

# RESTITUCIÓN FORMAL Y FUNCIONAL DE UN HORNO ROMANO DE LA ALFARERÍA DE QUINTA DO ROUXINOL (SEIXAL, PORTUGAL): ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL, CONTROL DE CONDICIONES DE COCCIÓN Y ANÁLISIS DEL MATERIAL CERÁMICO

Jorge Raposo\* João Coroado\*\* Ricardo Triães\*\*  
Carlos Fabião\*\*\* João Almeida\*\*\*\* Cézer Renato dos Santos\*

*La terrisseria romana de Quinta do Rouxinol (Seixal, Portugal) produïa àmfores i ceràmica comuna entre els segles III i V. Una exposició dedicada al jaciment va incloure un model d'un dels forns terrissaires. La seva construcció es va basar en la recerca arqueològica i etnogràfica així com també en la digitalització 3D amb tecnologia làser i fotogrametria de l'estructura original. Un forn similar ha permès testar i avaluar les presumptes solucions productives en un workshop d'arqueologia experimental. El forn es va emplenar de rèpliques d'àmfores i altres ceràmiques. Les condicions de cocció han estat monitoritzades i les pastes ceràmiques analitzades per DRX i FRX.*

477

Terrisseria romana, Quinta do Rouxinol, 3D, fotogrametria.

*The Roman kiln centre of Quinta do Rouxinol (Seixal, Portugal) produced amphorae and common ware from the third until the fifth century. In the context of an exhibition dedicated to the archaeological site the model of one of the kilns was built. The model was made based upon the archaeological record and some ethnographic research but also by the digital recording of the remains with 3D laser and photogrammetric technologies. A similar kiln was tested and the supposed production techniques evaluated during an experimental archaeology workshop. The kiln was fulfilled with amphorae and common ware replicas. The conditions were controlled and the clay and ceramic matrix were analysed by XRD and XRF.*

Roman kiln, Quinta do Rouxinol, 3D, fotogrammetric.

\* Câmara Municipal do Seixal / Ecomuseu Municipal do Seixal, Praça 1º de Maio, 1, 2840-485 Seixal, Portugal, jorge.raposo@cm-seixal.pt, cezer.santos@cm-seixal.pt.

\*\* Departamento de Arte, Conservação e Restauro, Instituto Politécnico de Tomar / GeoBioTec. Estrada da Serra – Quinta do Contador, 2300-313 Tomar, Portugal, jcoroado@ipt.pt, rtrias@ipt.pt.

\*\*\* Departamento de História da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa / Centro de Arqueologia da Universidade de Lisboa (UNIARQ). Alameda da Universidade, 1600-214 Lisboa, Portugal, cfabiao@fl.ul.pt.

\*\*\*\* Becario FCT en el Centro de Arqueologia da Universidade de Lisboa (UNIARQ), joao.pla@gmail.com.

## 1. NOTA PREVIA

Este trabajo parte de un proyecto de investigación arqueológica y arqueométrica que, desde el año de 1985 y con distintas configuraciones, ha identificado, excavado, registrado, interpretado, estudiado y divulgado los centros alfareros de época romana del área del estuario del Tajo. Esta investigación transcurre en paralelo con un programa de puesta en valor patrimonial y de Arqueología Pública que visa producir conocimiento científico sobre el pasado pero también socializar ese conocimiento junto al de las comunidades locales y contribuir a la rentabilización y puesta en valor social y cultural de este patrimonio arqueológico.

El camino hecho incluye una investigación etnográfica sobre las cadenas operatorias de la alfarería tradicional, recurriendo a distintas fuentes de información (bibliográficas, documentales, fotográficas y de imágenes en movimiento) así como con trabajo de campo junto a alfareros y comunidades alfareras que se conservan en actividad o mantienen todavía la memoria y la experiencia del ejercicio de esa actividad tradicional.

Una de las más recientes concretizaciones ha sido la exposición "Quinta do Rouxinol: una alfarería romana en el estuario del Tajo (Corroios, Seixal)" inaugurada en 2009 en el Museo Nacional de Arqueología (MNA), en Lisboa. En ella se integra la restitución en escala natural de uno de los hornos alfareros de Quinta do Rouxinol, que se realizó con base al levantamiento por tecnología digital 3D con fotogrametría incorporada del original.

