Se soubermos a cota absoluta do nosso ponto 0 trabalhamos com cotas reais, se não, trabalhamos com cotas relativas que mais tarde poderão e deverão ser convertidas em cotas absolutas.

Assim para sabermos a cota de um ponto, montámos o nível, tiramos o ponto 0 (ponto fixo e imutável, que é o nosso ponto de referência) e a seguir tiramos a cota onde queremos cotar, se trabalharmos com cotas absolutas somamos o ponto 0 à cota absoluta desse mesmo ponto 0, subtraindo depois a este valor o valor que deu na régua do sítio que queremos cotar. Assim para determinamos as cotas, quando trabalhamos com cotas absolutas a fórmula é a seguinte: cota absoluta+ponto 0-cota do ponto pretendido.

Se trabalharmos com cotas relativas ou não fazemos contas nenhumas (processo mais simples e menos confuso) e apontamos no desenho o valor do ponto 0 e as respectivas cotas que pretendemos tirar ou subtraímos ao ponto 0 o valor que der nos sítios que pretendemos cotar e posteriormente somamos este valor à cota absoluta do nosso ponto 0.

Se o ponto 0 estiver a um nível superior aquilo que vamos trabalhar subtraímos se estiver a um nível inferior somamos.

Também o nível óptico dá para fazer alinhamentos e por conseguinte dá para montar uma escavação ou quadrículas.

Na luneta do nível óptico existe um traço/linha na vertical e junto aos parafusos de nivelamento existe um limbo graduado que poderá não existir em todos os modelos dos níveis ópticos.

Assim para montar quadrículas, fazer alinhamentos basta-nos montar o nível, colocar o fio-de-prumo debaixo do nível (existe nos aparelhos um engate próprio) e espetar uma estaca/cavilha no ponto em que o prumo toca no chão, depois orientamos o nível a Norte e com a régua (que na parte da frente tem uma linha vertical a meio desta) nivelada pomos a régua alinhada com a linha vertical que se vê na luneta.

Quando estiver no sítio pomos uma cavilha/estaca espetada no chão tendo assim um alinhamento Sul-Norte feito.

Depois acertamos o limbo graduado a zero ma marca que existe na base do nível, e sem mexer neste, rodamos o nível 100 grados ou 90 graus; conforme o limbo; e acertamos outra vez a régua com a linha vertical existente na luneta, tendo outro alinhamento, perfeitamente perpendicular ao primeiro alinhamento; neste tipo de operação a régua é que mexe o nível não pode ser mexido; como a quadriculagem é feita através de quadrados (quadrículas) ou rectângulos (valas) é só repetir este processo até toda a área estar toda quadriculada.

Embora não seja essa a principal função do nível, também este pode ser usado para determinar distâncias horizontais logo que a luneta deste seja estadiada; isto é; esta ter três traços horizontais igualmente espaçados (L1, L2, L3) e saber-se a constante K do nível; geralmente hoje em dia esta constante é igual a 100, sendo esta constante sempre arranjada pelo fabricante do nível.

Assim para se saber uma determinada distância horizontal estaciona-se o nível óptico num dos extremos a medir e visa-se a mira/régua colocada no outro extremo, toma-se os valores da graduação da mira correspondentes aos fios exteriores (L1 e L3) e multiplica-se por 100 essa diferença, obtendo-se assim a distância. Assim para achar-se a distância subtrai-se o L3 ao L1 multiplicando-se este valor por 100.

Contudo, para que se consiga determinar a posição relativa dos vários pontos visados, temos que conhecer para além da distância a posição radial sobe qual estes valores se posicionam.

Por isso é que alguns níveis (hoje em dia quase todos) têm um limbo graduado (uma espécie de transferidor) centrado no eixo de rotação do aparelho que permite ler ângulos sobre um plano horizontal.

Assim para cada ponto visado temos além da distância temos o respectivo valor do ângulo.

