

MEIOS, TÉCNICAS E CUSTOS DE CONSTRUÇÃO EM *BRACARA AUGUSTA* NO SÉCULO II. O BALNEÁRIO DAS CARVALHEIRAS.

RESOURCES, TECHNIQUES AND COSTS OF CONSTRUCTION IN *BRACARA AUGUSTA* IN THE II CENTURY. THE BALNEUM OF CARVALHEIRAS.

Jorge RIBEIRO^{1,2}
LAB2PT, Univ. do Minho
joribeiro@portugalmail.pt

Manuela MARTINS¹
LAB2PT, Univ. do Minho
mmmartins@uaum.uminho.pt

Fernanda MAGALHÃES³
LAB2PT, Univ. do Minho
b3872@uaum.uminho.pt

RESUMO

A *domus* das Carvalheiras constitui o único exemplar de arquitetura doméstica romana totalmente escavado em Braga. Foi erguida na época flávia, conhecendo sucessivas reformas até ao seu abandono, na Antiguidade Tardia. A primeira grande reforma teve lugar na primeira metade do século II, resultando em várias alterações, nomeadamente a instalação de um *balneum* público que irá transformar substancialmente o quadrante noroeste da habitação. Iremos neste trabalho abordar essa obra sob a perspetiva da economia da construção e do mundo social do trabalho. Esta aproximação passa pela identificação e estimativa dos meios necessários para a sua realização: em homens, materiais, técnicas construtivas e transporte.

ABSTRACT

The *domus* of Carvalheiras is the only case of the Roman domestic architecture fully excavated in Braga. It was built in the Flavian period and has known successive reforms until its abandonment in Late Antiquity. The first major reforming took place in the first half of the second century and has resulted in multiple changes, notably the facility of a *balneum*, which will significantly transform the northwest quadrant of the previous house. We will analyze this building under the perspective of the construction economy and the social world involved in this type of work. This approach will require identifying and estimating of the resources needed for its implementation: in men, materials, building techniques and transportation.

Palavras-Chave: Keywords:

Braga, sistemas construtivos, arquitetura romana, economia da construção.
Braga, building system, Roman architecture, building economy.

1.- INTRODUÇÃO.

Uma construção consiste numa sequência de tarefas que resultam da intervenção e colaboração de vários agentes (promotores, financiadores, construtores, artesãos ligados a atividades subsidiárias) sujeitos a uma série de condicionantes de natureza variada (Taylor, 2003). Pretendemos com este exercício, dedicado ao estudo do processo construtivo de um balneário público, instalado parcialmente sobre uma construção anterior (Martins M., Ribeiro M.C., Batista J.M., 2011), abordar a questão dos tempos e dos meios, que passa pela definição das principais etapas da construção, a sua duração, mas também dos recursos necessários em transporte, materiais e mão-de-obra. O edifício escolhido constitui um caso interessante, na medida em que a sua construção implicou alterações substanciais numa

habitação anterior, sendo nosso objetivo analisar o processo construtivo subjacente à obra e estimar o seu custo económico aproximado, tendo em conta as dificuldades inerentes às avaliações desta natureza, dominadas por um grande número de incógnitas e de variáveis, que influenciam o processo construtivo, mas que a arqueologia não consegue detetar (Domingo, 2012: 144). A metodologia que seguimos apoia-se fundamentalmente na arqueologia, bem como num conjunto de estudos relativamente recentes que desenvolveram bases de cálculo de materiais, mão-de-obra, tempos e custos (DeLaine, 1992; Daniels-Dwyer, 2000; Silva, 2000; Prisset, 2008; Mar, Pensabene, 2010; Ribeiro, 2011a; Ribeiro, 2011b; Domingo, 2012; Ribeiro, Martins, 2012; Ribeiro, Martins, 2013). Os diferentes cálculos apresentados apoiam-se em duas fontes fundamentais: para a rentabilidade do trabalho seguimos

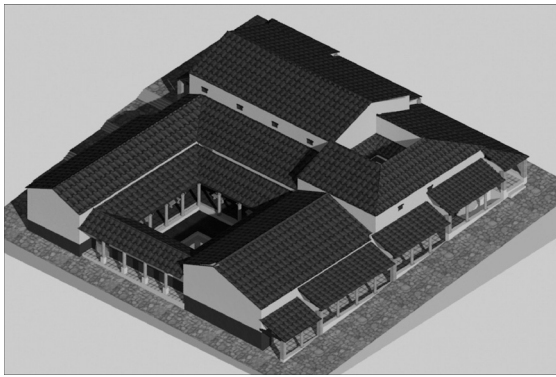


Fig.: 3. Reconstituição 3d da *domus* das Carvalheiras na fase I (©UAUM).



