

digitAR

queologia
chaeology

ig
it
al

q u i t e c t u r a
c h i t e c t u r e
t e s t s

O presente número da revista **digitAR - Revista Digital de Arqueologia, Arquitectura e Artes** publica as actas do **6º Seminário de Arquitectura em Terra em Portugal (6º ATP) / 9º Seminário Ibero-americano de Construção e Arquitectura com Terra (9º SIACOT)**, ocorrido em **Coimbra** (Portugal) entre os dias **20 e 23 de Fevereiro de 2010**.

The following number of **digitAR - Digital Journal of Archaeology, Architecture and Arts** publishes the proceedings of the **6º Seminário de Arquitectura em Terra em Portugal (6º ATP) / 9º Seminário Ibero-americano de Construção e Arquitectura com Terra (9º SIACOT)** that took place in **Coimbra** (Portugal) on **February 20th-23rd, 2010**.

<http://www.esg.pt/6atp/>

Comissão Científica | Scientific Comission

Ana Velosa, UA - Portugal
Célia Neves, PROTERRA - Brazil
Catarina Pereira, CdT - Portugal
Claudia Cancino, GCI, PROTERRA - Peru
Cláudio Torres, CAM, CEAUCP - Portugal
Carlos Etchevarne, UFBA - Brazil
Carlos Tavares da Silva, Museu Arqueológico de Setúbal/
Assembleia Distrital - Portugal
Eduardo Júlio, FCT/UC - Portugal
Fernando Vela Cossio, UPM, PROTERRA - Spain
Hubert Guillaud, CRAterre, ICOMOS-ISCEAH, PROTERRA - France
Hugo Houben, CRAterre - France
Humberto Varum, UA - Portugal
Isabel Kanan, ICOMOS-ISCEAH, PROTERRA - Brazil
Jacob Merten, ESG, FCO, PROTERRA - Portugal
João Paulo Avelãs Nunes, FL/UC - Portugal
Jorge Alarcão, CEAUCP, UC - Portugal
José Aguiar, FA/UTL, ICOMOS-Portugal - Portugal
Júlio Vargas, PUCP, ICOMOS-Peru, PROTERRA - Peru
Lúcia Garzón, PROTERRA - Colombia
Luís Fernando Guerrero Baca, UAM-Xochimilco, ICOMOS-México,
PROTERRA - Mexico
Luís Gama, CdT - Portugal
Lurdes Craveiro, CEAUCP, FL/UC - Portugal
Maddalena Achenza, ÚNICA, ICOMOS-ISCEAH - Italy
Marcial Blondet, PUCP, PROTERRA - Peru
Márcio Hoffmann, PROTERRA - Brazil
Marco António Penido de Rezende, UFMG, PROTERRA - Brazil
Margarida Donas Botto, CEAUCP, ICOMOS-Portugal - Portugal
Mária Conceição Lopes, FL/UC, CEAUCP - Portugal
Mária Fernandes, CEAUCP, ICOMOS-Portugal, CdT, PROTERRA -
Portugal
Mário Varela Gomes, FCSH/UNL - Portugal
Mariana Correia, ESG, FCO, ICOMOS-ISCEAH, CdT, PROTERRA -
Portugal
Miguel Mendes, CdT - Portugal
Miguel Rocha, CdT - Portugal
Obede Borges Faria, UNESP-Bauru, PROTERRA - Brazil
Patrícia Lourenço, CdT - Portugal
Paulina Faria Rodrigues, IPS, CdT - Portugal
Paulo Lourenço, UM, ICOMOS-Portugal - Portugal
Pedro Prista, ISCTE - Portugal

Rodolfo Rotondaro, UBA, PROTERRA - Argentina
Rosa Varela Gomes, FCSH/UNL - Portugal
Rosário Etchebarne, PROTERRA - Uruguay
Said Jalali, UM - Portugal
Santiago Macias, CEAUCP, UE - Portugal
Scott Joseph Allen, UFPE - Brazil
Teresa Beirão, CdT - Portugal
Teresa Gonçalves, LNEC - Portugal
Vera Schmidberger, CdT, PROTERRA - Portugal
Vitor Oliveira Jorge, FL/UP, CEAUCP - Portugal

Comissão Executiva | Executive Comission

Alice Ruano - Portugal
Ana Meireles, CEAUCP - Portugal
António Marques Silva, CEAUCP, FL/UC - Portugal
Eduardo Carvalho, CdT - Portugal
Marco Mourão, ESG - Portugal
Ricardo Cabral, CEAUCP - Portugal
Susana Sequeira, CdT - Portugal
Teresa Correia, ESG, FCO - Portugal
Tiago Costa, CEAUCP - Portugal

Organização | Organisation

CEAUCP. Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto

UC. Universidade de Coimbra

ESG. Escola Superior Gallaecia

FCO. Fundação Convento da Orada

CdT. Associação Centro da Terra

PROTERRA. Rede Ibero-Americana de arquitectura e construção com terra.

Comissão Organizadora | Organising Comission

Mária Conceição Lopes, UC, CEAUCP
Mária Fernandes, CEAUCP, CdT, PROTERRA
Mariana Correia, ESG, FCO, CdT, PROTERRA
Teresa Beirão, CdT
Luís Fernando Guerrero Baca, PROTERRA

| | | |
|------------------------|---|----------------------------|
| TÍTULO | digitAR - Revista Digital de Arqueologia, Arquitectura e Artes digitAR - Digital Journal of Archaeology, Architecture and Arts | TITLE |
| NÚMERO | 1 | NUMBER |
| EDITORA | Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto | PUBLISHER |
| LOCAL DE EDIÇÃO | Coimbra (Portugal) | PLACE OF PUBLICATION |
| DATA DE EDIÇÃO | Janeiro de 2013 January, 2013 | DATE OF PUBLICATION |
| PERIODICIDADE | Semestral Biannual | PUBLICATION FREQUENCY |
| DIRECTORA | Maria da Conceição Lopes | DIRECTOR |
| GESTOR EDITORIAL | Martino Correia | EDITORIAL MANAGER |
| PAGINAÇÃO E FORMATAÇÃO | Ricardo Cabral, Martino Correia | PAGINATION AND TYPESETTING |
| CAPA E DESIGN GRÁFICO | Martino Correia | COVER AND GRAPHIC DESIGN |
| CONTACTOS | revistadigitar@gmail.com (+)351 239 851 600 | CONTACT INFORMATION |
| ENDEREÇO POSTAL | Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto - FACULDADE DE LETRAS DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA: Largo da Porta Férrea, 3004-530, Coimbra, Portugal | POSTAL ADDRESS |
| WEBSITE | http://iduc.uc.pt/index.php/digitar | WEBSITE |
| CONTEÚDOS | Arqueologia, História da Arte, Arquitectura em Terra, Património Archaeology, History of Art, Earthen Architecture, Heritage | CONTENTS |
| ÍNDICES BIBLIOGRÁFICOS | Web of Science A&HCI (em avaliação undergoing evaluation) | BIBLIOGRAPHIC INDEXES |
| ISSN | 2182-844X | ISSN |

Ao citar conteúdos da presente revista, os autores deverão identificar sempre o título da revista (digitAR), data de edição, número do volume e páginas.

When citing this journal, authors should always identify the journal title (digitAR), date of publication, volume number and pages.



Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported (CC BY-NC-ND 3.0) - <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>



Índice

Table of Contents

| | |
|--|----|
| EDITORIAL | 4 |
| Maria da Conceição Lopes | |
| CONDICIONANTES PARA LA PUESTA EN VALOR DE LAS CASAS EN ACANTILADO DE LA SIERRA DE CHIHUAHUA, MÉXICO | 5 |
| Eduardo Gamboa Carrera Luis Fernando Guerrero Baca | |
| A TAIPA NO MUNDO | 14 |
| Maria Fernandes | |
| PATRIMONIO INDUSTRIAL EN TIERRA CRUDA: LA SALITRERA DE MARÍA ELENA, UN MODELO CONSTRUCTIVO MIXTO | 22 |
| Natalia Jorquera Silva | |
| DAMAGE IN HISTORIC RAMMED EARTH STRUCTURES: A CASE STUDY AT AMBEL, ZARAGOZA, SPAIN | 32 |
| Paul Jaquin Christopher Gerrard Charles Augarde Jacinto Canivell | |
| LA BOVEDA DE BAHAREQUE DE LA IGLESIA DE SAN IGNACIO EN BOGOTA | 42 |
| Cecilia López Pérez | |
| LA INTERVENCIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO EN TIERRA EN ÁREAS SÍSMICAS Y LAS CARTAS DE CONSERVACIÓN | 53 |
| Julio Vargas Neumann Marcial Blondet Carlos Iwaki | |
| FICHAS DE INVENTÁRIO: SICG (SISTEMA INTEGRADO DE CONHECIMENTO E GESTÃO) DO IPHAN – ESTUDO DE CASO EM PATRIMÔNIO RURAL | 62 |
| Sandra Cristina Fernandes Martins João Adriano Rossignolo | |
| A TAIPA DE MÃO EM TERESINA, PIAUÍ, BRASIL: A IMPROVISACÃO E O USO DE PROCEDIMENTOS CONSTRUTIVOS | 70 |
| Wilza Gomes Reis Lopes Thaís Márjore Pereira de Carvalho Karenina Cardoso Matos Sandra Selma Saraiva de Alexandria | |
| TRADITIONAL BUILDING TECHNIQUES OF THE DRĀA VALLEY, MOROCCO | 81 |
| Eliana Baglioni Saverio Mecca Luisa Rovero | |
| A CASA DE TAIPA NO LITORAL SUL DE ALAGOAS: REGISTROS ESCRITOS E VISUAIS | 88 |
| Maria Angélica da Silva Melissa Mota Alcides Alice Mesquita Jardim | |

| | |
|--|-----|
| APRENDER A CONSTRUIR COM TERRA ATRAVÉS DA ANDORINHA-DOS-BEIRAS | 95 |
| Bruno Silva Fernando Nunes Pedro Tavares José Correia Humberto Varum Jorge Pinto | |
| LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE EDIFICADO EM ADOBE NA CIDADE DE AVEIRO | 102 |
| Dora Silveira Humberto Varum Aníbal Costa Emília Lima | |
| CONSTRUÇÃO E FINALIZAÇÃO DA CASA DE APOIO DO PROJETO CRESCER: PERDAS E GANHOS | 109 |
| Rosana Soares Bertocco Parisi Glacir Teresinha Fricke Esther Aparecida Cervini Eliana Marcon Tramontina Alkemarra de Paula Leite Ana Gabriela Lopes Lance da Cunha Maycon Douglas Costa Wellington Gouveia Barroso | |
| ESTEPA: NUEVAS ESTRATEGIAS PARA ENCANTAR CON LA TIERRA | 117 |
| María Brown Birabén | |
| O ARQUIVO MUNICIPAL DE FERREIRA DO ALENTEJO. EDIFÍCIO PÚBLICO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL | 124 |
| Edeltraud Vera Schmidberger | |
| APRENDIZAJE DE LA TÉCNICA TRADICIONAL DEL ADOBE EN LOS PUEBLOS BEREBERES APLICADO A LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE MORTEROS DEL KSAR DE AÏT BEN HADDOU | 131 |
| Isolina Díaz Ramos | |
| CONSTRUÇÕES EM TERRA DA ÉPOCA AUGUSTANA NA CAPITAL DA CIVITAS IGAEDITANORUM (IDANHA-A-VELHA, IDANHA-A-NOVA, PORTUGAL) | 138 |
| Pedro C. Carvalho | |

EDITORIAL

Maria da Conceição Lopes

CEAUCP/CAM - Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto/Campo Arqueológico de Mértola

As tradicionais formas de publicação em papel, editadas por instituições científicas e académicas, são hoje fortemente concorrenciadas por formatos desenvolvidos para serem distribuídos pela Web onde o tempo de difusão e os custos se aligeiram fortemente.

O download mecânico e simples dos artigos em formato PDF, muitas vezes encontrados por busca selectiva, tomou rapidamente o lugar da separata e da fotocópia e forçou ao desuso a prática de descobrir os conteúdos de uma revista.

digitAR, a revista digital que o CEAUCP, Unidade de I&D, 281 da FCT, vai disponibilizar na internet, pretende ocupar um lugar nesse espaço de difusão rápida e universal do conhecimento. Beneficiando das facilidades de edição e divulgação internacional que a integração na plataforma Web das revistas científicas da Universidade de Coimbra, ID@UC, facultou, digitAR posiciona-se num patamar de publicação que pretende evoluir do estaticismo das habituais revistas digitais.

Pensada como um processo de divulgação de acordo com os interesses de qualidade, facilidade e presteza com que deve cuidar-se a divulgação da investigação, a revista foi desenvolvida por jovens investigadores que buscaram encontrar modos de publicação que ilustrassem a criatividade do trabalho que se desenvolve na Unidade de investigação, onde a Arqueologia a Arte e a Arquitectura, expressas no plural e na pluralidade de horizontes onde se movem, são as áreas dominantes de estudo e investigação. digitAR permite às palavras escritas e às figuras paradas incorporarem

sons e imagens dinâmicas, constituintes tão poderosos no âmbito da acção destas disciplinas e daquelas que com elas se cruzam em fértil desenvolvimento e em trabalho cooperante.

Os autores, na escrita dos seus textos, podem partilhar os estímulos sensoriais que o seu trabalho convoca, fazendo uso de vídeo, som e modelos 3D, permitindo às coisas que se apresentem na sua própria escala e se deixem observar em todas as suas dimensões e pormenores.

digitAR terá um periodicidade semestral e inicia a sua publicação com trabalhos apresentados 6.º ATP (Seminário de Arquitectura de terra em Portugal)/9º SIACOT (Seminário ibero-americano de construção e arquitectura com terra), organizado em Coimbra, em Janeiro de 2010, conjuntamente pelo **CEAUCP** Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto **UC. ESG.** Escola Superior Gallaecia **FCO** Fundação Convento da Orada **CdT** Associação Centro da Terra **PROTERRA** Rede Ibero-Americana de arquitectura e construção com terra.

No ano em que o CEAUCP cumpre 20 anos, digitAR surge como uma marca do trabalho inovador e dos desafios continuados à criatividade que, em articulação, Investigadores Seniores e Juniores, nacionais e estrangeiros, integrados e colaboradores, se empenham em realizar na Unidade de Investigação.

CONDICIONANTES PARA LA PUESTA EN VALOR DE LAS CASAS EN ACANTILADO DE LA SIERRA DE CHIHUAHUA, MÉXICO

Eduardo Gamboa Carrera* (Mexico)
Instituto Nacional de Antropología e Historia

Luis Fernando Guerrero Baca** (Mexico)
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco

RESUMEN

A lo largo del sistema montañoso conocido como la Sierra Madre Occidental al norte de México, en la época prehispánica se desarrolló la llamada Cultura Casas Grandes que utilizó a la tierra como material constructivo básico. Los sistemas constructivos empleados les permitieron desarrollar viviendas en altura con un complejo diseño estructural que generó una tipología que se conoce como "casas en acantilado" (ver Fig. 1).

En la presente ponencia se analizan las consideraciones que se han debido tomar en cuenta para el desarrollo de proyectos de presentación y puesta en valor de algunas de las casas en acantilado más emblemáticas de la Sierra de Chihuahua, entre las que se encuentran las Cuarenta Casas, Huápoca y Sírupa. Se trata de destacar los criterios de intervención y conservación que se siguieron en estos sitios y de caracterizar la problemática que implica el diseño de los recorridos en el que se busca conciliar la posibilidad de lectura del patrimonio, con la salvaguardia de las evidencias materiales.

Palabras clave: barro moldeado, conservación arqueológica, presentación de sitios.



Fig.1. Cueva de la Serpiente, Huápoca, México. (Créditos: Luis Guerrero, 2006)

*sr_paquime@hotmail.com

**luisfg1960@yahoo.es

1. INTRODUCCIÓN

Entre los acantilados de la Sierra Madre Occidental al norte de la República Mexicana, se localiza un sistema de asentamientos humanos de origen prehispánico, que está vinculado a la tradición cultural conocida como *Casas Grandes*, en referencia al sitio de Paquimé, ciudad emblemática a la que los conquistadores españoles llamaron así, debido a la dimensión de los edificios habitacionales que encontraron en el siglo XVI.

Los asentamientos de la Sierra son vestigios de conjuntos de viviendas construidas con barro moldeado para hacer habitable el espacio conformado por abrigos rocosos naturales. Estos conglomerados habitacionales llegan a presentar hasta tres niveles de altura con entresijos construidos con viguerías de madera y terrados, conformando lo que se conoce como "Casas en Acantilado" o *Cliff Dwellings*, como las han llamado los arqueólogos estadounidenses, en cuyo territorio también se localizan restos asociados culturalmente a los que se presentan en este texto (Cruz, 2007, p. 31).

El aislamiento en que se encuentran estos sitios y, sobre todo, la sabiduría con la que fueron emplazados y construidos, hicieron posible que llegaran hasta nuestros días en un asombroso estado de conservación.

Sin embargo, la falta de respeto de las comunidades locales de generaciones recientes hacia estos sitios, ha incidido de manera determinante en su paulatino deterioro y destrucción. Algunos complejos han sido dañados por saqueadores que realizan excavaciones sin sentido; otros han sido vandalizados y parcialmente demolidos de manera intencional por visitantes insensibles a sus valores, y algunos más han sufrido los embates del ganado que se deja pastar libremente por el campo y que, para guarecerse de las inclemencias del medio ambiente, se introduce en las estructuras arqueológicas con su consecuente colapso.

En fechas recientes, estos vestigios han sido vistos por algunos pobladores locales

como un recurso turístico con posibilidades de incidir en el desarrollo económico regional. Desafortunadamente, aunque esa perspectiva se sustenta en una visión patrimonial de los sitios, se vuelve también un mecanismo destructivo ya que se llevan a cabo visitas guiadas sin el conocimiento de la fragilidad de la arquitectura de tierra ni un adecuado control del comportamiento y flujo de los turistas.

Ante esta problemática, en el centro regional de Chihuahua del Instituto Nacional de Antropología e Historia, se ha implementado una serie de proyectos arqueológicos que además de la exploración, tienen entre sus principales objetivos la preservación material de los sitios y la vinculación con el desarrollo sustentable de las comunidades que habitan en sus alrededores.

Sin embargo, el diseño de acciones de intervención en estos sitios presenta condiciones muy especiales derivadas, por una parte, de los materiales y sistemas constructivos de los conjuntos, y por otra, de su localización y dificultad de acceso. Paradójicamente, los dos factores que constituyen los principales valores de estos sitios, y que en gran medida han permitido su conservación hasta nuestros días, se convierten en retos a considerar al momento de trazar propuestas de restauración y de prever su posible apertura para la visita pública (ver Fig. 2).

Incluso, es necesario plantear de manera clara la posibilidad de que las labores de documentación, y consolidación de estos sitios no culminen con su apertura pública, en aquellos casos en los que no se pueda garantizar su custodia y protección.

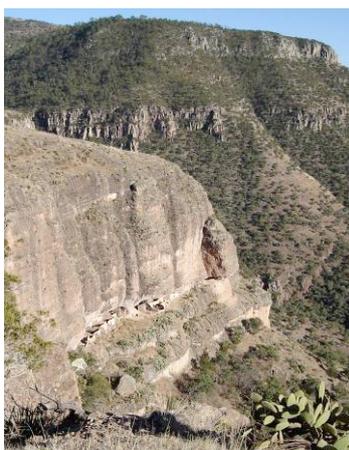


Fig. 2. Dificultad de acceso a la cueva del Mirador, Huápoca, México. (Créditos: Eduardo Gamboa, 2007)

2. LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES

Existe una notable diversidad de soluciones de conjunto en lo que se refiere al diseño original de las casas en acantilado derivada fundamentalmente de las condiciones geomorfológicas de sus emplazamientos. Sin embargo, es posible identificar una serie de patrones constructivos y formales que muestran la existencia de una cultura constructiva compartida y que además evolucionó para volverse cada vez más sofisticada.

Hay casos donde la vivienda está conformada solamente por una habitación emplazada en el abrigo rocoso, mientras que hay otros con varias decenas de locales como sucede en Sírupa, Chihuahua, donde se construyó un conjunto habitacional conformado por más de treinta espacios comunicados por patios o pequeñas plazas.

