

A calibração das datas de radiocarbono dos esqueletos humanos de Muge

José M. Matos Martins

Instituto Tecnológico e Nuclear

António Faustino Carvalho

Universidade do Algarve

António M. Monge Soares

Instituto Tecnológico e Nuclear

Introdução

As primeiras datas obtidas para os concheiros de Muge foram-no a partir de amostras de carvão (por conseguinte, da biosfera terrestre) nos anos cinquenta e sessenta do século passado e vêm eivadas de incertezas demasiado grandes, isto é, com desvios-padrão de 350 ou 300 anos ^{14}C , o que as torna de muito pouca utilidade se se pretender construir uma cronologia precisa para estes concheiros mesolíticos. Actualmente, a maior parte das datas disponíveis para os concheiros de Muge foram determinadas a partir do colagéneo de amostras de ossos humanos provenientes de enterramentos que neles tiveram lugar. Embora se trate de amostras da biosfera terrestre, os valores das razões isotópicas das amostras datadas indicam que os indivíduos inumados tiveram uma dieta em que a percentagem dos alimentos de origem marinha/estuarina era elevada (Lubell e Jackes, 1988; Lubell *et al.*, 1994; Umbelino, 2006). Por isso, as datas convencionais de radiocarbono obtidas a partir destas amostras terão de ser calibradas tendo em conta a percentagem de dieta de origem marinha/estuarina revelada pelas análises isotópicas e o valor do efeito de reservatório aplicável para aquela época, naquela área do estuário do Tejo, o que não tem sido feito. Antes, tem sido utilizado o valor moderno do efeito de reservatório calculado por Soares (1989, 1993) para um meio costeiro oceânico aberto (ver, por exemplo, Jackes e Meiklejohn, 2004), isto é, para condições muito diferentes daquelas que existiriam num sector recuado do estuário do Tejo, como eram então as da região estuarina de Muge. Assim, neste trabalho, além de ser dado um enquadramento teórico sobre o efeito de reservatório geoquímico na datação por radiocarbono, quer no referente a um reservatório marinho, quer a um estuarino, será calculado esse efeito para a área estuarina de Muge na altura em que os concheiros estavam ocupados. Com base nessa quantificação e tendo em conta a percentagem de alimentos marinhos na dieta dos indivíduos inumados e dados pelo radiocarbono, revelada pela composição isotópica em carbono e azoto das amostras datadas, serão reconvertidas em datas de calendário solar as datas convencionais de radiocarbono determinadas a partir de amostras de colagéneo de

ossos humanos. Por fim, serão comparadas as cronologias dos diversos concheiros já datados tendo também em atenção as datas de radiocarbono obtidas a partir de outras amostras – madeira carbonizada, conchas de espécies estuarinas e colagêneo de ossos de fauna diversa – colhidas nestes contextos.

O efeito de reservatório

Quando se pretende obter a idade de uma amostra, qualquer que seja o seu tipo ou origem, através do método de datação pelo radiocarbono (^{14}C), é necessário resolver dois problemas:

- 1) conhecer o teor inicial em radiocarbono da amostra, isto é, o seu teor neste radioisótopo quando se deu a morte do organismo que lhe deu origem;
- 2) o seu teor actual, depois de livre de qualquer eventual contaminação que tenha ocorrido após a morte do organismo.

A resolução da segunda questão encontra-se devidamente equacionada e não oferece quaisquer dificuldades através de várias técnicas bem estabelecidas de tratamentos de descontaminação das amostras e de medição da sua radioactividade (do seu teor em radiocarbono).

Já em relação à primeira questão, é necessário saber-se se a amostra a datar provém da biosfera terrestre, que está em equilíbrio com a atmosfera, ou de outro reservatório geoquímico do carbono, diferente daqueles dois. Se a amostra provém da biosfera terrestre, a sua radioactividade, no referente ao ^{14}C , espelha a radioactividade da atmosfera contemporânea, a qual é convenientemente representada por uma determinada percentagem da actividade do padrão moderno (ácido oxálico N.B.S.) utilizado em datação pelo radiocarbono. Mas, por exemplo, para as amostras da biosfera marinha já não se pode utilizar aquela percentagem da actividade do padrão moderno, uma vez que os organismos marinhos se formaram em equilíbrio com a água do mar, a qual é deficiente em ^{14}C comparada com a atmosfera. Essa deficiência em ^{14}C daquele reservatório geoquímico do carbono denomina-se *efeito de reservatório oceânico* (ou *marinho*) e é necessário quantificar esse efeito para se conhecer o teor inicial em radiocarbono deste tipo de amostras. De igual modo, a datação de amostras de origem lagunar, fluvial ou estuarina necessita de uma quantificação do respectivo efeito de reservatório, se se quiser datar pelo radiocarbono, com rigor e precisão, amostras com estas proveniências. O efeito de reservatório ou idade aparente deverá, assim, ser definido como a diferença entre datas convencionais de radiocarbono de amostras que viveram contemporaneamente na atmosfera e outro reservatório geoquímico do carbono (Stuiver *et al.*, 1986). Esta definição tem implícito

que o efeito de reservatório R é passível de ter variado ao longo do tempo (em vez de R deveria usar-se $R(t)$, em que t significa tempo/data), devido à variabilidade do teor em ^{14}C da atmosfera e, eventualmente, a modificações ocorridas nos parâmetros do reservatório em causa bem como do atmosférico, que influenciaram a taxa de transferência de ^{14}C da atmosfera para esse reservatório e vice-versa.

No caso do reservatório marinho, Stuiver *et al.* (1986) fizeram uso de um modelo para o sistema de transferência de carbono entre aquele reservatório e a atmosfera e, dado que há variabilidade das condições oceânicas de região para região do globo, variabilidade essa que não é tomada em conta pelo modelo, haverá que calcular um parâmetro, R , que traduza essa variabilidade. Se se admitir, em primeira aproximação, que a resposta a uma modificação do sinal atmosférico na região oceânica considerada é paralela à resposta do oceano como um todo, então esse parâmetro R , ao contrário de R ou de $R(t)$, poderá ser considerado como uma constante. Stuiver *et al.* (1986, p. 982) propõem o cálculo desse parâmetro R , do seguinte modo:

- 1) a partir da data convencional de radiocarbono P obtida a partir de um organismo marinho cuja colheita se realizou no ano X d.C., a que corresponde a data Q obtida pela utilização do modelo mencionado (Stuiver *et al.*, 1986, Fig. 10a), obtém-se R fazendo: $R = P - Q$.
- 2) a partir de, pelo menos, um par de amostras contemporâneas – da biosfera terrestre e da biosfera marinha – independentemente da sua cronologia: a data convencional de radiocarbono da amostra da biosfera terrestre é convertida numa data da biosfera marinha (por aplicação do modelo; ver Stuiver e Braziunas, 1993, Fig. 15), a qual, subtraída da data convencional de radiocarbono determinada com a outra amostra (da biosfera marinha), dará o valor de R .