Fig.: 4. Perspetiva SE/NO das ruínas da *domus* das Carvalheiras (©UAUM).

gados por umas escadas interiores (Magalhães, 2010: 41).

A primeira reforma, que constitui o principal objecto do nosso trabalho, teve lugar na primeira metade do século II, consistindo na instalação de um balneário público no quadrante noroeste da habitação, facto que altera profundamente o projeto inicial, sacrificando *cubicula*, *tabernae*, uma parte do peristilo e pórticos. Posteriormente, em finais do século III/ inícios do IV, no século IV e em finais do século IV/ inícios do V, a *domus* sofre uma série de remodelações, que derivam de novas forma de viver a casa e a cidade.

3.- A REFORMA DA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO II: A CONSTRUÇÃO DO BALNEÁRIO.

O *balneum* das Carvalheiras constitui as segundas termas públicas melhor conhecidas de *Bracara Augusta* (Martins, et al., 2012b: 63). Como referimos, inutilizou parte da área da anterior *domus*, tendo aproveitado o peristilo da mesma para a função de palestra (Fig.: 5). Com uma área útil de 190 m² (Martins, et al., 2012a: 49), estruturava-se num bloco compacto, retangular, desenvolvendo quatro espaços frios e aquecidos, interligados, sendo servido por duas pequenas áreas de serviços, localizadas a norte. O *apodyterium*, localizado a sul, exibia

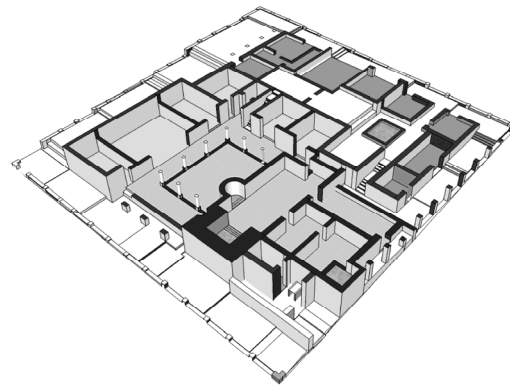


Fig.: 5. Modelo 3d da *domus* das Carvalheiras na fase II (©UAUM).

uma área de 38,6 m² e dava acesso a um *caldarium*, globalmente retangular, orientado sul/norte, que comportava uma pequena piscina no canto superior esquerdo. O *tepidarium*, situado a este do compartimento precedente, com cerca de 22 m², dava acesso a um grande *frigidarium*, com 50 m² de área interna, distribuídos pela sala e por duas piscinas, uma das quais se recorta em abside na parede leste do edifício (Martins, et al., 2012b: 64). A partir do *frigidarium* acedia-se a uma pequena palestra porticada, que reaproveitou o peristilo da habitação anterior (Martins, et al., 2012b: 128). No canto noroeste do conjunto localizavam-se as áreas de serviços: depósitos de combustível e o *praeefurnium* que alimentava os espaços quentes.

4.- O PROCESSO CONSTRUTIVO E OS SEUS CUSTOS.

• As demolições e a preparação da obra.

Conforme referimos, o balneário foi construído sobre o quadrante noroeste de uma *domus* anterior, inutilizando parte da mesma. A primeira tarefa a realizar deve ter consistido, certamente, na remoção da cobertura existente, designadamente telhas e madeiramentos de suporte, e na demolição de muros. O telhado original era uma estrutura de duas águas, medindo aproximadamente 18 metros de comprimento por 11 de largura, cuja desmontagem terá exigido 16 dias de trabalho a duas equipas de trabalhadores (um dia de trabalho correspondendo a uma jornada de 10 horas). O novo projeto implicou igualmente a demolição de dez muros, num total de 61.2 m^{3,4}, que colidiam com o mesmo. A este propósito, Pegoretti indica que a demolição de 1 m³ de muro exigia cinco horas de trabalho, a uma equipa de cinco homens⁵ (*apud* Daniels-Dwyer, 2000: 211), o que perfaz no nosso caso 306 horas de trabalho, ou seja, 30.6 dias⁶. Na verdade, as demolições metódicas constituem tarefas frequentes nas obras da Antiguidade, sendo atestadas em di-

versas construções. O reaproveitamento dos materiais proporcionava, entretanto, uma economia substancial nos custos da nova obra (Guyard L., Bertaudière S., Cormier S., 2012: 240).

• Aproveitamento e integração de muros anteriores/ abertura das fundações.

A arqueologia veio demonstrar que a planta do balneário terá previsto a integração de uma parte das estruturas anteriores, num total de dez muros, alguns dos quais terão sido remodelados, outros aumentados, adaptando-se à nova realidade. Foi preciso, inclusivamente, proceder a determinados reajustamentos, em particular nas futuras salas quentes, para o assentamento das abóbadas em material laterício.