El posterior desarrollo de este concepto justificó la realización del Seminario Internacional y *workshop* de Arqueología Experimental "A Olaria Romana" (Seixal, Portugal, febrero de 2010). Para la componente experimental se construyó un nuevo horno, también en tamaño natural, en el cual se realizó la cocción de una hornada de ánforas y cerámica común que replicaba las piezas originales documentadas en la excavación de la alfarería. Como complemento a la observación empírica de los arqueólogos, alfareros y otros especialistas, se crearon las condiciones técnicas para la monitorización y estudio del comportamiento del horno durante la cocción y para los análisis de los resultados de la cocción sobre las cerámicas cocidas.

## 2. EL SITIO ARQUEOLÓGICO

La alfarería romana de Quinta do Rouxinol se localiza en el ayuntamiento de Seixal, en el estuario del Tajo. Está clasificada como Monumento Nacional y integra la estructura del Ecomuseu Municipal de Seixal (EMS) (Fig.1).

Identificada en 1986 se realizaron ahí campañas anuales de excavación arqueológica hasta 1991, en el ámbito del proyecto "Ocupación Romana en la orilla izquierda del estuario del Tajo" (Raposo et al. 1995; Filipe/Raposo 1996). Posteriormente, desde 1999, se ha desarrollado el proyecto OREsT, "Alfarería Romana en el Estuario del Tajo" (Raposo et al. 2005), que incluyó el estudio del sitio arqueológico y de sus producciones cerámicas<sup>1</sup>.

Este último proyecto tuvo también una fuerte componente arqueométrica, de caracterización química por activación con neutrones térmicos (Cabral et al. 1993-1994; Dias et al. 2001, 2003, 2009; Prudêncio et al. 2003).

La alfarería produjo, entre el inicio del siglo III y la primera mitad del V d.C., cerámica común, materiales de construcción, lucernas y sobretodo ánforas, destinadas al envase de salazones y, probablemente, de vino también. En el sitio arqueológico se encuentran los vestigios de tres hornos alfareros y se identificaron también las fosas con testares de materiales descartados durante el proceso de fábrica.

## 3. LA EXPOSICIÓN SOBRE LA ALFARERÍA ROMANA Y LA RESTITUCIÓN FORMAL DEL HORNO 2

La exposición "Quinta do Rouxinol: una olaria romana no estuario do Tejo (Corroios / Seixal)" resulta de una colaboración entre el EMS y el MNA (Filipe/Raposo 2009) y fue inaugurada en Marzo de 2009 (para una visita virtual v. [www.mnarqueologia-ipmuseus.pt/](http://www.mnarqueologia-ipmuseus.pt/)). Además de las tradicionales componentes gráficas, audiovisuales y artefactuales, tiene como punto central del discurso expositivo un modelo en tamaño natural de uno de los hornos alfareros, parcialmente relleno de réplicas de ánforas y cerámica común de la producción local (Fig. 2).

Una vez que del horno original se conserva solamente la base de la cámara de combustión, faltando toda la cámara de cocción y su parrilla, la construcción del modelo se basó en un amplio proceso de investigación arqueológico y etnográfico. Por una parte, buscando paralelos en otras alfarerías romanas conocidas, no solamente en *Lusitania* sino en otros lugares del Imperio Romano. Por otra parte, buscando los posibles paralelos entre la alfarería romana y la alfarería tradicional portuguesa, con recurso a fuentes arqueológicas, históricas y etnográficas. La pesquisa en el archivo de imágenes de la RTP (televisión pública portuguesa) y los trabajos de campo junto a alfareros y comunidades alfareras (antiguos y actuales) se revelaron fundamentales para justificar las propuestas de restitución integral

1.- Para una síntesis actualizada de conocimientos sobre centros alfareros de ánforas de Lusitania y sus producciones v. FABIÃO 2004; 2008.



Figura 1. Planta general y ubicación de la alfarería romana de Quinta do Rouxinol (Seixal, Portugal).

del horno y de la gestualidad asociada a las tareas de los alfareros (Fig. 3).