O valor de R será, portanto, para uma determinada região oceânica, uma medida do efeito de reservatório ou, por outras palavras, um índice da deficiência em ^{14}C da fracção do reservatório oceânico considerado. Sublinhe-se que o modelo usado para o sistema de transferência de carbono entre reservatórios e que conduziu ao conceito e cálculo de R utiliza apenas parâmetros de transferência independentes do tempo, pelo que isso implica que se assuma que as condições oceanográficas, nomeadamente na região em causa, não variaram ao longo do tempo (Holocénico). Este postulado pode e tem sido testado comparando datas de radiocarbono obtidas a partir de amostras associadas (contemporâneas) da biosfera marinha e da biosfera terrestre, colhidas em depósitos geológicos ou, mais vulgarmente, em contextos arqueológicos. O trabalho que um de nós tem vindo a desenvolver no laboratório de radiocarbono do ITN sobre o efeito de reservatório oceânico na orla costeira oeste-ibérica (Soares, 1989, 1993; Soares e Dias, 2006a, 2006b, 2007) pôs, pela primeira vez, em causa que, durante o Holocénico,

a constância de R seja aplicável para qualquer região, como se julgava (Stuiver *et al.*, 1986).

Na costa ocidental da Península Ibérica (e, também, em parte da sua orla atlântica meridional) ocorre sazonalmente um fenómeno físico, o *upwelling* costeiro, definido como o transporte vertical de águas profundas para a superfície do oceano por processos diferentes da turbulência ou da difusão. A existência do fenómeno de *upwelling* traduz-se numa menor actividade específica do ^{14}C nas regiões oceânicas afectadas, uma vez que as águas de profundidade que afloram à superfície são mais deficientes em radiocarbono do que as águas oceânicas superficiais onde esse fenómeno não ocorre e, por conseguinte, essa menor actividade específica do ^{14}C reflectir-se-á nos organismos marinhos que vivam nessas águas (Soares, 1989, 1997, 2005). A investigação realizada sobre o efeito de reservatório oceânico na orla costeira de Portugal permitiu determinar valores de R para a costa ocidental e para a costa sul. A partir de amostras de conchas historicamente datadas determinou-se que R tomava os valores 280 ± 35 anos ^{14}C ($R = 700 \pm 35$ anos ^{14}C) e 235 ± 25 anos ^{14}C ($R = 660 \pm 25$ anos ^{14}C) para a costas ocidental e sul, respectivamente (Soares, 1993). Estes valores, francamente positivos, reflectem um *upwelling* costeiro de elevada intensidade, o que acontece, na realidade, hoje em dia. Por outro lado, fazendo uso de pares de amostras arqueológicas, contemporâneas e estreitamente associadas, da biosfera marinha e da biosfera terrestre foi possível verificar que, durante o Holocénico, R terá variado entre 940 ± 50 anos e -160 ± 40 anos (Soares e Dias, 2006a). Para o intervalo de tempo melhor amostrado – entre 3000 BP e 1200 BP – o valor médio determinado para R é de 95 ± 15 anos ^{14}C , o que sugere uma situação de *upwelling* costeiro muito menos intenso que o actual. Também entre 7500 BP e 5000 BP os poucos valores obtidos para R , bem como outros *proxies* paleoclimáticos, apontam também para uma situação de *upwelling* com uma intensidade menor que a actual (Soares, 2005; Soares e Dias, 2006a).

Deverá notar-se que os valores de R determinados se referem a ambientes marinhos abertos. Para ambientes estuarinos confinados ou francamente salobros, não se poderão utilizar estes valores. Em trabalho anterior (Soares, 1989), para o sector montante do estuário do Sado (a partir de amostras do concheiro mesolítico de Vale de Romeiras), foi possível determinar, para cerca de 7100 BP, um valor de R de 300 ± 190 anos ^{14}C ($R = 100 \pm 155$ anos ^{14}C), diferente do valor actual determinado para um qualquer ambiente francamente marinho da costa ocidental.

Um procedimento similar ao utilizado para aquele concheiro terá de ser utilizado para os seus homólogos de Muge, uma vez que a região de Muge, durante o Mesolítico, se encontrava numa área muito recuada do estuário do Tejo, razão pela qual não se poderão utilizar os valores de R determinados para a costa ocidental na correcção das datas de amostras da biosfera marinha/estuarina ali recolhidas.

O fraccionamento isotópico

Como é conhecido, os isótopos de um qualquer elemento químico diferem entre si pela respectiva massa. Para um determinado elemento, os isótopos mais pesados apresentam uma taxa de movimento e de difusão diferente da dos isótopos mais leves (efeito cinético), bem como existe variabilidade dessas taxas às temperaturas de fusão, solidificação, cristalização, condensação e evaporação (efeito de equilíbrio isotópico). Além disso, quando se dá uma reacção química, os isótopos de um mesmo elemento químico, embora reajam do mesmo modo, fazem-no a velocidades diferentes, podendo os produtos finais da reacção ter teores isotópicos diferentes daqueles donde se partiu. Diz-se, então, em todos estes casos, que ocorreu um fraccionamento isotópico. O grau de fraccionamento isotópico depende da temperatura a que se deu a transição de estado ou a reacção química e expressa-se, normalmente, pela grandeza δ . Esta grandeza define-se do seguinte modo:

$$(\text{‰}) = \frac{R_{\text{amostra}} - R_{\text{padrão}}}{R_{\text{padrão}}} \times 1000$$

em que R é a razão entre teores isotópicos: do isótopo mais pesado em relação ao mais leve. Por exemplo, no caso do azoto, a definição da grandeza ^{15}N será:

$$^{15}\text{N} = \frac{\left(\frac{^{15}\text{N}}{^{14}\text{N}} \right)_{\text{amostra}} - \left(\frac{^{15}\text{N}}{^{14}\text{N}} \right)_{\text{padrão}}}{\left(\frac{^{15}\text{N}}{^{14}\text{N}} \right)_{\text{padrão}}} \times 1000\text{‰}$$

De igual modo se poderia definir a grandeza ^{13}C .

Cada tecido ou material orgânico terá uma determinada composição isotópica (em C e N, por exemplo) resultante do fraccionamento isotópico ocorrido quando do processo ou processos específicos que lhe deram origem. Para os animais, a composição isotópica em carbono e azoto dos seus tecidos (e essa composição varia de tecido para tecido) pode ser usada na determinação da sua dieta (Ambrose, 1993; Richards e Hedges, 1999; Schwarcz *et al.*, 1985; Schoeninger *et al.*, 1983). Para isso é necessário conhecer com precisão o enriquecimento isotópico existente entre a dieta e o tecido orgânico em causa. Define-se o factor de fraccionamento isotópico para o carbono pela seguinte expressão matemática (Passey *et al.*, 2005):

$$\text{tecido-dieta} = ^{13}\text{C}_{\text{tecido}} - ^{13}\text{C}_{\text{dieta}}$$

É usual a utilização da composição isotópica em carbono e azoto do colagéneo dos ossos como base para a determinação de dietas dos mamíferos, designadamente dos hu-

manos. Na Europa (ver Richards e Hedges, 1999), em que os processos fotossintéticos das plantas são predominantemente do tipo C3, o colagéneo dos animais terrestres, incluindo os humanos, que comem plantas ou outros animais terrestres, tem um valor de ^{13}C de cerca de -20‰. Já quanto aos valores de ^{15}N , para a mesma região e para uma dieta de alimentos predominantemente terrestres, dependem não só do nível trófico da dieta do animal, mas também da interação entre o solo, a vegetação e o clima. O ^{15}N pode, portanto, variar de 4 a 10‰. Se os humanos tiverem uma dieta baseada somente em alimentos de origem marinha, então o colagéneo dos ossos estará enriquecido em azoto, apresentando um ^{15}N 3-4‰ acima daquele correspondente à dieta; o ^{15}N , para dietas humanas de origem marinha, apresentará valores entre 10 e 22‰, dependendo do nível trófico das proteínas utilizadas na alimentação. Quanto ao ^{13}C do colagéneo dos ossos humanos, formados a partir de dietas de origem marinha, este apresenta-se enriquecido, podendo atingir um valor extremo de -12‰. Ainda segundo Richards e Hedges (1999), os humanos enterrados nos concheiros mesolíticos da costa atlântica da Europa terão obtido, na sua maioria, mais de 50% da suas proteínas de alimentos marinhos, mas ao contrário do que se poderia pensar, observando as enormes quantidades de conchas marinhas aí existentes, os moluscos constituíram, provavelmente, muito menos que 50% das proteínas de origem marinha consumidas.