Em paralelo, terá começado a construção dos novos muros do edifício, tarefa precedida naturalmente pela abertura das fundações, com a extração de 165 m³ de terra⁷, equivalentes a 330 toneladas⁸. Este material terá permanecido nas proximidades das valas, de forma a não sobrecarregar em demasia as suas laterais, sendo rapidamente reutilizado no preenchimento das mesmas após a construção dos alicerces dos muros. Partindo do princípio que um homem consegue escavar 2 m³ de terra por dia (Prisset, 2008: 134), com respetiva deslocação do material, esta tarefa terá exigido 82,5 dias de trabalho a um só homem, ou então 8,25 dias a uma equipa de 10 homens.

• Os materiais.

A construção do balneário utilizou em grande quantidade pedra granítica, tijolos de vários tipos e madeira, sempre que possível reaproveitados da estrutura anterior.

A pedra teve que ser transportada desde as pedreiras que abasteciam a cidade, cujas manchas situamos principalmente a oeste da mesma, na direção de Barcelos (Ribeiro, 2011a: 101), a uma distância média de cerca de 9 milhas. Contabilizamos uma necessidade total de pedra em 142 m³, parte da qual poderá ter sido preenchida pelos materiais recuperados dos muros anteriores, o que perfaz uma necessidade efetiva de 99,16 m³, equivalentes a 267,7 toneladas⁹. Um carro de bois pode transportar entre 1 e 1,5 toneladas de peso, dependendo se é puxado por uma ou duas atrelagens, numa distância máxima de 15 km por dia (sensivelmente 10 milhas), o que significa que cada carro poderia fazer uma carga por dia. Assim, terão sido necessários 267 dias para uma atrelagem simples e 178,5 dias para uma atrelagem dupla. Se considerarmos o recurso a 10 carros de bois baixamos os valores indicados para 26,7 e 17,85 dias respetivamente. A este respeito, Jean-Luc Prisset (2008: 137) indica que um carro de bois transporta normalmente a quantidade de material necessária a um pedreiro por dia. Logo, o aumento do número de cargas diárias im-

plica forçosamente a presença em obra de um maior número de trabalhadores.

Os materiais de construção em argila constituem o segundo material mais presente neste edifício, o que sugere a construção de um forno no próprio local da obra, ou nas proximidades. No total estimamos a utilização de 8991 tijolos, incluindo tijolos quadrangulares, *tubuli*, tijolos em aduela e tijolos biselados, documentados na escavação. O processo de fabrico dos tijolos é bastante lento e exigente. Requer muita água e uma grande disponibilidade em argila. As fornadas coziavam durante mais de dez horas, sendo necessário esperar vários dias pelo arrefecimento do forno para descarrega-lo. Assim, o tempo que vai do carregamento ao momento de extração das peças podia durar até três semanas.

Quanto à telha e aos madeiramentos dos telhados presumimos que terão sido, em grande parte, reaproveitados das estruturas anteriores, possibilitando aqui uma economia considerável.

• Levantamento dos muros.

Reunidos os materiais e preparado o terreno podiam começar a ser erguidos os muros do balneário e, paralelamente, ampliados alguns dos muros reaproveitados. Trata-se no essencial de estruturas realizadas em alvenaria regular, formadas por fiadas mais ou menos horizontais de pedras talhadas de forma retangular e faceadas do lado externo, que medem, em média, 0,30 m de comprimento, 0,20 m de altura e 0,15 m de largura, perfazendo 0,009 m³. A unir as pedras observam-se juntas relativamente finas, inferiores a 2 cm, preenchidas com uma argamassa de areão. A parede nascente do *frigidarium* exibe um aparelho misto, constituído por elementos em granito faceados alternados, de 2 em 2 pés, por pequenos colunelos, realizados em tijolo *lydion*, medindo 0,40 x 0,20 m. Os dados extraídos indicam um volume total de 221,78 m³, dos quais 141,96m³ correspondem a pedra e 79,82 m³ a argamassa, considerando para esta construção uma proporção de 70% de pedra e 30% de argamassa. Partindo do princípio que uma equipa de 3 a 5 homens¹⁰ consegue realizar diariamente um pano de muro com 5 metros de comprimento por 5 fiadas de altura, deixando 2 dias de secagem entre cada fase de execução, temos um tempo de execução de 268,20 dias de trabalho: 89,43 dias para a construção e 178,8 para a secagem. Se admitirmos o trabalho de 5 equipas reduzimos esse valor para 53,64 dias.

• Construção dos hipocaustos.