En estos conjuntos predominan las habitaciones de un solo nivel pero hay casos de dos y evidencias arqueológicas de que existieron algunas hasta de tres pisos, como sucede por ejemplo en la Cueva de Las Ventanas, en Cuarenta Casas (Orea, 2002, p. 10).

Varios de los documentos que han descrito los sitios en diferentes momentos, presentan

algunas inconsistencias en lo que se refiere a la terminología arquitectónica y comprensión estructural, por lo que los datos deben tomarse con reservas (Guerrero, 2007a, p. 228). Un ejemplo de este problema es el uso inapropiado de término "adobe" que se acostumbra manejar erróneamente como sinónimo de *barro crudo*. Por ejemplo, se dice que "Las paredes de las casas de las Cuevas 2 y 3 (del sitio conocido como El Segundo) se erigieron con lodo y piedras, palizadas de madera, o con madera y carrizo cubierto con adobe. En la Cueva 3 hay un cuarto circular cuyas paredes fueron hechas de madera, carrizo y adobe" (Sánchez, 1994, p. 33). En realidad de lo que se está hablando es de muros armados con materiales vegetales que fueron "embarrados".(1)

En la mayoría de los sitios se emplearon técnicas constructivas mixtas de tierra, en las que predomina el manejo de muros de "barro colado o barro moldeado", o sea, una especie de tapial pero realizado mediante el llenado de cimbras con lodo que, por su consistencia fluida, adoptaba la forma del molde. Normalmente el barro incluía una proporción importante de piedras y grava cuya dimensión

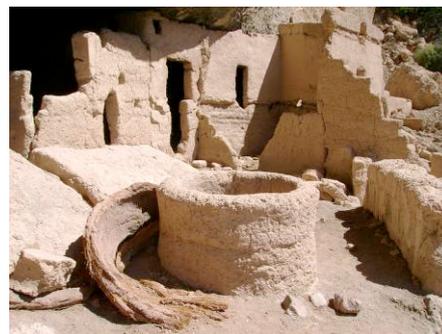


Fig. 3. Evidencia del sistema constructivo de los muros en Sírupa, México. (Créditos: Luis Guerrero, 2006)

granulométrica descendía conforme se elevaban las estructuras. De este modo aparecen piedras de varios centímetros en las partes bajas de las paredes y finas gravas en las zonas altas (ver Fig.3). Esta técnica fue utilizada sobre todo para edificar los muros que recibían las mayores cargas por lo que es frecuente su presencia

en la planta baja de los locales, donde alcanzan espesores de 40 cm o más. Cuando se llegaban a utilizar en segundos niveles, el ancho disminuía en el interior de los locales, manteniéndose continuo el paño externo a fin de preservar el equilibrio de los empujes axiales.

También era frecuente el empleo de muros de bajareque así como otros realizados con la técnica llamada "palizada" que es conocida en Estados Unidos y España como "jacal". En un sistema constructivo similar al bajareque pero estructurado son secciones de troncos con 4 o 5 cm de ancho, empotrados en el suelo y recubiertos por capas sucesivas de barro (Cornerstones, 2006, p. 20).

Los dinteles de puertas y ventanas eran de madera con su sección natural o trabajada para darle un perfil cuadrangular. Lo más frecuente es el uso de troncos o morillos de 5 a 7 cm de diámetro colocados paralelamente para formar la superficie de descarga.

Los entresijos y cubiertas se realizaban también con la combinación de estructuras portantes de madera recubiertas con barro o tierra compactada. Se presentan vigas casi siempre de sección natural ligeramente desbastadas, que a su vez cargan varas colocadas en sentido transversal para formar la superficie que recibe el barro que cierra el sistema. El sentido común y la experiencia constructiva ancestral de las culturas que habitaban la zona, les mostró empíricamente la viabilidad del uso de los materiales térreos en combinación con sistemas estructurales de madera que permitían un adecuado control y transmisión de esfuerzos estáticos y dinámicos.

3. VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO

La serie de factores naturales que afectan el sitio, podrían sintetizarse en los que se derivan de la humedad en sus diferentes manifestaciones (ambiental, lluvia, infiltraciones, capilaridad, congelamiento), el desprendimiento de rocas por fallas geológicas, así como la presencia de flora parásita y fauna nociva.

Las condiciones térmicas y de humedad de los locales abandonados los hacen susceptibles para que les crezcan vegetales y los habiten insectos, arácnidos, roedores, reptiles y aves, que conforman cavidades y túneles encima y dentro de los muros, que con el paso del tiempo los debilitan. (2)

Debido a que la madera es un elemento clave dentro del equilibrio estático de las casas en acantilado, la presencia de microorganismos, hongos e insectos xilófagos resulta sumamente dañina. Sin embargo, sorprendentemente es posible encontrar postes, vigas, morillos, carrizos y amarres de fibra en muy buen estado de conservación a más de mil años de haberse colocado (Guerrero, 2002, p. 7-9).

Empero, como se comentó líneas arriba, los principales agentes de deterioro de los sitios no se derivan del medio natural sino que están asociados a las actividades humanas, algunas de las cuales tuvieron su origen desde los propios procesos de edificación.

Una buena parte de la vulnerabilidad de estas estructuras de tierra deviene de una selección errónea de los materiales, así como de fallas de diseño en los sistemas constructivos. Algunas secciones de muros muestran un cuidadoso desarrollo de la interrelación de cargas mientras que en otras se evidencia descuido o desconocimiento de los efectos por ejemplo de las leyes de gravedad. Ese es el caso al que se hizo referencia anteriormente al hablar de los espesores de los muros en los diferentes niveles de la edificación. También es frecuente la falla en las jambas de puertas y ventanas derivada de un dimensionamiento equivocado de los claros así como de escasa penetración en el empotramiento de los dinteles de madera.

Desde luego, muchos de los problemas se han agudizado, por la falta de mantenimiento derivada del abandono de los sitios, hecho que también se consideraría dentro de la patología de tipo antrópico.

Otro problema causado por el hombre tuvo que ver con la alteración de las

construcciones originales en diferentes momentos de su historia. Debido a la limitación de espacio de los abrigos rocosos en que se localizan las casas en acantilado, sus usuarios originales y las generaciones que las iban heredando, se vieron en la necesidad de añadir locales en niveles

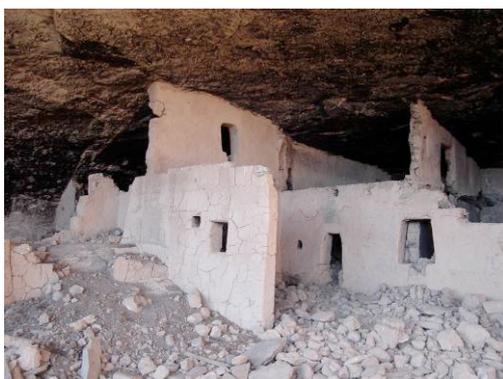


Fig. 4. La coincidencia de la puerta y el muro del lado derecho de la imagen, demuestra que éste fue colocado con posterioridad para subdividir el espacio interior. Cuevas de El Embudo, México. (Créditos: Eduardo Gamboa, 2007)

superiores, hacer elevaciones de muros, ampliar locales, abrir ventanas o cambiar puertas de lugar y hasta suprimir elementos portantes (ver Fig. 4). Lógicamente estas alteraciones afectan el precario equilibrio de algunos de los edificios cuya estabilidad se ha visto fuertemente comprometida. También se presenta el problema de la reutilización de los conjuntos, siglos después de su abandono. A pesar de la dificultad de su acceso, algunos de ellos fueron acondicionados para ser corrales de ganado menor y otros sirvieron como lugares de campamento de cazadores o campesinos locales (Guerrero, 2007a, p. 230-231).

Sin embargo, como ya se mencionó, el daño antrópico más fuerte para estos sitios ha resultado de los procesos de saqueo y visita turística. En todos los conjuntos analizados se han encontrado perforaciones en pisos y muros realizadas para "buscar tesoros". Estos pozos de saqueo, amén de la irremediable pérdida de información histórica que conllevan, obviamente afectan el equilibrio estructural

del conjunto. Desafortunadamente la precaria condición económica de los habitantes de ranchos cercanos a los sitios, propicia que por un poco de dinero sean convencidos de guiar a turistas nacionales y extranjeros a las cuevas en las que acampan y realizan actividades destructivas.

Algunos sitios han sido visitados por turistas desde hace décadas y han dejado la "tradicional" huella de su presencia a través de *grafitti* pintados o esgrafiados en los revoques o hasta en la pintura mural presente en algunos conjuntos (ver Fig.5).

Como sucede en la mayor parte del mundo, existe un gran desprecio social por los edificios de tierra, los cuales son considerados como una arquitectura menor.

Este hecho no se limita sólo a la falta de apego de los herederos de viviendas de tierra que conforman grandes sectores de los poblados históricos y tradicionales, y que cotidianamente los destruyen para substituirlos por estructuras hechas con materiales industrializados.

Desafortunadamente esta visión se refleja también en la destrucción de los bienes patrimoniales de tipo arqueológico. Muchas de las estructuras prehispánicas se encuentran tan bien conservadas que la gente no toma conciencia de su

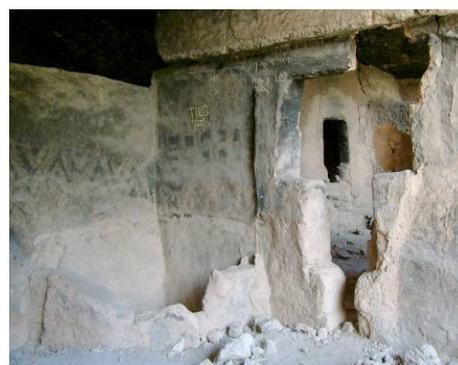


Fig. 5. Graffiti realizado en 1969 sobre las pinturas murales de una habitación en Sírupa, México. (Créditos: Luis Guerrero, 2006)

antigüedad y no tienen ningún empacho en dañarlas por considerar que no son tan

importantes como otros sitios arqueológicos del país, que se destacan por sus dimensiones, decoración y por el uso de materiales más “prestigiados” (Guerrero, 1994, p. 6).

4. LA PUESTA EN VALOR

Partiendo de estas consideraciones se planteó una serie de acciones en una región que incluye sitios de carácter excepcional tales como el conjunto de Las Cuarenta Casas, el Conjunto Huápoca, y Las Rancherías en Sírupa. La elección de estas zonas estuvo relacionada con aspectos tales como su cercanía a poblaciones con nexos carreteros, las condiciones de accesibilidad dentro del propio sitio, la densidad y dimensiones de las casas en acantilado existentes, el nivel de conservación e integridad patrimonial y, sobre todo, la facilidad de vigilancia permitiera plantear propuestas de visita turística que dieran sentido a la apertura de los sitios.

En esta decisión se contó con la participación de algunos representantes de las comunidades locales, a partir de una serie de trabajos de antropología social y planeación estratégica que realizó el Instituto Nacional de Antropología e Historia en colaboración con la asociación civil llamada Fuerza Ambiental durante el año de 2002. Se convocó a diversos actores sociales entre los que se encontraban propietarios de terrenos, ejidatarios, campesinos, prestadores de servicios turísticos y trabajadores de diversas instancias de gobierno.

Una vez que se definieron los sitios prioritarios inició la fase de actualización de la información arqueológica a fin de documentar, medir, fotografiar y dibujar los sitios elegidos. Cabe mencionar que de manera paralela se desarrolla la exploración y registro de sitios en toda la Sierra, y que ha permitido identificar más de 200 cuevas con vestigios arqueológicos de diferentes proporciones, localizadas en la zona montañosa correspondiente al estado de Chihuahua, y que es evidente que es sólo una parte del vasto patrimonio que todavía

falta por identificar en toda la región.

La estrategia metodológica empleada en los casos por intervenir inicia con los reconocimientos de superficie y la elaboración croquis de la planta de los sitios, mostrando los patrones de derrumbe y escombro depositados en cada una de las habitaciones.

Se numeran locales, muros y pisos observables y se traza una retícula tridimensional de ejes cartesianos para poder iniciar la excavación arqueológica. Es importante aclarar que como la prioridad definida para los sitios es su conservación, se descartó por completo la realización de alteraciones que eliminaran las evidencias de la última etapa de ocupación. Aunque es evidente que en todas las cuevas existen múltiples superposiciones arquitectónicas derivadas de más de un milenio de ocupación, cualquier intento por realizar una excavación arqueológica profunda implicaba acciones destructivas.

La excavación emprendida simplemente consiste en “limpiar” el sitio para liberar los espacios habitables de los escombros producidos por los derrumbes parciales de cubiertas entresijos y algunos muros, y lógicamente se documentan, ubican y recolectan los artefactos encontrados.

Todos estos vestigios se sistematizan en una “Base de Datos de Materiales Arqueológicos” que contiene la información completa de su localización tridimensional indicando el número del hallazgo, fecha, estrato, capa, nivel, planos, fotos, objeto, materia prima, responsable del registro y observaciones.(3)

Durante esta etapa también se realizan croquis a mano alzada de los elementos encontrados *in situ*, que complementan los datos fotográficos con la interpretación de los objetos y espacios presentes. Con esta información se genera la fundamentación para las actividades de gabinete que tiene dos vertientes con ritmos diferentes. Por una parte se desarrolla la interpretación arqueológica de los datos que generalmente es muy tardada debido a la

cantidad de variables a considerar. Por otro lado se lleva a cabo el análisis de deterioros de los inmuebles para poder emitir los dictámenes técnicos correspondientes que sustentan la generación de los proyectos de intervención, que tienen que hacerse en muy corto plazo por cuestiones logísticas y presupuestales.

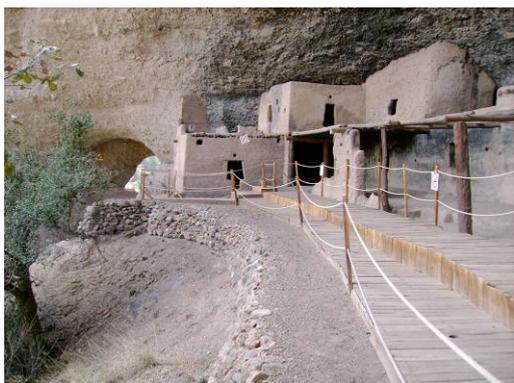


Fig. 6. Vista del andador frente a la cueva de Las Ventanas, Cuarenta Casas, México. (Créditos: Luis Guerrero, 2006)

Cabe mencionar que para el caso específico de la Cueva de las Ventanas en el Sitio de las Cuarenta Casas, dentro de la patología identificada se realizó la evaluación de las intervenciones que se habían llevado a cabo en los años ochenta, pudiéndose poner de manifiesto algunas fallas en la restauración derivadas sobre todo del empleo de materiales incompatibles con la tierra (ver Fig.6). Bajo estas premisas desde el año 2004 se ha avanzado paulatinamente en la consolidación de estructuras, se ha dotado a los sitios de infraestructura para visita pública a través del diseño de senderos y señalización, además de contratar y capacitar personal para su custodia permanente.

Estos trabajos se han podido realizar gracias a las aportaciones de la Fundación J. M. Kaplan, a *World Monuments Fund*, la Secretaría de Desarrollo Social y el Instituto Nacional de Antropología e Historia. Actualmente se encuentran abiertas a la visita pública en la región de Madera las cuevas de Las Ventanas, El Gato, El

Puente y Las Ratras, dentro del conjunto llamado "Las Cuarenta Casas", las cuevas de La Serpiente, Nido del Águila, el Mirador y Cueva Grande en el "Conjunto Huápoca", y han concluido los trabajos de consolidación estructural de Las Rancherías en el paraje de Sírupa.

Es importante hacer notar que las labores no han sido fáciles debido a las singulares condiciones de los emplazamientos que, como resultado a su lejanía y las complicaciones de su acceso, limitan el flujo de visitantes, por lo que las expectativas de los pobladores hacia el incremento de sus ingresos económicos no han sido totalmente satisfechas. Las visitas turísticas se concentran en muy pocas fechas mientras que el resto del año se tiene muy escasa asistencia a los sitios.

Por ejemplo, más de tres cuartas partes de los visitantes que recibe la zona arqueológica de Cuarenta Casas se concentran en Semana Santa y el 21 de junio y la temporada vacacional en verano. En esas fechas miles de turistas acampan en los alrededores del sitio mientras suben y bajan por todas cuevas. A pesar de que los custodios guían y dosifican las visitas, es humanamente imposible controlar a tal cantidad de visitantes.

Aunque la escasez en la afluencia turística es una ventaja para la conservación de los sitios, pues se garantiza la estabilidad de las condiciones de las estructuras, desde la perspectiva de los proyectos de difusión y gestión cultural no se tiene la misma evaluación.

6. REFLEXIONES FINALES

La arquitectura de tierra que caracteriza las casas en acantilado de las regiones montañosas de Chihuahua es una muestra invaluable del avance desarrollado en una tecnología constructiva que se adapta de manera plena a su contexto natural. A pesar de las rigurosas condiciones climáticas de la región en que está emplazada y de los siglos que ha estado abandonada, resulta sorprendente su destacado estado de conservación.

Los deterioros provocados por el medio natural han impactado de forma muy limitada a las estructuras, gracias a la calidad de sus estructuras y su ubicación en abrigos rocosos que las protegen de la acción directa de los agentes climáticos. Los daños más severos en su arquitectura se han derivado de la acción humana que en los últimos años se ha agravado con el crecimiento de la población.

Como resultado de las características materiales de los sitios y sus circunstancias locales, existe una serie de factores que condicionan los proyectos de presentación y apertura a su visita pública. Esto nos lleva a una serie de reflexiones acerca de la complejidad de las variables que se han de tomar en cuenta en los procesos de musealización de estos sitios arqueológicos.

Dada la vulnerabilidad material del patrimonio, se tienen que diseñar estrategias muy diferentes a las que se practican en el resto de las zonas arqueológicas del país, y los visitantes han de ser sensibilizados acerca de estas condiciones, debido que puede resultarles frustrante viajar tantas horas en vehículo y caminar por pronunciadas cañadas, para finalmente tener que conformarse con ver a la distancia estos singulares conjuntos habitacionales.

En lo que se refiere a los criterios de intervención que se siguieron en estos sitios, destaca la búsqueda de notoriedad entre los elementos originales y los restaurados, pero sin que se pierda la armonía del conjunto. Se modifica ligeramente la textura de los sectores intervenidos en los muros para su diferenciación del original. Los elementos de madera que son restituidos se marcan con la fecha de colocación a fin de distinguirlos de los originales.

Para la restitución estructural se emplean las técnicas tradicionales que fueron usadas en su manufactura y que siguen vigentes hasta nuestros días en la arquitectura vernácula de varias regiones del país. Los materiales a emplear son semejantes a los originales en composición, comportamiento y propiedades físico-químicas.

Se ha descartado totalmente el uso de materiales tales como el cemento y los polímeros sintéticos, toda vez que se ha comprobado, en casos de intervención previos, su ineficacia y efectos nocivos en los materiales originales. En el empleo de sustancias biocidas para la fumigación de los materiales, se siguen rigurosamente las normas establecidas a nivel internacional para su manejo. Todo el proceso de restauración se registra detalladamente en dibujos (alzados, cortes, plantas), así como fotográficamente para poder hacer su seguimiento a mediano y largo plazos.

Finalmente, hay que insistir en que resulta fundamental involucrar a los miembros de las comunidades nativas para la valoración y protección de los sitios arqueológicos. Si las personas de las localidades cercanas conocen el valor de este patrimonio y lo sienten suyo, tendrán un interés genuino por su preservación.

Los talleres de recuperación de técnicas constructivas de la arquitectura de tierra en estos poblados han demostrado ser un camino que coadyuva en la valoración y la protección comunitaria de los bienes materiales, así como del patrimonio inmaterial que constituye la cultura constructiva histórica y tradicional. En estos talleres debe jugar un papel central la participación de los niños y jóvenes, con el objeto de que vean en la conservación de su medio natural y cultural una fuente para su subsistencia a futuro.

Es indispensable entender a la conservación como un proceso dinámico cuyo objetivo final es el desarrollo sostenible de las comunidades locales.

Bibliografía

Cano, O. (2001). Paquimé y las casas acantilado en Chihuahua. *Arqueología Mexicana*. N° 51. México D.F. (México): Raíces.

Cornerstones Community Partnerships (2006). *Adobe conservation*. Santa Fe, N.M. (Estados Unidos): Sunstone Press.