Existem alguns métodos que permitem calcular, a partir da composição isotópica em carbono e azoto do colagéneo dos ossos, a percentagem de alimentos de origem marinha na dieta. Segundo Ambrose (1993), baseada em Schwarcz *et al.* (1985) e White e Schwarcz (1989), a seguinte expressão matemática permite determinar a relação entre as dietas de origem marinha e terrestre:

$$\% \text{ dieta marinha} = [(^{13}\text{C}_{col} - ^{13}\text{C}_t - \text{col-dieta}) / (^{13}\text{C}_m - ^{13}\text{C}_t)] \times 100$$

em que $^{13}\text{C}_{col}$ é a composição isotópica em carbono do colagéneo dos ossos, $^{13}\text{C}_t$ o valor médio da composição isotópica em carbono dos alimentos de origem terrestre, $^{13}\text{C}_m$ o valor médio dos de origem marinha e col-dieta o factor de fraccionamento ($^{13}\text{C}_{col} - ^{13}\text{C}_{dieta}$). Devido à imprecisão com que se conhece os valores de $^{13}\text{C}_t$ e $^{13}\text{C}_m$, a incerteza associada ao valor calculado para a percentagem de dieta marinha, fazendo uso da expressão anterior, é da ordem dos 10%.

O valor do efeito de reservatório no estuário do Tejo, na região de Muge, cerca de 7000 BP

Para determinar o valor do efeito de reservatório estuarino na área de Muge, quando os concheiros estavam ocupados, foram processadas três amostras, estreitamente as-

sociadas, provenientes da camada 3 do concheiro do Cabeço da Amoreira (Rolão *et al.*, 2006): uma constituída por ossos de mamíferos terrestres e duas por conchas de moluscos estuarinos (*Scrobicularia plana* e *Cerastoderma sp.*). Além destas, datou-se uma outra amostra de *Scrobicularia plana* (C. Am. / 03 C3 S), proveniente da camada 3 do mesmo concheiro, mas de local diferente do das amostras anteriores.

As amostras de conchas foram, em primeiro lugar, limpas manualmente das concreções aderentes tendo-se, para isso, utilizado um bisturi. Foram, em seguida, lavadas com água destilada em banho de ultra-sons, secas numa estufa a 100° C, e pesadas. Posteriormente, foram feitas reagir com ácido clorídrico (HCl 0,5M a 25° C), de modo a eliminar entre 1/3 a 1/2 do seu peso, isto é, a fracção externa das conchas, a mais susceptível de estar contaminada por eventuais dissoluções e recristalizações que as conchas terão sofrido enquanto estiveram enterradas. No caso da amostra C. Am. / 03 C3 S, após este pré-tratamento, dispunha-se de cerca de 100 g, o que permitiu por hidrólise ácida controlada separar, na linha de síntese do benzeno, volumes aproximadamente iguais de CO₂ representativos da fracção intermédia e da fracção interna das conchas, as quais foram datadas.

A amostra de fauna foi descontaminada através da extracção e purificação do colagéneo que os ossos continham tendo, para isso, sido utilizada a técnica de Longin ligeiramente modificada e descrita em Soares (2005).

O teor em radiocarbono das amostras foi determinado fazendo uso da técnica de cintilação líquida, também descrita em Soares (2005). O valor de ¹³C das amostras datadas foi determinado no CO₂ produzido na fase inicial da síntese do benzeno. As idades convencionais de ¹⁴C foram calculadas de acordo com as definições recomendadas por Stuiver e Polach (1977).

Os resultados encontram-se no Quadro I. Com as datas obtidas a partir da amostra C. Am. / 03 C3 S pretendeu-se avaliar a fiabilidade das outras datas obtidas com as amostras de conchas associadas à amostra de ossos. Os valores obtidos são ligeiramente mais antigos do que os obtidos com estas últimas, o que é aceitável dada a complexidade destes contextos arqueológicos e dos processos tafonómicos que sofreram, mesmo aquando do seu processo de formação. Por sua vez, Sac-2080 e Sac-2079 são estatisticamente indistinguíveis, o que as torna de grande fiabilidade. Assim, a partir dos valores de Sac-2102 (amostra da biosfera terrestre) e de Sac-2080 e Sac-2079 (amostras da biosfera estuarina da região de Muge) foi possível calcular um valor para R , seguindo o caminho indicado por Stuiver e Braziunas (1993). Pela aplicação do modelo proposto (Stuiver e Braziunas, 1993, Fig. 15C) à data Sac-2102 obtém-se o valor de 6920 BP, o qual subtraído do valor médio ponderado de Sac-2080 e Sac-2079 (7060 ± ± 40 BP) dá o valor de $R = 140 \pm 40$ anos ¹⁴C (a que corresponde um $R = 540 \pm 125$ anos ¹⁴C).

A calibração das datas convencionais de radiocarbono determinadas sobre ossos humanos dos enterramentos nos concheiros mesolíticos de Muge

No Quadro II apresenta-se o conjunto de datas convencionais de radiocarbono determinadas a partir de amostras de colagéneo de ossos humanos de indivíduos inumados nos concheiros mesolíticos de Muge. Apresentam-se, também, as composições isotópicas em carbono e azoto dessas amostras de colagéneo. Pela aplicação da equação de Ambrose (1993), referida atrás no ponto 3, calcularam-se as respectivas percentagens de alimentos de origem marinha na dieta dos indivíduos datados, também indicadas no Quadro referido. Para isso, assumiu-se que: $^{13}C_t$ (valor médio da composição isotópica em carbono dos alimentos de origem terrestre) tomaria o valor de $-26,5\text{‰}$; $^{13}C_m$ (valor médio dos de origem marinha) tomaria o valor de -16‰ ; e $_{col-dieta}$ (o factor de fraccionamento) o valor de $+5\text{‰}$ (Ambrose, 1993, p. 84).

Note-se que da composição isotópica de algumas amostras, designadamente do Esqueleto 16 da Moita do Sebastião, do Esqueleto não numerado e do Enterramento CAM-00-01 do Cabeço da Amoreira, do Esqueleto 6 do Cabeço da Arruda e do Esqueleto não numerado da Cova da Onça, só se conhece a composição isotópica em carbono, ignorando-se a de azoto, porventura porque não terá sido determinada ou, então, porque não foi publicada. Este facto poderia conduzir a uma menor fiabilidade no cálculo da percentagem de alimentos de origem marinha na dieta. No entanto, os valores bastante enriquecidos em ^{13}C e as datas convencionais de radiocarbono que lhes correspondem afastam alguma dessa incerteza.