Dos hipocaustos preservam-se alguns elementos, designadamente as *areae* do *caldarium* e do *tepidarium*, realizadas em tijolo *lydion*, assim como vestígios das *pilae*, constituídas por elementos *besales*. Com base noutros hipocaustos, melhor pre-

servados, nomeadamente os das termas do Alto da Cidade (Martins, 2005), estimamos uma altura de 0,75 m para as *pilae*, sobrepostas por uma *suspensura* formada por duas fiadas de tijolos *bipedales*. Os dados extraídos indicam, para o conjunto das salas quentes, o uso de 355 tijolos do tipo *lydion*, 2016 tijolos *bessales* e 226 tijolos *bipedales*.

Quanto aos tempos de construção, seguimos as fórmulas enunciadas por Janet DeLaine (1992: 312) para a colocação de elementos em laterício¹¹ e para o fabrico/ aplicação de argamassa. Estimamos assim que a realização dos hipocaustos terá exigido 13,32 dias, ou seja, 133,21 horas de trabalho; 40,15 horas para o fabrico da argamassa (os níveis detetados assentam sobre uma camada de preparação, formada por pedras irregulares, fragmentos de tijolo e areia, com uma espessura média de 0,10m), 9,18 horas para a sua aplicação, 8,5 horas para a colocação da *area*, 48,38 horas para as *pilae* e 27 horas para a *suspensura*.

Para além dos hipocaustos o aquecimento das salas quentes seria realizado com paredes ocas, forradas com *tubuli laterici*, que não se preservaram mas que foram identificados em contexto de derrube. No conjunto dos materiais recolhidos reconhecem-se *tubuli* de dois tipos, uns com abertura lateral circular e outros com abertura quadrangular. Dentro de cada tipo os elementos exibem dois tamanhos distintos, uns medindo 23,2 cm de altura, 14,3 cm de profundidade e 29,5 cm de largura e outros medindo 25,2 cm de altura, mantendo-se iguais as restantes dimensões. A colocação dos *tubuli*, feita com argamassa e eventualmente reforçada com pregos de fixação, segue o mecanismo aplicado no caso dos tijolos *bipedales*, o que perfaz um total de 20,5 dias, ou seja, 205,9 horas de trabalho¹², com base nos 1644 elementos que estimamos para o conjunto das salas aquecidas, considerando sempre o trabalho de um trabalhador e de um assistente.

• Os revestimentos (solos e paredes).

Construídos os hipocaustos, os trabalhadores podiam começar as tarefas de revestimento dos solos e das paredes, níveis que se preservaram em diversos espaços do *apodyterium* e do *frigidarium*. Trata-se de um nível de *opus signinum*, com cerca de 0,08 m de espessura nos solos e 0,04 m nas paredes. Quando colocado na horizontal, assenta sobre uma forte preparação, constituída por um nível compacto de pedras irregulares, areias e fragmentos de material de construção, com cerca de 0.10 m de espessura¹³. Estimamos para essa camada preparatória uma quantidade de 10,74 m³, cuja fabricação e aplicação terão exigido 11,08 dias de trabalho, isto é, um total 110,84 horas: 90,22 horas para o fabrico e 20,62 horas para a colocação. No que concerne ao *opus signinum*, a nossa projecção indica uma necessidade na ordem dos 28,9 m³, 11,77 m³ para os solos e 17,13 m³ para as paredes, o que equivale a

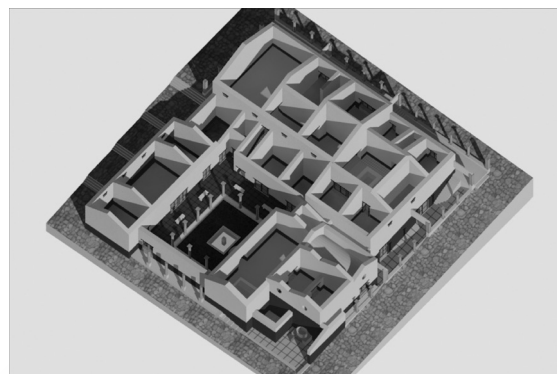


Fig.: 6. Perspectiva da reconstituição tridimensional da domus das Carvalheiras na fase II (©UAM).

29,82 dias de trabalho, ou seja 298,26 horas¹⁴ (fabrico e aplicação).

• As coberturas.