Cruz, S. (2007). Estructuras arqueológicas del

- tipo casas en acantilado en el estado de Chihuahua. *Patrimonio Construido con Tierra*. México D.F. (México): UAM-Xochimilco
- Gamboa, E. (2002a). *Proyecto de Conservación Arqueológica: Huápoca 2004*. Chihuahua (México): Centro INAH Chihuahua. Archivo Técnico.
- Gamboa, E. (2002b). *Proyecto Arqueológico Paquimé*. Chihuahua (México): Centro del INAH en Chihuahua. Archivo Técnico.
- Gamboa, E. (2007). *Informe del proyecto arqueológico y de estabilización estructural del sitio arqueológico "Cueva de Las Rancherías", Sírupa, Municipio de Cd. Madera, Chihuahua, México*. Archivo Técnico. Chihuahua (México): Centro INAH Chihuahua.
- Guerrero, L. (1994). *Arquitectura de Tierra*. Colección CYAD México D.F. (México): UAM-Azcapotzalco.
- Guerrero, L. (2002). Deterioro del patrimonio edificado en adobe. *Diseño y Sociedad*. N° 13. Otoño. México. D.F. (México): U.A.M.-Xochimilco.
- Guerrero, L. (2007a). Deterioro y conservación de las casas en acantilado en las Sierras de Chihuahua y Durango. *Anuario de Investigación de Construcción con Tierra y del Diseño Sustentable*. Tampico (México): Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Guerrero, L. (Coord.) (2007b) *Patrimonio Construido con Tierra*. México D.F. (México): UAM-Xochimilco.
- Guevara, A. (1986). *Arqueología del Área de las Cuarenta Casas, Chihuahua*. INAH, Colección Científica 151. México D.F. (México): INAH.
- Orea, H., Gamboa, E., Dozal, M., Shneider, R., Sandoval, B., Armendáriz, C., López, A. (2002). *Informe de las actividades de conservación realizadas en "La cueva de las ventanas" del complejo arqueológico de Las Cuarenta Casas, Chihuahua*. Chihuahua (México): Centro INAH Chihuahua. Archivo Técnico.
- Sánchez, F. (1994) Habitaciones en cuevas en Chihuahua. *Arqueología Mexicana*, Marzo. N° 6, México D.F. (México): Raíces.
- familia de jabalíes la utilizaba como madriguera.
- (3) Los materiales han sido marcados con su número de registro con una nomenclatura consecutiva acompañada por el año del hallazgo, por ejemplo: 125/2007.

Notas

(1) Esto quiere decir que conformaban una especie de bajareque que no tiene nada que ver con el adobe al que se hace mención.

(2) Una de las cuevas de Cuarenta Casas se ha tenido que cercar y colocar puertas porque una

Maria Fernandes* (Portugal)
CEAUCP/CAM - Centro de Estudos Arqueológicos
das Universidades de Coimbra e Porto/Campo
Arqueológico de Mértola

RESUMO

A taipa é uma técnica construtiva monolítica, que consiste em compactar terra, num estado seco/húmido, entre taipais e em camadas, com o auxílio de um maço ou pilão. A taipa é por isso um sistema de elevação de paredes portantes, construídas à fiada, com juntas desencontradas e em cofragem perdida. Das cinco técnicas de construção monolíticas em terra conhecidas (Guillaud, 1993, p. 48) a taipa é um sistema relativamente recente na história da construção e que se julga, ter evoluído tecnologicamente a partir do simples sistema de terra em cofragem (Font, 2006, p. 114). Na Península Ibérica conhece-se o uso de taipa militar em estruturas defensivas desde o séc. X, durante o designado período de domínio muçulmano, fortificações como as de Alcácer do Sal, Juromenha, Moura, Paderne ou Silves são exemplos desse tipo no sul de Portugal (Bruno, 2005, p.39). Na história da Península Ibérica, a taipa é no entanto já referenciada em textos árabes desde o século VIII, em construções defensivas de acampamentos militares e alcáçovas como a de Badajoz (Catarino, 2005, p.138). Referências ou documentos anteriores são também conhecidos, sem no entanto se saber exactamente se referiam paredes em terra dentro de cofragem ou paredes em terra compactada., caso dos textos de Plínio (23 a.C – 79 d.C) respeitante às muralhas de Cartago e Espanha que Aníbal teria construído (Houben, 1989, p. 21). Do Mediterrâneo ao Oriente e mais tarde do Pacífico ao Índico a taipa foi um sistema utilizado ao longo da história e que durou até meados do século XX, tendo sido posteriormente recuperada, melhorada e mecanizada para a construção contemporânea. Hoje a taipa é utilizada em locais onde historicamente não se conhecia o seu emprego, de que são exemplo a arquitectura de Rick Joy no Estados Unidos da América ou das construções de Martin Rauch na Suíça e na Áustria. De um sistema construtivo confinado ao sítio e historicamente delimitado, a taipa passou a técnica construtiva contemporânea, produzida inclusivamente em paredes pré-moldadas e transportáveis. A investigação relativa a este sistema construtivo em terra tem-se dividido entre estudos monográficos, referentes à conservação de sítios e património construído e estudos de divulgação e pesquisa alusivos à arquitectura e construção contemporâneas, respeitantes a normas ou regras construtivas e aspectos relacionados com o comportamento do material e tecnologia construtiva. O objectivo desta comunicação é fornecer uma visão global do património construído em taipa nos diferentes continentes, com relevância para as diferentes características, influências culturais e aspectos construtivos.

Palavras chave: Taipa, técnica construtiva, história da construção.

*maria.aleixo@sapo.pt

1. O ORIENTE E A CHINA

"(...) Já que vos falei dos palácios, vou contar-vos acerca da grande cidade de Cambaluc, onde estão estes palácios, e a razão porque foi feita. (...) Esta cidade é grande, com um perímetro de cerca de vinte e quatro milhas (...) é quadrada (...) toda murada com terra e os seus muros têm uma largura de dez passos e uma altura de vinte, mas não são tão grossos em cima como em baixo porque vão diminuindo à medida que vão subindo, de maneira que em cima têm uma largura de três passos; os muros são todos brancos e ameados" (Polo, 2006, p. 85).

As muralhas em taipa das cidades da Mongólia e China fascinaram Marco Polo no século XIII, durante as suas viagens. Ainda hoje os troços em taipa existentes da muralha da China (V-III a.C e XV-XVII d.C), sobretudo no deserto de Gobi e na região das estepes, elevados em sucessivas camadas de terra compactada e folhas de palmeira, assim como as quintas fortificadas de planta ortogonal e circular em Hakka na província de Fujian ainda habitadas e as torres na região de Dunhuang (Correia, 2006, pp. 14-15) são exemplos vivos de como esta técnica apesar de histórica, desde que conservada, pode ser actual e perfeitamente habitável. A partir do designado período dos Três Reinos (221-581 d.C.), a construção em taipa desenvolveu-se por todo o território chinês, quer em construções monumentais quer em arquitectura vernácula. A China é o país do Oriente onde a arquitectura em taipa conheceu maior diversidade e escala na construção.

Na Índia para além das construções em taipa existentes na província de Goa, decorrentes da influência portuguesa após o século XVI existem ainda diversos mosteiros no Norte cujas paredes foram elevadas nesse sistema construtivo. Próximo dos Himalaias, no Nepal, Botão e Índia, paredes de Mosteiros Budistas foram elevadas em taipa, em planaltos de elevada altitude (Guillaud, 2001, p. 35). O mosteiro Tabo no vale de Spiti e Zangska do século XII foi construído em

taipa. Trata-se de um edifício de planta ortogonal, em geometria simples e de aspecto fortificado, ricamente decorado no seu interior com pinturas, esculturas e tectos planos, em estrutura de madeira e vegetal intercalada com camadas de terra argilosa compactada. O sistema de taipa é também observável na arquitectura vernácula indiana nas regiões de Ladakh, Nubra, Zanskar, Lahaul e Kinnaur (Chandhry, 1993, pp. 81-83). Na província de Goa a construção em taipa é frequente nas talukas, no Norte do Estado. Embora se trate de uma arquitectura vernácula é relevante este tipo de sistema construtivo nas casas Hindus em Borim (Pondá), Assapur e Corgão (Pernem) e nas casas cristãs em Vaddi Siolim (Bardez) e mais a sul Pilar (Tiswad), Valsão (Pondá) e Chinchinim (Salsete). Os tipos arquitectónicos variam entre as casas de compartimentos sequenciais com alpendre e a casa pátio (Mestre, 2007, p. 24).

Na Arábia, Lémen e outros países do Oriente a taipa é praticamente inexistente. Nesses países por motivos históricos e culturais predominam as técnicas monolíticas de terra empilhada ou terra moldada. A taipa só excepcionalmente foi utilizada em fortificações históricas no Irão ou mesmo em Oman, a maioria de influência colonial. Exemplos de edifícios recentes elevados em taipa são também conhecidos noutros países do Oriente.

2. DO MEDITERRÂNEO A ÁFRICA

Na região do mediterrâneo, a taipa é um sistema comum de construção em muitos países. Nalguns deles é uma técnica abandonada ou extremamente modificada noutros perfeitamente em uso, garantindo a conservação dos imóveis históricos e a elevação de nova arquitectura, num contexto de continuidade histórica onde os processos construtivos permanecem artesanais.

Na Argélia a presença da taipa é pouco expressiva, muito alterada, mas o mais corrente são as paredes com juntas alternadas em alvenaria de pedra. Os taipais, matra, medem cerca de 1,00 a 1,80m de comprimento contém oito

perfurações que permitem o travamento na transversal da cofragem e a terra é compactada com maço ou pilão que se designam respectivamente de rékkal e wàtta (Khelifa, 2002, A8_ALG).

No Egito a presença da taipa é também ocasional e confinada às zonas rurais marítimas. É uma técnica secundária e de precária construção. Apenas se encontra em habitações vernáculas ou pombais. É vulgar os taipais medirem de 1.00m a 3.00m de comprimento para 0,30m a 0,50m de altura (Gaballa, 2002, A7_EGY).

A construção em taipa em Marrocos é ainda hoje uma realidade. Os edifícios históricos do tipo Kasba e Ksar convivem com a arquitectura vernácula e com a arquitectura contemporânea, tendo em comum a continuidade construtiva em terra. A presença da arquitectura em terra porém é corrente no interior do país e menos frequente na costa. Na região do Atlas a construção em taipa faz-se nos primeiros pisos e em adobe nos últimos com recurso a rendilhados peculiares nas paredes, fruto de aparelhos diferenciados nesse material. Cofragens ou taipais muito semelhantes aos portugueses e espanhóis são utilizados para compactar a terra no seu interior. Os instrumentos em madeira: taipal (*tabout*), comporta (*tajbayn*), costeiros (*timdwin*), agulhas (*chkoul*, *echkoueln*), cordas, còvado (*qiyas*) e maço (*khabatta*) são usados para compactar um primeiro bloco em terra a que se segue a trasladação do taipal e a repetição do procedimento inicial (NADJI, 2001, p. 78-80). Inúmeras cidades e sítios deslumbrantes em taipa e adobe poderiam ser mencionados como exemplos do património em terra Marroquino. No entanto mencionam-se apenas alguns que há muito deixaram de ser só de Marrocos para pertencerem a toda a humanidade: as Medinas de Fez, Marrakech a cidade de Meknes e o Ksar Ait Ben Haddou.

Nos restantes países Africanos a taipa é uma técnica secundária, por vezes resultante de processos de colonização de que são exemplo alguns sistemas defensivos dos séculos XVI e XVII. Os sistemas monolíticos de terra empilhada, modelada e os sistemas

em alvenaria e mistos predominam neste continente, com séculos de existência.

3. O MEDITERRÂNEO E A EUROPA

Em Espanha a taipa é corrente em toda costa do Mediterrâneo e ainda frequente no seu interior nas regiões da Estremadura, Castela, Aragão, Múrcia e outras. Terra com adição de cal em fortificações e terra compactada entre taipais, la tapia, foi o sistema usado para a elevação de paredes em edifícios públicos, históricos, vernáculos, eruditos, religiosos e em inúmeras construções rurais. Ligantes como o gesso ou a cal foram usados nos ângulos inferiores dos taipais em Espanha, formando uma curva esticada em meia-lua quando compactada a terra no seu interior. Esses efeitos decorativos e protectores da tapia de brenças como são designadas na região de Teruel conferiam ainda uma resistência às paredes nas zonas de maior fragilidade. Em Valência era vulgar o uso ou a forra dos blocos em taipa com alvenaria de tijolo maciço, resultando numa alvenaria extremamente resistente (Font, 2005, pp. 120-121). Aplicações de cal em pasta serviram também para alternar os blocos de taipa em camadas alternadas de 0,10m de terra compactada ou simplesmente forrando o taipal em bandas contínuas – tapias caliostradas e tapias aceradas, como eram designadas. Este procedimento permitia melhorias na adesão das camadas de terra e dos futuros rebocos assim como da resistência mecânica da alvenaria.

Em França para além de outras culturas construtivas em terra, a taipa, le pisé, tradicionalmente utilizada nas regiões ao sul do rio Loire foi impulsionada e recuperada a partir do século XVIII, após a publicação dos Cahiers d'École d'Architecture Rurale (1793) de François Cointeraux (1740-1830). Estes manuais de construção, responsáveis pela expansão e difusão da construção em taipa em inúmeras regiões de França traduzidos em diversas línguas e aplicados noutros países, reverteram a tendência da construção em terra, alterando o sistema tradicional e vernáculo confinado apenas a algumas regiões e de precária construção, para a sua aplicação sistematizada e



Fig.1. Tapia em Cáceres, Espanha; Fig. 2. Tapia Militar em Moura, Portugal.
(Créditos: Maria Fernandes, 2006 e 2003).

organizada em edifícios públicos, religiosos, palácios e habitacionais para qualquer extracto social. Esta revolução construtiva que racionalizou e modificou a construção em taipa e a que François Cointeraux designou de nouveaux pisé foi sem dúvida a responsável, pela modificação do panorama arquitectónico francês.

Os métodos Lyonnaise e Bugey descritos nos manuais e que preconizam duas formas distintas de construção em taipa, respectivamente com e sem juntas, com e sem agulhas para apoio dos taipais, assim como o método Auvergnate que sistematizou diferentes maços para a compactação das camadas de terra e a utilização de cal em juntas oblíquas e horizontais, são alguns dos avanços tecnológicos significativos desenhados e descritos por Cointeraux nos seus Cahiers (Doat et al., 1985, pp. 21-25). Em termos tipológicos este período destaca-se pelo aparecimento de novos tipos arquitectónicos como: as maisons-bloc en hauteur, das regiões de Drôme, Isère e Rhône, casas de quinta com estábulo em zonas de cultura intensiva; as maisons-cour características de grandes propriedades com culturas extensivas cerealíferas e vinícolas, onde se observa um conjunto de anexos e autonomia em termos de conjunto e funcionamento; os châteaux – casas apalaçadas rurais e as casas burguesas urbanas com mais de um piso. Para além destas habitações são ainda novidade as escolas e outros edifícios públicos urbanos com cerca de três pisos,

as fábricas, adegas e inúmeras construções rurais muitas vezes sem qualquer reboco de protecção (Guillaud, 2001, pp. 25-27). Para além do património rural e urbano oitocentista destaca ainda para os centros históricos de Lyon e Montbrison e para os aglomerados urbanos de construção em taipa e noutras técnicas em terra existentes em diversas regiões francesas como Rhône-Alpes, Bas-Dauphiné e Loire entre outras.

Sem menosprezar a história da construção em taipa pós revolução Francesa, há que salientar a redescoberta e recuperação desta técnica construtiva a partir dos anos setenta do século XX. Das diversas acções desenvolvidas em França em prol da arquitectura em terra, salienta-se a fundação do CRATerre em 1979, um centro de pesquisa e formação sediado em Grenoble e a construção de novos projectos como o Domaine de la Terre em Isle d'Abeau, onde mais uma vez a taipa foi uma das técnicas utilizadas.

Na Alemanha destaca-se a construção em taipa no período pós segunda guerra Mundial, que ajudou a resolver o problema habitacional de inúmeros refugiados com especial incidência na Alemanha de Leste. Este país que aderiu à construção em taipa a partir do século XVIII, nas regiões da Schleswig-Holstein e Baixa-Saxónia, impulsionado pelos manuais franceses e pelas vantagens em termos de risco de incêndio que os edifícios em taipa apresentavam, recorreu de novo a esta técnica construtiva a partir de 1945 até

1955, sensivelmente. Os inúmeros refugiados de guerra sem qualquer abrigo e os imigrantes oriundos dos países pertencentes ao designado bloco de leste, húngaros, polacos entre outros levaram à construção de bairros habitacionais e novas cidades em povoamentos rurais nas regiões de Leipzig, Weimar, Bradenburgo entre outras (Rath, 2004, pp. 115-117). Estas habitações unifamiliares e plurifamiliares (blocos de dois pisos), para além de outros equipamentos colectivos, construídos em paredes de taipa de cofragem contínua permitiram com escassos meios materiais e mão-de-obra disponível, resolver a construção durante esse período. Nesse contexto do pós-guerra extremamente difícil e com populações oriundas de diferentes países, a racionalização da construção em taipa e o avanço tecnológico presente na

cofragem contínua facilitou a elevação de arquitectura, que de outra forma teria sido impossível de concretizar. O caso alemão destaca-se ainda pelo impulso posterior sobretudo a partir da década de oitenta do século XX, pela organização de legislação, regulamentos e normas referentes à construção em terra e outros materiais alternativos. Este é talvez o país europeu que maior avanço preconizou no que respeita à industrialização dos materiais e regulamentação da arquitectura em terra. Em Itália a arquitectura de adobe é preponderante, no entanto são conhecidas construções rurais em taipa nas regiões da Toscana e Piemonte. Tipos arquitectónicos simples de casas compactas em altura nas planícies de Marengo e casas longitudinais de um piso na Toscana são exemplos de arquitectura rural associada aos extractos



Fig. 3 e Fig. 4. Moradias e blocos habitacionais em taipa, construídas pós II Guerra Mundial, em Múnceln, na Alemanha (Créditos: Maria Fernandes, 2004).



Fig. 5. Pormenor de mural alusivo à construção: "Este estado construiu nos anos 1953 - 1955 em construção em terra", em Múnceln, na Alemanha (Créditos: Maria Fernandes, 2004).

mais baixos da sociedade onde casas burguesas e urbanas em taipa, como em França ou na Alemanha não são conhecidas (Bertagnin, 1993, pp. 154-157).

Muitos dos países Europeus só conheceram a construção em taipa após a tradução e importação dos manuais oitocentistas de François Coilteraux. Esses parecem ter sido os casos do Reino Unido, da Alemanha

(Bertagnin, 1993, pp. 153-154), da Polónia, Dinamarca, Suécia, e Hungria (Teyssot, 1993, pp. 49-50).

4. AS AMÉRICAS

A construção em taipa na América do Norte, nomeadamente no estado da Califórnia, remonta ao século XVIII, quando os missionários espanhóis trouxeram para as novas colónias o sistema construtivo e monolítico em terra. A taipa, vulgar em Espanha foi a par do adobe, já existente na Califórnia, as técnicas construtivas escolhidas para a elevação das paredes quer das habitações quer da igreja em redor do qual se organizavam estes complexos missionários.

Ainda nesta região e já no século XIX, a presença dos imigrantes chineses contribuiu também para a presença e para a construção em taipa nesta zona do mundo. Exemplo desta influência é o edifício histórico Chew Kee Store em Fiddletow perto da cidade de Sacramento. Este edifício comercial – um ervanário, foi construído em 1851, e o seu proprietário Dr. Fung Jong Yee recorreu à mão-de-obra chinesa imigrante e disponível no local (Easton, 1993, pp. 469-471).

Na América do Sul, mais propriamente na cordilheira dos Andes – Peru, a técnica em taipa foi também utilizada e é ainda hoje frequente, sobretudo nas regiões montanhosas. As pranchas em madeira – tapial, medem sensivelmente 1.60m de comprimento por 0,55m de altura (Doat et al., 1985, p. 39) e o modelo da cofragem e processo de compactação é em tudo semelhante ao existente no mediterrâneo.