Dois casos em particular merecem ser destacados pelas implicações específicas que parecem acarretar para o conhecimento dos concheiros mesolíticos de Muge, a cuja discussão se regressará adiante:

- a composição isotópica da amostra CAM-01-01 ($^{13}C = -20,1\text{‰}$; $^{15}N = 8,2\text{‰}$) do Cabeço da Amoreira indica que os alimentos marinhos entraram na dieta desse indivíduo numa percentagem desprezável;
- o valor isotópico obtido para o Esqueleto 6 do Cabeço da Arruda ($^{13}C = -19,0\text{‰}$) e a correspondente datação – a mais antiga até hoje determinada a partir de ossos humanos de Muge – indica que a percentagem de alimentos de origem marinha na dieta seria ainda pequena aquando da primeira ocupação dos concheiros.

No Quadro III apresentam-se as datas calibradas, em cal BC e cal BP, tendo em conta a percentagem determinada para a dieta de origem marinha e o valor de 140 ± 40 anos ^{14}C para R. Utilizou-se o programa OxCal v3.10 (Bronk Ramsey, 1995, 2001) e fez-

-se uso das curvas INTCAL04 (Reimer *et al.*, 2004) e MARINE04 (Hughen *et al.*, 2004), bem como da sua combinação. Os intervalos de tempo apresentados correspondem aos limites extremos para cada intervalo de confiança de 1 e 2 .

Discussão e conclusões

A partir dos resultados apresentados no Quadro III, foi construída a Fig. 1, fazendo uso do programa OxCal v3.10 (Bronk Ramsey, 1995, 2001), a qual conduz a várias conclusões no que respeita à cronologia dos concheiros de Muge com base na datação de restos humanos. Assim, a leitura do gráfico daquela figura permite, neste momento, concluir o seguinte:

1. que as datações se distribuem, no Cabeço da Arruda, entre c. 6200 cal BC (Beta-127451) e c. 5000 cal BC (TO-356), daqui resultando que este complexo mesolítico terá tido uma duração possivelmente superior a um milénio;
2. que em todos os concheiros com mais de uma datação determinada se obtiveram resultados estatisticamente distintos, o que significa a existência de ocupações muito prolongadas no tempo ou diversas fases de ocupação sucessivas, hipótese esta consentânea com as observações estratigráficas realizadas nesses sítios (ver, por exemplo, Roche, 1972) e iniciada pelas seis datações intermédias do Cabeço da Arruda;
3. que, a dado momento do desenvolvimento dos concheiros de Muge, estes terão sido contemporâneos – ou melhor, penecontemporâneos – se se considerar o facto de se estar a lidar com intervalos de tempo da ordem da centena de anos para cada datação; e
4. que, por consequência do que foi referido acima, resulta redutor procurar fasear o Mesolítico de Muge tomando cada concheiro como tratando-se de uma entidade arqueológica homogénea em termos cronológicos, como tem vindo a ser tentado desde os primeiros trabalhos realizados no local ainda no século XIX.

Acresce que a amostragem utilizada padecerá de limitações quanto à sua efectiva representatividade, pelo que, muito provavelmente, uma amostragem mais alargada – nomeadamente a outros sítios, se tal fosse possível – permitiria precisar aquelas conclusões. Com efeito, tendo em atenção o número mínimo de indivíduos recuperados em cada um dos concheiros, o número de datações efectuadas resulta muito diminuto, como se pode verificar:

- Moita do Sebastião: cerca de 100 esqueletos recuperados, 6 datados (Jackes e Alvim, 2006);

- Cabeço da Arruda: 108 esqueletos recuperados, 8 datados (Cunha e Cardoso, 2002/03);
- Cabeço da Amoreira: 21 esqueletos recuperados, 4 datados (Cunha e Cardoso, 2002/03);
- Cova da Onça: 32 esqueletos recuperados, 1 datado (Cunha e Cardoso, 2002/03).

Do mesmo modo, a representatividade das datações determinadas a partir de outros tipos de amostras parece-nos débil, a que se soma o facto de parte dessas datas serem sobre carvões cujas espécies não foram determinadas – podendo, portanto, padecer do chamado “efeito de madeira antiga” – e, no caso das datações realizadas na década de 1960, conterem desvios-padrão muito elevados.

Excluindo as datas com desvios-padrão da ordem dos 300-350 anos, é possível concluir, ainda assim, que a mais antiga cronologia dos concheiros de Muge remonta de facto ao final do VII milénio a.C., confirmando, assim, as conclusões baseadas na datação de esqueletos humanos referidos atrás. Esta conclusão pode ser retirada a partir dos resultados das datas TO-11864 da Fonte da Moça, H-2119/1546 da Moita do Sebastião, Hv-1349 do Cabeço da Amoreira e, sobretudo, da data TO-10215 do Cabeço da Arruda, dado ao seu pequeno desvio-padrão, apesar de ter sido obtida a partir de carvões não determinados.

A conjugação desta conclusão com outras observações que se têm vindo a produzir em vários domínios tem implicações muito relevantes para o entendimento da origem e desenvolvimento do complexo arqueológico mesolítico de Muge, do ponto de vista histórico. Com efeito, a formação destes concheiros parece corresponder a um fenómeno alargado a todo o centro e sul de Portugal de concentração do povoamento humano nos estuários dos principais rios (pelo menos no Tejo e Sado), e a emergência de estratégias de subsistência viradas em grande medida para a exploração de recursos estuarinos, a par de uma rarefacção do povoamento nas regiões costeiras e interiores. Este fenómeno é particularmente visível na Estremadura, onde o contraste entre os períodos climáticos Pré-Boreal e Boreal, por um lado, e o Atlântico, por outro, é gritante (ver, por exemplo, Araújo, 2003). Porém, as datas que se têm vindo a obter para diversos contextos mesolíticos estremenhos do período atlântico – Buraca Grande, Costa do Pereiro, Forno da Telha, Abrigo Grande das Bocas e S. Julião (para uma listagem actualizada das respectivas datações, ver Carvalho, 2007a) – indicam que esse processo não foi repentino, antes decorreu em cronologias ainda imprecisas entre finais do VII e inícios do VI milénio a.C. (Carvalho, 2003). A existência desta fase implica que seja concebível um cenário de transição gradual de estratégias de subsistência de menor pendor aquático para outras em que esta componente assume maior importância. Aparentemente, este fenómeno poderá justificar a composição isotópica, referida no apartado anterior, do Esqueleto 6 do Cabeço da Arruda, com uma datação correspondente à fase mais antiga dos concheiros de Muge

(Quadro II), o que parece testemunhar um consumo ainda muito pequeno de alimentos marinhos.

