

BURACO DA PALA (MIRANDELA): DATAS DE CARBONO 14 CALIBRADAS E SEU PODER DE RESOLUÇÃO. ALGUMAS REFLEXÕES

por

Maria de Jesus Sanches *, Ant3nio M. Monge Soares **
e Fern3n Alonso Mathias ***

Resumo: O abrigo Buraco da Pala 3 uma estaa3o da Pr3-hist3ria recente provida de uma estratigrafia muito complexa. Embora o registo horizontal das diferentes «ocupa33es» tenha sido imposs3vel de realizar na totalidade do espa3o interior do abrigo, v3rias estruturas espacialmente pr3ximas s3o articul3veis entre si do ponto de vista cronol3gico e cultural. 22 datas de carbono 14, obtidas em tr3s laborat3rios diferentes, posteriormente calibradas e comparadas entre si, permitem-nos abordar as seguintes quest3es.

1 – Significado de uma data isolada numa estaa3o.

2 – Interpreta33es poss3veis de resultados diferentes referentes a amostras (n3o homogeneizadas) retiradas de uma mesma estrutura de combust3o.

3 – Poder de resolu33o temporal de uma s3rie de datas: a) referentes a todas as camadas estratigr3ficas definidas pelo arque3logo; b) obtidas em estruturas interpretadas como «contempor3neas» (no sentido arqueol3gico do termo).

Palavras-chave: Carbono 14. Calibra33o. Homogeneiza33o.

1. INTRODU33O

Pretende-se, com este trabalho, apresentar uma s3rie de 22 datas absolutas para o Buraco da Pala obtidas pelo m3todo de data33o pelo radiocarbono. 3 inten33o tamb3m, a partir desta s3rie de datas, equacionar alguns problemas relativos a quest3es metodol3gicas e te3ricas que afectam, em maior ou menor grau, a aplica33o deste m3todo de data33o. O abrigo do Buraco da Pala, com uma estratigrafia complexa e uma s3rie numerosa de datas de radiocarbono,

* Faculdade de Letras da Universidade do Porto. R. do Campo Alegre, 1055, 4100, Porto.

** Laborat3rio de Is3topos Ambientais, Departamento de Qu3mica, ICEN (INETI), Sacav3m.

*** Laborat3rio de Geocronologia, Instituto Rocasolano, CSIC, Madrid.

poderá assim servir como exemplo dos problemas referidos.

As questões de âmbito cronológico que se levantaram durante e após as escavações arqueológicas efectuadas no abrigo poderão sintetizar-se do seguinte modo:

i) Quais as balizas cronológicas para as várias ocupações pré-históricas que o Buraco da Pala conheceu?

ii) Seria possível estabelecer uma cronologia fina para a camada correspondente à última ocupação pré-histórica do abrigo, na qual se dá uma alteração profunda da cultura material?

iii) Seria possível, através do radiocarbono, correlacionar de um modo preciso estruturas situadas em diferentes áreas do abrigo e de que apenas se suspeitava serem contemporâneas entre si ou que estavam dispostas em sequência vertical sem qualquer elemento estratigráfico que as pudesse articular com uma ou outra das camadas identificadas?

Cabe referir que, para tentar responder de um modo seguro a estas questões, as amostras datadas, carvões ou sementes, foram colhidas em áreas muito restritas de lareiras estruturadas ou em "silos", respectivamente. Este procedimento teve por fim evitar possíveis misturas (contaminações) com materiais do mesmo tipo, não contemporâneos, provenientes de outras estruturas que as várias ocupações do abrigo espalharam pelos sedimentos, como a estratigrafia observada — e que se descreve a seguir —, permitia perceber.

2. ESTRATIGRAFIA E DATAS DE RADIOCARBONO

2.1. Descrição do abrigo. Estratigrafia

A estação Buraco da Pala situa-se na Serra de Passos/Santa Comba, freguesia de Passos, concelho de Mirandela, distrito de Bragança (Est.I - fig. 1). Tem as seguintes coordenadas: 41° 27' 35" de latitude N, 1° 50' 45" de longitude E (Lx.) e 860 m de altitude absoluta (Seg. a Carta Militar de Port. na esc. 1:25 000, Folhas 76 e 90).

Trata-se de um abrigo sob rocha, inserto numa extensa crista de xisto quartzítico que desce do topo da Serra de Passos e se desenvolve até à sua meia encosta, do lado leste. Foi escavado entre 1987 e 1990¹.

O Buraco da Pala é um abrigo de razoáveis dimensões, uma vez que a sua

¹ Os resultados preliminares da primeira campanha foram já publicados (SANCHES, 1987). Por isso, não se fará aqui uma descrição da geomorfologia, da geografia e do clima da zona onde o Buraco da Pala se insere, a qual poderá ser encontrada na referida publicação.

área interior é de cerca de 81 m². O tecto, em forma de V invertido, situa-se aproximadamente a 25 m do solo, definindo assim uma entrada alta, rasgada na vertical e aberta a sudeste. O pendor do solo é muito acentuado (25%), uma vez que depende da inclinação da rocha de base. Dado esse pendor e como a entrada do abrigo é bastante larga, terá havido, em todos os períodos, deslocação de sedimentos para o exterior.

O abrigo está cumulativamente sujeito a outras perturbações. No tecto, mas descentrada relativamente ao seu eixo longitudinal, a erosão criou uma fenda alongada longitudinalmente a qual permite, pelo menos na actualidade, a entrada directa de águas da chuva numa faixa que se estende da parte média do abrigo até à entrada. Estas águas arrastam também os sedimentos da área afectada em direcção ao exterior.

A recente cristianização do Buraco da Pala foi responsável pela maior perturbação que se conseguiu identificar. Traduziu-se na construção de degraus de acesso desde o exterior até à parte média do abrigo (Est.I - fig. 2). Os degraus transversais de pedra solta foram construídos com lajes arrancadas dos sedimentos no decurso da abertura das valas onde se alicerçam esses mesmos degraus. Nalguns locais, os alicerces foram escavados até quase à rocha de base. Ainda na parte superior (mais recuada) do abrigo foi aberta uma enorme fossa para inserir dois pilares que integravam um altar rústico.

Até à cristianização do abrigo, e mesmo após essa data, o Buraco da Pala foi utilizado como curral de cabras, as quais, além de revolverem a parte superior do solo, o impregnaram de excrementos. Os pastores também aí realizavam fogueiras. Por fim, entre a campanha de escavações de 1987 e a de 1988 foram abertas duas crateras, as quais vieram complicar ainda mais a compreensão estratigráfica.

O elevado número e a extensão das perturbações, a topografia da rocha de base, assim como a metodologia de escavação que aquelas implicaram, impediram que se pudessem obter, no decurso da escavação, planos "horizontais" sucessivos que abarcassem a totalidade do espaço interior do abrigo, ou melhor, planos para os quais houvesse a garantia do que aquilo que se estava a inserir em cada um pertencia a um mesmo "momento" de ocupação. O abrigo oferece, como se referiu, um espaço interior de 81 m², embora em 26% dessa área — 21 m² — não se tenham encontrado sedimentos de deposição pré-histórica nem estruturas habitacionais. Todo o espaço interior do Buraco da Pala deve ter sido objecto, durante a Pré-história, de muitos revolvimentos e perturbações decorrentes da ocupação prolongada que sofreu. Tais "perturbações estratigráficas" foram identificadas nalguns locais, permanecendo duvidosas noutros.