Levantados os muros e implementadas as subestruturas, os construtores podiam iniciar as tarefas de cobertura do edifício (Fig.: 6). Os dados recolhidos sugerem coberturas abobadadas, nas salas quentes, e um revestimento em carpintaria sobreposto por *tegulae/imbrices*, como remate final do balneário. No contexto dos trabalhos arqueológicos realizados pela Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho foram recolhidos vários exemplares de tijolos em aduela, bem como de tijolos com extremidade biselada, que denunciavam desde logo um sistema de cobertura abobadado que permitia a circulação do ar quente. Os exemplares de tijolos em aduela recolhidos distribuem-se por dois tipos distintos, subdividindo-se em seis variantes se considerarmos as dimensões. Quanto aos tijolos biselados estes apresentam três tamanhos distintos.

Os dados extraídos do modelo sobre o qual apoiamos a nossa reflexão indicam uma necessidade total de 3044 tijolos em aduela e de 1706 elementos biselados. No que respeita aos tempos de trabalho, é importante salientar que a construção de uma abóbada constitui uma tarefa delicada e demorada, essencialmente pelas exigências técnicas e materiais dos cimbres que lhes servem de suporte enquanto estas não são autoportantes. Considerando um tempo de realização de 20h/m² de área coberta (Daniels-Dwyer, 2000: 399), propomos uma duração de 132,9 dias, ou então 1329 horas de trabalho, para esta tarefa.

No que respeita aos telhados, é presumível que o construtor desta obra tenha optado, como referimos acima, pelo reaproveitamento dos madeiramentos e das telhas do edifício anterior, embora estes cobrissem uma área ligeiramente mais pequena. Neste exercício propomos uma divisão dos telhados em secções de 3 metros, o que perfaz um total de 24 secções grandes e de 4 mais pequenas (que fizemos corresponder a 2 grandes), associadas aos armazéns de lenha situados na fachada norte do

Balneum das Carvalheiras	Valor		Carro 1 t		Carro 1,5 t		Tempos/ mão de obra				Custo	
	Volume Quantidade	Massa (t)	Un.	Viagens (dias)	Un.	Viagens (dias)	Horas	1 eq (2h) (5h)	Dias 10 h	5 eq (5h)	Den	HS
Largura	17,2 m											
Comprimento	17,4 m											
Área útil	190 m ²											
Desmontagem telhado	198 m ²						160		16		80	320
Demolição muros	10 muros / 61,2 m ³						306	30,6	15,3		76,5	306
Fundações	165 m ³	330					825	82,5	8,25		41,25	165
Aprovisionamento												
Pedra (transporte)	99,16 m ³	267,7	1 10	267 26,7	1 10	178,5 17,85					1004,7	4018,7
Pedra (compra)											944	3779,8
Tijolos	8991										101,67	406,68
Tipo <i>Lydion</i>	355										4,4	
<i>Bessales</i>	2016										7,25	
<i>Bipedales</i>	226										7,45	
<i>Tubuli</i>	1644										17,75	
Aduelas	3044										57,8	
Biselados	1706										7,02	
Alvenaria	221,78 m ³						2682	268,20		53,64	670	2682
Argamassa	79,82 m ³											
Pedra	141,96 m ³											
Hipocaustos							133,2	13,32			13,32	53,28
Fabrico argamassa							40,15					
Aplicação argamassa							9,18					
<i>Area</i>							8,5					
<i>Pilae</i>							48,38					
<i>Suspensura</i>							27					
Tubuli							205,9	20,05			20,05	80,2
Revestimentos												
Preparação	10,74 m ³						110,8	11,08			11,08	44,32
<i>Opus signinum</i>	28,9 m ³						298,2	29,82			29,82	119,28
Abóbadas							1329	132,9			331,25	1325
Telhados								115 70,4	57,5 35,2		176	704
Andaimes								38,87			38,87	155,48
Alvenaria							215,5	21,55			21,55	86,2
<i>Tubuli</i>							23,2	2,32			2,32	9,28
Revestimentos							150	15			15	60
Totais									335,56		3538,51	14154

Tab.: 1. Tabela recapitulativa dos tempos de obra e respetivos custos do *balneum* das Carvalheiras.

balneário. No seu trabalho sobre o Pórtico Norte de Saint-Romain-en-Gal, Jean-Luc Prisset (2008: 137) contabilizou 4 dias para a montagem de cada espaço entre duas secções¹⁵. Aplicando esta fórmula ao nosso caso de estudo, totalizamos 115 dias de trabalho a um ritmo normal e 70,4 dias a um ritmo acelerado. Admitindo o trabalho de duas equipas, começando uma em cada ponta, reduzimos os tempos de obra para 35,2 dias.

• A decoração.

O programa decorativo do balneário seria certamente bastante elaborado. Contudo, desconhecemos a sua natureza, pois nenhum vestígio chegou aos nossos dias. Neste sentido, o programa decorativo do *balneum* não entrará na nossa reflexão em termos de contagens.