Os pontos são assim localizados através do conjunto distância/ângulo, pois para cada distância só haverá um ângulo conseguindo-se assim fazer um levantamento topográfico, isto é, fazer uma planta do terreno usando o nível óptico.

Este processo só é possível de utilizar quando o terreno não tem grandes desníveis nem grandes dificuldades de visibilidade; além disso os limbos que os níveis têm não são muito precisos, assim só se usa esta técnica como técnica de recurso quando o terreno assim o permite.

Existem ainda outros dois aparelhos para se fazer este tipo de trabalho de topografia; palnimetria e altimetria; que é o teodolito e agora a estação total.

O uso do primeiro pressupõe grandes conhecimentos de topografia já que usa o ângulo zenital, ângulos d inclinação, a leitura dos três fios, etc. è um método para topógrafos profissionais, já que exige conhecimentos matemáticos como a trigonometria, etc.

O segundo é um aparelho totalmente computorizado, de fácil uso, bastando para isso ler as instruções do fabricante, já que estas variam de marca para marca e de modelo para modelo.

Também a incluir na topografia, mas que também poderia incluir-se na parte da cartografia está a construção dos perfis topográficos.

Para se construir um perfil topográfico; obviamente que precisamos duma carta que tenha curvas de nível; traçamos uma recta na direcção que queremos construir o perfil topográfico e pomos uma folha de papel milimétrico encostada a essa mesma linha.

Na linha horizontal (direcção do perfil topográfico) a escala usada é a escala da carta (geralmente para estes trabalhamos usa-se as cartas militares 1/25000), na linha vertical a escala é à nossa escolha, usando-se uma escala que nos seja conveniente. Esta linha vertical vai nos dar as altitudes do perfil topográfico.

Como escala pode-se usar 1cm equivale a 10m (uma curva de nível) ou outra escala qualquer.

Assim encostamos o papel milimétrico à recta que está marcada na carta (direcção do perfil topográfico) e marcamos a altitude de cada curva de nível que são interceptadas pela linha que define a direcção do perfil, unimos os pontos superiores (extremidades) destas linhas verticais desenhando-se assim o perfil topográfico.

Na escala vertical não vale a pena; nem podíamos; começar do zero, se a nossa altitude mais baixa do nosso perfil for 500m podemos começar nos 480m e se a altitude máxima for 850m podemos acabar nos 900m.

No perfil convêm ter a indicação das escalas, quer verticais quer horizontais, e a indicação da carta a partir da qual foi construído o perfil topográfico. .

A construção dos perfis topográficos poderá servir em en de situações, como para saber a visibilidade de determinados lugares, formas de relevo, sua inclinação, etc.

**Conclusão**

Espero neste pequeno artigo ter exposto de forma clara e sucinta as principais técnicas de topografia e cartografia aplicadas à arqueologia e o que é a topografia e cartografia enquanto saberes.

Todas as técnicas descritas neste trabalho são técnicas “base” que se utiliza na arqueologia, sendo para quem trabalha em arqueologia quase “instintivo” saber utilizá-las, embora a maiorias dos arqueólogos que trabalha no nosso meio profissional (Portugal) não as domine, comprometendo às vezes os resultados do trabalho.

Se a arqueologia é o estudo do Homem através das suas materialidades, este Homem ocupa um determinado espaço físico/território, daí a importância da cartografia e da topografia e da própria evolução do terreno/território onde essas comunidades habitavam para compreendermos essas mesmas sociedades passadas.

**Bibliografia**

-Manual de Leitura de Cartas, 6ª Edição, 2004, Instituto Geográfico do Exército

-Barata, Santos, 1987, Lições de Topografia, Editorial Estampa, Lisboa

-Tavares, José Pedro, 1998, Manual de Topografia II, Escola Profissional de Arqueologia

-www.pc.up.pt

-www.bocc.ubi.pt

-geografiafacil@pop.com.br