Na 2ª campanha de escavação foi identificada a maior potência estratigráfica do abrigo, a qual se situava na metade lateral direita². A despeito de algumas perturbações, foi esta área que permitiu entender a sequência estratigráfica do abrigo. Levantou, no entanto, e desde logo, interrogações quanto à presença ou ausência das mesmas camadas noutras locais e à possibilidade dessa identificação.

Como se referiu acima, os degraus, as restantes violações e ainda a rocha de base, criaram descontinuidades horizontais e verticais que a não uniformidade dos sedimentos em cada camada (à excepção da camada 4) dificilmente permitiram recuperar.

Tomando como referência o corte estratigráfico esquemático da Est. II, onde se representam as quatro camadas³ que se identificaram na metade do lado direito do abrigo, proceder-se-á a seguir à sua caracterização sumária. Em simultâneo, serão nomeados os problemas que se esperava solucionar com a datação pelo radiocarbono.

A camada 4 restringe-se à zona da entrada, definindo-se entre um rebordo da rocha de base e uma série de blocos caídos do tecto (antes da ocupação). Apresenta uma espessura considerável (esp. máxima de 56 cm) e compõe-se de terra castanha escura, uniforme, embora enegrecida nalgumas áreas. Integra várias lareiras situadas a diferentes níveis (cotas), mas foi impossível obter, no decurso da escavação, planos horizontais de estruturas contemporâneas. Há mesmo um caso de uma lareira, que parecia ter sido constantemente utilizada e que deixou vestígios de utilização interpretados como tendo sido produzidos ao longo de todo o período de ocupação patente nesta camada.

Dada a potência estratigráfica da camada 4 e o elevado número de lareiras que continha, procurou-se estabelecer o período de vigência desta ocupação mais antiga através da datação de quatro amostras de carvão colhidas em lareiras situadas desde a rocha de base até ao topo superior da camada. A camada 3B/C assenta sobre a camada 4 ou sobre o solo rochoso de base, mas não foi identificada em toda a área do abrigo. Na sua parte mais recuada parece ter sido objecto de "limpeza", pois ficou restrita a reentrâncias da rocha. As "duas camadas" B e C correspondem a uma mesma ocupação do abrigo, embora, em termos

² O eixo longitudinal do abrigo tem orientação noroeste-sudeste, estando a entrada virada a sudeste. Por facilidade de comunicação, faz-se referência ao seu espaço interior como é observado por um indivíduo colocado na entrada virado para o fundo.

³ A numeração das camadas pode parecer um pouco complicada. Isto deve-se ao facto de a primeira campanha, e mesmo a segunda, não terem revelado todas as camadas estratigráficas. Assim, nas campanhas seguintes, quando surgiam novas camadas, e para não reformular toda a documentação anterior, estas iam sendo distinguidas por letras e números.

estratigráficas, possam ser de quando em quando distinguidas. Incluem, nos seus vários "momentos", buracos de poste e lareiras domésticas. Em torno destas acumulam-se, por vezes, vários estratos lenticulares de sedimentos de cores variadas mas, essencialmente, constituídos por terra queimada, carvões e argila.

Níveis de argila ou lajeados separam esta camada da superior (3A) cuja característica principal é incluir grandes concentrações de sementes que se espalham sobre e por entre os espaços livres das pedras. Além destas concentrações, que têm uma distribuição espacial definida, existem espaços, na parte média do abrigo, que só integram lareiras. Para o lado esquerdo, onde a rocha de base se soergue, esta camada desaparece paulatinamente.

A camada 2 só foi correctamente identificada no canto superior direito do abrigo. Posteriormente, conseguiu-se perceber, em plano horizontal, o seu prolongamento por toda a metade superior. Nos locais onde foi identificada, apresenta as mesmas características da camada 3A, tanto no que se refere ao tipo e distribuição espacial das estruturas, quer quanto à cultura material. Somente níveis de argila ou grandes pedras a separam da anterior. Deste modo, sempre se interpretou a camada 2 como sendo o topo superior, ou o último nível de silagem, da camada 3A.

A camada 1, apesar de sujeita a muitas perturbações, permanece como a camada mais bem definida em todo o abrigo, facto a que não deve ser alheia a grande potência de sedimentos, que a ausência de ocupações pré-históricas posteriores preservou de eventuais "limpezas" tão praticadas no início da formação desta camada. É separada da anterior (que pode ser a 2 ou a 3A), também por um nível de pedras, mas de pequeno tamanho, entremeado com níveis lenticulares de argila. A camada 1, talvez porque não foi objecto de remoções intencionais posteriores à sua formação (a não ser as violações recentes e os remeximentos superficiais provocados pelas cabras), apresenta-se como a camada de armazenamento por excelência, embora também inclua áreas extensas sem concentrações de sementes mas onde se encontram lareiras a diversos níveis. Os vestígios ou restos de estruturas deixados por este tipo de armazenamento são diferentes daqueles das camadas 2 e 3A. No entanto, é sobretudo na cultura material que esta camada se distingue de todas as anteriores. Refira-se a título exemplificativo apenas dois ou três aspectos dessa diferença: a maioria da cerâmica é decorada com a técnica de impressão "penteada", técnica ausente nas camadas anteriores, e aparecem pela primeira vez objectos metálicos (em ouro e cobre) e um grande número de adornos de cor verde. Adornos desta matéria prima estão presentes noutras camadas, mas com um reduzidíssimo número de exemplares.

As camadas 3B/C, 3A, 2 e 1 nunca poderiam ser distinguidas entre si exclusivamente com base na cor e composição dos sedimentos. Com efeito,

aquilo que é comum a todas elas é a presença de terra negra com maior ou menor quantidade de carvão e níveis lenticulares mais ou menos espessos de argilas de cores diferentes. Há, evidentemente, diferenças de pormenor, devidamente localizadas, mas que não tem interesse estar a descrever no contexto deste trabalho. O que melhor permite distinguir entre si as camadas é a existência, na base de cada uma delas, de níveis de blocos ou de pequenos lajeados de pedras de diferentes tamanhos, conjugados ou não com níveis mais ou menos contínuos de argila.

No entanto, em algumas áreas e por motivos diversos, não foi possível uma distinção clara. Tentou-se, então, utilizar as datas de radiocarbono para testar a contemporaneidade de estruturas situadas em diferentes áreas do abrigo ou para correlacionar as que estavam dispostas em sequência vertical sem qualquer elemento estratigráfico que as pudesse articular com uma ou outra camada. Também se procurou utilizar essas datas para tentar articular com uma ou outra camada estruturas em negativo, ou buracos, cujo limite superior não poderia ser esclarecido pela estratigrafia. Simultaneamente, procurou-se estabelecer o período cronológico de ocupação correspondente a cada camada, tal como se indicou para a camada 4, existindo acrescido interesse científico no estabelecimento dos parâmetros cronológicos para a camada 1, a qual, como foi referido, apresenta tão grandes transformações na cultura material. Concomitantemente, procurou-se conhecer qual o período de tempo que decorreu entre a utilização do abrigo patente na camada 2 e aquela que se regista na camada 1.