El proceso de investigación aplicada a la interpretación funcional se basó en un modelo tridimensional de los restos de la estructura original romana, que se conserva *in situ*, con recurso de tecnología digital laser 3D con fotogrametría digital incorporada (Fig. 4) (Raposo/Oliveira 2010).

La utilización combinada de estos distintos frentes de trabajo posibilitó las soluciones elegidas para la restitución volumétrica total del horno donde se basó la documentación técnica (ortofotografías, planos y alza-

dos) de apoyo a la construcción física del horno y su implantación en el espacio expositivo del museo, así como a la producción de una animación en 3D que permite a los visitantes percibir su estructura y su funcionamiento.

#### 4. EL WORKSHOP DE ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL

Con la investigación conducente a la exposición se intentó desarrollar distintos modos de diálogo e intercambio de ideas en las diferentes comunidades científicas,



**Figura 2.** Aspecto parcial de la exposición sobre la alfarería romana de Quinta do Rouxinol en el Museo Nacional de Arqueología (Lisboa), con detalle del horno y de las réplicas de cerámica que lo rellenan.

480

tanto por su presentación en encuentros científicos<sup>2</sup>, como sobre todo por la organización en Seixal de un Seminario Científico y Workshop de Arqueología experimental “A Olaria Romana” (La Alfarería Romana), de 17 al 20 de Febrero de 2010.

La componente de Arqueología experimental pretendía testar y validar las soluciones propuestas para la restitución formal y funcional del horno, con la construcción de un segundo horno junto al sitio arqueológico, donde se realizó la cocción con fuego de madera de una hornada de réplicas de ánforas y cerámica común de las producciones locales. Las réplicas han sido realizadas por un alfarero a partir de los originales recuperados en contexto estratigráfico<sup>3</sup>.

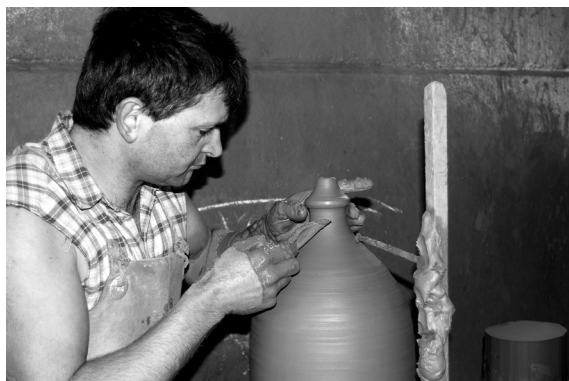
La producción de las réplicas se reveló muy interesante porque, a lo largo del proceso, el alfarero ha empíricamente recuperado varios de los gestos técnicos de los alfareros romanos, por sencillas razones de eficacia práctica. Por ejemplo, la utilización de refuerzos con

tiras de arcilla en las bases de las asas de las ánforas –las hizo para garantizar la solidez de la junción asa/cuerpo del contenedor cerámico–, una realidad que se observa en las mismas ánforas recuperadas en la excavación de la alfarería. Como hubo necesidad de realizar varias replicas, después de hecha (y aprobada) la primera, el alfarero construyó con trozos de cañas, colladas con pelotas de arcilla a otra caña vertical, un “*template*” para hacer las réplicas con las mismas dimensiones. Este “aparato” tan sencillo es suficiente para garantizar una uniformidad de las ánforas, en lo referente a formas y dimensiones, sin necesidad de recurrir a complejos aparatos de medición.

En nuestra propuesta de restitución del horno, en conformidad con paralelos arqueológicos y etnográficos, la cámara de cocción tiene un vano lateral para que el alfarero pueda cargar el horno y la parte superior es simplemente cubierta a cada hornada con fragmentos cerámicos, que se retiran en el final para reutilización

2.- Por ejemplo, el poster “Quinta do Rouxinol (Seixal, Portugal): surveying, reconstructing, 3D modelling and digitally representing a Roman era pottery kiln”, en el *First International Graphic, Heritage and Innovation in Archaeology Congress – Archaeology 2.0* (Sevilla, junio de 2009).

3.- El alfarero Paulo Franco (del pueblo de Achada, Mafra). Los hornos (exposición y *workshop*) han sido construidos por los maestros Amândio Santos y Nuno Santos, y la cocción experimental ha sido realizada por los alfareros Álvaro Silvestre Gomes, Michael da Silva Gomes y Francisco Abel da Silva (todos del pueblo de Sobreiro, Mafra).