Paralelamente a estas transformações na geografia humana mesolítica, é provável que tenham ocorrido também processos de reorganização dos respectivos territórios sociais. Esta possibilidade, ainda por analisar em rigor, parece ter sido detectada na composição isotópica dos restos humanos dos concheiros do Sado. Com efeito, segundo os dados obtidos por Umbelino (2006; Umbelino *et al.*, 2007), parece emergir um padrão de acordo com o qual nos concheiros localizados no troço inferior do rio os alimentos de origem marinha/estuarina detêm uma importância maior que nos sítios localizados mais a montante. A confirmar-se no futuro, este padrão implica a existência, durante o Mesolítico final da região, de duas comunidades humanas distintas, e não apenas de uma única que percorria o vale inferior e médio do Sado de forma sazonal, tal como proposto por Arnaud (1989). Este cenário de grupos diferentes explorando territórios contíguos poderá, transposto para Muge, explicar a presença do indivíduo representado pela amostra CAM-01-01 do Cabeço da Amoreira, cuja composição isotópica indica a presença de alimentos marinhos/estuarinos numa percentagem desprezável (Quadro II), a que se fez referência anteriormente. É possível, pois, que este indivíduo seja originário de outra região e que tenha vivido em Muge apenas nos últimos anos da sua vida, por hipótese, como resultado de estratégias sociais exogâmicas.

Por outro lado, investigações levadas a cabo na bacia do Baixo Tejo permitiram concluir que na área de Muge, cerca de 8150 cal BP, ocorre uma mudança abrupta de um regime fluvial para um regime estuarino, iniciando-se a partir de então a influência da água salgada naquele ecossistema (Van Der Schriek *et al.*, 2007). Considerando a cronologia absoluta obtida, esta mudança detectada na área de Muge poderá estar relacionada com a reorganização climática desencadeada pelo importante evento de frio de 8,2 ka cal BP (Bond *et al.*, 1997, 2001; McDermott *et al.*, 2001) que, de acordo com diversos autores (Zilhão, 2003; Soares, 2005; Carvalho, 2007a), terá sido também a razão conducente às transformações no sistema de povoamento mesolítico que se assinalaram acima.

Em síntese, com os dados até agora disponíveis, poderá considerar-se como provável que os concheiros de Muge tenham tido um início *grosso modo* simultâneo, balizado pelo evento 5 de Bond (de 8,2 ka), e que terão ocorrido inumações logo nesses primeiros momentos de ocupação, como a data Beta-127451 (Fig. 1) do Cabeço da Arruda parece testemunhar.

Já no que respeita ao seu término, a datação TO-356 para a ossada N do Cabeço de Arruda, bem como as datações TO-11860 e TO-11861 obtidas a partir de amostras de fauna mamalógica do Cabeço da Amoreira, indiciam que a ocupação destes sítios por caçadores-recolectores-mariscadores atingiu o V milénio a.C., podendo ter-se prolongado pelos primeiros séculos deste milénio. A fiabilidade a atribuir a esta conclusão deverá ter

em conta não só as duas últimas datações que foram obtidas a partir de fauna terrestre, mas também os contextos arqueológicos das mesmas, formados em exclusivo por faunas selvagens, sem incorporação de cerâmica (Rolão *et al.*, 2006).

O factor conducente ao termo da exploração sistemática dos recursos estuarinos desta área por parte da comunidade mesolítica nela fixada é ainda uma incógnita, não sendo possível avaliar com os dados disponíveis se ocorreu por esgotamento daqueles recursos na sequência de alterações ambientais ou se por absorção dos grupos mesolíticos pelos neolíticos após um processo de “encapsulamento”, uma vez que os primeiros grupos neolíticos – isto é, portadores de uma economia de produção e de cerâmica – povoavam já toda a Estremadura desde *c.* 5400 cal BC (Carvalho, 2007b).

A complexidade dos processos de acumulação dos sedimentos destes concheiros, a falta de conhecimento aprofundado e preciso dos processos tafonómicos que os afectaram ao longo da sua existência e, ainda, o reduzido número de datações absolutas disponíveis – note-se, além disso, a diversidade (mesmo a disparidade) dos valores das datas obtidas para a designada camada 3 do Cabeço da Arruda – tornam necessária uma maior e melhor validação das inferências, atrás referidas, sobre a cronologia destes concheiros, designadamente no que diz respeito às ocupações mais recentes. Deverá, para isso, haver um esforço suplementar de datação de diversos tipos de amostras, colhidas em contextos precisos nestes concheiros, nomeadamente de esqueletos humanos neles inumados. O programa de datações delineado deverá necessariamente ser complementado por uma investigação mais aprofundada não só sobre composições isotópicas do colagéneo dos ossos, mas também sobre o comportamento do efeito de reservatório durante o mais de um milénio em que os concheiros de Muge se formaram. Será, assim, possível, maneando correctamente os dados obtidos, construir cronologias cada vez mais credíveis e precisas para estes concheiros de elevada importância científica.

Agradecimentos

Agradece-se ao Doutor José Manuel Rolão, responsável pelas últimas intervenções arqueológicas nos concheiros de Muge, a disponibilização das amostras de fauna e de conchas que permitiram a determinação do efeito de reservatório para *c.* 7000 BP naquela região do Tejo, e ao Doutor João Luís Cardoso, pelas informações pessoais sobre a datação dos restos de cão recolhidos em concheiro não identificado da Ribeira de Magos.

Bibliografia

- AMBROSE, S. H. (1993) – Isotopic analysis of paleodiets: methodological and interpretive considerations. In M. K. Sandford (Ed.), *Investigations of Ancient Human Tissue. Chemical Analyses in Anthropology*, pp. 59-130. University of North Carolina at Greensboro: Gordon and Breach Science Publishers.
- ARAÚJO, A. C. (2003) – Long term change in Portuguese Early Holocene settlement and subsistence. In K. Knutsson; L. Larsson; D. Leoffler & A. ÅkerlundK (Eds.), *Mesolithic on the move. Proceedings of the 6th International Conference on the Mesolithic in Europe*, pp. 569-580. Oxford: Oxbow Books.
- ARNAUD, J. M. (1989) – The Mesolithic communities of the Sado valley, Portugal, in their ecological setting. In C. Bonsall (Ed.), *The Mesolithic in Europe. Third International Symposium*, pp. 614-631. Edinburgh: John Donald.
- BOND, G.; SHOWERS, W.; CHESEBY, M.; LOTTI, R.; ALMASI, P.; DeMENOCA, P.; PRIORE, P.; CULLEN, H.; HADJAS, I. & BONANI, G. (1997) – A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates. *Science*, 278: 1257-1266.
- BOND, G.; KROMER, B.; BEER, J.; MUSCHELER, R.; EVANS, M. N.; SHOWERS, W.; HOFFMANN, S.; LOTTI-BOND, R.; HADJAS, I. & BONANI, G. (2001) – Persistent solar influence on North Atlantic Climate during the Holocene. *Science*, 294: 2130-2136.
- BRONK RAMSEY, C. (1995) – Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: the OxCal program. *Radiocarbon*, 37 (2): 425-430.
- BRONK RAMSEY, C. (2001) – Development of the radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, 43 (2A): 355-363.
- CARDOSO, J. L. (2002) – *Pré-História de Portugal*. Lisboa: Verbo.
- CARVALHO, A. F. (2003) – O Neolítico antigo no Arrife da Serra d'Aire. Um *case study* da neolitização da Média e Alta Estremadura Portuguesa. In V. S. Gonçalves (Ed.), *Muita gente, poucas antas? Origens, espaços e contextos do Megalitismo. II Colóquio Internacional sobre Megalitismo*, pp. 135-154. Lisboa: Instituto Português de Arqueologia (Trabalhos de Arqueologia, 25).
- CARVALHO, A. F. (2007a) – *A neolitização do Portugal meridional. Os exemplos do Maciço Calcário Estremenho e do Algarve ocidental*. Dissertação de Doutoramento. Faro: Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade do Algarve.
- CARVALHO, A. F. (2007b) – A neolitização do Portugal meridional no contexto mediterrâneo ocidental do VI milénio a.C. In: J. L. Cardoso (Coord.), *A Arqueologia portuguesa e o espaço europeu: balanços e perspectivas. Actas do Colóquio*, pp. 47-78. Lisboa / Oeiras: Sociedade de Geografia de Lisboa / Câmara Municipal de Oeiras (Estudos Arqueológicos de Oeiras, 15).
- CUNHA, E. & CARDOSO, F. (2002/03) – New data on Muge shell middens: a contribution to more accurate numbers and dates. *Muge. Estudos Arqueológicos*, 1: 171-183.
- DETRY, C. (2007) – *Paleoecologia e paleoeconomia do Baixo Vale do Tejo no Mesolítico Final: o contributo dos mamíferos dos concheiros de Muge*. Dissertação de Doutoramento. Lisboa: Universidade Autónoma de Lisboa e Universidade de Salamanca.