2.2. Datação absoluta de estruturas e contextos

O plano de datações pelo radiocarbono para o Buraco da Pala permitiu a obtenção de 22 datas absolutas⁴ que se apresentam no Quadro I, acompanhadas das informações julgadas mais relevantes.

Antes de se tentar interpretar este conjunto de datas, e para o fazer correctamente, algumas noções e desenvolvimentos relativamente recentes ligados ao método de datação absoluta utilizado deverão estar presentes. Assim, como se sabe, um dos postulados básicos do método — o teor de radiocarbono na atmosfera tem-se mantido constante ao longo do tempo —, não é correcto. De igual modo, as datas convencionais de radiocarbono são calculadas usando o valor do período de Libby (5568 ± 30 anos) e não o verdadeiro (5730 ± 40

⁴ A datação das amostras foi efectuada nos laboratórios de Madrid e Groningen, graciosamente, mercê do empenho do Director do primeiro destes laboratórios, e no laboratório do ICEN, através de financiamento efectuado pelo IPPC (actual IPPAR).

anos). Por isso, optou-se por trabalhar com datas calibradas, isto é, com datas de calendário solar e não subtrair simplesmente 1950 à data convencional e apresentar e discutir resultados em anos a.C.. Note-se que a não equivalência entre anos de radiocarbono e anos de calendário solar implica que o espaço de tempo definido por estas duas unidades, além de não ser igual varia, no primeiro caso, ao longo do tempo enquanto que, por definição, se mantém constante no segundo. Daí que essa metodologia, muito utilizada entre nós, não tenha sido seguida pois se nos afigura sem qualquer significado, totalmente errônea, devendo pois ser abandonada. Se esse abandono se devia ter realizado já na década de sessenta com o aparecimento das primeiras curvas de calibração, actualmente o seu uso ainda é mais falho de significado uma vez que, em 1986, foram publicadas as curvas de alta precisão de STUIVER e PEARSON (1986) e de PEARSON e STUIVER (1986). Estas curvas cobrem, respectivamente, os intervalos de tempo 1950 DC - 500 AC e 500 AC - 2500 AC e constituem, conjuntamente, e pela primeira vez, uma curva de calibração universalmente aceite e recomendada pela 12^a Conferência Internacional sobre o radiocarbono (STUIVER e KRA (Eds.), 1986). Além desta curva recomendada, outras curvas de alta precisão existem, entre elas a de PEARSON *et al.* (1986, 1988), a qual prolonga a calibração até 5750 AC, e a de LINICK *et al.* (1986) para o intervalo de tempo entre 5350 AC - 6554 AC. Foram precisamente as curvas de calibração de PEARSON e STUIVER e de PEARSON *et al.* que foram utilizadas para calibrar as datas convencionais de radiocarbono obtidas para o Buraco da Pala.

Também, desde os finais da década de 80, diversa "software" foi desenvolvida por alguns laboratórios de radiocarbono, a qual se encontra disponível para a comunidade científica, e que permite de uma maneira expedita a calibração das datas convencionais e a combinação e representação gráfica das datas convertidas (AITCHISON *et al.*, 1989). Neste trabalho, com resultados de que se dará conta mais adiante, optou-se por utilizar o programa CALIB desenvolvido por PAZDUR e colaboradores. Este programa permite representar graficamente a distribuição de probabilidade da data calibrada para diversos intervalos de confiança, realizar a combinação de datas e a representação gráfica de quantis (quartil superior, quartil inferior e mediana, por ex.) e de intervalos interquantis (MICH CZYNSKA *et al.*, 1990; PAZDUR e MICH CZYNSKA, 1989).

Regressando ao Quadro I observa-se que, em três casos, amostras da mesma estrutura foram datadas por laboratórios diferentes. Alguma coisa se tem escrito ultimamente em Portugal sobre resultados da "mesma" amostra obtidos em laboratórios diferentes. É do conhecimento geral que existe alguma variabilidade, por vezes acentuada, que se pode traduzir em erros sistemáticos da ordem da centena ou mesmo das duas centenas de anos, entre resultados de

QUADRO I

Datas de radiocarbono para o Buraco da Pala

Referência de Laboratório	Estratigrafia	Tipo de amostra	Data convencional (Anos BP)	Data calibrada (2 σ) (cal AC)	Observações
ICEN - 310	E5-1-silo	fava	4120 \pm 80	2887 - 2503	Silo 1
ICEN - 311	E5-1-silo	carvão	4120 \pm 50	2871 - 2532	Silo 1
GrN - 19101	D6-1-silo	fava	3955 \pm 25	2563 - 2456	
ICEN - 933	B5-1-silo	trigo + cevada + fava	4010 \pm 160	2914 - 2091	
ICEN - 934	D6-silo A	trigo + cevada	4110 \pm 120	2955 - 2354	
ICEN - 419	D4/5-3A-silo	trigo + cevada	4020 \pm 45	2848 - 2471	Silo 0
GrN - 19102	D4/5-3A-silo	trigo + cevada	4130 \pm 40	2871 - 2595	Silo 0
ICEN - 597	D4-3A-silo	trigo + cevada + carvão	4090 \pm 130	2956 - 2288	
ICEN - 594	D4-3A-Lareira	carvão	4120 \pm 70	2881 - 2512	
CSIC - 825	D4-3A-Lareira	carvão	4000 \pm 60	2848 - 2371	
CSIC - 826	C6-3A-Lareira	carvão	4090 \pm 45	2862 - 2515	
CSIC - 867	D4/C4-Lareira	carvão	4170 \pm 55	2895 - 2602	
GrN - 19103	D4-3A-Lareira	carvão	4025 \pm 25	2830 - 2498	Topo de 3A(3')
ICEN - 308	D4-3A-Lareira	carvão	4400 \pm 50	3295 - 2926	Topo de 3A(3')
ICEN - 418	D4-3C-Lareira	carvão	4140 \pm 40	2874 - 2604	
ICEN - 598	D4/5-3B/C-Lar.	carvão	4390 \pm 70	3312 - 2913	
ICEN - 296	D3-3B/C-Lar.	carvão	5170 \pm 70	4213 - 3811	Lareira 1
CSIC - 866	D3-3B/C-Lar.	carvão	4560 \pm 55	3479 - 3092	Lareira 1
ICEN - 309	C4-4-Lareira	carvão	4730 \pm 160	3888 - 3042	
ICEN - 595	C3/4-4-Lareira	carvão + sementes	4940 \pm 160	4112 - 3378	
GrN - 19104	C3/4-4-Lareira	carvão	5860 \pm 30	4830 - 4697	
ICEN - 935	B4-4-Lareira	carvão	5840 \pm 140	5193 - 4367	

laboratórios diferentes. Para quantificar e, se possível, eliminar esses erros sistemáticos, têm sido realizados vários estudos de intercomparação laboratorial. Para isso, amostras de diversos tipos e idades, previamente homogeneizadas, são distribuídas pelos laboratórios participantes. Um estudo desse tipo foi realizado entre os quatro laboratórios de radiocarbono da Península Ibérica, o qual pareceu demonstrar não existir um erro sistemático grande entre os laboratórios. A um nível mais global, o laboratório do ICEN (INETI) e o laboratório de

Groningen, entre outros, participaram no estudo levado a cabo em 1989/90 pela Agência Internacional de Energia Atômica e cujos resultados (ROZANSKI, 1991) demonstraram não existir um erro sistemático quantificável entre os dois laboratórios referidos que não seja "absorvido" pelo desvio padrão das datas por eles determinadas.