**Figura 3.** El alfarero Paulo Franco realizando una réplica de ánfora producida en la alfarería romana de Quinta do Rouxinol.



**Figura 4.** El horno 2 de la alfarería de la Quinta do Rouxinol en proceso de digitalización por la empresa Artescan, Digitalização Tridimensional.

en nuevas cocciones. El cierre del vano lateral se hace con trozos de cerámica y arcilla cruda para rellenar los huecos, garantizando la plasticidad del cierre. La solución nos pareció buena por dos razones. Primero, por cuestiones prácticas, el alfarero tendría que acceder a la cámara de cocción al nivel de la base de la parrilla para cargar el horno. Podría hacerlo de distintas for-

mas, pero, como habitualmente los hornos romanos se encuentran parcialmente enterrados para potenciar la conservación del calor, parece natural que el acceso se hiciera desde un plano superior. Verificamos también que la solución de la entrada lateral en la cámara de cocción es la más frecuente (aunque no única) en las alfarerías tradicionales portuguesas. Por otro lado, verificada la inexistencia de informaciones sobre elementos de cobertura/cierre de los hornos romanos hasta el momento excavados en *Lusitania*, todas las posibilidades serían admisibles, pero, consideramos que la inexistencia de información, en sí misma, podría ser una información relevante; además se verifica en varias alfarerías tradicionales portuguesas la utilización de los cacharros resultantes de la producción local como elemento de cierre.

Así, todos los participantes en el *workshop* han podido verificar los buenos resultados obtenidos, que confirman la posibilidad de ser ésta la solución técnica utilizada en época romana, en la alfarería de Quinta do Rouxinol. A la acción experimental realizada se pueden apuntar dos debilidades: por una parte, se ha utilizado una pasta industrial por no ser posible recuperar en tiempo útil todo el saber hacer de la preparación de las pastas cerámicas a la romana; por otro, por cuestiones prácticas, se ha usado madera de eucalipto (seguramente no usada por los alfareros romanos). En estos dos puntos no ha sido posible una mayor aproximación a los gestos y técnicas de los alfareros romanos.

En síntesis, importa retener algunos datos prácticos de la experiencia: dos alfareros gastaron cerca de tres horas y media para rellenar el horno con veinte ocho (28) ánforas y ciento cincuenta (150) cuencos de cerámica común. Las ánforas fueron los elementos prioritarios en el cargamento del horno y los cuencos, de menor dimensión, rellenaron los huecos. La entrada lateral y la cima del horno han sido cerrados con trozos cerámicos y alguna arcilla cruda. En la propia cocción trabajó otro alfarero y se utilizó cerca de 5 m<sup>3</sup> de madera de eucalipto (c. 3750 kg).

Un registro vídeo puede ser visionado en [www.youtube.com/watch?v=vFSvOgRvsuY](http://www.youtube.com/watch?v=vFSvOgRvsuY).

Se realizó la monitorización de la cocción, procurando registrar las variaciones de temperatura en el interior de la cámara de cocción durante el proceso y estudiar sus efectos en las variaciones de las fases cristalinas del material cerámico.

## 5. MONITORIZACIÓN DEL CICLO DE COCCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CERÁMICAS

Para el control del ciclo de cocción se colocaron en el interior de la cámara de cocción tres cañas pirométri-



**Figura 5.** El horno construido en la alfarería de Quinta do Rouxinol en proceso de cocción y algunos aspectos de la retirada de las replicas de ánforas después de terminado el proceso.

482

cas (termopares) calibradas, acopladas a un *datalogger* Testo 454 Logger, que permitió monitorizar la evolución de la temperatura. Una de las cañas se colocó 20 cm arriba de la base de la cámara (posición P3), otra en el medio de la misma (posición P4), cerca de un metro arriba de la parilla, y otra entre la cima de las piezas de mayor dimensión (las ánforas) y las cerámicas que cerraban el horno en la parte superior (posición P5). En las extremidades de las cañas y en la base de la cámara de cocción, próximo de la pared, se colocaron varios conos pirométricos de Seger con referencias 8a (940°C), 6a (980°C) y 4a (1020°C), con temperatura aproximada de fusibilidad de 940°C, 980°C y 1020°C, respectivamente. Se colocó también un anillo de Buller nº 55, sensible al intervalo térmico de 960° hasta 1100°, para comparar la temperatura máxima alcanzada por los distintos métodos disponibles y para evaluar los respectivos desvíos.