HUGHEN, K. A.; BAILLIE, M. G.; BARD, E.; BECK, J. W.; BERTRAND, C. J. H.; BLACKWELL, P. G.; BUCK, C. E.; BURR, G. S.; CUTLER, K. B.; DAMON, P. E.; EDWARDS, R. L.; FAIRBANKS, R. G.; FRIEDRICH, M.; GUILDERTON, T. P.; KROMER, B.; McCORMAC, G.; MANNING, S.; BRONK RAMSEY, C.; REIMER, P. J.; REIMER, R. W.; REMMELE, S.; SOUTHON, J. R.; STUIVER, M.; TALAMO, S.; TAYLOR, F. W.; Van Der PLICHT, J. & WEYHENMEYER, C. E. (2004) – Marine04: marine radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, 46 (3): 1059-1086.

JACKES, M. & ALVIM, P. (2006) – Reconstructing Moita do Sebastião, the first step. *Do Epipaleolítico ao Calcolítico na Península Ibérica. Actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular*, pp. 13-25. Faro: Universidade do Algarve (Promontoria Monográfica, 4).

JACKES, M. & MEIKLEJOHN, C. (2004) – Building a method for the study of the Mesolithic-Neolithic transition in Portugal. In M. Budja (Ed.), *The neolithization of Eurasia: paradigms, models and concepts involved*, pp. 89-111. Ljubljana. (Neolithic Studies 11, Documenta Praehistorica. 31).

LUBELL, D. & JACKES, M. K. (1988) – Portuguese Mesolithic-Neolithic subsistence and settlement. *Rivista di Antropologia*, 66: 231-248.

LUBELL, D.; JACKES, M.; SCHWARCZ, H. & MEIKLEJOHN, C. (1986) – New radiocarbon dates for Moita do Sebastião. *Arqueologia*, 14: 34-36.

LUBELL, D.; JACKES, M.; SCHWARCZ, H.; KNYF, M. & MEIKLEJOHN, C. (1994) – The Mesolithic-Neolithic transition in Portugal: isotopic and dental evidence of diet. *Journal of Archaeological Science*, 21: 201-216.

McDERMOTT, F.; MATTEY, D. P. & HAWKESWORTH, C. (2001) – Centennial-scale Holocene climate variability revealed by a high-resolution speleothem ^{18}O record from SW Ireland. *Science*, 294: 1328-1331.

PASSEY, B. H.; ROBINSON, T. F.; AYLIFFE, L. K.; CERLING, T. E.; SPONHEIMER, M.; DEARING, M. D.; ROEDER, B. L. & EHLERINGER, J. R. (2005) – Carbon isotope fractionation between diet, breath CO_2 , and bioapatite in different mammals. *Journal of Archaeological Science*, 32: 1459-1470.

REIMER, P. J.; BAILLIE, M. G. L.; BARD, E.; BAYLISS, A.; BECK, J. W.; BERTRAND, C. J. H.; BLACKWELL, P. G.; BUCK, C. E.; BURR, G. S.; CUTLER, K. B.; DAMON, P. E.; EDWARDS, R. L.; FAIRBANKS, R.; FRIEDRICH, M.; GUILDERTON, T. P.; HOGG, A. G.; HUGHEN, K. A.; KROMER, B.; McCORMAC, G.; MANNING, S.; BRONK RAMSEY, C.; REIMER, R. W.; REMMELE, S.; SOUTHON, J. R.; STUIVER, M.; TALAMO, S.; TAYLOR, F. W.; Van Der PLICHT, J. & WEYHENMEYER, C. E. (2004) – IntCal04: terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, 46 (3): 1029-1058.

RICHARDS, M. P. & HEDGES, R. E. M. (1999) – Stable isotope evidence for similarities in the types of marine foods used by Late Mesolithic humans at sites along the Atlantic coast of Europe. *Journal of Archaeological Science*, 26: 717-722.

ROCHE, J. (1972) – Les amas coquilliers (*concheiros*) mésolithiques de Muge (Portugal). In *Die Anfänge des Neolithikums vom Orient bis Nordeuropa*, pp. 72-107. B. Koln: s.n. (Fundamenta, A/3).

ROKSANDIC, M. (2006) – Analysis of burials from the new excavations of the sites Cabeço da Amoreira and Cabeço da Arruda (Muge, Portugal). *Do Epipaleolítico ao Calcolítico na Península Ibérica. Actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular*, pp. 43-54. Faro: Universidade do Algarve (Promontoria Monográfica, 4).

ROLÃO, J.; JOAQUINITO, A. & GONZAGA, M. (2006) – O complexo mesolítico de Muge: novos resultados sobre a ocupação do Cabeço da Amoreira. *Do Epipaleolítico ao Calcolítico na Península Ibérica. Actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular*, pp. 27-42. Faro: Universidade do Algarve (Promontoria Monográfica, 4).