Após estes comentários prévios vejam-se os três casos referidos atrás.

A primeira observação a fazer é a de que, em qualquer deles, não foi realizada qualquer homogeneização das amostras anteriormente ao seu envio aos laboratórios. Daí que *a priori* qualquer dos resultados obtidos seja válido. Só o conjunto das datas poderá eventualmente levar à não aceitabilidade de algum ou alguns deles. No entanto, note-se que na datação do silo 0, camada 3A, foi utilizada uma amostra de sementes, elementos de vida curta, possivelmente atribuíveis a um único ano de colheita e, assim sendo, a amostra poderá considerar-se, em primeira aproximação, como homogeneizada. As datas obtidas no ICEN (ICEN-419) e em Groningen (GrN-19102) são estatisticamente não diferenciáveis. Nos outros dois casos, foram datadas amostras de carvão provenientes de lareiras. As datas obtidas, dentro de cada par (GrN-19103, ICEN-308; CSIC-866, ICEN-596) são estatisticamente diferentes. Essa diferença poderá resultar da não homogeneização prévia das amostras. Não será de descuidar, apesar dos cuidados postos na amostragem, também a possibilidade de mistura de carvões de idades bastante diferentes na mesma amostra, dado os revolvimentos provocados nos sedimentos que preenchem o Buraco da Pala resultantes das várias ocupações que sofreu. No entanto, a lareira da camada 3A, que originou o primeiro par de datas referido, encontrava-se aparentemente selada — na base, por um nível espesso de argila estéril; no topo, por um nível também espesso de terra castanha (sem carvão) e, nos seus contornos, por lajes fincadas na vertical. Quando da sua escavação foram encontrados fragmentos de troncos carbonizados que pelo tamanho e estado de conservação nos levaram a julgar que se trataria de uma lareira de "vida curta". Uma interpretação deste tipo tem sempre algo de subjectivo e existe, evidentemente, a possibilidade de esta lareira ter sido limpa mais de uma vez, o que poderia explicar os resultados obtidos. Note-se que a velha asserção "*uma data não é data*", é aqui exemplar. Já a interpretação para o segundo par de datas, correspondente a uma lareira da camada 3B/C (em D3), parece ser relativamente mais fácil que a anterior. Esta lareira assentava nos sedimentos da camada 4 e a sua parte inferior definia-se em fossa irregular e pouco profunda inserida naquela camada. A amostra que originou a data ICEN-596 poderia, pois, integrar carvões da camada inferior. Esta interpretação ganha ainda maior apoio pelo facto de na periferia desta lareira também existirem buracos de poste da camada 3B/C que, ao perfurarem a camada 4, devem ter arrastado sedimentos desta camada para a superior.

A aceitabilidade destas datas dependerá assim da sua inserção no conjunto das restantes obtidas para as várias camadas.

Utilizando o programa CALIB de Pazdur obteve-se a representação gráfica da Est. III - fig. 1. As datas calibradas estão representadas com intervalos de confiança de 95%, ao mesmo tempo que se representa também, a traço mais cheio, o intervalo entre os quartis superior e inferior, correspondente ao intervalo de confiança de 50%, e se indica a posição da mediana (X). Da observação desta figura ressalta que não parece ser possível distinguir cronologicamente a camada 1 das camadas 2 e 3A. Por outro lado, ICEN-596 acima referida, é nitidamente um "outlier" e o mesmo deverá acontecer com ICEN-308⁵ uma vez que parte da amostra proveniente da lareira 3A, e que foi datada em Groningen, originou uma data compatível com as outras determinadas para a camada 3A onde a lareira se insere, o que não acontece com ICEN-308, cujo valor se integraria no grupo dos obtidos para a camada 3 B/C.

Uma questão que se poderá colocar é a seguinte: porque não é possível distinguir cronologicamente, usando a datação pelo radiocarbono, as camadas 1, 2 e 3A, quando estratigraficamente e pelos contextos revelados não existem dúvidas acerca da sua diacronia? Se se observar a curva de calibração no troço que interessa para a conversão das datas entre 4200 BP e 4000 BP (Est. III - fig. 2) nota-se a existência de uma pequena região com andamento aproximadamente horizontal, mas muito ondulada. Daí que, por maior que seja a precisão obtida na determinação da data convencional, a data calibrada resultante terá sempre uma imprecisão muito grande. Uma melhor precisão não é possível de ser obtida neste caso (e em casos semelhantes), a não ser que se se dispusesse de amostras de troncos de árvore, que esses troncos fossem submetidos a um estudo dendrocronológico e se procedesse à datação de grupos de anéis contíguos tentando reproduzir o troço da curva de calibração. É evidente que amostras deste tipo (e, por conseguinte, estudos deste tipo) são raríssimos.

Por esta razão, isto é, pela existência daquele pequeno troço da curva de calibração de andamento horizontal, — e como se torna facilmente perceptível pela observação da Est. III - fig. 1 —, as tentativas de correlacionar estruturas das camadas mais recentes, através da datação pelo radiocarbono, à medida que surgiam durante as campanhas de escavação, revelaram-se infrutíferas. Foi o caso de uma lareira em C6, cuja parte superior era ocupada por uma fina camada não revolvida, mas que se localizava em dois quadrados isolados, remexidos

⁵ Esta data faz parte do grupo das três primeiras que foram determinadas para o Buraco da Pala. Numa curta publicação (SANCHES, 1989) em que foram dadas a conhecer essas datas, ICEN-308 foi aceite (pois não havia razões para a refutar), o que nos levou a estabelecer uma cronologia mais antiga para a camada 3A do que aquela que, com o decorrer do programa de datações, se veio a aceitar.

até quase à base. Os quadrados laterais ainda não estavam escavados e pretendia-se saber se a lareira pertenceria à camada 3B/C ou 3A. O resultado obtido — CSIC-826 4090 ± 60 BP — não foi concludente, pois embora se integre perfeitamente no grupo dos então conhecidos para 3A é, no entanto, estatisticamente idêntico a ICEN-418 (4140 ± 40 BP), que data uma lareira de 3B/C. Em campanhas posteriores a 1988 foi escavada toda esta área do abrigo e *foi a observação estratigráfica* que permitiu atribuir a lareira em causa à camada 3A.