Para tentar ir um pouco mais longe, teríamos

que valorizar dados de outros edifícios estudados em *Bracara Augusta*, sendo fácil imaginar revestimentos em mosaicos, muito comuns nas termas públicas de Braga.

A eventual colocação de mosaicos nos solos do *apodyterium* e do *frigidarium* poderá ser estimada em cerca de 15 dias de trabalho, no caso de composições simples, e de 60 dias no caso de programas mais complexos, correspondendo respetivamente a 180 e 720 horas (DeLaine, 1992: 314).

• Os andaimes.

Grande parte das tarefas expostas implicam, em determinado momento, trabalhos em altura, necessitando naturalmente do recurso a andaimes. A montagem e desmontagem destes elementos originavam tempos acrescidos, na ordem de 21,55 dias para a construção dos muros, ou seja, 215,53 horas

de trabalho¹⁶. Nas salas quentes, para a montagem dos *tubuli* contabilizamos um total de 2,32 dias de trabalho, equivalentes a 23,19 horas¹⁷. Finalmente, para o revestimento dos compartimentos em *opus signinum* estimamos uma necessidade em 15 dias de trabalho, correspondentes a 150 horas¹⁸.

• Sobre a duração de uma obra.

Nos pontos anteriores, enunciamos as principais etapas que configurariam esta obra. A natureza da mesma sugere uma progressão vertical dos trabalhos, sucedendo-se no tempo os vários corpos de artífices. Será necessário ter em conta que na duração de uma obra intervêm numerosos fatores, podendo alterar substancialmente a mesma. Assim, o aprovisionamento dos materiais, bem como as questões meteorológicas ou financeiras, entre outros aspetos, podiam introduzir atrasos, difíceis de estimar. Nesse sentido, admite-se geralmente uma margem de 5% na apreciação dos tempos de obra.

A construção do *balneum* das Carvalheiras poderá ter durado um mínimo de 335 dias, podendo o aprovisionamento em materiais e a montagem de andaimes, por exemplo, decorrer em paralelo com algumas fases dos trabalhos. Esta duração possível apoia-se num rendimento elevado dos trabalhadores e num abastecimento fluido. No entanto, esta estimativa carece de ser corrigida e otimizada, tendo em conta que não se considerou neste exercício a questão dos acabamentos interiores e exteriores. Por outro lado, o número de dias de obra poderia ser reduzido com uma maior disponibilidade em mão-de-obra nas tarefas possíveis, uma vez que em determinados aspetos da construção de nada adianta o aumento do número de equipas (Tab.: 1).

• Os custos da construção.

A questão da avaliação dos custos de construção constitui uma matéria delicada, preferindo alguns autores mesmo referir-se aos custos técnicos da construção (Prisset, 2008), não avançando para os custos financeiros.

Pese embora esse aspeto, sabe-se que os custos de construção destes equipamentos eram elevados, em parte devido ao peso dos programas decorativos, que representavam uma grande fatia dos mesmos. A título de exemplo, Pegoretti indica que a realização de um capitel coríntio de 0.50m de altura representa 333 horas de trabalho, ou seja 33,3 dias, correspondentes a 67 sestércios do século II (1863: 453). Salvaguardando as devidas diferenças, Janet DeLaine estima, por exemplo, que o custo da decoração das termas de Caracala representa 1/3 do custo total da obra (DeLaine, 1992: 341-342-343). As termas de Mandeure, na antiga Gália, com uma área de praticamente 2000 m², exibem muros revestidos com placas de mármore branco, azul e verde. Duas inscrições, associadas a este edifício, datadas de meados do século I/ inícios do século II, infor-

mam sobre um ato evergeta no valor de 300000 sestércios doado para o revestimento interno desse espaço (Blin, 2012: 95). Segundo a mesma autora a decoração em mármore dos espaços termas deverá corresponder a 1/3 ou mesmo metade do montante total das obras, afirmação comprovada pelo processo construtivo das termas de Como, financiadas por Plínio o jovem, que terão custado entre 600000 e 700000 sestércios, dos quais 300000 representam a parte da decoração (Blin, 2012: 103).

No nosso caso haverá que contabilizar várias realidades, tal como a rede hidráulica, com custo elevado, conforme o sugere um tubo de chumbo detetado nas escavações do edifício. Este elemento, com 1,58 m de comprimento e cerca 0,14m de diâmetro máximo, insere-se no tipo *quinquagenaria*, que Jean-Pierre Adam classifica no grupo das grandes canalizações (1995: 275). A peça pesa cerca de 42 kg, correspondentes a 130 libras romanas e, segundo os valores indicados por Plínio (DeLaine, 1992: 199), custaria 910 denários (valor referente apenas ao preço do chumbo, avaliado em 7 denários/ libra), o que nos dá uma pequena ideia dos valores envolvidos na construção da rede de abastecimento de água do balneário.