- SCHOENINGER, M. J.; DeNIRO, M.-J. & TAUBER, H. (1983) – Stable nitrogen isotope ratios of bone collagen reflect marine and terrestrial components of Prehistoric human diet. *Science*, 220: 1381-1383.
- SCHARCZ, H. P.; MELBYE, M. A.; KATZENBERG, M. A. & KNYF, M. (1985) – Stable isotopes in human skeletons of southern Ontario: reconstructing paleodiet. *Journal of Archaeological Science*, 12: 187-206.
- SOARES, A. M. M. (1989) – *O efeito de reservatório oceânico nas águas costeiras de Portugal continental*. Dissertação apresentada nas provas de acesso à categoria de Investigador Auxiliar. Sacavém: Departamento de Química do ICEN (INETI).
- SOARES, A. M. M. (1993) – The ^{14}C content of marine shells: evidence for variability in coastal upwelling off Portugal during the Holocene. *Isotope Techniques in the Study of Past and Current Environmental Changes in the Hydrosphere and the Atmosphere (Proceedings)*, pp. 471-485. Vienna: IAEA.
- SOARES, A. M. M. (1997) – O teor em radiocarbono das conchas marinhas: um indicador paleo-oceanográfico. *Setúbal Arqueológica*, 11/12: 17-25.
- SOARES, A. M. M. (2005) – *Variabilidade do “upwelling” costeiro durante o Holocénico nas margens Atlânticas ocidental e meridional da Península Ibérica*. Dissertação de Doutoramento. Faro: Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade do Algarve.
- SOARES, A. M. M. & CABRAL, J. P. (1984) – Datas convencionais de radiocarbono para estações arqueológicas portuguesas e a sua calibração: revisão crítica. *O Arqueólogo Português*, S. IV., 2: 167-214.
- SOARES, A. M. M. & DIAS, J. M. A. (2006a) – Coastal upwelling and radiocarbon – evidence for temporal fluctuations in ocean reservoir effect off Portugal during the Holocene. *Radiocarbon*, 48 (1): 45-60.
- SOARES, A. M. M. & DIAS, J. M. A. (2006b) – Once upon a time... the Azores Front penetrated into the Gulf of Cadiz. 5.º *Simpósio sobre a Margem Ibérica Atlântica (Livro de Resumos)*, pp. 205-206. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- SOARES, A. M. M. & DIAS, J. M. A. (2007) – Reservoir effect of coastal waters off western and northwestern Galicia. *Radiocarbon*, 49 (2): 925-936.
- STUIVER, M. & BRAZIUNAS, T. F. (1993) – Modeling atmospheric ^{14}C influences and ^{14}C ages of marine samples to 10,000 BC. *Radiocarbon*, 35 (1): 137-189.
- STUIVER, M. & POLACH, H. A. (1977) – Discussion. Reporting of ^{14}C Data. *Radiocarbon*, 19 (3): 355-363.
- STUIVER, M.; PEARSON, G. W. & BRAZIUNAS, T. (1986) – Radiocarbon age calibration of marine samples back to 9000 cal yr BP. *Radiocarbon*, 28 (2B): 980-1021.
- UMBELINO, C. (2006) – *Outros sabores do Passado. As análises de oligoelementos e de isótopos estáveis na reconstrução da dieta das comunidades humanas do Mesolítico Final e do Neolítico Final / Calcolítico do território português*. Dissertação de Doutoramento. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- UMBELINO, C.; PÉREZ-PÉREZ, A.; CUNHA, E.; HIPÓLITO, C.; FREITAS, M. C. & CABRAL, J. P. (2007) – Outros sabores do passado: um novo olhar sobre as comunidades humanas mesolíticas de Muge e do Sado através de análises químicas dos ossos. *Promontoria*, 5: 47-92.
- Van Der SCHRIEK, T.; PASSMORE, D. G.; ROLÃO, J. & STEVENSON, A. C. (2007) – Estuarine-fluvial floodplain formation in the Holocene Lower Tagus valley (central Portugal) and implications for Quaternary fluvial system evolution. *Quaternary Science Reviews*, 26: 2937-2957.

WHITE, C.-D. & SCHWARCZ, H. P. (1983) – Ancient Maya diet: as inferred from isotopic and elemental analysis of human bone. *Journal of Archaeological Science*, 16: 451-474.

ZILHÃO, J. (2003) – Algumas observações acerca do Mesolítico do interior peninsular e do modelo de passagem ao Neolítico através de colonização pioneira por via marítima. Comentário a: A. F. Carvalho, A emergência do Neolítico no actual território português: pressupostos teóricos, modelos interpretativos e a evidência empírica. *O Arqueólogo Português*, S. IV, 21: 108-118.

QUADRO I. Datação de amostras das biosferas marinha e terrestre da camada 3 do concheiro do Cabeço da Amoreira.

Ref. do Laboratório	Ref. da amostra	Tipo de amostra	¹³ C (‰)	Data convencional (anos BP)
Sac-2102	C. Am. / 03 A3 C3	Colagénico	-20,8	6520 ± 120
Sac-2080	C. Am. / 03 A3 C3 S	<i>Scrobicularia plana</i>	-3,0	7080 ± 80
Sac-2079	C. Am. / 03 A3 C3 C	<i>Cerastoderma sp.</i>	-2,5	7050 ± 45
Sac-2022	C. Am. / 03 C3 S1	<i>Scrobicularia plana</i> (fracção intermédia)	-1,2	7120 ± 50
Sac-2023	C. Am. / 03 C3 S2	<i>Scrobicularia plana</i> (fracção interna)	-2,1	7260 ± 60

QUADRO II. Datações pelo radiocarbono e análises isotópicas de amostras de ossos de enterramentos humanos dos concheiros de Muge.

Proveniência da amostra	Ref. do Laboratório	Data convencional (anos BP)	¹³ C (‰)	¹⁵ N (‰)	% de dieta marinha (± 10%)
Moita do Sebastião:					
Ossada 22	TO-131*	7240 ± 70	-16,1	12,2	51
Ossada 29	TO-133*	7200 ± 70	-16,9	10,4	44
Ossada 24	TO-132*	7180 ± 70	-16,8	11,9	45
Ossada 41	TO-134*	7160 ± 80	-16,7	11,2	46
Esqueleto 16	Beta-127449***	7120 ± 70	-16,8	–	45
Ossada CT	TO-135*	6810 ± 70	-15,3	13,4	59
Cabeço da Amoreira:					
Esqueleto ?	TO-11819R****	7300 ± 80	-16,3	–	50
Esqueleto 7	Beta-127450***	6850 ± 40	-16,5	11,9	48
Enterramento CAM-00-01	TO-10218**	6630 ± 60	-17,1	–	42
Enterramento CAM-01-01	TO-10225**	6550 ± 70	-20,1	8,2	–
Cabeço da Arruda:					
Esqueleto 6	Beta-127451***	7550 ± 100	-19,0	–	24
Enterramento CA-00-02	TO-10216**	7040 ± 60	-17,9	10,6	34
Ossada III	TO-360*	6990 ± 110	-17,7	11,2	36
Ossada A	TO-354*	6970 ± 60	-19,0	12,2	24
Ossada 42	TO-359a*	6960 ± 70	-17,2	11,8	41
Ossada D	TO-355*	6780 ± 80	-18,9	10,3	25
Enterramento CA-00-01	TO-10217**	6620 ± 60	-18,1	10,5	32
Ossada N	TO-356*	6360 ± 80	-15,3	12,5	59
Cova da Onça:					
Esqueleto ?	Beta-127448***	7140 ± 40	-17,2	–	41

* Lubell e Jackes (1988) e Lubell *et al.* (1986, 1994).

** Roksandic (2006) e Rolão *et al.* (2006).

*** Cunha e Cardoso (2002/03) e Umbelino (2006).

**** Detry (2007).

QUADRO III. Calibração das datas convencionais de radiocarbono das amostras de ossos humanos dos concheiros de Muge.