Um outro caso similar prende-se com uma concentração de carvões e sementes inserta num buraco parcialmente estruturado em D4, semelhante aos que se encontram na camada 3A. Contudo, não era absolutamente claro do ponto de vista estratigráfico que o buraco se relacionasse com a fase inicial desta camada, uma vez que o seu "corpo", embora perfurasse a camada 3B/C, apresentava, ao nível do topo superior, a abertura parcialmente tapada com uma pequena laje. Note-se que, como já se referiu, são essencialmente níveis de lajes que separam as camadas deste abrigo e, particularmente, as camadas 3A e 3B/C na área em causa. A questão de atribuição da estrutura a uma ou outra camada era importante, na medida em que se pretendia saber se a camada 3B/C também se caracterizaria pelo armazenamento de cereais. A amostra retirada daquela concentração de carvões e sementes forneceu a data ICEN-597 4090 ± 130 BP que, pelos motivos já expostos, não permitia uma correlação estratigráfica segura. Com o desenvolvimento das escavações e o *aparecimento de outros buracos semelhantes situados ao mesmo nível* (e não tapados na sua parte superior), foi possível atribuir a estrutura à camada 3A.

Outros casos ocorreram de tentativa de atribuição de estruturas à camada 3A ou 3B/C através da obtenção de datas de radiocarbono, mas seria, porventura, fastidioso estar a descrevê-los aqui, uma vez que a conclusão foi, invariavelmente, idêntica às anteriores. Note-se que isto ocorre também devido ao facto de se admitir que a data ICEN-418 é válida para a camada 3B/C. As outras duas datas consideradas válidas para esta camada - ICEN-598 e CSIC-866 - afastam-se significativamente daquela e *poder-se-á pôr a questão da validade de ICEN-418* que, embora admissível, se trata de um valor único para a camada 3B/C, não confirmado por outros.

Continuando a utilizar o programa de Pazdur, e eliminando os dois "outliers" referidos (ICEN-308 e ICEN-596), combinaram-se as datas calibradas de modo a obter uma representação da distribuição de probabilidade dos conjuntos correspondentes a cada camada (Est. IV). Para a camada 4 optou-se por dividir o grupo de quatro datas em dois subgrupos de duas, uma vez que é evidente o hiato existente entre o par ICEN-309, ICEN-595 e o par GrN-19104, ICEN-935.

Da observação da Est. IV ressalta, mais uma vez, a sobreposição e semelhança das representações correspondentes às camadas 1, 2 e 3A, apesar do

diferente número de datas envolvidas em cada camada. Observa-se também uma sobreposição parcial entre a representação correspondente à camada 3 B/C e as das três primeiras atrás referidas, assim como entre aquela e a representação referente ao par de datas das amostras mais recentes da camada 4. Parece não haver assim hiatos de duração apreciável entre as ocupações das várias camadas. Hiato existe sim na camada 4, não reconhecível em estratigrafia, mas que poderá ser aparente, uma vez que existem várias lareiras nesta camada ainda não datadas que poderão eventualmente preencher o espaço de tempo em causa. Quer haja hiato quer não, a interpretação referida atrás de que uma lareira desta camada teria sido utilizada ao longo de todo o período de ocupação correspondente à camada 4, tal como se inferia da observação estratigráfica, fica posta em causa com as quatro datações efectuadas. Uma amostra dessa lareira, do nível superior, foi datada em 4730 ± 160 BP (ICEN-309) e parece improvável que a mesma lareira tenha sido utilizada durante mais de um milénio.

O mesmo programa que permitiu a elaboração da Est. IV permitiu também determinar uma série extensa de intervalos de confiança para cada camada. Aqui, ter-se-á apenas em conta os intervalos para 50% e 95% de probabilidade, os quais estão indicados no Quadro II e representados na Est. V.

As conclusões qualitativas a retirar são idênticas às anteriores, embora agora se torne evidente, qualquer que seja o intervalo de confiança considerado, que a ocupação correspondente à camada 3A termina primeiro que a correspondente à camada 1, o que, aliás, está de acordo com os dados estratigráficos, mas que não era inferido, por exemplo, a partir da Est. III - fig. 1.

QUADRO II

Balizas cronológicas para as ocupações do Buraco da Pala

Camada	Nº de datas	P (50%) (anos cal AC)	P (95%) (anos cal AC)
1	4	2748 - 2490	2878 - 2234
2	1	2806 - 2583	2955 - 2354
3A	8	2761 - 2551	2877 - 2456
3B/C	3	3214 - 2803	3413 - 2625
4	2	3771 - 3451	4020 - 3102
4	2	4775 - 4721	4871 - 4587

Por outro lado, a partir do Quadro II (ou da Est. V) é possível estabelecer as balizas cronológicas para os vários contextos revelados pela escavação do abrigo Buraco da Pala. Este deverá ter começado a ser utilizado no V Milénio AC, em qualquer momento entre 4800 e 4600 AC. Terá sido posteriormente abandonado (se atentarmos no hiato revelado pelas quatro datas da camada 4), para voltar a ser frequentado por grupos humanos a partir do início do IV Milénio AC até meados da segunda metade desse Milénio.

A ocupação humana correspondente à camada 3 B/C, e que se revela por uma cultura material diferente da anterior, terá começado, grosso modo, em meados da segunda metade do IV Milénio AC, para se prolongar até cerca de 2800 AC. Seguem-se-lhe ocupações que praticavam, no abrigo, a silagem de sementes (camadas 3A e 2) as quais devem terminar por meados do III Milénio AC. A última ocupação (camada 1), que do ponto de vista do espólio se distingue claramente das ocupações anteriores, deverá ter sido uma ocupação curta centrada em meados do III Milénio.⁶

3. COMENTÁRIOS FINAIS

A datação pelo radiocarbono continua a ser o método de determinação de cronologias absolutas mais divulgado, de mais fácil e generalizada aplicação e aquele que fornece resultados mais precisos quando aplicado a contextos arqueológicos da Pré-história Recente. Embora uma ferramenta valiosa no estabelecimento de cronologias, exige uma utilização correcta, tornando-se necessário que os "utilizadores" saibam manejar os resultados obtidos, tendo sempre em atenção que anos de radiocarbono e anos de calendário solar são entidades diferentes e que para interpretar os valores determinados em laboratório, as regras da Estatística deverão estar sempre presentes.

A conversão de datas convencionais de radiocarbono em datas de calendário solar, a qual se faz através de curvas de calibração, dá origem a que, normalmente, haja um aumento de incerteza associada aos resultados, o que se torna, por vezes, "catastrófico" quando se "cai" em troços da curva de calibração com andamento horizontal.⁷ Infelizmente, para o Buraco da Pala, foi exacta-

⁶ Note-se que se deu maior peso ao conjunto de datas da camada 3A, uma vez que este conjunto é o mais numeroso e, em estatística, quanto maior é a amostra mais representativa é do universo amostrado.

⁷ Existem alguns troços mais ou menos horizontais na curva de calibração, como aquele referido neste trabalho. O mais célebre pela sua extensão e pelos efeitos que produz é o existente entre 2500 e 2400 BP (a que corresponde um intervalo de tempo de cerca de 400 anos de calendário solar: 800 cal AC - 400 cal AC). É conhecido na gíria dos laboratórios de radiocarbono como a "catástrofe da Idade do Ferro".

mente isso que aconteceu quando se pretendeu datar as camadas 3A, 2 e 1. Assim, não foi possível estabelecer uma cronologia fina para essas camadas. Determinou-se, apenas, que as correspondentes ocupações terão ocorrido em meados do III Milénio AC, num período compreendido entre cerca de 2800 e 2400 AC. Por esta razão e também, talvez, porque houve um défice de datações para a camada 3B/C, não foi possível, tal como era desejável durante o desenrolar das campanhas de escavação, correlacionar cronologicamente estruturas que a estratigrafia conhecida na altura não permitia articular com uma ou outra camada.