Os aspetos que consideramos permitem estimar um custo mínimo para a construção do balneário de 3538,51 denários (156,5 denários com as tarefas preparatórias da obra: demolições e desmontes, 41,25 denários com as fundações, 1004,7 denários com o transporte da pedra, 944 denários com a compra da pedra, 101,67 denários com os materiais laterícios, 783,14 com a construção e 507,25 com as coberturas), ou seja, cerca de 14154 sestércios, tendo em conta que não incluímos os custos associados à implantação da rede hidráulica, nem os custos suportados com o programa decorativo do edifício, que, facilmente, como vimos duplicavam o valor gasto com as restantes partes da construção (Tab.: 1). Fica a faltar igualmente a estimativa do custo das argamassas, muito embora este devesse ser relativamente baixo, na medida em que no seu fabrico podiam ser aproveitados os resíduos de talhe e outras sobras dos trabalhos da pedra e dos materiais laterícios. Poderíamos, assim, avançar com custos aproximados de 7000 denários/ 28000 sestércios, valor equivalente a 13 anos de trabalho, em dias seguidos, para um pintor artístico, ou, então, 38 anos de trabalho contínuo para um trabalhador comum, poupando a totalidade do seu salário ao longo desse período.

5.- AGRADECIMENTOS.

Este trabalho teve o apoio financeiro do Projeto UID/AUR/04509 e da FCTMEC através de fundos nacionais e quando aplicável do cofinanciamento do FEDER, no âmbito do novo acordo de

parceria PT2020.

5.- Bibliografia.

- ADAM, J.P.
1995 **La construction romaine: matériaux et techniques.** Ed. Picard, Paris, 368 pp.:
- BLIN, S.
2012 Réflexions sur le coût de la décoration en marbre des espaces intérieurs, à partir d'une inscription découverte à Mandeu. **Arqueología de la Construcción III, Los procesos constructivos en el mundo romano: la economía de las obras**, Anejos de AEspA 64, pp.: 95-104. Madrid- Mérida.
- CORBIER, M.
1985 Dévaluations et évolutions des prix (I^{er}-III^e siècles). **Revue numismatique**, 6e série, 27, pp.: 69-106.
- DANIELS-DWYER, R.
2000 **The Economics of Private Construction in Roman Italy.** PhD Thesis. Department of Archaeology, Univ. of Reading. Reading.
- DOMINGO, J.
2012 El coste de la Arquitectura: avances, problemas e incertidumbres de una metodología de cálculo: Volúbilis e Dougga. **Archeologia dell'Architettura**, 17, pp.: 144-170. Roma.
- DELAINE, J.
1992 **Design and construction in roman imperial Architecture. The Baths of Caracalla in Rome.** PhD Thesis. Department of Classics, Univ. of Adelaide. Adelaide.
- GUYARD, L., BERTAUDIERE, S., CORMIER, S.
2012 Construction - Démolition - Récupération: Réflexions autour du travail de la Pierre sur le grand sanctuaire gallo-romain du Vieil-Evreux (Eure, France). **Arqueología de la Construcción III, Los procesos constructivos en el mundo romano: la economía de las obras**, Anejos de AEspA 64, pp.: 225-242. Madrid- Mérida.
- MAGALHÃES, F.
2010 **Arquitetura doméstica em Bracara Augusta.** Tese de Mestrado policopiada. Univ. do Minho. Braga.
- MAR, R., PENSABENE, P.
2010 Finanziamento dell'edilizia pubblica e calcolo dei costi dei materiali lapidei: il caso del foro superiore di Tarraco. **Arqueología de la Construcción II, Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias orientales**, Anejos de AEspA 57I, pp.: 509-537. Madrid- Mérida.
- MARTINS, M.
1997-98 A zona arqueológica das Carvalheiras. Balanço das escavações e interpretação do conjunto. **Cadernos de Arqueologia**, 14-15, pp.: 23-46. Braga.
- 2005 **As termas romanas do Alto da Cidade. Um exemplo de arquitetura pública em Bracara Augusta.** Escavações Arqueológicas I. Braga.
- MARTINS, M., FONTES, L.
2010 **Bracara Augusta.** Balanço de 30 de investigação arqueológica na capital da Galécia Romana. **Simulacra Romae II. Rome, les capitales de province (capita provinciarum) et la création d'un espace commun européen. Une approche archéologique.** Bulletin de la Société Archéologique Champenoise. Mémoire, 19, pp.: 111-124. Reims.
- MARTINS, M., RIBEIRO, M.C.,
BATISTA, J.M.
2011 As termas públicas de *Bracara Augusta* e o abastecimento de água da cidade romana. **Actas del Seminario Internacional Aquae Sacrae. Agua y Sacralidade en época antigua**, pp.: 69-102. Girona.
- MARTINS, M., RIBEIRO, J., MAGALHÃES, F., BRAGA, C.
2012a Urbanismo e arquitetura de *Bracara Augusta*. Sociedade, economia e lazer. **Atas do Colóquio Internacional Evolução da Paisagem Urbana: Economia e Sociedade**, pp.: 29-68. Braga.
- MARTINS, M., MEIRELES, J., FONTES, L., RIBEIRO, M.C., MAGALHÃES, F., BRAGA, C.
2012b **Água. Um património de Braga.** Ed. UAUM e CITCEM, Braga. 159 pp.
- PEGORETTI, G.
1863 **Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, stradali, idraulici e di fortificazione per uso degli ingegneri ed architetti**, Milano, 510 pp.
- PRISSET, J.L.
2008 Les besoins en matériaux, les contraintes d'approvisionnement et la durée d'un chantier de construction. Réflexions à partir du portique Nord de Saint-Romain-en-Gal. **Arqueología de la Construcción I, Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias occidentales**, Anejos de AEspA L, pp.: 125-139. Mérida.
- RIBEIRO, J.
2011a **Arquitetura romana em Bracara Augusta. Uma análise das técnicas edilícias.** Tese de Doutoramento, policopiada, Univ. do Minho. Braga.
- 2011b Processo construtivo e artefices da construção em *Bracara Augusta*. Uma abordagem preliminar. **Atas do Colóquio Internacional História da Construção: os Construtores**, pp.: 33-48. Braga.
- RIBEIRO, J., MARTINS, M.
2012 Materiais de construção em Bracara Augusta. **Atas do Colóquio Internacional História da Construção: os Materiais**, pp.: 15-34. Braga.
- 2013 Os processos construtivos da edificação privada em Bracara Augusta: o caso da domus das Carvalheiras. **Atas do Colóquio Internacional História da Construção: Arquiteturas e Técnicas Construtivas**, pp.: 75-96. Braga.
- SILVA, J.R.C.
2000 **A insula das Carvalheiras. Estudo de um exemplo de arquitetura privada em Bracara Augusta.** Tese de Mestrado policopiada. Univ. do Minho. Braga.
- TAYLOR, R.
2003 **Roman Builders. A study in architectural process.** Cambridge Univ. Press. Cambridge. 286 pp.