O Brasil é o país da América Latina que apresenta maior património construído em taipa. Esta técnica abandonada há anos foi recuperada e está na base da arquitectura contemporânea brasileira que emerge em diversos estados. A existência e disseminação desta técnica monolítica por todo Brasil, incluindo o actual Uruguai vem sem dúvida da influência colonial Portuguesa durante 300 anos, neste vasto território. No estado de Minas Gerais,

as cidades de Ouro Preto, Mariana e Tiradentes são exemplos onde se encontra



Fig. 6. Casas em taipa de pilão, Tiradentes, Brasil (Créditos: Maria Fernandes, 2006)

arquitectura de oitocentos e novecentos elevada em técnicas de pau a pique, adobe e taipa de pilão (Rodrigues, 2007, pp. 285-290). Para além das habitações a taipa ou taipa de pilão, terá sido utilizada enquanto técnica construtiva na elevação de igrejas, fortificações e edifícios públicos. Durante o século XIX, diversos viajantes descrevem no estado de S. Paulo inúmeros edifícios em taipa assim como a construção de outros na mesma técnica. As cidades de Campinas, Itu, Sorocaba, Itapetininga estão entre as mais mencionadas e edifícios como o Colégio da Companhia de Jesus em Piratininga e as Casas Bandeiristas no meio rural são descritos como elevados nessa técnica. Alguns exemplos deste último tipo são datados dos séculos XVII e XVIII e foram construídas com paredes exteriores em taipa de pilão e interiores em pau a pique. Só para citar alguns casos no estado de S. Paulo e em três municípios distintos veja-se as Casas do Sítio Morinhos, de Tatuapé, Sítio do Mandu, de Santana de Parnaíba e ainda a capela do Sítio Santo António (Flores, 2005, pp. 97-98). Outro dos estados brasileiros onde a construção em taipa era predominante é o estado de Goiás, apesar de ser uma região rica em pedra. Edifícios públicos como a Casa da Câmara e a Cadeia para além de inúmeras habitações em Vila Boa de Goiás, são exemplos de construções em taipa (Lyra, 1993, p. 296). Nos estados do Nordeste

como o Pará, Ceará e Baía e do Sudoeste em Santa Catarina a presença da taipa de pilão é também uma constante em edifícios históricos. Imóveis como o hospital de Belém no Pará, do século XVIII assim como o Forte do Castelo mesmo ao lado, as muralhas da cidade do Salvador hoje desaparecidas e edifícios do antigo bairro da Graça (Mendonça, 2005, pp. 86-89) para além de inúmeras habitações em S. Luís do Maranhão são exemplos de construções em taipa de influência portuguesa do lado contrário do Atlântico.

A colonização Ibérica na América do sul fez-se sentir também por via da engenharia militar em muitos países. A partir do século XVIII, recorreu-se muitas vezes à taipa com adição de cal para elevação dos mais diversificados edifícios. A taipa e a taipa militar estão na origem de inúmeros modelos arquitectónicos e académicos no noroeste argentino, exemplos na Guatemala, no Chile e no México e que chegam até meados do século XX com soluções art déco e ainda modernistas. O Capitólio de Caracas na Venezuela é um dos melhores exemplos conhecidos. De linhas ecléticas e construído nos inícios do século XX as suas paredes exteriores foram elevadas em taipa (Viñuales, 1993, pp. 149-151).

5. A OCEÂNIA E A AUSTRÁLIA

A construção em taipa neste país e neste continente onde tradicionalmente se utilizava a terra com madeira e vegetais em estruturas mistas, só foi implementada após a tradução dos Cahiers de François Cointeraux por Henry Holland e publicados na Gazeta de Sidney em 1832. Esta publicação coincidiu com a fundação do povoamento colonial de Bathurst, onde inúmeros imigrantes, aderindo a este novo sistema extremamente eficaz, construíram as suas casas em taipa. Na Nova Zelândia terá sido a Missão Católica em Kororaraka, construída entre 1841-2, e projectada pelo arquitecto Louis Perret oriundo de Lyon, quem de certa forma introduziu este sistema naquela ilha. Certo é que na segunda metade do século XIX, a taipa se torna numa técnica extremamente popular

em inúmeras regiões da Austrália como Vitória, Nova Gales do Sul e Adelaide. Em Melbourne o uso deste sistema foi introduzido pelo construtor William Kelly a partir de 1853 e posteriormente melhorado por Charles Mayes e pela Victorian Industrial Society (Guillaud, 2001, pp. 37-38).

Apesar de existirem outras técnicas em terra neste continente, como o adobe, os blocos cortados e as técnicas mistas, é um facto que a taipa se impôs na arquitectura contemporânea australiana sendo este um dos países que mais investiu na regulamentação, na investigação universitária e na implementação actual de inúmeros projectos.

Bibliografia

- Bertagnin, M. (1993). De Cointeraux a Del Rosso: de la diffusion de la pensée technologie a la recherche des derniers temoignages d'architecture en pisé de Toscane. *Terra 93, comunicações, 7ª Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura em Terra*. Lisboa: DGEMN, 53-158.
- Bruno, P. (2005). Taipa militar, fortificações do período de domínio muçulmano. *Arquitectura de Terra em Portugal*. Lisboa: Argumentum, 39-44.
- Catarino, H. (2005). Arquitectura de taipa no Algarve islâmico, as escavações nos castelos de Salir (Loulé) e de Paderne (Albufeira). *Arquitectura de Terra em Portugal*. Lisboa: Argumentum, 138-143.
- Chandhry, C. (2003). History, tradition, change and continuity. Description of the traditional techniques of earth constructions in western Himalayas. *Terra 2003, pre-prints of papers, 9th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture*. Teheran: ICHO, 81-86.
- Correia, M. (2006). Universalidade e Diversidade da Arquitectura em Terra. *Terra: Forma de construir. Arquitectura, Antropologia, Arqueologia*. Lisboa: Argumentum e Escola Superior Gallaecia, 12-19.
- Doat, P., Hays, A., Houben, H., Matuk, S. and Vitoux, F. (1985). *Construire en terre*. Paris: Alternatives.
- Easton, D. (1993). The restoration and revitalization of rammed earth in Califórnia. *Terra 93, comunicações, 7ª Conferência Internacional*

- sobre o Estudo e Conservação da *Arquitectura em Terra*. Lisboa: DGEMN, 469-474.
- Flores, R. (2005). A construção em taipa de pilão no Brasil: as Casas Bandeiristas de São Paulo. *Arquitectura de Terra em Portugal*. Lisboa: Argumentum, 92-95.
- Font, J. (2005). Construção de terra em Espanha e Portugal. Diferenças e semelhanças. *Arquitectura de Terra em Portugal*. Lisboa: Argumentum, 119-123.
- Font, J. (2006). La arquitectura de tierra en el mundo clásico. *Terra: Forma de construir. Arquitectura, Antropología, Arqueología*. Lisboa: Argumentum e Escola Superior Gallaecia, 112-116.
- Gaballa, A. [coord.] (2002). *A8-Mur en terre banchée (pisé)*. Disponível em: http://www.meda-corpus.net/frn/portails/A8_EGY/PDF (acedido em: 14/03/2008).
- Guillaud, H. (1993). Construir em terra crua: técnicas antigas e modernas. *Arquitecturas de Terra, ou o Futuro de uma Tradição Milenar*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 33-48.
- Guillaud, H.; Zerhouni, S. (2001). *L'architecture de terre au Maroc*. Paris: ACR Édition.
- Houben, H. and Guillaud, H. (1989). *Traité de Construction en Terre*. Marseille: Parenthèses.
- Khelifa, A. [coord.] (2001). *A8-Mur en terre banchée (pisé)*. Disponível em: http://www.meda-corpus.net/frn/portails/A8_ALG/PDF (acedido a 14/03/2008).
- Lyra, S.P.C. (1993). O uso da taipa de pilão em construções Luso-Brasileiras. *Terra 93, comunicações, 7ª Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura em Terra*. Lisboa: DGEMN, 296-298.
- Mestre, V. (2007). Arquitectura tradicional de Goa. *Terra em Seminário 2007 (V ATP e TERRABRASIL 2006)*. Lisboa: Argumentum, 24-27.
- Mendonça, M. (2005). O uso da terra na construção da antiga capital da América Portuguesa: uma memória. *Arquitectura de Terra em Portugal*. Lisboa: Argumentum, 86-91.
- Naji, S. (2001). *Art et architectures berbères du Maroc*, Aix-en-Provence/Casablanca: Édisud/Eddif.
- Polo, M. (2006). *Viagens*. Lisboa: Assírio & Alvim.
- Rath, R. (2004). Earthen building in the former soviet occupied zone and the former GDR 1945-1989. *LEHM 2004: 4th International Conference on building with earth*. Weimar: Dachverband Lehm e V., 113-121.
- Rodrigues, R.; Santos, M. (2007). O resgate do uso da terra crua e seus desdobramentos na cidade de Tiradentes e região. *Terra em Seminário 2007 (V ATP e TERRABRASIL 2006)*. Lisboa: Argumentum, 285-287.
- Teyssoit, G. (1993). François Cointeraux o primeiro pioneiro e teórico da arquitectura moderna em terra, 1740-1830. *Arquitecturas de Terra, ou o Futuro de uma Tradição Milenar*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 49-50 e 156-158.
- Viñuales, G. (1993). A construção com terra em IberoAmerica. *Terra 93, comunicações, 7ª Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura em Terra*. Lisboa: DGEMN, 148-152.

Notas

(1) Este artigo foi desenvolvido com o apoio do Instituto de Investigação Interdisciplinar (III) da Universidade de Coimbra.

(2) O artigo foi apresentado no âmbito do Seminário de Construção e Recuperação de Edifícios em Taipa, promovido pela Câmara Municipal de Almodôvar, em Almodôvar, dias 4 e 5 de Abril, de 2008.

PATRIMONIO INDUSTRIAL EN TIERRA CRUDA: LA SALITRERA DE MARÍA ELENA, UN MODELO CONSTRUCTIVO MIXTO

Natalia Jorquera Silva* (Chile)

Dipartimento di Tecnologie dell'Architettura e Design "Pierluigi Spadolini"
Università di Firenze

RESUMEN

María Elena es una ciudad minera del norte de Chile construida en pleno desierto de Atacama a inicios del siglo XX; los edificios de su centro cívico constituyen una muestra patente de la fusión entre dos culturas constructivas: la industrial que tiene como principio la prefabricación y el uso del hierro, importada por los norteamericanos que fundaron la ciudad, y la arquitectura local basada en la utilización del adobe, que representa como material el mecanismo más eficaz de adaptación al hostil clima de la pampa. Este interesante sistema constructivo era desconocido hasta que en Noviembre del 2007, un fuerte terremoto afectara la zona y los daños presentes en los edificios dejaron entrever que bajo los gruesos muros de adobe, existían pilares de hierro o de madera.

El presente documento tiene como objetivo el profundizar la investigación sobre las tipologías arquitectónicas y los sistemas constructivos que componen dicho patrimonio industrial (1), a la vez que mostrar los proyectos de restauración de los Monumentos Históricos afectados por el sismo, llevados a cabo por la consultora chilena Surtierra Arquitectura.

Palabras clave: ciudad minera, patrimonio industrial en tierra, sistemas constructivos mixtos.

*natalia.jorquera@taed.unifi.it

1. INTRODUCCIÓN

La comuna de María Elena, ubicada en la región de Antofagasta, se encuentra emplazada en pleno desierto de Atacama, en lo que comúnmente se denomina "la pampa", una planicie en la depresión intermedia que constituye uno de los lugares más áridos del mundo; allí funciona una de las últimas mineras que extrae salitre (nitrato de sodio) en funcionamiento en el mundo, con un campamento minero asociado donde en la actualidad vive una población de 7 mil habitantes.

El territorio de la pampa atacameña desde épocas precolombinas ha sido rico en distintos tipos de minerales, transformándose la minería en una de las principales fuentes de desarrollo para Chile; a partir de la Guerra del Pacífico (1879-1884) el territorio se dedicó a la explotación del salitre hasta los años 30' y luego a la explotación del cobre a gran escala.

El salitre, extraído del llamado "caliche" (2) comienza a ser especialmente requerido desde Europa a partir de 1830, utilizado como abono y más tarde en la fabricación de explosivos; esta demanda llevó a la explotación del caliche en un vasto territorio que derivó en la creación de más de 55 oficinas salitreras, en poder preferentemente de peruanos y chilenos, dueños del mayor depósito natural de yodo y nitrato del mundo; a partir de la Guerra del Pacífico, Chile se anexa los territorios del desierto de Atacama y se transforma en el mayor productor de nitrato del mundo. Así, entre 1880 y 1930 las exportaciones salitreras constituyeron la principal área de la economía chilena, lo que se conocerá como el periodo del "auge del salitre".

Alemania que fue el principal comprador de salitre chileno, luego del bloqueo comercial que le es impuesto a partir de la Primera Guerra Mundial, inventa el salitre sintético, que lleva a la obsolescencia del proceso de extracción clásico conocido como Shanks y provoca el cierre de numerosas oficinas salitreras y el desempleo de miles de trabajadores; así en 1924 "The Lautaro Nitrate Company Limited" cerraba las puertas de la oficina Chacabuco,

la última gran oficina con tecnología Shanks. Ante esta situación los inversores norteamericanos Guggenheim Brothers intentaron recuperar la competitividad de la industria con el desarrollo de un nuevo método de elaboración, denominado Sistema Guggenheim; este sistema pretendió hacer la competencia al salitre sintético, disminuyendo los costos de producción, gracias al ahorro de energía (lixiviación a menor temperatura), mayor mecanización del sistema y utilización de caliches de ley más baja. (Velasco, 2008, p.4)

En ese contexto, a partir de 1925 se inicia la construcción de "María Elena" la primera oficina salitrera en incorporar el nuevo método de extracción Guggenheim. El campamento minero, diseñado por ingenieros y arquitectos norteamericanos y construido por manos pampinas entre 1925 y 1927, se basó en el concepto de "ciudad ideal" para albergar a una ingente cantidad de trabajadores venidos de diversos lugares de Chile y de países limítrofes que se integraban a este nuevo impulso de la minería del salitre. La finalidad de este nuevo concepto era posibilitar que los mineros se identificaran con los espacios institucionales de la empresa Anglo-Chilean Consolidates Nitrate Corporation (dueña e impulsora de este proyecto), para que se arraigaran en ese contexto geográfico tan adverso como lo es la pampa en el desierto más árido del mundo. (Velasco, 2008, p.5)

El trazado de la ciudad posee forma de bandera inglesa, esto es, una planta octogonal, con cuatro lados mayores y cuatro lados menores, desde donde surgen dos diagonales que convergen en la plaza, entorno a la cual se ubican los edificios más importantes correspondiente a las instituciones públicas (Consejo de Monumentos Nacionales, 1999, p.1), y en las vías diagonales que se abrían desde allí, las viviendas para los mineros (ver Fig. 1). Los anchos de calles y la pequeña escala de las construcciones de un piso de habitación para los obreros traducen de cierta manera la vastedad del desierto que la rodea.



Fig. 1. Foto aérea donde se aprecia el trazado que hace alusión a la bandera inglesa. (Créditos: Surtierra Arquitectura, 2008; fuente: Google Earth)

Actualmente el territorio de María Elena y la totalidad de sus edificios pertenecen a la empresa privada SQM (Sociedad Química Minera), sin embargo por poseer una población superior a 6 mil habitantes, el Estado chileno cedió su administración a un Municipio; esta dualidad entre propiedad privada y administración pública ha llevado a más de una divergencia al momento de intervenir el espacio urbano y sus edificios, sobre todo luego del terremoto de Noviembre del 2007, cuando el Municipio frenó las labores de demolición llevadas a cabo por la empresa sobre un gran número de edificios dañados, y llamó a su restauración a través del Ministerio de Obras Públicas.

2. LAS TIPOLOGÍAS ARQUITECTÓNICAS DE MARÍA ELENA Y EL USO DE LA TIERRA.

La planificación de María Elena tuvo que lidiar con la hostilidad del contexto geográfico, creando un asentamiento artificial donde no existía ningún tipo de recursos naturales que permitiese satisfacer las necesidades básicas como el alimentar a la gran población obrera, así desde sus inicios tuvieron que pensarse rutas de abastecimiento de productos desde otras localidades, así como dotar al campamento de infraestructura acorde a los nuevos tiempos.

Como la mayoría de los campamentos

salitreros, María Elena tuvo un diseño altamente estratificado y jerarquizado, donde la separación entre obreros y jefes se expresaba en barrios distintos, dividiéndose la ciudad en tres zonas bien diferenciadas: el centro donde se ubican los servicios, la zona residencial para los obreros a continuación del centro, y las casas de los gerentes de las minas en la periferia, más cerca de la planta de explotación minera.

En este contexto de aridez y aislamiento, la tierra se transformó en el principal material de construcción para los distintos tipos de edificios al ser lo único que existe a mano como recurso local, dando lugar a diversas tipologías constructivas y modelos arquitectónicos. Cabe destacar que la tierra del lugar –el caliche– posee una baja presencia de arcilla y en cambio un gran porcentaje de sal, lo que en otro contexto hubiera resultado nefasto para la construcción de adobes, sin embargo, gracias a la invención de sistemas mixtos de construcción y a la casi nula pluviosidad de la zona, se pudieron construir edificios que hasta el día de hoy no poseen ningún tipo de degradación físico-química a pesar de la calidad de dicha materia prima. Dentro de este esquema, resulta interesante que la tierra fue elegida para los edificios de alto nivel como las instituciones públicas y las viviendas de los gerentes de las minas –rompiendo el esquema de asociación del uso de la tierra con la pobreza–, debido a

su capacidad de apaciguar las grandes fluctuaciones de temperatura que afecta a la zona desértica de Atacama, con mínimas de -15° y máximas sobre los 30° .

Así, los edificios del llamado centro cívico donde se encuentran agrupados todos los servicios, dada la gran envergadura que requerían, fueron construidos en un sistema mixto consistente en grandes estructuras metálicas o de madera, embebidas al

como "New Mexico", consistente en fachadas de altura superior al resto del volumen, cuyas cornisas son decoradas con geometrías de curvas alargadas que esconden las aguas de la techumbre (ver Fig. 2); dicha decoración es también modelada en tierra.

Esta organización inicial de la ciudad, aún hoy se mantiene y está completamente vigente en todos sus usos, existiendo un



Fig. 2. Estilo "New Mexico" característico por sus frontones que rematan con figuras geométricas curvas. (Créditos: Nelson Aranda, 1965)

interior de gruesos muros de adobe, dando origen a especies de galpones de tierra, de grandes luces y alturas.

Los chalets de los gerentes ubicados en el llamado "barrio americano", eran de tipología aislada, sólo de un piso y utilizaron en su totalidad gruesos muros de adobe en dobles hiladas (60 cms. de espesor).

Las viviendas obreras por su parte, agrupadas en hileras de 12 casas pareadas con un pequeño patio trasero, por ser de menor calidad, fueron construidas en tabiquerías de madera, malla metálica y relleno de tierra con un pequeño porcentaje de cemento, una especie de quincha rellena con suelo-cemento, presentando una calidad térmica y acústica muy por debajo del resto de los edificios de la ciudad, al tener muros de espesores menores.

Un elemento en común de las tres tipologías mencionadas, es la adopción de un particular estilo arquitectónico conocido

arraigo muy grande de la población minera al campamento donde la mayoría vive desde hace generaciones, creando vínculos muy profundos que ha llevado a la población al oponerse a dejar el territorio, pese a los intentos de la empresa privada SQM por cerrar el campamento y dejar allí en funcionamiento sólo la planta de extracción.

3. LOS MONUMENTOS DEL BARRIO CÍVICO Y LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MIXTOS

Los edificios institucionales de la ciudad, se encuentran ubicados entorno a la Plaza de Armas, en el punto donde convergen las avenidas principales, siendo desde un inicio, los referentes verticales en el vasto espacio horizontal de la pampa, tanto por sus dimensiones, altura, posición estratégica, como por encontrarse aislados en todas sus caras, y por ende con suficiente perspectiva y amplitud para ser observados. Todo el conjunto posee una gran unidad estilística y simbólica para la ciudad, lo que llevó a su declaratoria como un único Monumento

Histórico denominado “Edificios del barrio cívico de las salitreras de María Elena” (3). Dichos Monumentos poseen además de los valores históricos asociados a la representatividad de una época de la Historia de Chile, el gran valor de ser fruto de la fusión entre dos culturas constructivas: la norteamericana, manifestada en la arquitectura industrial de gran escala, y la local, presente en la utilización del adobe, así, todos los Monumentos que conforman el barrio cívico comparten el estar construidos en sistemas mixtos que representan dicha fusión.