Por outro lado, da camada 4 foram obtidas quatro datas que permitiram determinar o início e o término da ocupação correspondente, a qual durou mais de um milhar de anos. Uma vez que as lareiras datadas (duas situadas na base da camada e duas no topo superior), se agrupam cronologicamente duas a duas nos limites temporais desta ocupação, coloca-se a pertinente questão de sabermos se a camada 4 corresponderá a uma ocupação contínua do abrigo em tão dilatado espaço de tempo ou se, pelo contrário, existe um hiato não perceptível na observação estratigráfica.

Perante estes resultados, o programa de datações levado a cabo para o Buraco da Pala deverá ser prolongado de modo a incluir mais datações quer para a camada 4 quer para a camada 3B/C, a fim de se poder ajuizar mais seguramente quer da continuidade da ocupação mais antiga (camada 4), quer da validade da data ICEN-418 no contexto da camada 3B/C. Uma outra ilação a retirar da série de datas do Buraco da Pala é a de que a partição *ad hoc* de amostras para envio a laboratórios diferentes não conduz a qualquer melhoria do programa de datação, antes poderá conduzir a confusões e dúvidas dos menos conhecedores do método e da colaboração existente a nível internacional entre os laboratórios de radiocarbono. Com a série de 22 datas para o Buraco da Pala, dadas agora a conhecer na sua totalidade, esta estação arqueológica poderá considerar-se como uma das melhor datadas em Portugal. As importantes transformações da cultura material atribuíveis à ocupação patente na camada 1, já identificadas em outros contextos arqueológicos do Norte do país mas que aqui surgem de um modo abrupto, foram datadas rigorosamente, com a melhor precisão que o método permite. Essas datas constituem uma indicação preciosa, quando conjugadas com outras datas já obtidas e a obter para outras estações arqueológicas, do "momento" em que as transformações referidas se produzem na região norte do país.

4. BIBLIOGRAFIA

- AITCHISON, T. C.; LEESE, M.; MICHCZYNSKA, D. J.; MOOK, W. G.; OTLET, R. L.; OTTAWAY, B. S.; PAZDUR, M. F.; PLICHT, J.; REIMER, P.J.; ROBINSON, S. W.; SCOTT, E. M.; STUIVER, M.; WENINGER, B., 1989 - A comparison of methods used for the calibration of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 31 (3), pp. 846-862.
- LINICK, T. W.; LONG, A.; DAMON, P. E.; FERGUSON, C. W.; 1986 - High-Precision Radiocarbon Dating of Bristlecone Pine from 6554 to 5350 BC. *Radiocarbon*, 28 (2B), pp. 943-953.
- MICHCZYNSKA, D. J.; PAZDUR, M. F.; WALANUS, A., 1990 - Bayesian Approach to Probabilistic Calibration of Radiocarbon Ages. *Proceedings of the Second International Symposium 14 C and Archaeology*, PACT 29, Strasbourg, pp. 69-79.
- PAZDUR, M. F.; MICHCZYNSKA, D. J., 1989 - Improvement of the procedure for probabilistic calibration of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 31 (3), pp. 824-832.
- PEARSON, G. W., BECKER, B.; QUA, F., 1988 - High-precision 14 C measurement of German oaks to show the natural 14 variations from c. 5750 to 5210 BC. In *Abstracts 13 th International Radiocarbon Conference*, Dubrovnik, p. 51.
- PEARSON, G. W.; PILCHER, J. R.; BAILLIE, M. G. L.; CORBETT, D. M.; QUA, F., 1986 - High-precision 14 C measurement of Irish oaks to show the natural 14 C variations from AD 1840-5200 BC. *Radiocarbon*, 28(2B), pp. 911-934.
- PEARSON, G. W.; STUIVER, M., 1986 - High-precision calibration of the radiocarbon time scale, 500-2500 BC. *Radiocarbon*, 28 (2B), pp. 839-862.
- ROZANSKI, K., 1991 - International Atomic Energy Agency Consultants' Group Meeting on C-14 Reference Materials for Radiocarbon Laboratories - Report. A.I.E.A., Vienna.
- SANCHES, M. J., 1987 - O Buraco da Pala - um abrigo pré-histórico no concelho de Mirandela (Notícia preliminar das escavações de 1987). *Arqueologia*, 16, pp. 58-77.
- SANCHES, M. J., 1989 - 5 datas de C 14 para a Pré-história recente do Leste de Trás-os-Montes. *Arqueologia*, 19, pp. 114-115.
- STUIVER, M.; KRA, R. (Eds.), 1986 - 12 th International Radiocarbon Conference. Calibration Issue. *Radiocarbon*, 28 (2B), pp. 805-1030.
- STUIVER, M.; PEARSON, G. W., 1986 - High-precision calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-500 BC. *Radiocarbon*, 28 (2B), pp. 805-838.



Fig. 1 — Localização do abrigo do Buraco da Pala na bacia depressionária de Mirandela (vale do rio Tua, no Nordeste de Portugal).