6.- NOTAS.

1. Bolseiro pós-doutoramento FCT- SFRH/BPD/79511/2011
2. Investigador do Projeto PTDC/HIS-ARQ/121136/2010
3. Bolseira doutoramento da FCT - SFRH/BD/100030/2014
4. Dos quais 42.84 m³ correspondem realmente a pedra, seguindo a proporção de 70% para pedra e 30% para argamassa.
5. 1m³ de muro= 1 hora para um pedreiro, mais quatro assistentes: 1h para apanhar os escombros, 1,25h para transportar os materiais e 1,75 h para separar e preparar os ma-

- teriais a reutilizar.
6. $60 \text{ m}^3 \times 5\text{h} = 300 \text{ horas}$.
 7. $71,3 \text{ m de muros} \times 2,30 \text{ m}^2 = 165 \text{ m}^3$, o valor de $2,30 \text{ m}^2$ correspondendo à secção tipo, projetada a partir do muro este do frigidarium.
 8. Considerando uma densidade de 2.
 9. Densidade de 2,7.
 10. 1 ou 2 para a preparação da argamassa, 1 para o ajustamento dos elementos e a sua aproximação e 1 ou 2 para a colocação dos elementos nas fiadas.
 11. 417 elementos por dia, para um artífice e um assistente, em jornadas de 10 horas.
 12. Total de $0,97 \text{ m}^3$ de argamassa de revestimento. 197,72 horas para a colocação dos elementos e 8,18 horas para o fabrico da argamassa.
 13. Apenas consideramos aqui o nível de preparação para o apodyterium e o frigidarium. Nas salas quentes foi considerado anteriormente no ponto relativo à construção dos hipocaustos.
 14. 98,87 horas/ 22,6 horas para os solos e 143,89/ 32,9 para as paredes.
 15. 1 dia para duas secções, 1 dia para a colocação dos caibros e das terças, 1 dia para as ripas e 1 dia para as telhas.
 16. Total de $718,44 \text{ m}^2$ de alçados.
 17. Total de $77,21 \text{ m}^2$ de alçados.
 18. Total de 500 m^2 de alçados.

Recibido: 15/06/2015
 Aceptado: 01/072015