Referência do laboratório	Data convencional (anos BP)	% dieta marinha ($\pm 10\%$)	cal BC		cal BP	
			(1)	(2)	(1)	(2)
Moita do Sebastião:						
TO-131	7240 \pm 70	51	5980-5780	6030-5690	7930-7730	7980-7640
TO-133	7200 \pm 70	44	5980-5770	6020-5690	7930-7720	7970-7640
TO-132	7180 \pm 70	45	5920-5730	6000-5670	7870-7680	7950-7620
TO-134	7160 \pm 80	46	5910-5720	5990-5640	7860-7670	7940-7590
Beta-127449	7120 \pm 70	45	5880-5700	5980-5630	7830-7650	7930-7580
TO-135	6810 \pm 70	59	5540-5360	5620-5300	7490-7310	7570-7250
Cabeço da Amoreira:						
TO-11819R	7300 \pm 80	50	6030-5830	6100-5710	7980-7780	8050-7660
Beta-127450	6850 \pm 40	48	5610-5480	5660-5430	7560-7430	7610-7380
TO-10218	6630 \pm 60	42	5470-5320	5510-5220	7420-7270	7460-7170
TO-10225	6550 \pm 70	0	5620-5470	5630-5370	7930-7730	7980-7640
Cabeço da Arruda:						
Beta-127451	7550 \pm 100	24	6430-6210	6480-6060	8380-8160	8430-8010
TO-10216	7040 \pm 60	34	5840-5670	5920-5620	7790-7620	7870-7570
TO-360	6990 \pm 110	36	5840-5610	5980-5500	7790-7560	7930-7450
TO-354	6970 \pm 60	24	5820-5660	5910-5610	7770-7610	7860-7560
TO-359a	6960 \pm 70	41	5730-5560	5840-5490	7680-7510	7790-7440
TO-355	6780 \pm 80	25	5640-5490	5740-5420	7590-7440	7690-7370
TO-10217	6620 \pm 60	32	5490-5340	5570-5280	7440-7290	7520-7230
TO-356	6360 \pm 80	59	5120-4830	5220-4730	7070-6780	7170-6680
Cova da Onça:						
Beta-127448	7140 \pm 40	41	5890-5740	5980-5700	7840-7690	7930-7650

QUADRO IV. Datas de radiocarbono para os concheiros de Muge obtidas a partir de amostras de madeira carbonizada, fauna terrestre e conchas.

Ref. de laboratório	Tipo de amostra	Contexto da amostra	Data convencional (anos BP)	Data calibrada (2)	
				(cal BC)	(cal BP)
Moita do Sebastião:					
Sa-16	carvão	Brecha de base*	7350 ± 350	7050-5610	7560-9000
H-2119/1546	carvão	Brecha de base*	7080 ± 130	6220-5720	7670-8170
Cabeço da Amoreira:					
Hv-1349	carvão	?*	7135 ± 65	6110-5880	7830-8060
Sa-195	carvão	Camada de base*	7030 ± 350	6610-5300	7250-8560
Sa-194	carvão	Camada superior*	6050 ± 300	5560-4340	6290-7510
TO-11860	fauna	Camada 2***	5710 ± 170	5000-4230	6180-6950
Sac-2078	carvão	Camada 3****	5170 ± 40	4050-3810	5760-6000
TO-11861	fauna	Camada 3***	5970 ± 70	5040-4710	6660-6990
Sac-2102	fauna	Camada 3****	6520 ± 120	5670-5220	7170-7620
Sac-2080	conchas	Camada 3****	7080 ± 80	5640-5320	7270-7590
Sac-2079	conchas	Camada 3****	7050 ± 45	5590-5350	7300-7540
Sac-2023	conchas	Camada 3****	7260 ± 60	5790-5510	7460-7740
TO-11862	fauna	Camada 4****	6990 ± 60	5990-5740	7690-7940
Cabeço da Arruda:					
TO-10215	carvão	Base do concheiro**	7410 ± 70	6430-6110	8050-8380
Sa-197	carvão	Camada de base*	6430 ± 300	5920-4700	6650-7870
Sa-196	carvão	Camada superior*	5150 ± 300	4620-3330	5280-6570
Fonte da Moça:					
TO-11863	fauna	?***	6650 ± 60	5670-5480	7430-7620
TO-11864	fauna	?***	6890 ± 140	6030-5550	7500-7980
Ribeira de Magos:					
Beta-152956	fauna	?****	7070 ± 40	6005-5905	6030-5870

Nota: para calibração das datas de radiocarbono sobre amostras de conchas recorreu-se à curva Marine04 (Hughen *et al.*, 2004), fazendo uso do valor determinado para $R (140 \pm 40 \text{ anos } ^{14}\text{C})$.

* Soares e Cabral (1984).

** Roksandic (2006).

*** Rolão *et al.* (2006); Detry (2007)

**** Inéditas. A data Beta-152956, obtida sobre restos ósseos de cão recolhidos num concheiro indeterminado para a Ribeira de Magos (J. L. Cardoso, com. pessoal), foi objecto de publicação preliminar por Cardoso (2002, p. 137).

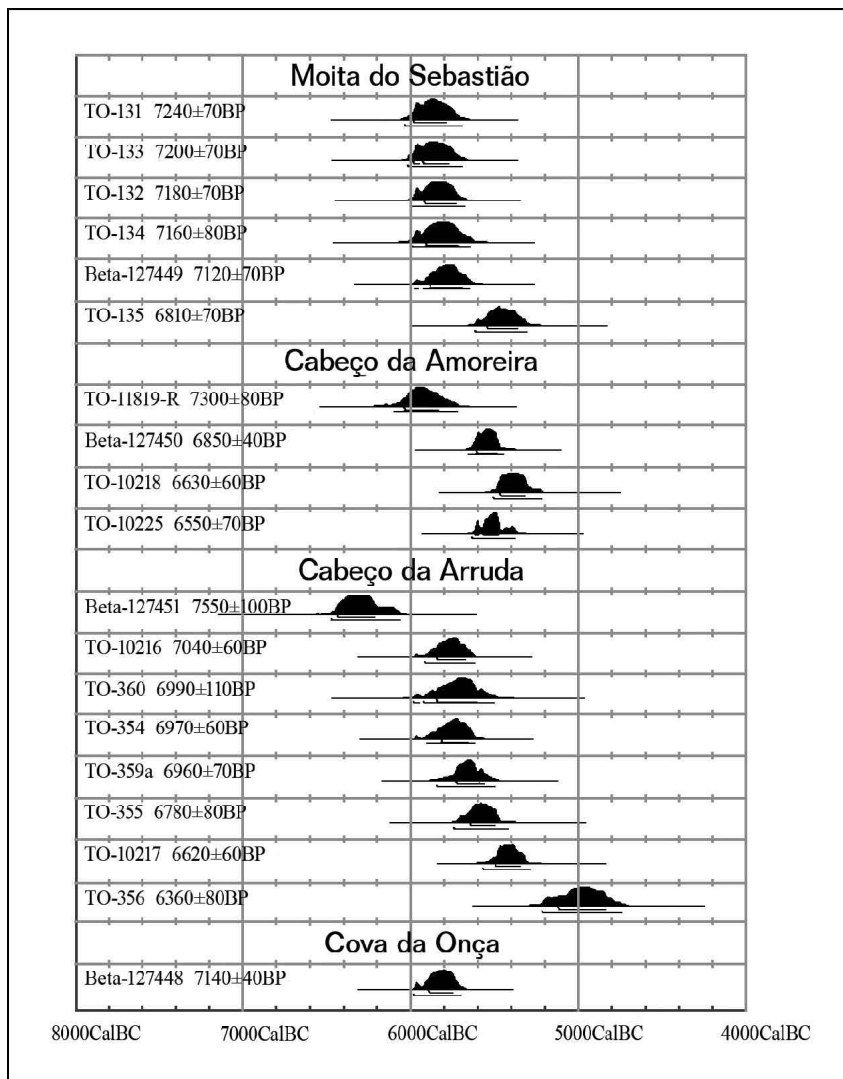


FIGURA 1. Gráfico das datações calibradas obtidas a partir de restos humanos recuperados dos concheiros mesolíticos de Muge.