Los edificios fueron concebidos como grandes galpones de estructura metálica o madera (compuestos por pilares y cerchas) que salvan grandes luces en ambos sentidos, con una técnica y lenguaje propios de la arquitectura industrial que se usaba en Estados Unidos y Europa en los años '20; dichas estructuras se encuentran recubiertas o “ahogadas” dentro de muros de adobe en dobles hiladas, por ende con espesores entorno a los 60 centímetros que esconden completamente las estructuras mencionadas; como elemento mediador, se presentan escalerillas metálicas de malla desplegada, puestas sistemáticamente cada tres hiladas de adobe, que de este

modo segmentan los muros en su altura, disminuyendo los posibles momentos volcantes y mejorando las tracciones frente a esfuerzos horizontales (ver Fig. 3). Todo este conjunto de decisiones fueron pensadas en la gestación de las obras, según lo demuestran los planos y especificaciones técnicas originales, y constituyen un sistema antisísmico altamente eficiente que ha permitido a los edificios responder exitosamente, manteniéndose en pie a pesar de los grandes sismos que han debido soportar desde su construcción a fines de los años 20'; sin embargo cabe destacar que debido a la falta de información y a la apariencia de los edificios, éstos se encontraban catalogados como de “adobe simple” hasta el momento en el que se llamó a la restauración de ellos luego del sismo del 2007; fue sólo hasta la prospección de los mismos y a la recopilación de información histórica que se descubrió las estructuras embebidas, lo que constituyó un “hallazgo” constructivo-tecnológico-patrimonial.

En el costado norte de la plaza se ubican los edificios correspondientes al Banco del Estado y el Inchinor (primer Instituto Chileno Norteamericano de Chile), también



Fig. 3. Detalle sistema constructivo mixto adobe-metal. (Créditos: Surtierra Arquitectura, 2008)

conocido como Ex Baños Públicos por el segundo uso que albergó, y en el nor-oriente, la Iglesia San Rafael Arcángel, todos inmuebles construidos en sistemas mixtos adobe-madera (pilares embebidos) y mallas metálicas.

En el lado oriente se encuentra la ex Escuela de la ciudad, llamada Escuela Consolidada, sin duda el edificio más emblemático por su escala, estilo, y por ocupar un entero frente (ver Fig. 4); ella se encuentra construida en sistema mixto adobe-hierro (en pilares y cerchas) y mallas metálicas.

En el lado sur, el Museo de la Ciudad, el Sindicato de trabajadores -ambos construidos en sistema mixto adobe-hierro-

y el Teatro Metro, el único en estilo más bien Art Decó, y construido en una técnica mixta diferente, consistente en estructura metálica, hormigón armado en foyer y escenario, y doble tabiquería de madera revestida con malla desplegada y relleno de cemento y tierra (suelo cemento) en los muros laterales de la sala principal; este sistema representa otro momento constructivo por su data posterior al resto de los edificios (1948).

Por último, en el costado poniente de la plaza, se ubican el Mercado y la Pulpería de la ciudad, ambos edificios de grandes luces, construidos en sistema adobe-estructura metálica; la Pulpería lamentablemente



Fig. 4. La ex Escuela Consolidada, el edificio más emblemático de María Elena. (Créditos: Surtierra Arquitectura, 2008)



Fig. 5. Parte de la Pulpería, donde la caída del fímpano permitió descubrir la presencia de la estructura de hierro embebida en los guesos muros de adobe. (Créditos: Surtierra Arquitectura, 2008)

es de todos los edificios, el que más intervenciones presenta, lo que ha debilitado mucho su estructura y por tanto luego del sismo del 2007, se encuentra muy dañado (ver Fig. 5).

4. LOS PROYECTOS DE RESTAURACIÓN

El sismo del 14 de Noviembre del 2007, con epicentro en Tocopilla (Provincia a

la cual pertenece María Elena), tuvo una intensidad de 7,7 grados en la escala sismológica de Richter y una duración de 1 minuto 35 segundos; fue percibido en gran parte de Chile, la región sur del Perú y algunos sectores de Bolivia, Argentina y Brasil (Karmelic, 2009, p.138) y tuvo efectos devastadores sobre las construcciones de gran parte del Norte Grande de Chile, donde incluso edificios nuevos construidos en hormigón armado, colapsaron. Las ciudades más afectadas fueron Tocopilla y María Elena, quedando más de 15 mil personas damnificadas y gran parte de las construcciones en el suelo; a raíz de ello, como medida de emergencia, el Consejo de Monumentos Nacionales declaró en enero del 2008 a toda María Elena Monumento Nacional en categoría de Zona Típica (4), con el fin de detener las posibles demoliciones y poder llamar a la restauración de los Monumentos, los cuales, cabe destacar, sufrieron graves daños, pero no colapsaron. A partir de dicha iniciativa se llamó a la realización de los proyectos de restauración de los Monumentos del barrio cívico, tarea que fue adjudicada a la consultora chilena Sur Tierra Arquitectura (5), dada su experiencia en restauración y estabilización sismo-resistente en inmuebles construidos con tierra cruda.

Los llamados a proyectos se dividieron en dos:

- Proyectos de restauración de los edificios Ex Escuela Consolidada, Iglesia San Rafael Arcángel, edificio Inchinor y Teatro Metro, encargado por la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas regional de Antofagasta, con el fin de reparar, estabilizar estructuralmente y habilitar los inmuebles mencionados.

- Proyecto de "Diseño de apuntalamiento de emergencia" de los edificios Mercado y ex Pulpería, encargado por el Consejo de Monumentos Nacionales, como una medida de emergencia que permitiera seguir utilizando lo que es el núcleo comercial del barrio cívico; el proyecto contempló un diagnóstico estructural y un sistema de estabilización que

evitara el colapso total o parcial de los edificios, disminuyendo el riesgo para la población, en espera de un futuro proyecto de restauración.

Dentro del proyecto de restauración, los 4 edificios requerían distintos niveles de intervención dependiendo su estado de conservación y uso. Así, el proyecto de restauración para la iglesia San Rafael Arcángel y el Teatro Metro, apuntó básicamente a la consolidación estructural y a la realización de intervenciones arquitectónicas puntuales (como la construcción de un nuevo altar y escenario respectivamente), pues ambos edificios se encontraban en general en buen estado de conservación (presentan daños puntuales) y mantenían su uso original.

En el caso del edificio Inchinor y la Ex Escuela Consolidada, las intervenciones fueron mayores, debido a la envergadura de sus daños estructurales y a que ambos se encontraban en desuso y en espera de albergar una nueva función. Para ambos, se contempló como primera medida la consolidación estructural, operaciones de restauración tales como liberaciones e integraciones y la asignación de un nuevo programa arquitectónico: para Inchinor, se proyectó la habilitación de una Biblioteca Pública, y para la Ex Escuela, un Museo de María Elena, que albergara la muestra total del actual Museo de la comuna, además de las oficinas de Cultura y Turismo de la Municipalidad y otras asociaciones deportivas y culturales de la comuna; dichos usos fueron elegidos por la Ilustre Municipalidad de María Elena.

En el caso del Mercado de María Elena y la ex Pulpería, los proyectos se basaron en el diagnóstico exhaustivo de los daños de origen sísmico y en soluciones puntuales para ellos que pudieran ser reversibles hasta el momento de la restauración integral. El Mercado conserva su arquitectura original y prácticamente no ha sufrido modificaciones por lo que se encuentra en buen estado de conservación, a pesar de los eventos sísmicos. El caso de la ex Pulpería en cambio, es distinto, ya que ha sufrido muchas intervenciones en el tiempo, en

sistemas estructurales distintos, no siempre compatibles con la obra original, por lo que se encuentra severamente dañado; ambos edificios se encuentran en uso y constituyen el corazón comercial de María Elena.

Todos los proyectos partieron con la visita a terreno de la consultora y la prospección de los daños, a raíz de la cual se descubrieron los sistemas constructivos mixtos antes descritos; en dicha visita se constató que se presentaban muy pocos vaciamientos o desplomes y que en los casos donde existían, habían sido provocados por asentamientos diferenciales debidos a la pérdida de estabilidad del suelo por la disolución de las sales presentes en la tierra, causa de la mala mantención de las redes de agua y alcantarillado que ocasionaban filtraciones, siendo éste un factor externo que produjo que los edificios concentraran sus mayores daños entorno a las zonas húmedas y no una causa intrínseca atribuida al sistema constructivo; en las partes donde no se presentaban filtraciones en cambio, los daños fueron menores, y consistían principalmente en grietas en los encuentros de muros, y entre éstos y la estructura de pilares metálicos, lo que luego de las prospecciones demostró deberse a falta de continuidades producto de que las escalerillas metálicas presentes cada tres hiladas de adobe, no se encontraban amarradas entre ellas en las esquinas, ni tampoco a las estructuras metálicas o de madera.

Debido a la importancia de tales indagaciones, es que la parte inicial de los proyectos estuvo destinada a la comprensión y levantamiento tecnológico de cada una de las partes constructivas de los edificios, con el fin de proponer soluciones compatibles con dichos sistemas, estableciendo como principales criterios de intervención el aislar las zonas húmedas y el dar continuidad estructural a los edificios; estos criterios fueron utilizados para los 6 Monumentos ya que todos presentaban las mismas características iniciales; las medidas adoptadas fueron:

- Creación de una franja perimetral de suelo estabilizado entorno a los edificios,

para reemplazar el suelo salino y alejar el agua.

- Creación de amarre entre los distintos componentes a través de la incorporación de mallas electrosoldada tipo Acma, ubicadas de manera vertical en los encuentros de muros perpendiculares (generando trabazones entre ambos elementos) y en zonas propensas a vaciamientos. Dichas mallas fueron amarradas a las escalerillas metálicas existentes.

- Creación de un collar superior de amarre sobre todo el edificio para otorgar continuidad estructural.

En el caso del Mercado y la Pulpería, las labores de "amarre" estructural se remitieron a la zona de los daños a través de la incorporación de "parches" confeccionados con mallas metálicas verticales (paralelas al paramento) que iban amarradas a las escalerillas metálicas existentes a través de nudos hechos con alambre, que permitieran la reversibilidad de la intervención (ver Fig. 6).

Se puede decir en resumen que los 6 proyectos tuvieron como principio la "máxima comprensión para una mínima intervención", en tanto que el estudio profundo de los sistemas constructivos de los edificios y su eficiencia demostrada permitió crear soluciones puntuales, proponiendo modelos de consolidación estructural "colaborantes" a lo ya existente.

5. ALCANCES Y RELEVANCIA INTERNACIONAL DE LOS PROYECTOS

La relevancia de María Elena como ejemplo de intervención patrimonial, trasciende a los proyectos de restauración antes descritos y amerita el continuar la investigación sobre el comportamiento de los sistemas constructivos mixtos que conforman los edificios, los cuales pueden tomarse como ejemplo para futuras propuestas de intervención del patrimonio construido en tierra en zonas sísmicas.

Según el Inventario del Patrimonio Cultural

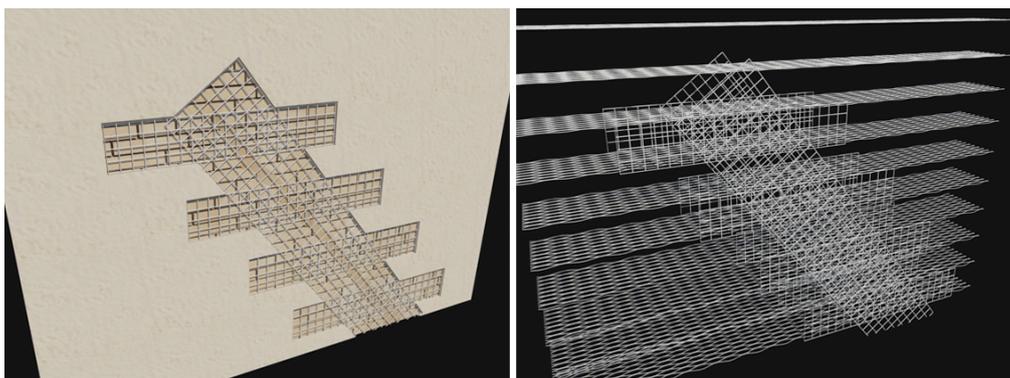


Fig. 6. Detalle de los "parches" de malla Acma y su amarre a las escalerillas de malla metálica desplegada existente, como estrategia de consolidación. (Créditos: Surtierra Arquitectura, 2008)

Inmueble en Chile, entorno al 40% del patrimonio arquitectónico se encuentra construido en tierra cruda (Karmelic, 2009, p.213), del cual gran parte se encuentra en estado vulnerable; a nivel mundial, existen aproximadamente unos 70 Monumentos de la Lista de Patrimonio Mundial construidos en tierra, de los cuales, el 57% de los mismos ha sido catalogado como parte de la Lista de Patrimonio Mundial en peligro por su actual estado de deterioro. Teniendo en cuenta estas cifras y el hecho de que todos los Monumentos de María Elena se encuentren hoy en pie, se hace necesaria la profundización de la investigación como un posible modelo de construcciones sismo-resistentes construidas con tierra cruda a estudiar, a la vez que una ocasión para la discusión sobre las escasas normativas vigentes a nivel nacional e internacional sobre el uso de la tierra cruda en la edificación.

Bibliografía

- Consejo de Monumentos Nacionales (1999). *Edificios que conforman el barrio cívico de la oficina salitrera María Elena*. Santiago, Chile: Ficha del Monumento del Consejo de Monumentos Nacionales. Consultada: 15/01/2008 en <http://www.monumentos.cl>.
- Conti, V. (2006). *La ruta de los arrieros y el salitre. Las rutas del Capricornio Andino. Huellas milenarias de Antofagasta, San Pedro de Atacama, Jujuy y Salta*. Santiago, Chile: Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales, 95-103.
- Dirección de Arquitectura Ministerio de Obras Públicas (2008). *Programa Puesta en Valor del Patrimonio*. Consultada: 15/03/2009 en <http://>

www.arquitecturamop.cl/portada/0905

- Garcés, E. (1999). *Las ciudades del salitre*. Santiago, Chile: Editorial Orígenes.
- Karmelic, L. (2009). *Estudio descriptivo de los inmuebles patrimoniales construidos en tierra cruda que forman parte del Inventario de Patrimonio Cultural Inmueble de Chile*. (Santiago, Chile: proyecto de investigación para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, 2º Versión Doctorado Arquitectura y Patrimonio Cultural – Ambiental Universidad De Sevilla y Universidad Central).
- Surtierra Arquitectura (2008). *Estudio de la situación original y actual de 4 Monumentos Históricos del Centro Cívico de María Elena*. Antofagasta, Chile: Documentos de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas.
- Velasco, H. (2008). *Estudio antropológico María Elena y edificios Monumentos Históricos*. Antofagasta, Chile: Documentos de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas.

Notas

- (1) La presentación preliminar de los proyectos de restauración de los Monumentos de María Elena, fue presentada en el VIII Siacot de Tucumán por el arquitecto Marcelo Cortés. El equipo que desarrolló dichos proyectos fueron los arquitectos Patricio Arias, Pablo Alvear, Francisca Gómez, Sergio Briceño y la autora, todos miembros de la consultora Surtierra.
- (2) El caliche es una masa compuesta de nitrato de sodio mezclado con otras sales como cloruros y sulfatos y otras sustancias ferrosas.
- (3) Los edificios que se incluyen en la declaratoria "Edificios que conforman el barrio cívico de la

oficina salitrera María Elena" con decreto 400 del 22/11/1999 son: la Ex Escuela Consolidada, la Ex Pulpería, Mercado, Teatro Metro, Iglesia San Rafael Arcángel, Sindicato N° 3, Ex Baños Públicos (Inchinor), Banco del Estado, Asociación Social y Deportiva.

(4) En Chile los Monumentos Nacionales son protegidos a través de la Ley 17.288, siendo el Consejo de Monumentos Nacionales el organismo responsable de pronunciarse sobre la conveniencia de declarar dicha nominación y solicitar a la autoridad competente -el Ministro de Educación- la dictación del decreto supremo de protección. Existen 5 categorías de Monumentos Nacionales: Monumento Histórico, Monumento Público, Monumento Arqueológico, Zona Típica, Santuario de la Naturaleza.

(5) La consultora chilena Surtierra Arquitectura, compuesta por los socios arquitectos Marcelo Cortés y Patricio Arias, desarrolla proyectos de arquitectura contemporánea y construcción con tierra cruda, así como restauración de inmuebles construidos en tierra

DAMAGE IN HISTORIC RAMMED EARTH STRUCTURES: A CASE STUDY AT AMBEL, ZARAGOZA, SPAIN

Paul Jaquin* (United Kingdom)
Integral Engineering Design

Christopher Gerrard** (United Kingdom)
Department of Archaeology, University of Durham

Charles Augarde*** (United Kingdom)
School of Engineering and Computing Sciences, University of Durham

Jacinto Canivell**** (Spain)
Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica, Sevilla

ABSTRACT

This paper examines the possible causes of damage to historic rammed earth structures based on a case study of a medieval and later building, formerly a preceptory of the Military Orders, in the village of Ambel in Aragon, north-east Spain. Structural and water-based mechanisms of damage are reviewed and an engineering basis for the cause of damage is proposed. Since a number of repair strategies have already been attempted on this structure, their effectiveness is also discussed. A four storey granary at the north-east corner of the preceptory complex is described in detail since it encapsulates many damage mechanisms and repair strategies which are common to historic rammed earth. The granary tower has a random rubble foundation, which is probably in part the remains of previous building, with rammed earth walls for the three storeys above. This rammed earth was originally rendered and scored to imitate fired brick but almost all of this has now fallen away. The gable end of the building has fired brick quoins, and now leans outwards slightly at the head of the wall. There is evidence of water damage because the building was neglected in the past, though not enough to initiate collapse. Structural and water based damage mechanisms are identified, and example repair strategies used at Ambel are described.

Keywords: rammed earth, building failure, unsaturated soil.

*paul.jaquin@ramboll.com

**c.m.gerrard@dur.ac.uk

***charles.augarde@dur.ac.uk

****jacanivell@us.es

1. INTRODUCTION

Rammed earth is an ancient construction technique which involves the manual compaction of soil, and sometimes other added ingredients (such as lime or straw), between formwork boards to create a homogenous mass wall. The soil is compacted moist and the formwork then removed to allow the wall to dry. Rammed earth has a long history in Spain, being used as early as the Bronze Age and particularly during the time of the medieval Islamic dynasties who brought their construction techniques to Spain after the 8th century AD (Jaquin, Augarde et al., 2008).

The preceptory at Ambel has been intensively recorded and studied (Gerrard 1999; Gerrard 2003) and is used as the case study in this paper. The site served as an administrative centre by the Templar Order immediately after the Christian 'reconquest' of the area in the early 12th century and, when the Templars were dissolved at the turn of the 14th century, the building and its estate passed to another Military Order, the Hospitallers (later popularly known as the Knights of Malta). The complex which survives today was built in a series of phases over a period of 300 years, probably by local Muslim craftsmen. This paper details only part of the whole complex and focuses on what is now a four-storey granary at the north-east corner of the site (Fig. 1). This building has significant structural problems and is in need of both investigation and remediation.

The basement today is a wine and storage cellar of stone and brick, and there are clues here to several generations of structural alteration and repair. Detailed recording of the standing building suggests that the first phase of construction still visible on this part of the site was a substantial 14th century wall (1,9 m thick at the base battered to 0,90 m at the top) which ran along the northern perimeter of the precinct. Its date is suggested by surviving decorative brickwork. At a later date this wall was incorporated into a multi-storey structure, of which only fragments remain including the butt of a brick springer arch and an arrow loop. The dates for this lost construction are imprecise

but must lie somewhere in the period 1340-1569; the arrow loop, a feature of military fortifications, suggests a date around 1357-1369 when castles on the frontier with Castile were strengthened. The fate of this building, presumably a tower of some sort, is unknown; it may have collapsed since the structure which can be seen today stands on its footprint. What survives today is most of the foundation of that earlier structure with three new floor levels above which were constructed around 1569 (Gerrard, 2003, pp. 191-201). The first and second floors are built in rammed earth and were used as granaries. Graffiti on the walls and documentary evidence shows that they held quantities of cereals such as wheat, rye and barley (Gerrard, 2003, pp. 323-328). The third floor was an attic space where air circulated through galleries of arches, an architectural feature typical of Aragonese 16th century palaces. A fourth floor, now entirely lost, is thought to have been an arched brick turret above the northern end of the structure.