También se colocaron otros tres anillos de Buller junto a las paredes de la cámara de combustión, a la izquierda, a la derecha y en frente del pasillo de acceso, para estimar la temperatura máxima alcanzada en esos puntos.

La cámara de combustión ha sido preparada con madera de eucalipto de mediana dimensión (c. de un metro de largo por 10 a 20 cm de diámetro). Después de la ignición, la carga de la cámara se hizo sistemáticamente hasta alcanzar una temperatura de 1000° C, registrada por el “datalogger”, después se cerró la

cámara de combustión. El enfriamiento ha sido lento y sin intervención.

La reapertura del horno y la retirada de los materiales se iniciaron con la remoción de la cubierta de trozos cerámicos y de la entrada lateral cuando la temperatura registraba 150°C. Las quiebras observadas fueron muy escasas, solamente algunas asas de ánforas y una u otra pequeña fisura en algún cuenco.

Los resultados obtenidos en las tres cañas pirotécnicas se representan por una curva en la Fig. 6 y las temperaturas máximas registradas por cada uno de los métodos usados se discriminan en la Tabla 1.

Temperatura máxima en la cámara de cocción			
Muestras	Buller	Seger	Termopar
P5	980°C	980°C<T<1020°C	1120°C
P4	970°C	980°C<T<1020°C	1090°C
P3	1000°C	980°C<T<1020°C	1150°C
P2	960°C	980°C<T<1020°C	n.e.
P1	970°C	980°C<T<1020°C	n.e.
Temperatura máxima en la cámara de combustión			
	Izquierda	Fondo	Derecha
Buller	1030°C	1015°C	1010°C

**Tabla 1.** Temperaturas máximas obtenidas en el horno por los distintos métodos de registro.

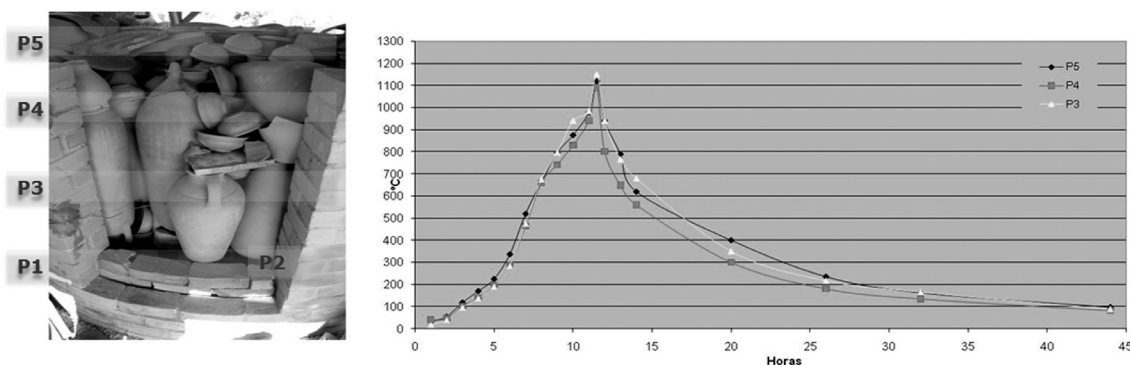


Fig. 6. Posición de los sensores de medida de temperatura (P1 e P2, conos de Seger y anillo de Buller; P3, P4 e P5, cañas pirométricas con conos de Seger y anillo de Buller) y curvas de temperatura registradas en P5, P4 e P3.

Los valores revelan un calentamiento al ritmo aproximado de  $1.5^{\circ}/\text{min.}$ , alcanzando la temperatura máxima en 11.30 horas. El tiempo de enfriamiento hasta la apertura del horno ha sido de aproximadamente 37.30 horas. El tiempo total de cocción ha sido de 49 horas.