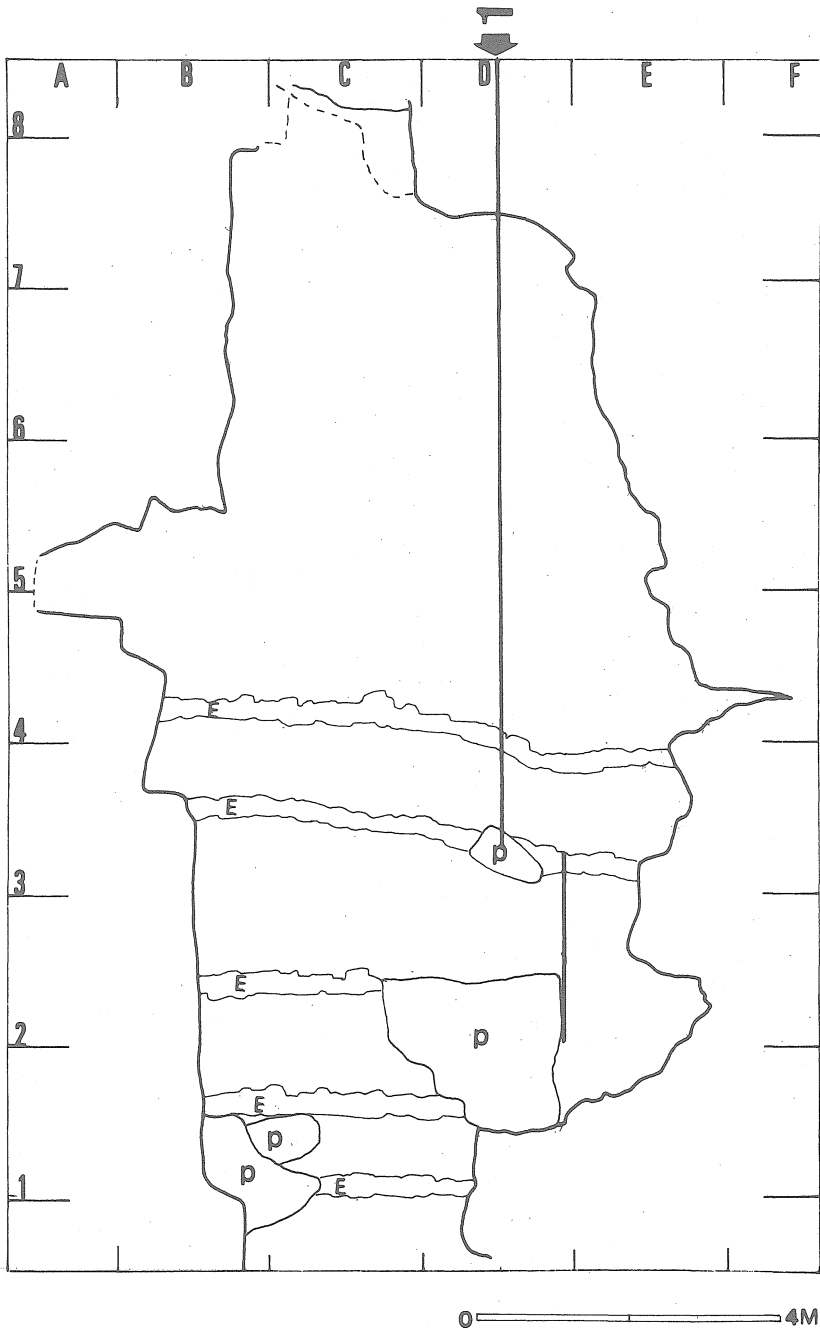
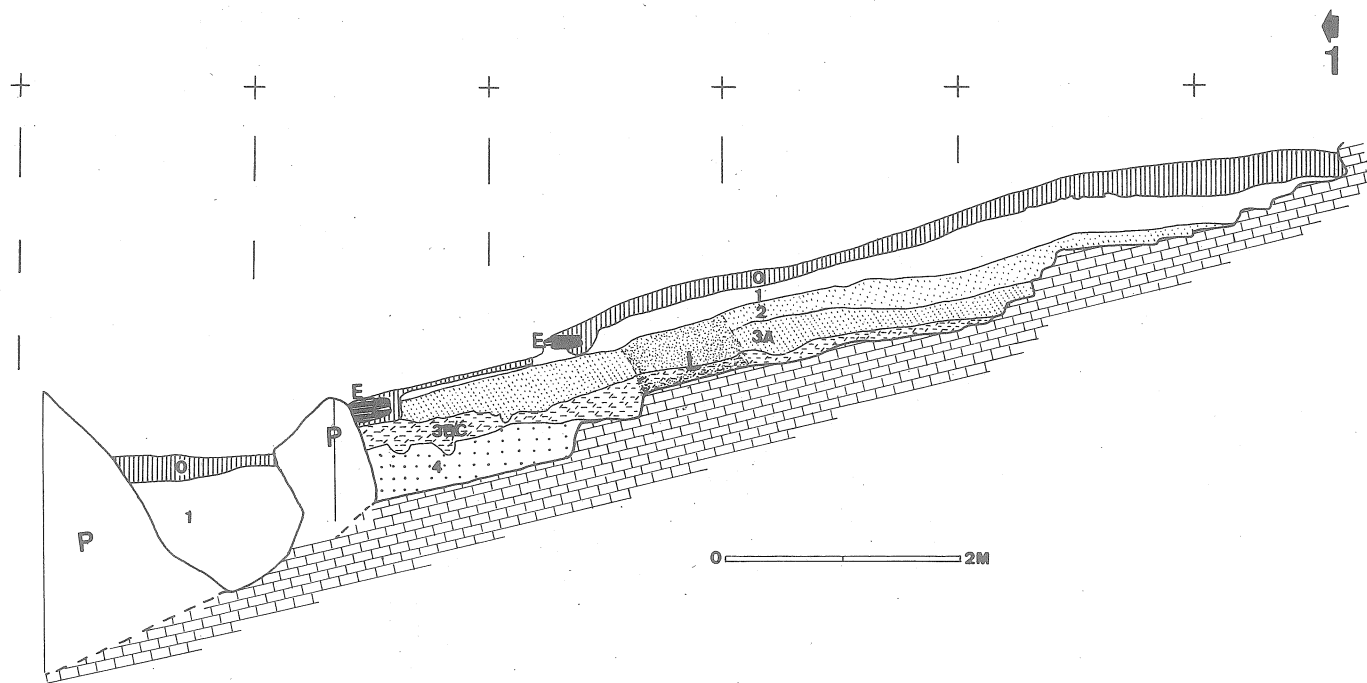


Fig. 2 — Planta esquemática do abrigo do Buraco da Pala. Indica-se o quadriculado, o corte estratigráfico 1, os penedos - P - e os degraus da escala - E.



Corte estratigráfico esquemático do Buraco da Pala (ver Est. I – fig. 2). São indicadas as camadas que se descrevem no texto. P – penedo; E – degrau da escada; L – sucessão vertical de lareiras que se distribuem pelas camadas 3B/C, 3A e 2.

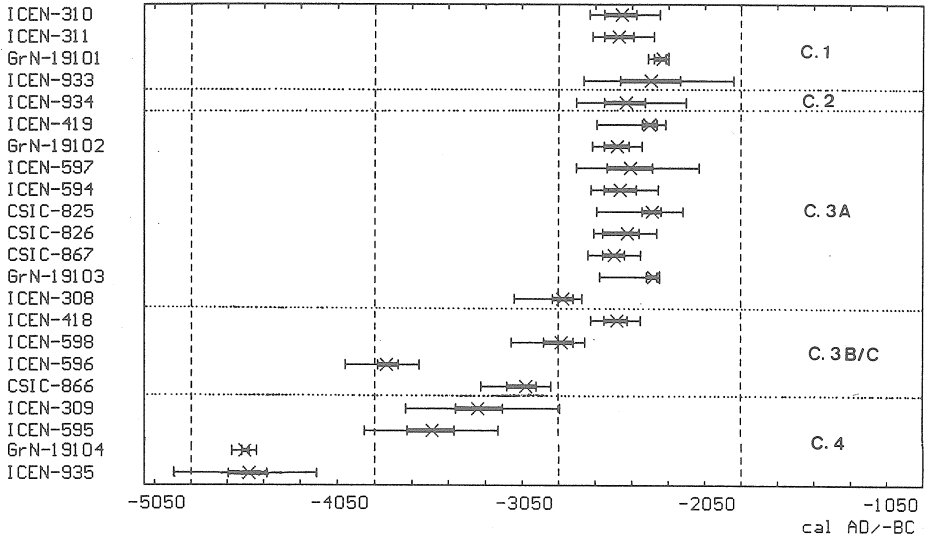


Fig. 1 — Dados calibrados obtidos a partir do programa CALIB de PAZDUR. As datas calibradas estão representadas com intervalos de confiança de 95%. A traço mais cheio está representado o intervalo de confiança de 50% e indica-se a posição da mediana (X).