The building fabric of these four storeys reveals a long history of damage, repair and alteration. A change in floor tiling pattern; newer columns and ceiling beams on the floor below suggest a collapse of the first floor. This was perhaps due to excessive loading on that storey, which could easily occur if the room was filled with grain (Fig. 3). There is evidence for a multitude of repairs to the north wall of the structure, with timber tie beams inserted in the walls at the first and third floor levels. By 1797 the building had fallen into disrepair, and major alterations were carried out. A tower at the south east and the fourth floor brick turret were removed. The roof was replaced using the typical split bamboo mats covered by a spread of soil and clay tiles (Fig. 1). There is evidence of attempted repairs to correct the lean of the north gable wall, with ceiling jack arches and beams being replaced. Access to this wing of the complex was re-arranged - on the eastern side of the basement there is a blocked archway in the east wall, formerly the main entrance at this level, and an abandoned water channel (0,70 m wide) is partly exposed here. This water channel, which once ran through the

basement, was diverted to run outside the building, as it still does today.

Today there are two independent sets of cracks in the east elevation (Fig. 1) – two slightly inclined cracks in the centre of the building; and two vertical cracks at the north end of the east elevation, which are related to the lean of the north gable end wall. This wall leans outwards from ground level to mid-height of the second storey, with the section above this being built vertically on top of a leaning wall. The current owners of the building installed crack monitoring points in the early 1990s and this monitoring shows the continued opening of the cracks at the northern end of the tower. As a result,

of rammed earth (Walker, Keable et al., 2005) when compared to fired masonry and or unreinforced concrete means that relatively minor issues can result in major structural problems. The particular vulnerability of unstabilised rammed earth to water means that there is a coupling of structural and water based issues which does not occur in non-earthen structures. This means that problems caused by water may become structural problems, while structural problems may allow water ingress to a structure causing further damage. This paper separates these two issues, while still acknowledging the coupled nature of problem.



Fig. 1. The preceptory at Ambel, north-east elevation. The gallery of arches between the towers is typical of 16th century architecture in this region. The first phase precinct wall reaches the base of ivy and stands 3m high.

tie bars were placed at ceiling level at the ground, first and second storeys in 2000. These are fixed internally by bolting onto the ceiling beams and protrude externally to link to H-shaped bars on the facade which were positioned so as to overlap the brick quoins (Fig. 1).

2. STRUCTURAL

Structural problems are common to all building materials, but the perceived low tensile and assumed zero shear strength

2.1 Causes of structural damage

There are a wide range of causes of structural problems, including ground movement, failure or inadequacy of building elements, incorrect design, or excessive loading. This paper focuses on those issues which are felt to be specific to rammed earth. Fig. 2 shows some of the mechanisms which have been identified. Potential causes of structural problems are shown in bold, while their effects are shown in a normal font. The numbers 1 and 2 in italics refer to positions where opening or cracking may

occur. Three particular issues with rammed earth in Spain are identified; the interface between brick and rammed earth, joints between adjacent rammed earth blocks and transverse beams or lintels bearing onto ineffective or absent wall plates.

One feature of medieval Spanish architecture is the use of rammed earth fill between fired brick columns (Jaquin, 2008a). Inspection of a number of such joints between the brick and the rammed earth

this separation (which would appear as cracking in a homogeneous material) takes place at the weakest point. As a butted vertical joint between two rammed earth blocks cannot carry any tensile stress, the join between the blocks will then open.

To prevent localised shear failure of the wall beneath a load bearing transverse beam, wall plates are used to spread the load over a larger area. Where such wall plates are absent, either through poor initial design

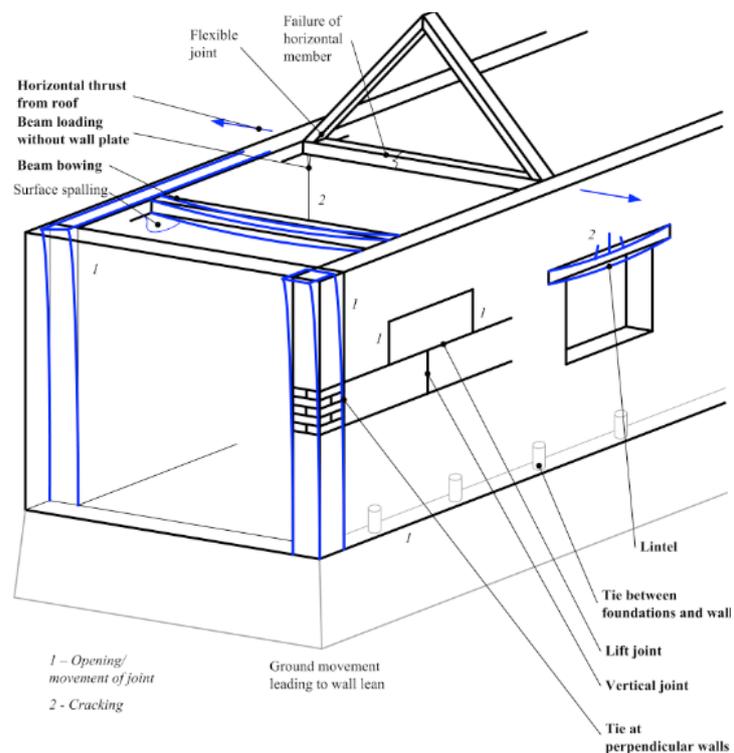


Fig. 2. Examples of failures of structural elements

shows that there is no structural tie between the between the two. Any structural movement therefore results in an opening of the joint. This is particularly a problem in later medieval architecture, where brick quoins are used, and structural movement (for example of the gable end of a structure) is unrestrained and leads to an opening of the joint. An example of this can be seen on Fig. 1 immediately below the eaves at the northern end of the tower.

One method of rammed earth construction (detailed in Jaquin, Augarde et al., 2007) produces independent rammed earth blocks with vertical joints between. Where there is structural movement, separation of the rammed earth blocks may occur, and

or later alteration to the structure, there is the potential for shear failure of the wall beneath the loaded beam. Out of plane failure can also occur where a beam joining a wall is insufficiently stiff and bows under loading. This causes an increased load at the face of the wall, and can lead to spalling of the material at the face (Fig. 2).

2.2 Structural repair strategies

At a whole building scale, two broad categories for structural repair can be defined, namely hard and soft. Hard repair involves a deliberate increase in strength and stiffness of a section of the building, and should be used where the underlying cause of the structural problem has not

been fully addressed. Soft repairs aim to replace the fabric of the structure, and should be undertaken when the cause of the structural problem has been mitigated. Hard repairs often involve the placement of steel or timber, whereas soft repairs tend to use material similar to that of the building. The concept of a 'soft' crack stitch has been employed at Basgo, India (Jaquin, 2008b) which creates a staple using a similar material to that of the wall. This method attempts to match the material properties (stiffness, thermal expansion) of the stitch and the wall, allowing the stitch to become an integral part of the wall and thereby restoring some structural continuity across the crack.

2.3 Case study of Ambel – structural

The gable end wall of the north-east granary at Ambel is showing a significant outward lean at the head of the wall, and monitoring of the cracking patterns shows that the cracks continue to open. The cause of this lean is assumed to be an ineffective retaining wall to the north of the gable wall, allowing continued settlement of the ground. The nature of the foundations of the tower is not known. As it is not currently possible to reinstate this wall, or to upgrade the road, hard intervention techniques have been used.

In the late 18th century a number of hard repair measures were already being enacted at to prevent collapse of the leaning north wall. There is no structural tie between the rammed earth north and east walls, and the brick quoin at the corners. As described above, a further storey tower may have existed at the north of the granary, and this tower may have provided a structural tie between the gable end and the transverse walls. Analysis of the architectural fabric suggests that timber buttressing was placed against the external wall, and repairs were carried out to the ceiling arches at each floor. In addition, battens were embedded at the north end of the east and west walls, spanning to the leaning north wall. Their effectiveness is questionable, as cracks are present in the wall at the south end of these timbers. This indicates that the timbers

may have succeeded in stiffening the north end of the structure, but because ground movement has not been halted, further deformation and cracking has occurred. In 2000 H-shaped spreader plates were fixed to the face of the wall, which are affixed to 150 mm x 80 mm I-beam sections running through the length of the building. These I-sections are bolted to the transverse ceiling timbers at each side of the building at ground, first and second floor levels.

Although this intervention follows sensible principles, it may be noted that the horizontal component of the lean of the gable wall is transferred directly to the transverse timbers through bolting, which maybe prove unsatisfactory, with the bolts shearing from the timber with increased horizontal load from the gable wall. Monitoring of crack growth shows that the placement of this system has not arrested the growth of the cracks, suggesting that it is yet to engage or is proving ineffective. Future work is now being suggested which will involve the placement of spreader plates on the outside of the south wall, allowing the I-beam sections to span the whole length of the building and thereby stiffen the whole structure.

Where the cause of the structural problem has been mitigated, then a soft repair of filling of the cracks is recommended. This will not only improve the appearance of the building but also prevent water ingress. At Ambel, cracks in the centre of the long east wall are thought to have formed prior to the movement of the gable end, and have therefore been filled. The filler is brick, which would originally have matched the scored rendered original face of the rammed earth, although this is now removed. Filling with similar fallen material in rammed earth is problematic, though the column method is recommended by Pearson (1997) and other possibilities are suggested in Jaquin (2008a).

Reinstatement of the roof of the granaries occurred around the same time as the late 18th century repairs. At one location this involved the introduction of a transverse timber beam which carries a large proportion of the roof loading into the south

gable end wall. This timber is causing in-plane cracking of the rammed earth wall because of the lack of a wall plate.

maintain the vertical faces required for walls, and rests at its angle of friction.

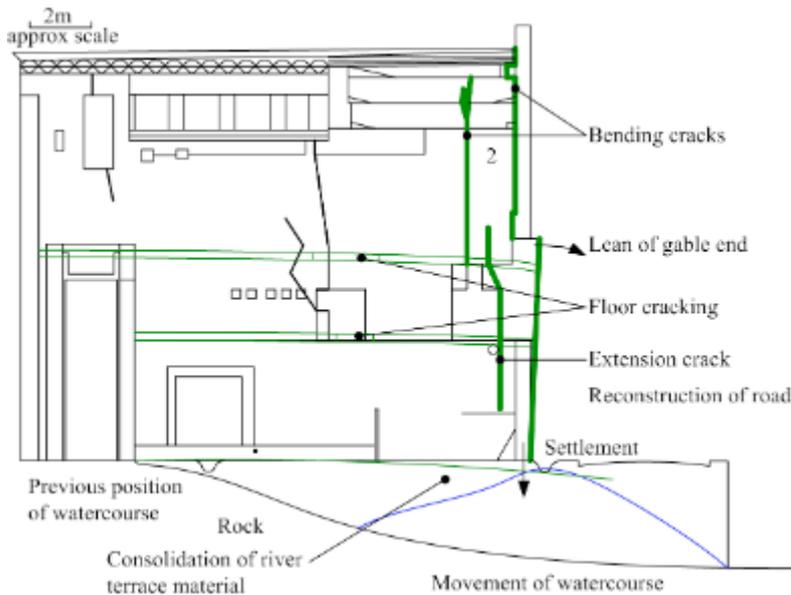


Fig. 3. Cracking patterns and causes, east-facing elevation of the north-east tower at Ambel

This case study structure shows that although localised failure may occur, there may be phases of rebuilding on surviving rammed earth following partial collapse. The evident lack of understanding of the properties of the building material is shown in the 19th century repairs. Sadly, these 'repairs' are often part of the problem rather than the solution.

3. WATER

The poor resistance of rammed earth to water penetration is highlighted by comments made by a French officer defending rammed earth castles in Morocco in 1956 - "It's not their guns I'm frightened of, but God help us if they use water pistols" (Maxwell, 2000). In more technical terms, the strength of unstabilised rammed earth is due to the presence of bridges of water between the soil grains, and as such it may be treated as a highly unsaturated soil (Jaquin, Augarde et al., 2009). When the soil becomes saturated, these bridges are removed and the rammed earth loses its strength and behaves as a purely frictional material. It is then unable to

3.1 Damage mechanisms

Jaquin, Augarde et al. (2009) showed that an increase in the water content of rammed earth reduces its strength and stiffness and increases its ductility. It was argued in that paper that unstabilised rammed earth may be described as a highly unsaturated. The term 'unsaturated' describes soil where both air and water are present in the pores between the soil particles. At the interface of the air and the water there exists a meniscus which acts as a sheet in uniform tension, giving rise to the phenomenon of surface tension. This meniscus holds the water in the pores at lower than atmospheric pressure, and the combination of the lower pressure of the pore water and the tension of the meniscus combine to provide an attractive force across the pore between the soil particles. This attractive force provides the soil with increased strength and stiffness over a saturated or completely dry soil where the pores are completely filled with water or air respectively. Jaquin, Augarde et al. (2009) showed that the (negative) pressure of the water in the pores (termed suction) is related to the strength and stiffness of unstabilised

rammed earth samples. The strength and stiffness of rammed earth will reduce when the soil becomes saturated and the attractive force between the soil particles provided by the liquid bridges is lost. The size and strength of the liquid bridges is a function of the relative humidity of the air in the pores of the rammed earth wall, with increasing relative humidity leading to reduced strength of the liquid bridges and therefore of the rammed earth. Heath, Lawrence et al. (2009) showed that even at 100% relative humidity, rammed earth samples do not become saturated and lose all their strength. It is proposed that water running over the surface of a wall, allowing constant infiltration causes erosion of rammed earth. Damage to unstabilised rammed earth caused by water is a result of it becoming saturated. A number of mechanisms by which water can enter a structure are shown in Fig. 4. This paper argues that it is the magnitude of the water infiltration which causes damage to rammed earth.

The impact of rain against the face of a rammed earth wall is often described as a mechanism by which walls erode, and

therefore extended eaves are required to prevent falling water from impacting the surface of the wall (e.g. Walker, Keable et al., 2005). However, it is proposed that it is the rate at which water is allowed to enter a wall which determines if erosion of the wall occurs. The infiltration of a single raindrop into the face of a wall will raise the relative humidity of the wall by a small amount, but this increase in humidity is spread through the whole thickness of the wall, meaning that it takes a long time for the relative humidity of the pores in the wall to reach 100%. Heath, Lawrence et al. (2009) show that a wall remains unsaturated in a 100% relative humidity environment, and physical application of water is required to raise the water content of the wall further. Warren (1993) and Hall and Djerbib (2006) describe 'overcoat' regions of saturated material at the face of the wall, which prevent further water ingress. However, this is assumed to be incorrect, as a saturated region would lose all strength from liquid bridges and behave as a frictional material, resting at its angle of repose.

Water does pose a problem for unstabilised rammed earth structures where it is allowed

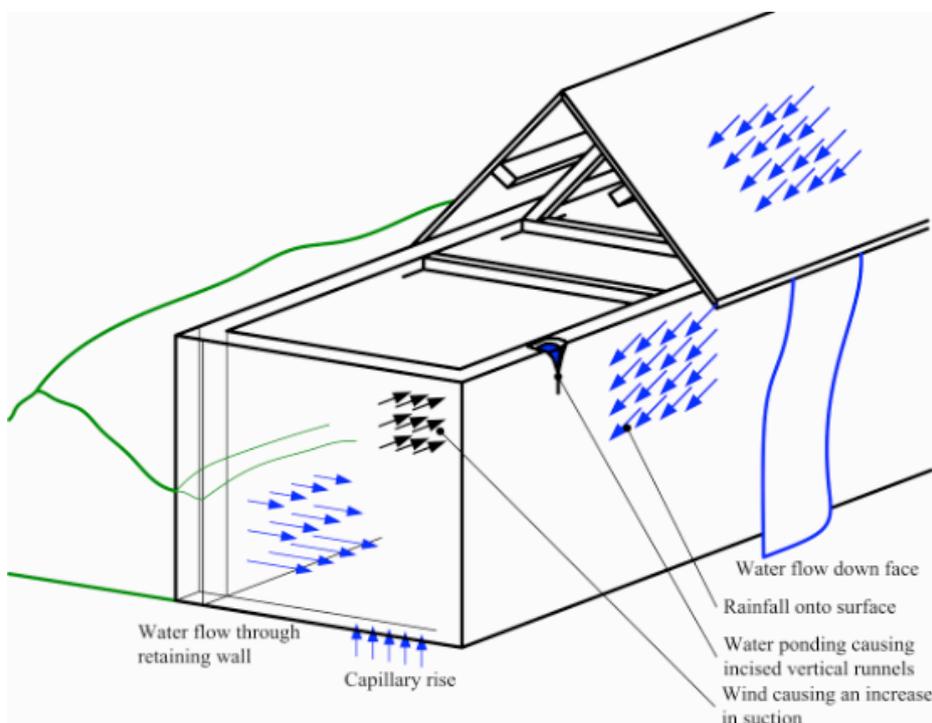


Fig. 4. Causes of damage by water

to flow down the surface of a wall. This usually happens where it is allowed to gather (pond) at the head of a wall, and flow down the face. Because of the larger volumes of water involved, the rate of water infiltration overtakes the rate at which water is removed from the wall by evaporation, and so a drip forms on the surface of the wall. This may allow the surface of the rammed earth to become saturated, and for soil particles to become suspended within the liquid and flow. This mechanism can be seen in the formation of worm cast type structures where material has first flowed into a slurry, then dried to leave mounds of fine material on the wall face. The presence of these structures indicates the downward movement of material and is thus indicative of past water flow. The likely cause of the formation of the structures is the slow downward movement of water down the face of a wall, for example a drip which is able to pick up material and transport it in solution down the wall, until such a point as the drip evaporates and the material is returned to the wall. Inspection of these structures indicates that they contain only very small particles, as it is only these which may be picked up by the water. The rate of infiltration of water into the body of the wall is sufficiently slow that the drip of water is able to continue down the face of the wall, saturating and therefore picking up smaller soil particles, before all the water is absorbed by capillary action into the wall and those smaller soil particles redeposited. If the rate of water flow is increased, such as by an ineffective drain, then larger soil particles and larger volumes of material are picked up by the water flow, and incisions form in the vertical face of the wall (Fig. 4). This mechanism involves the movement of material down the wall causes a

deterioration of the structure.

3.2 Repair strategies – water

Repair of rammed earth walls damaged by water should only be attempted when the cause of the water flow has been addressed. It has been argued that the main repair strategy for water damage is reinstatement of the head of the wall to prevent further water flow down the face. This has taken the form of concrete ring beams for the restoration of the towers at Biar and La Rambla (Jaquin, 2008a) or as bamboo matting at Ait Ben Haddou in Morocco. If it is possible, then the roof of the structure must be reinstated, and the drainage from this correctly positioned.

Repair of the face of a wall, where damaged by water, should involve reinstatement with the fallen or similar material which will provide similar material properties (stiffness, permeability and shrinkage) as the rest of the wall. There are many examples of the repair of rammed earth buildings using a less permeable render such as cement (see Jaquin, 2008b). While this render reduces the flow of water into the wall, it also reduces the flow of water out of the wall. If water is able to enter the wall by any other means (for example through capillary rise), and is not able to escape (water only flows upwards by capillary rise), then there is an increase in water content of the wall. This leads to a loss of strength and stiffness, and the wall will fail, either through a the build up of water behind a less permeable render, or by becoming saturated and losing strength and stiffness.

3.3 Case study of Ambel – water

The north-east tower at Ambel has suffered



Fig. 5. Worm cast type structures visible at Ambel beneath a previously damaged roof section

significant neglect at periods through its history, and shows some evidence of water damage. The roof has now been repaired and seems to be effective, though some evidence of water damage remains.

Where water has been allowed to gather and run down the face of a wall, cast structures, such as described in Section 4.1, are observed on the face of the wall (Fig. 5). However, these have served as a forewarning of further damage and caused the building owners to undertake repairs. As a result, there are no deep incisions into the rammed earth as shown in Fig. 4, and as observed at other historic rammed earth sites (Jaquin, 2008b). However, the eaves do not protrude on any of the faces, and this may have allowed a water flow down the face of the wall. If water is allowed to gather behind the render, then the rammed earth may become locally saturated, meaning the liquid bridges providing a bond between the render coat and the rammed earth may become saturated, causing the render to spall away from the wall (Fig. 1).

There has been no rendering of the Ambel tower using cement, the only surface covering is plaster on the interior walls. As a result the building remains structurally sound. This is in contrast to other rammed earth buildings in the village of Ambel which have been periodically repaired with impermeable renders. In many cases the damage is minor but the visual impact is unsightly and can add to the negative image sometimes associated with decay of ancient buildings.