Las temperaturas máximas alcanzadas y registradas por los distintos métodos (Tabla 1) revelan algunas diferencias, sobre todo entre la monitorización continua de la temperatura y los valores obtenidos por los anillos de Buller y los conos de Seger, pero, considerando el margen de error asociado a estos materiales, puede considerarse que la temperatura máxima registrada ha sido análoga. La diferencia entre la medición en los termopares P3, P4 y P5 ( $1150^{\circ}\text{C}$ ,  $1090^{\circ}\text{C}$  y  $1120^{\circ}\text{C}$ , respectivamente), corresponde a un episodio térmico de corta duración, que no dejó marcas significativas en el material cerámico. Así, puede estimarse en cerca de  $1000^{\circ}\text{C}$  la temperatura máxima que produjo transformaciones efectivas de fase en las cerámicas, con resultados observables en Difracción de Rayos X (DRX). Se verifica también que el registro de temperaturas máximas, para el mismo método, señala diferencias en los distintos lugares del horno donde se hizo la medición y que esta variación es de la misma orden de magnitud, cuando se comparan los distintos métodos. Así, se concluye que pueden ocurrir diferencias de temperatura tanto en el interior de la cámara de cocción como en la de combustión de la orden de  $30^{\circ}\text{C}$ .

### 5.1. METODOLOGÍA ANALÍTICA

El estudio de las transformaciones térmicas que sostiene las conclusiones indicadas por el análisis de las curvas de cocción, de los anillos de Buller y de los conos de Seger, presupone la caracterización de la composición química de la materia-prima por recurso a Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X en

Longitud de Onda Dispersivo (FRX), utilizándose el espectrómetro Philips PW 1410/00, usando la radiación  $\text{Cr-K}\alpha$ . El valor de pérdida al rubro (P.R.) se obtuvo por el tostado de la muestra a  $1000^{\circ}\text{C}$  durante tres horas, después de secada a  $60^{\circ}\text{C}$  y reducida a polvo. El conocimiento de la composición mineralógica de la materia-prima y de las fases cristalinas de las muestras de fragmentos cerámicos cogidos en el interior del horno, junto a los puntos de monitorización de la temperatura, se obtuvo por DRX, con un Difractómetro Philips X'Pert PW 3040/60, con radiación de  $\text{Cu-K}\alpha$  ( $\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$ ) en condiciones de trabajo de 50kV e 30mA, con registro de datos a los  $1^{\circ}/2\theta/\text{min.}$  en el espacio de  $4-65^{\circ} 2\theta$ . La preparación de las muestras siguió la metodología usada para la FRX y la identificación de las fases cristalinas presentes en los difractogramas recurrió a las fichas de identificación de la *Joint Committee of Powder Diffraction Standards* (JCPDS). El análisis textural se hizo por Microscopía Electrónica de Barrida (MEB), en un microscopio Hitachi S4100, en micro muestra revestida de grafito.

### 5.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PASTA CERÁMICA

La pasta utilizada en las replicas cerámicas tiene una composición mayoritaria de cuarzo, feldespato potásico y minerales arcillosos de caolinita y illita, se verifica también la presencia de oxi-hidroxilos de hierro (goethita). La composición química obtenida por FRX referente a los elementos mayoritarios (Tabla 2) muestra la abundancia de cuarzo y feldespato y minerales arcillosos por los altos contenidos de  $\text{SiO}_2$  (65,56%) y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (18,02%), la ocurrencia de oxi-hidroxilos de hierro se confirma por lo contenido de 7,36% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . La pérdida al rubro es consistente con la mineralogía y con la presencia de minerales arcillosos, siendo la caolinita la más expresiva por el contenido de 2,08% de  $\text{K}_2\text{O}$ .

Muestra	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	P.R.
MP	65,56	18,02	7,36	0,02	0,34	0,13	0,01	2,08	1,06	0,07	5,65

**Tabla 2.** Composición química da materia-prima, obtenida por FRX (valores en %).

### 5.3. ESTIMATIVA DE LA TEMPERATURA DE COCCIÓN

El estudio de las fases cristalinas presentes en el material cocido permite estimar la temperatura de cocción y evaluar, entre distintas piezas, aquellas que estuvieron sujetas a transformación térmica más o menos intensas, por el análisis de DRX al material cocido.