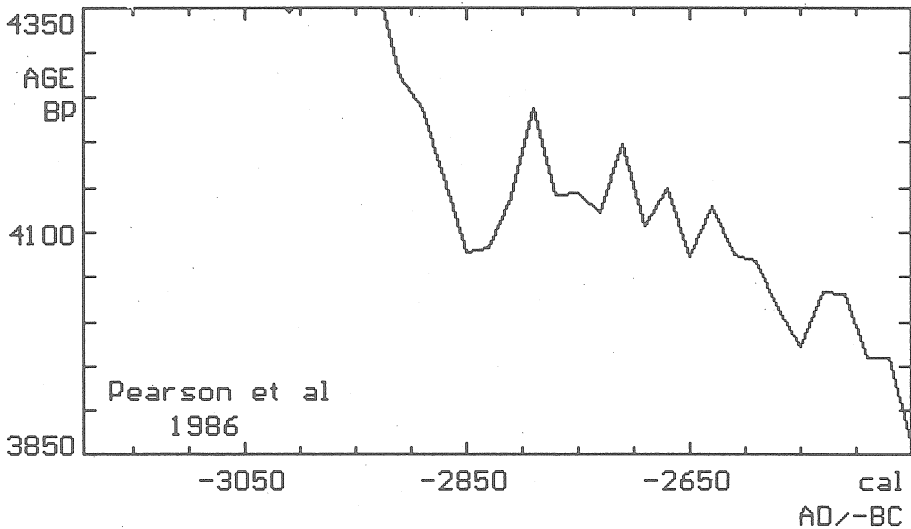
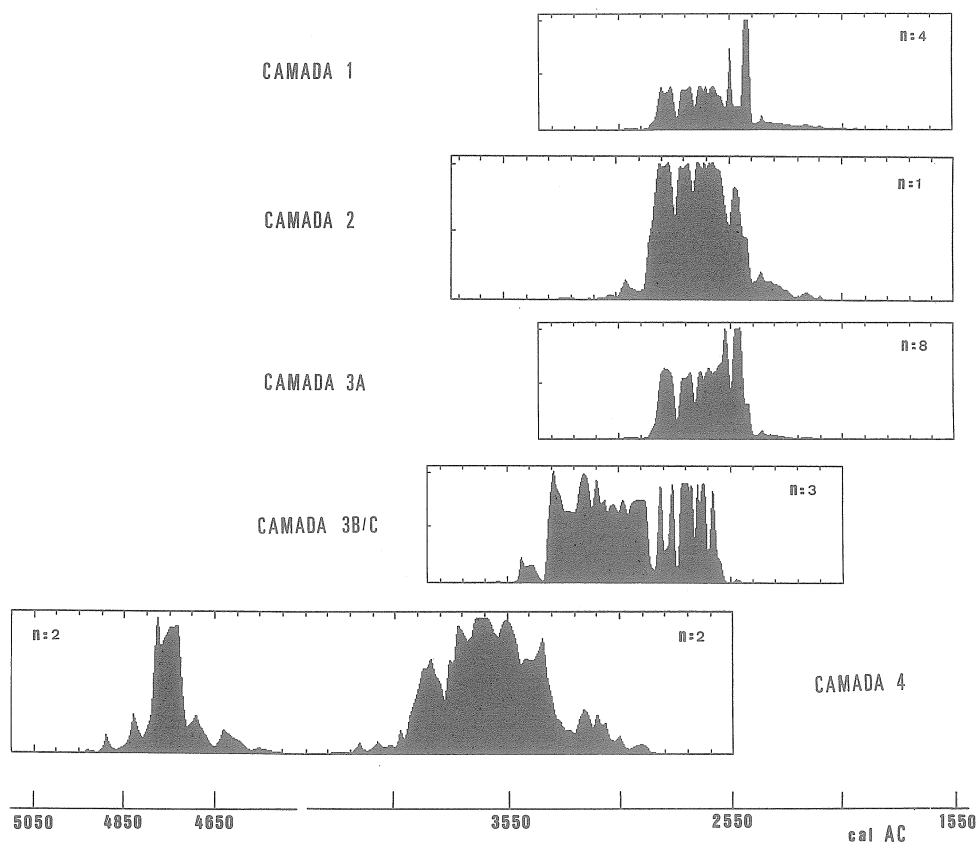
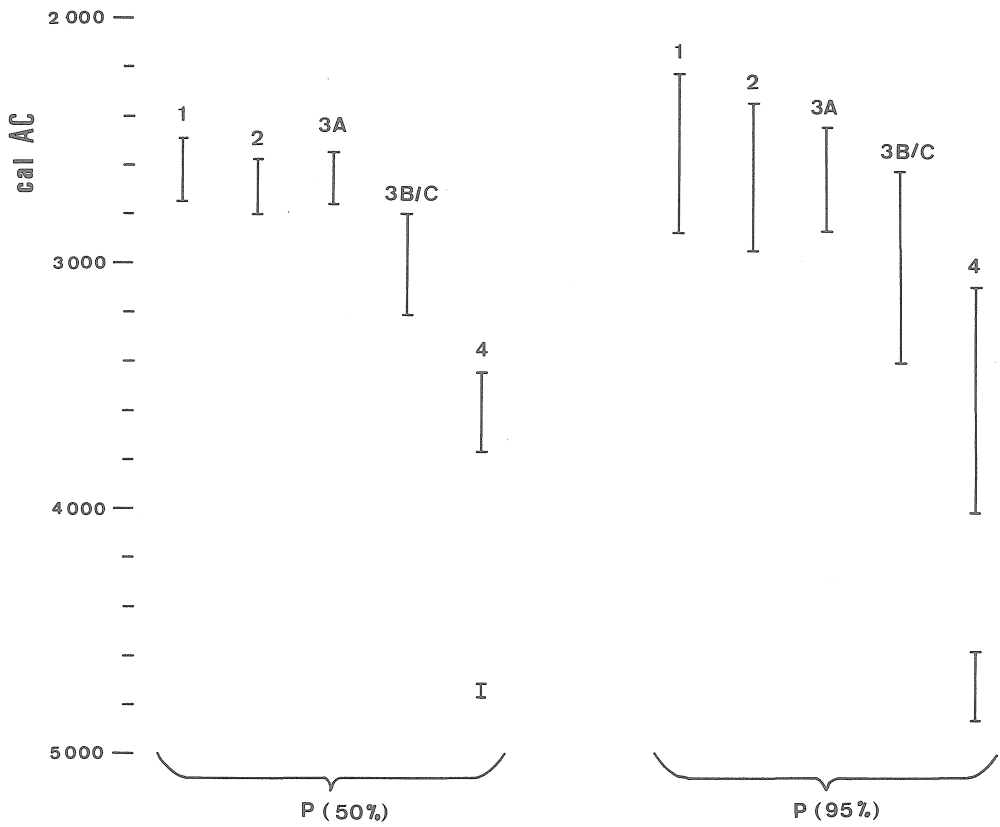


Fig. 2 — Curva de calibração na região que interessa para a conversão das datas convencionais de radiocarbono obtidas para as camadas 1, 2 e 3A.



Distribuição de probabilidade dos conjuntos de datas correspondentes a cada camada estratigráfica.



Representação gráfica das balizas cronológicas para os vários contextos identificados no Buraco da Pala.