The mortared rubble foundation of the rammed earth granaries has served to prevent capillary rise of water into the rammed earth, and therefore the rammed earth at Ambel has never been subject to increases in water content, other than caused by rain water impact or ineffective roof drainage.

4. CONCLUDING REMARKS

Many rammed earth buildings are now considered to be of great cultural value. The repair of such structures should ideally

be conducted only after recording and analysis. Repair strategies must be determined based on the cause of damage, and that must be rectified before repair work begins. The vulnerability of earthen structures to water means that there is often a coupling of the damage mechanisms, and there must also be a doubling up of the repair strategies, ensuring both that the current damage is mitigated, and that no further damage will occur.

This paper has argued that the causes of structural problems should be addressed prior to repair and has introduced the notion of hard and soft repairs. Where it is impossible to address the cause of the problem, then hard repairs to increase the strength and stiffness of the structure should be used. In the case of rammed earth this is currently problematic, with little known about the strength and stiffness characteristics of historic rammed earth. If the cause of the structural problems has been remedied, then soft repairs can be enacted. Soft repairs restore the integrity of the building and should be done using similar or fallen material from the wall.

The role of water in causing damage to historic rammed earth structures has been discussed and it is proposed that the rate of water flow defines if damage will occur to a historic structure. If the rate is sufficiently low, such as is caused by rainfall impact, then significant damage will not occur. If, however an ineffective roof or drainage is present, then the localised flow of water may increase, leading to erosion. Where this is prevented from happening, damage does not occur. Large overhanging eaves are not present on Ambel's north-east tower, and their absence may have allowed decay of the render, but the building remains sound as an adequate drainage system prevents water from flowing down the face.

The case of Ambel has proved useful in highlighting the holistic approach which is required when conserving historic earth buildings. A detailed understanding of both the current state of the building and the phases of its construction is required before conservation work should be undertaken.

This is achieved through systematic survey of the existing structure and detailed understanding of the history through the review of documentary and archaeological evidence to allow the creation of a 'building biography'. Only with such understanding can engineers hope to understand the state of the existing building and provide advice on the structural and fabric repairs which may be required.

Bibliography

- Gerrard, C. M. (1999). *Opposing identity: Muslims, Christians and the Military Orders in Rural Aragon*. *Medieval Archaeology* XLIII, 143-160.
- Gerrard, C. M. (2003). *Paisaje y señorío. La casa conventual de Ambel (Zaragoza): arquitectura e historia de las órdenes militares del Temple y del Hospital*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico (CSIC).
- Hall, M. and Djerbib, Y. (2006). Moisture ingress in rammed earth: Part 3 - Sorptivity, surface receptiveness and surface inflow velocity. *Construction and Building Materials* 20(6), 384-395.
- Heath, A., Lawrence, M., Walker, P. and Fourie, C. (2009). *The compressive strength of modern earth masonry*. Proceedings of the 11th International Conference on Non-conventional Materials and Technologies (NOCMAT 2009), Bath, UK: BRE CICM.
- Jaquin, P. (2008a). *Analysis of historic rammed earth construction*. (PhD., School of Engineering. University of Durham).
- Jaquin, P. (2008b). Study of historic rammed earth structures in Spain and India. *The Structural Engineer* 86(2), 26-32.
- Jaquin, P., Augarde, C. and Gerrard, C. (2007). Historic rammed earth structures in Spain, construction techniques and a preliminary classification. *International Symposium on Earthen Structures, Bangalore, India*. Bangalore: Interline Publishing.
- Jaquin, P., Augarde, C. and Gerrard, C. (2008). A chronological description of the spatial development of rammed earth techniques. *International Journal of Architectural Heritage* 2(4), 377-400.
- Jaquin, P., Augarde, C., Toll, D. G. and Gallipoli, D. (2009). The strength of rammed earth materials. *Geotechnique* 59(5), 487-490.
- Maxwell, G. (2000). *Lords of the Atlas. Morocco: The rise and fall of the House of Glaoua (text written 1966)*. London: Cassel & Co.
- Pearson, G. I. (1997). *Conservation of clay and chalk buildings*. Shaftsbury: Donhead Publishing Ltd.
- Walker, P., Keable, R., Martin, J. and Maniatidis, V. (2005). *Rammed earth, design and construction guidelines*. Watford: BRE Bookshop.
- Warren, J. (1993). *Earthen Architecture: The conservation of brick and earth structures*. ICOMOS.

LA BÓVEDA DE BAHAREQUE DE LA IGLESIA DE SAN IGNACIO EN BOGOTÁ

Cecilia López Pérez* (Colombia)
Facultad de Arquitectura y Diseño
Pontificia Universidad Javeriana

RESUMEN

Uno de los principales propósitos que tuvieron las comunidades religiosas al llegar a nuestro territorio fue la de adoctrinar a los naturales en la nueva fe. Para facilitar esta labor se procedió a la construcción de iglesias con los materiales y técnicas que conocían los indígenas como el bahareque y dos introducidos por los ibéricos como la tapia y el adobe.

Inicialmente, las iglesias se cubrían con una estructura triangular, llamada de par y nudillo, en madera rolliza o escuadrada sobre la que se colocaba un entramado en cañas amarrado con cuero o cuan (fibra vegetal), sobre ella una capa de barro con cubierta en paja o teja de barro.

Una forma evolucionada de acabado interno de estas edificaciones se dio con la construcción de bóvedas que cubrían la nave central. Edificadas inicialmente en piedra o ladrillo colapsaron por los movimientos sísmicos que sufría nuestro continente, siendo reemplazadas por las construidas en madera ó bahareque. Las bóvedas de bahareque resultaron una solución adecuada y práctica para nuestro medio ya que por su flexibilidad soportaban mejor los sismos.

Ejemplos del desarrollo de estas bóvedas se encuentran documentadas en la costa pacífica, en el Valle del Cauca (Iglesia del Carmen y San Francisco) y la iglesia de San Ignacio en Bogotá.

La iglesia de San Ignacio en Bogotá, es una construcción realizada entre 1600 y 1661 que pertenece a la Compañía de Jesús. Es de una sola nave con capillas laterales, unidas entre sí por arcos fajones apoyados en pilares. Su planta es de cruz latina con cúpula en el crucero. Las capillas laterales están cubiertas por bóvedas vaídas que conforman diferentes espacios.

La nave central está cubierta por una bóveda de cañón con lunetos que iluminan el espacio central, tiene una longitud de 28,43 m y un ancho de 11,00 m. La bóveda está formada por seis secciones construidas con madera, cañas y fibras vegetales apoyadas en siete arcos fajones. En 1691 la iglesia sufre las primeras grietas en la cúpula desplomándose y arrastrando el tramo más cercano de la bóveda.

Estas circunstancias llevaron a que se reemplazara el tramo de la bóveda faltante en 1694, con un sistema constructivo en madera, distinto al empleado en el resto de la bóveda. Adicionalmente, la cúpula ha sido varias veces reconstruida y ha sufrido diversas intervenciones que han afectado el comportamiento de la bóveda de la nave central. Así mismo ha producido desprendimientos en los elementos que forman el intradós y deformaciones a nivel estructural.

A partir del año 2003, la Pontificia Universidad Javeriana se dio a la tarea de hacer la restauración de la iglesia; por lo cual se hizo necesario el conocimiento del sistema constructivo de la bóveda original y la parte intervenida de manera que se pudiera corregir las patologías que viene presentando.

En el presente artículo se presentara los resultados encontrados en la investigación desarrollada por el grupo GRIME (Grupo de investigación en materiales y estructuras) en esta bóveda y las recomendaciones para su intervención.

Palabras clave: Bóvedas, bahareque, sistema constructivo.

*lopez.c@javeriana.edu.co

1. GENERALIDADES

Para afianzar el proceso de dominio de los territorios conquistados en Colombia, los ibéricos fundaron poblaciones que les permitieron consolidar su autoridad entre la población sometida y sus áreas de asentamiento. Es así como al llegar los españoles, a la actual zona andina, encontraron cerca de 300 caseríos de indios Muiscas, los cuales fueron reagrupados en nuevos grupos urbanos a la manera y tradición española. Mientras los conquistadores tomaban posesión de las tierras fundando poblaciones y estableciendo haciendas, los religiosos se ocupaban de adoctrinar a los indígenas en la nueva fe.

Las iglesias colombianas al igual que las europeas propiciaron el nacimiento de formas eficientes de organización social y de participación en torno a lo sagrado, que se vio reflejado en la construcción de setenta mil templos (Gil Tovar, 1983) en los tres siglos que duro la colonia. A su alrededor se generaron otros usos complementarios a la actividad religiosa como colegios, conventos, seminarios, hospicios y hospitales. Dando origen a poblaciones y desarrollos urbanos (Sornoza, Salazar, 2001, p.92).

Durante este periodo, los servicios que actualmente ofrece el estado, fueron prestados por las comunidades religiosas a través de sus misioneros, frailes y monjas dedicadas a la educación así como el cuidado de enfermos, ancianos y niños. Durante la colonia la iglesia cumplió la función de ente aglutinador de la comunidad, punto de referencia y encuentro en la vida cotidiana de la época.

Los núcleos urbanos estaban formados por el templo, la casa cural, las capillas posas y el rollo (luego cruz atrial) (Arango, Silvia, 1993, p. 62), la plaza o atrio a cuyo alrededor se edificaban las construcciones de encomenderos, capitanes y caciques de cada región. Estas poblaciones poseían disposiciones y ordenanzas que determinaban su ubicación y características tanto espaciales como formales.

Inicialmente, las iglesias se cubrían con una estructura triangular, llamada de par y nudillo, en madera rolliza o escuadrada sobre la que se colocaba un entramado en cañas amarrado con cuero o cuan (fibra vegetal), sobre ella una capa de barro con cubierta en paja o teja de barro.

Una forma evolucionada de acabado interno de estas edificaciones se dio con la construcción de bóvedas que cubrían la nave central. Edificadas inicialmente en piedra o ladrillo colapsaron por los movimientos sísmicos que sufría nuestro continente, siendo reemplazadas por las construidas en madera ó bahareque. Las bóvedas de bahareque resultaron una solución adecuada y práctica para nuestro medio ya que por su flexibilidad soportaban mejor los sismos.

Ejemplos del desarrollo de estas bóvedas se encuentran documentadas en la costa pacífica, en el Valle del Cauca (Iglesia del Carmen y San Francisco) y la iglesia de San Ignacio en Bogotá, que es una construcción realizada entre 1600 y 1661 que pertenece a la Compañía de Jesús.

2. LAS BOVEDAS

Un nuevo paso de acabado interno de los templos, se dio con la construcción de bóvedas. Estas se construían en madera rolliza o escuadrada las cuales cubrían la nave central o las capillas anexas a la nave principal y se decoraban con elementos en yeso o madera. Paralela a estas se desarrollaron las construidas en bahareque. Las bóvedas de bahareque resultaron una solución adecuada y práctica para nuestro medio ya que por su flexibilidad soportaban mejor los sismos.

2.1. Bóvedas en madera

Las bóvedas de cañón en madera son aquellas que mantienen su obra de fábrica arqueada, formando un techo o cubierta en este material. Su construcción se basó en los cánones establecidos en el tratado de Sebastinao Serlio, Philibert D'Orme el alarife Diego López de Arenas, el fraile Andrés de San Miguel y el maestro Rodrigo

Alvarez. Ejemplo de este tipo de bóvedas se encuentran en España realizadas por los Agustinos Descalzos como la Capilla del Desamparo de Cristo en el Convento de Madrid; en la Ermita de Nuestra Señora del Prado en Talavera y en el Convento de los Agustinos Descalzos en Salamanca.

En Latinoamérica, se encuentran en Méjico en el templo y ex convento del Carmen en el Distrito Federal. En Brasil, en el Colegio de los Jesuitas (hoy catedral de Bahía) (Segre, 2009) y en el convento de San Francisco de la misma ciudad. En Ecuador, en la iglesia de San Francisco en Quito (Navarro, 2009) y en Bolivia la Catedral Metropolitana de Santa Cruz de la Sierra.

En Colombia, en el centro histórico de la capital se han referenciado ocho bóvedas

como sistema constructivo para cubiertas, bóvedas y cúpulas. Esta técnica parte de una estructura de madera o cañas que se trenzan formando una membrana extendiendo sobre las caras laterales un recubrimiento en barro, cal o yeso mezclado con agua. Este sistema se emplea actualmente en países como Perú, Bolivia, Ecuador y Chile denominado quincha y fajina en Uruguay (Arbelaez Camacho, 1967, pp. 270-271).

En Colombia, se han encontrado bóvedas con este sistema en el Valle del Cauca en la Iglesia del Carmen y San Francisco. La iglesia del Carmen de Popayán presenta amarres en cuero y la de San Francisco está formada por camones, y entramado en caña brava con una capa de barro (Archivo Dirección de Patrimonio).

| IGLESIAS | | |
|-------------------------------------|--|--------|
| TIPO IGLESIA | ORDEN | BOVEDA |
| Iglesia de Santa Clara | Clarisas | X |
| Iglesia de La Concepción | Capuchinos | X |
| Santuario Nuestra Señora del Carmen | Salesianos | X |
| San Agustín | Agustinos | X |
| La Candelaria | Agustinos Recoletos | X |
| San Ignacio | Jesuitas | X |
| Ermita de la Tercera | Franciscanos | X |
| San Juan de Dios | Orden hospitalaria de San Juan de Dios | X |

Tabla 1. Iglesias menores que tienen bóvedas en el centro histórico de Bogotá

construidas en madera (Tabla 1) y la cúpula de la Iglesia Mayor de Villa de Leyva construida con el mismo material.

2.2. Bóvedas en bahareque

Sobre el uso del sistema de bahareque en bóvedas, sólo se han encontrado referencias a nivel latinoamericano. El bahareque, es un sistema constructivo de origen prehispánico el cual es una mezcla de madera, cañas y tierra usado en muros y cerramientos.

A esta técnica se le ha denominado quincha, bajareque o bahareque a nivel latinoamericano (Instituto Eduardo Torroja, 1986) para en paredes, tabiques, columnas, pilastras, arcos y torres sino

Adicionalmente deben incluirse también las iglesias de San Ignacio en Tunja y Bogotá. La Iglesia de San Ignacio en Tunja fue desmontada entre 1969 y 1971 en la intervención de Acevedo Quintero quien considero que la bóveda y el crucero eran agregados de la edificación razón por la cual actualmente no existen.

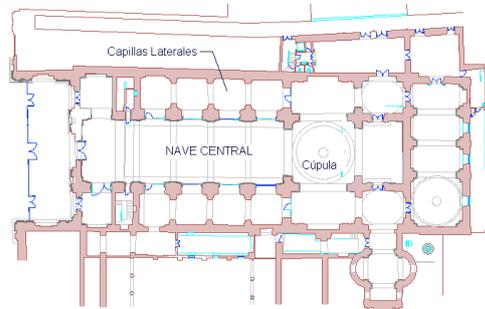
3. LA IGLESIA DE SAN IGNACIO

3.1. Localización y descripción arquitectónica

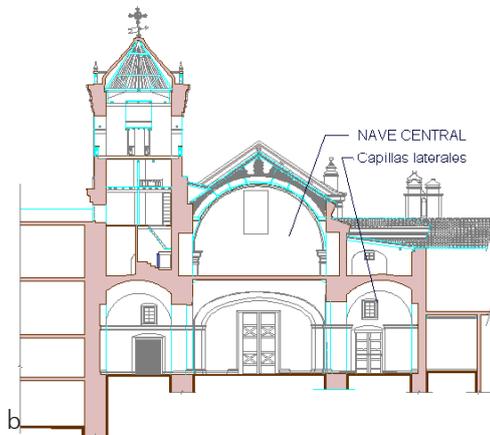
La Iglesia de San Ignacio (Fig. 1) se localiza en la calle 10 con carrera 6 en Bogotá. Está conformada por una sola nave con capillas laterales, unidas entre sí por arcos fajones

apoyados en pilares. Su planta es de cruz latina con cúpula en el crucero. La cubierta

occidental de la fachada se encuentra la torre, donde están las campanas. En



a



b

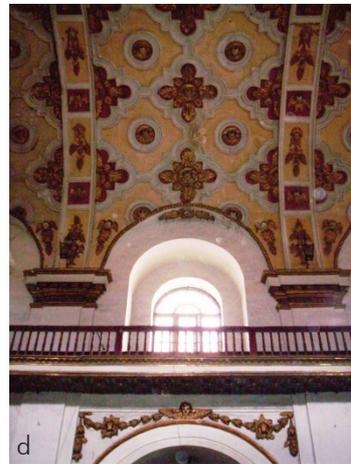


Fig. 1. (a) Planta; (b) corte de la iglesia de San Ignacio; (c) Vista de la bóveda; (d) Luneto (Fuente: Instituto Carlos Arbeláez Camacho y autores)

de la nave es una bóveda de cañón, con lunetos que iluminan el espacio central. La bóveda tiene una longitud de 28,4 m y un ancho de 11,0 m. Las capillas laterales están cubiertas por bóvedas vaídas que conforman diferentes espacios (Arbeláez Camacho, 1967, pp. 270-271).

La fachada presenta una distribución clásica (Rentería Salazar, 2001, p. 16) diferente a la que hasta la época se empleaba. Es simétrica, diseñada con dos torres de la cual sólo se construyó una. Su composición posee elementos horizontales (cornisas) y verticales (pilares o columnas dobles) que forman tres cuerpos. Entre las dos columnas hay tres nichos que no poseen ninguna imagen. Al costado



Fig. 2. Iglesia de San Ignacio (Fuente: Arquidiócesis de Bogotá)

el cuerpo central se halla una puerta de madera de dos hojas, aldabas y botones

en bronce, se remata este cuerpo con un frontón moldurado.

3.2. Evolución constructiva

La primera referencia sobre la construcción de la iglesia se encuentra en el año 1610, cuando bajo la dirección del padre Coluccini se inicia la construcción. Luego para 1611 y 1612, se documenta la finalización de la cimentación y la aparición de los primeros muros (Rentería Salazar, 2001, pp. 102-103).

Durante este periodo fue un activo colaborador de la obra el padre Pedro Pérez. En 1585 Pérez había trabajado como ensamblador y superintendente de las obras de la iglesia de Córdoba-España, donde estuvo laborando hasta 1607, luego se trasladó a la Nueva Granada en Mayo de 1612 (Rentería Salazar, 2001, p. 105). El padre Pérez vivió y colaboró con Coluccini en la construcción (Rentería Salazar, 2001, p. 102) En 1611 se reportó que hasta antes de la llegada del padre Pérez se respetó la traza original de la cimentación, pero cuando él llegó hubo cambios volumétricos en los arcos, bóvedas, en las alturas y en los espacios que se abrían hacia la nave central (Rentería Salazar, 2001, p. 111)

Para 1616, el padre Manuel de Arceo comentaba sobre lo suntuosa que era la edificación. Estaban construidos los arcos de la iglesia y una de las capillas laterales estaba terminada. La construcción continúa, pero dos de los cuatro arcos torales se vinieron abajo y tuvieron que ser reconstruidos para continuar con la obra. Para 1620 se suspende la obra (Pacheco, 1989, p. 112).

La obra reinicia trabajos en 1627 y para 1635, el templo fue consagrado y dedicado a San Ignacio, fundador de la orden Jesuita. Pero faltaban por construir la capilla mayor, el crucero y la cúpula.

Entre el año 1639 y 1690, se da el inicio a la venta de capillas empleadas como mausoleos para familias. Para 1691, el templo se encontraba completo. Durante este año se presentó un temblor que averió la cúpula. Según lo relata el padre Pacheco

el 23 de Abril de 1691 se vino abajo la mitad de la cúpula cayéndose el primer tramo de la bóveda de bahareque. El hermano Juan Bautista Milán llegó de Italia para dirigir la reconstrucción de la obra quedando terminada tres años después (Pacheco, 1989. Capítulo VIII, p. 120).

En el terremoto del 18 de Octubre de 1743, quedó la cúpula nuevamente deteriorada, por lo cual fue necesario descargarla para su reconstrucción. El 10 de Septiembre de 1763, vuelve a caerse la cúpula. En 1800, el virrey Pedro Mendinueta advierte que es necesario la reconstrucción de la cúpula, para ello comisiona a Bernardo Anillo quien diagnostica que no es necesario descargar la cúpula sino ceñirle una cadena de hierro de forma perimetral (Pacheco, 1989, pp. 383-384). En 1804, el padre Fray Domingo de Petres la reconstruye de nuevo, siendo la cúpula actual. En 1975, mediante el Decreto 1584 se declara el templo como monumento nacional.