Los resultados obtenidos revelan que, en la misma cocción, por efecto de las variaciones de temperatura registrada en la cámara, las diferencias composicionales del material cerámico son evidentes en piezas diferentes y en una misma pieza (tanto mayores cuanto mayor la dimensión de la pieza), consonante con la posición y disposición en el interior del horno.

Los difractogramas relativos al material cerámico colocado junto a los termopares en las posiciones P1, P2, P3, P4 y P5, y de la pasta cerámica (MP), muestran que las fases cristalinas características identificadas son mayoritariamente cuarzo, con presencia de feldspatos y moscovita y vestigios de anatasa, que resultan de fases no transformadas de la pasta, y mulita y hematites, nuevas fases que se forman de la fase amorfa/vítrea obtenida (en las temperaturas de cocción consideradas), esencialmente en consecuencia de la deshidroxilación de los minerales arcillosos y de la deshidroxilación de los oxi-hidroxis de hierro.

Se constata que la mulita ocurre en todas las muestras, lo que indica que su temperatura de cocción ha superado los 950°C, pero que en las posiciones P1 y P5 el pico de illita/moscovita es claro, indicando temperaturas no superiores a los 1000°C. Concluyese que las muestras P3 y P4 estuvieron sujetas a temperatura de cocción máxima en el intervalo 1000°C hasta 1050°C, y las P1 y P5 en el intervalo 950°C y 1000°C. Comparando con los distintos métodos usados para monitorizar la temperatura máxima, verificase consistencia en la estimativa de la temperatura entre los distintos métodos, sabiendo que la temperatura máxima efectiva alcanzada en el horno difiere de las transformaciones registradas en las materias cerámicas, una vez que el pico máximo ocurrió en un intervalo corto.

Fueron también evaluadas las transformaciones térmicas ocurridas en una misma ánfora, cuya longitud era

próxima de la altura de la cámara de cocción (cerca de un metro), por tres muestras: del borde (que estaba sobre la parrilla), de la panza y del fondo. La comparación de las fases cristalinas presentes en la DRX muestra que son las mismas, con intensidades similares, no reflejando las diferencias de cocción claras en los tres niveles evaluados.

### 5.4. MANCHAS NEGRUZCAS EN LA SUPERFICIE

Después de la retirada de las piezas cerámicas, se constató que algunas presentaban zonas ennegrecidas que coincidían con la proximidad de los agujeros de la parrilla, por donde salía el calor de la cámara de combustión. La hipótesis del ennegrecimiento se relaciona con la deposición de partículas de carbono en las superficies de las piezas cerámicas, resultante de la combustión de la madera, y fue confirmada por el estudio de tres muestras al MEB: una cogida en la zona ennegrecida de la superficie, otra en la zona rojiza de esa misma superficie y otra en el interior de la pieza, en zona de coloración roja clara. Esta observación nos pareció relevante porque se verifican empíricamente estas variaciones cromáticas en las cerámicas arqueológicas.

## 6. NOTAS FINALES

El proceso de restitución formal y funcional de uno de los hornos romanos de la alfarería de Quinta do Rouxinol confirmó el potencial de aplicación de las Tecnologías de Información y Comunicación al registro arqueológico, evidenciando el valor que la digitalización y la modelación 3D pueden tener en la interpretación de las estructuras arqueológicas, y también en la socialización del conocimiento en un cuadro de Arqueología Pública.

Basada en objetivos claros y en metodologías consistentes, la acción de Arqueología experimental realizada en Seixal comprobó la eficacia de la propuesta de interpretación arquitectónica y funcional de uno de los hornos de la alfarería romana de Quinta do Rouxinol y la producción de las replicas cerámicas posibilitó la aproximación posible a la gestualidad de los alfareros que desarrollaron su arte en ese lugar hace 1500 años.

El impacto que la experiencia tuvo y el fructífero diálogo que posibilitó no solamente entre arqueólogos, historiadores y antropólogos sino también con los maestros



albañiles y alfareros comprobó el inmenso potencial informativo y comunicacional de la Arqueología experimental.

La experiencia permitió también profundizar las relaciones entre la investigación arqueológica y arqueométrica, por el control analítico de las condiciones de cocción, complementado con el posterior análisis químico de las cerámicas cocidas. Aclaró de igual modo aspectos importantes, como los relacionados con las condiciones de cocción, temperatura máxima alcanzada así como el hecho que las oscilaciones de esa misma temperatura en el interior del horno no influyeran en las alteraciones de fase cristalina de las piezas y confirmando que las manchas negruzcas en las superficies de las cerámicas (tan frecuentes en el registro arqueológico) no son más que un sencillo depósito de carbono en la superficie, más intenso en los ejemplares colocados junto a los agujeros de la parrilla del horno, sin ninguna influencia en la calidad del producto final cerámico.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- CABRAL, J. M. P. *et al.* 1993-1994, Caracterização Química das Produções de Ânforas do Vale do Tejo. II – Quinta do Rouxinol, *Conimbriga* 32-33, 191-200.
- DIAS, M. I. *et al.* 2001, Caracterização Química por AAN das formas de ânfora de um centro de produção do estuário do Tejo: Quinta do Rouxinol (Portugal), *Actas do IV Congresso Nacional de Arqueometria*, Valência, 88-93 (CD-Rom).
- DIAS, M. I. *et al.* 2003, Amphorae Production at Occidental Lusitania: identification of raw material and production, in J. L. Pérez-Rodríguez (ed.), *Applied Study of Cultural Heritage and Clays*, Madrid, CSIC, 187-200.
- DIAS, M. I. *et al.* 2009, Chemical Tracers of Lusitanian Amphorae Kilns from the Tagus Estuary (Portugal), *Journal of Archaeological Science* 30, 1-15.
- FABIÃO, C. 2004, Centros Oleiros da Lusitania: balanço dos conhecimentos e perspectivas de investigação, in D. E. Bernal, L. Lagóstena (ed.), *FIGLINAE BAETICAE. Talleres alfareros y producciones cerámicas en la Bética romana (ss. II a.C. – VII d.C.)*, Actas del Congreso Internacional (Cádiz, 2003), Vol. 1, *BAR – International Series* 1266, 379-410.
- FABIÃO, C. 2008, Las Ânforas Romanas de Lusitania, in D. Bernal, A. Ribera i Lacomba (ed.), *Cerámicas Hispanorromanas: un estado de la cuestión*, Actas del XXXVI Congreso Internacional de la Asociación Rei Cretariae Romanae Fautores (Cádiz, 2008), Cádiz, Universidad de Cádiz, 725-745.
- FILIFE, G., RAPOSO, J. 1996, *Ocupação Romana dos Estuários do Tejo e do Sado*, Lisboa, Publicações Dom Quixote / Câmara Municipal do Seixal, Actas das I<sup>as</sup> Jornadas sobre a Romanização dos Estuários do Tejo e do Sado (Seixal, 1991).
- FILIFE, G., RAPOSO, J. 2009, *Quinta do Rouxinol: uma olaria romana no estuário do Tejo (Corroios, Seixal)*, Seixal, Câmara Municipal do Seixal (livro-guia de exposição).
- PRUDÊNCIO, M. I. *et al.* 2003, Chemical Characterisation of Amphorae from the Tagus and Sado Estuaries Production Centres (Portugal), in *Ceramic in the Society*, Proceedings of the 6th European Meeting on Ancient Ceramics (Fribourg, 2001), Fribourg, University of Fribourg, 245-253.
- RAPOSO, J., OLIVEIRA, A. 2010, Tecnologias de Informação e Comunicação, Património Cultural e Museologia: a propósito de um dos fornos romanos da Quinta do Rouxinol, *Museologia.pt* 3, 165-172.
- RAPOSO, J. *et al.* 2005, OREsT Project: late Roman pottery productions from the Low Tejo, in *Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares and Amphorae in the Mediterranean: Archaeology and Archaeometry*, Actas de Conferência Internacional (Barcelona, 2002), *BAR – International Series* 1340, 37-54.
- RAPOSO, J. *et al.* 1995, Ânforas do Vale do Tejo: as olarias da Quinta do Rouxinol (Seixal) e do Porto dos Cacos (Alcochete), Actas do 1<sup>o</sup> Congresso de Arqueologia Peninsular (Porto, 1991), Vol. VII. *Trabalhos de Antropologia e Etnologia* 35-3, 331-352.