3.3. Sistema constructivo

El sistema estructural es en mampostería realizado con técnica mixta de piedra y ladrillo cocido, el espesor aproximado es de 1,75 cm. Los pilares son macizos en ladrillo cocido. Los entresijos en el coro y los corredores de laterales de la nave central son en madera. Se encuentran en regular estado de conservación por falta de mantenimiento. Los pisos son en arcilla cocida y tableta de cemento

La cubierta es a dos aguas en la nave central, formando una estructura triangular. La estructura es de madera, rolliza de pares y tirantes, con un diámetro aproximado de 15 cm, apoyadas sobre los muros. Sobre esta estructura hay un entramado en chusque, amarrado con cuan trenzado, sobre esta se encuentra una torta de barro.

Como acabado final de cubierta, en la nave central, se encuentra la teja de barro. Sobre el sector oriental, que colinda con el Museo de Arte Colonial, se sustituyó el chusque por teja Onduline. Este sistema ha provocado deslizamientos de las unidades de teja de barro, provocando filtraciones en las áreas internas de la cubierta y

podrición en los elementos que conforman la estructura.

Como elementos complementarios a la cubierta se encuentran las canales metálicas que fueron parcialmente sustituidas en 1998. Esta instalación fue mal realizada por lo cual se empezaron a presentar filtraciones en los muros del costado occidental. Estos fueron sustituidos junto con la cubierta total en los años 2006-2007.

Interiormente, se conserva el altar mayor, desarrollado por Diego Loessing. Adicionalmente se encuentra imaginería, tallas y pintura de caballete en diferentes altares de los siglos XVII y XVIII de diferentes autores como: Gregorio Vázquez, los Figueroa, Antonio Acero de la Cruz y Pedro Laboria.

3.4 La bóveda de San Ignacio

La bóveda (Fig. 3) que cubre la nave central es de cañón con una altura aproximada de 5,5 m, 11,0 m de ancho y 28,43 m de longitud, construida en madera, caña, barro y cal. Los ornamentos son tallados en madera. Está formada por seis tramos y siete arcos formeros, que tienen de ancho de 5 m a 6 m, excepto el tramo 2 que tiene un ancho de 1,70 m.

Los tramos 1 a 5 son los más antiguos construidos en bahareque y el 6 por el colapso de la cúpula es de manufactura distinta (madera) y más reciente que los otros cinco.

3.4.1. Bóveda de madera

La bóveda (Fig. 4) ubicada a lo largo de la nave central se apoya en las cornisas de los muros de mampostería perimetrales. La estructura portante está formada por costillares constituidos por la unión de piezas de madera (camones). El intradós o cara interna de la bóveda se forma con planchones de madera de 0,15 m x 0,025 m. Los lunetos o ventanas que iluminan la nave se forman igualmente con planchones. La cara interna está decorada con elementos de yeso o madera, con motivos florales o poliformes.

3.4.2. Bóveda de bahareque

3.4.2.1.

Elementos de los tramos 1 a 5

Los tramos 1 a 5 están formados por los siguientes elementos (Fig. 5):

- a) Costillares, que es la estructura de madera formada por camones.
- b) Camones: pequeñas piezas de madera traslapadas entre sí que forman un costillar.
- c) Tensores: Elementos de madera que unen los costillares con las vigas de cubierta.
- d) Chusque: Caña delgada que forma la curvatura de la bóveda en los tramos más antiguos.
- e) Cuan: Fibra de origen vegetal que sirve de amarre.
- f) Argamasa: Barro y cal, que sirve de unión de todos los elementos.
- g) Ménsulas: Sirven de apoyo a la bóveda. Tienen una sección de 20 x 20, empotradas al muro portante que conforman la nave central.

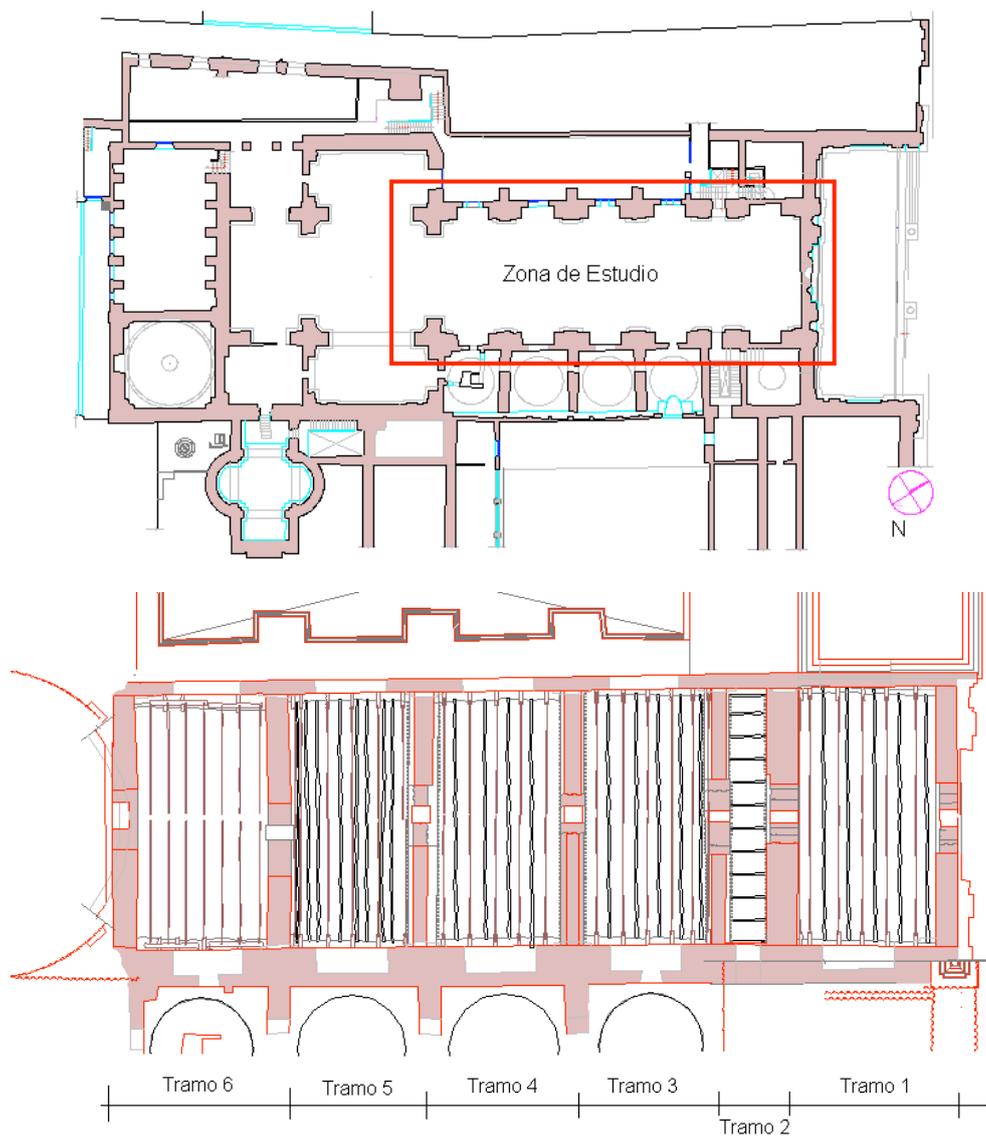


Fig. 3. Planta de la iglesia de San Ignacio

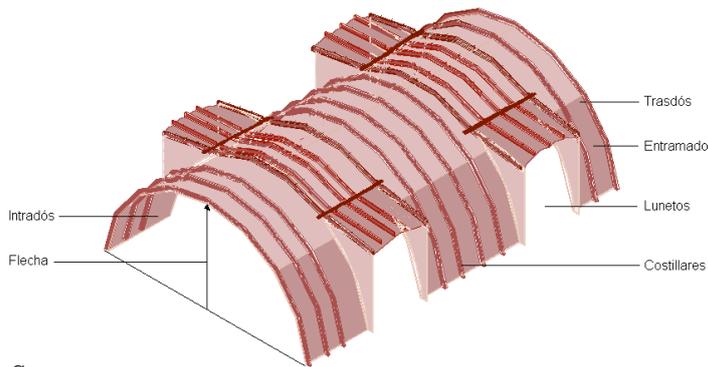


Fig. 4. (a) Elementos que forman la bóveda de madera; (b) y (c) Imágenes de la bóveda en madera

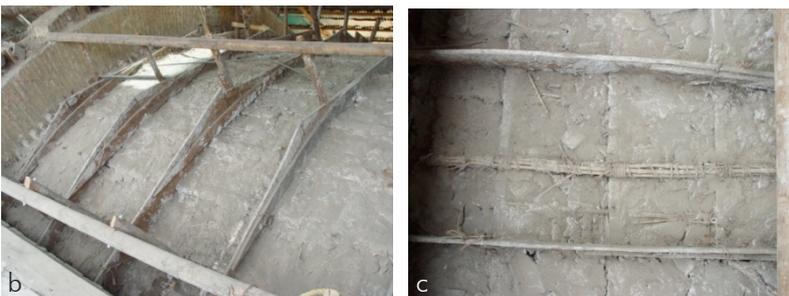
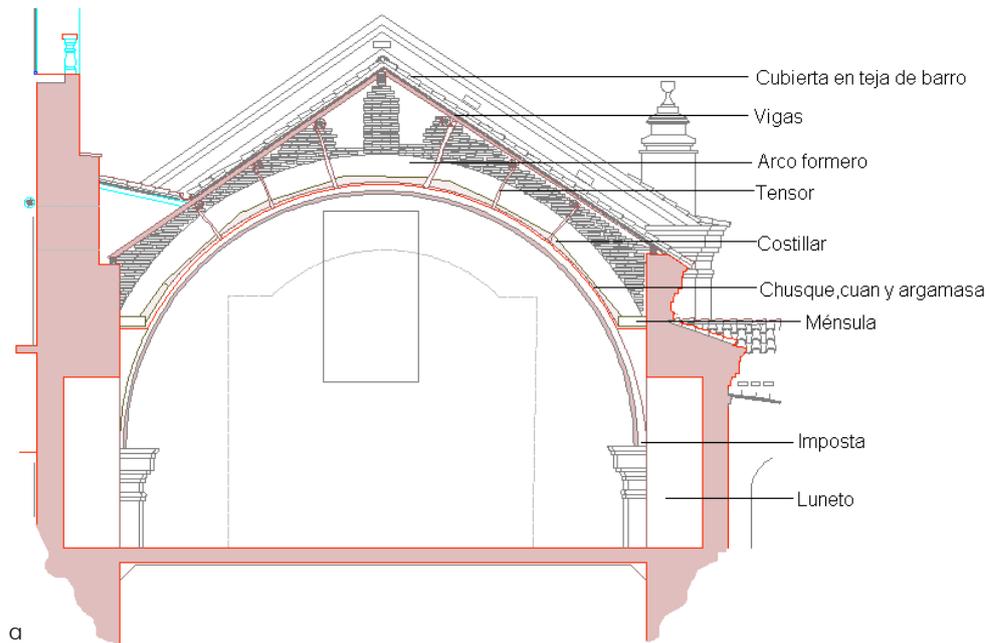
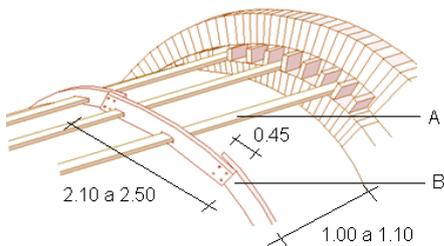
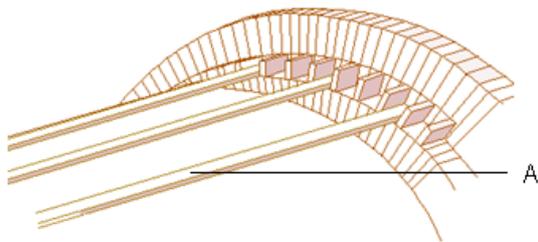


Fig. 5. (a) Elementos que conforman la bóveda de bahareque; (b) y (c) Imágenes de la bóveda de bahareque

3.4.2.2. Sistema constructivo

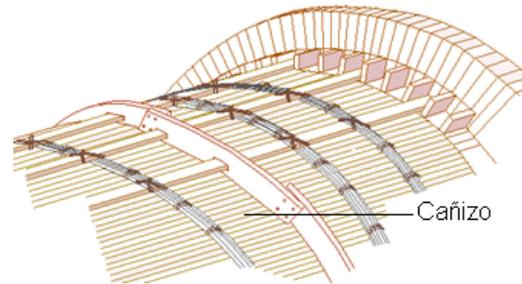
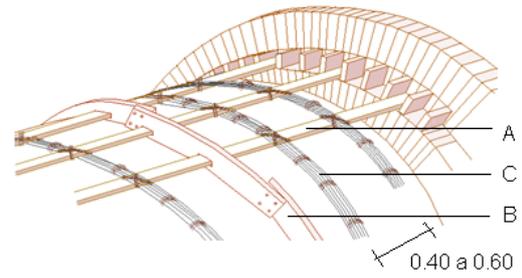
La estructura está formada por:

- Siete arcos formeros en ladrillo que tienen la parte superior dentada.
- Se colocan piezas (durmientes) de 5 cm de alto por 2,5 cm de ancho de madera que van de arco a arco formero apoyados sobre la parte dentada del arco (pieza A). Estas piezas sirven de soporte a los costillares y cumplen una función estructural, ya que evitan su desplazamiento.
- Se arman los costillares con camones de 0,25 m a 0,30 m de altura, una longitud de 2,10 m a 2,50 m y traslapos aproximados de 0,45 m (pieza B). A los camones se les dejan pases o huecos por donde se pasa la pieza que va apoyada en la parte dentada (pieza A). Los costillares tienen una distancia entre



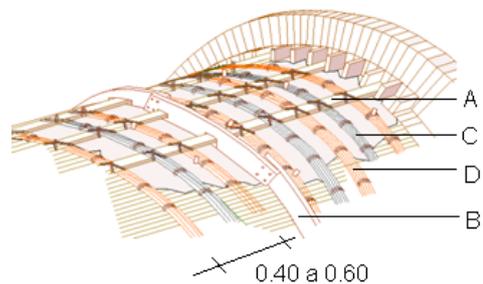
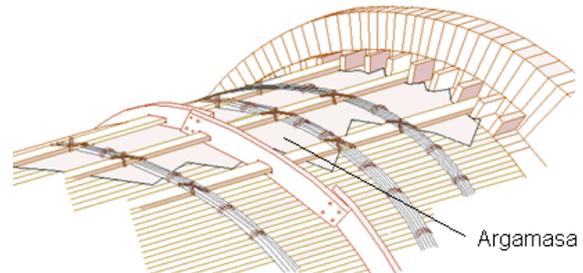
sí de 1,00 m a 1,10 m.

- Se forman manojos de 8 chusques(1), amarrados con cuan(2). La longitud del manojo es de 6,10 a 6,30, con traslapeo entre manojos de 1,10 a 1,30.
- Se amarra a la pieza A la primera capa de manojos de chusque, trenzándolos (pasan por encima o por debajo de la pieza A) dejando un espacio de 0,40 cm a 0,60 cm aproximadamente (pieza C).
- A la pieza C, se amarra en sentido perpendicular el cañizo formado por chusque amarrado con cuan uno junto al otro. Este cañizo distribuye los esfuerzos



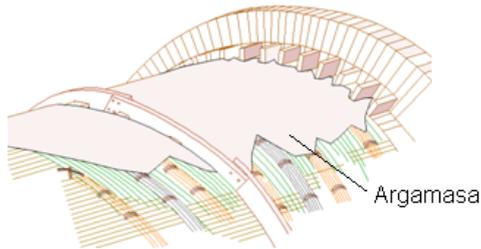
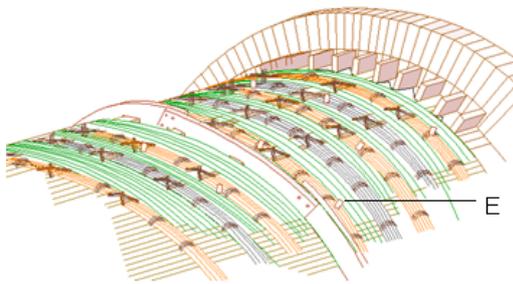
hasta la base de apoyo en las ménsulas.

- Se coloca sobre el cañizo una lechada de argamasa (tierra-cal) que forma en el intradós de la bóveda una capa rugosa.
- Por el extradós, y sobre la pieza A, se coloca y amarra con cuan la segunda capa de manojos de chusque (pieza D). Este debe ir traslapado al manojo de



abajo, en distancias similares.

- Paralelo al manojo o pieza D, se coloca un cañizo formado con chusque (pieza E).
- Sobre esta pieza se coloca una argamasa que es una mezcla de tierra y cal que cubre y protege todas las piezas

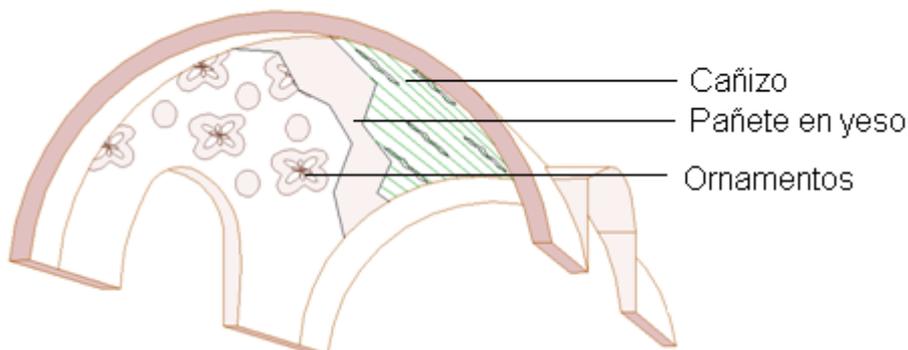


que se encuentran en el extradós.

- k) Toda esta estructura está colgada de las vigas que forman la cubierta mediante tensores de madera fijados con clavos de forja. En algunos casos se encontraron amarres adicionales con cuan.

3.4.2.3. Acabado

En el intradós sobre la superficie rugosa formada por la lechada se colocaba un lienzo y sobre él se aplicaba el pañete de acabado con yeso. Finalmente, se



instalaban las piezas y ornamentos de madera que tienen un pin o pata de anclaje que se amarra al extradós de la bóveda.

Para sostener toda esta estructura existen unos tensores, que se colocan para sostener los camones en el momento de su construcción, y van desde los camones hasta las correas o vigas. En principio, y a la

luz de los análisis realizados estos tensores no tienen una gran responsabilidad estructural para las cargas de trabajo.

4. PATOLOGIAS ENCONTRADA

En San Ignacio la cúpula sobre el altar colapsó, arrastrando el tramo más cercano de la bóveda (tramo 6); por lo cual, tuvo que ser reemplazada con una bóveda en madera. Sin embargo, las maderas empleadas en esta intervención no poseían la inmunización ni el tratamiento adecuado por lo que este sector, ha empezado a afectar los otros tramos (1 al 5) de la bóveda original.

5. CONCLUSIONES

Una forma particular de acabado interno de las iglesias se dio mediante la construcción de bóvedas en madera y bahareque en diferentes regiones de nuestro territorio. Las dos tienen componentes constructivos y comportamientos estructurales diferentes. En San Ignacio, se encontraron dos sistemas constructivos uno en bahareque y el otro en madera.

Las bóvedas de bahareque por considerarse de inferior calidad han sido desmontadas desconociendo las propiedades estructurales que el sistema

de bahareque posee. Lo que hace necesario, que quienes tienen a su cargo la intervención de este tipo de edificaciones analicen, ojala en grupos interdisciplinarios de estudio, todas las variables constructivas de estos sistemas con el objeto de realizar restauraciones que se ajusten no sólo a los requerimientos estéticos, sino tengan en cuenta las características estructurales.



Fig. 6. (a) deterioro de los amarres y (b) pudrición de las vigas

Bibliografía

Arango, S. (1993). *Historia de la arquitectura en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.

Arbeláez Camacho, C., López, S. (1967). *La Arquitectura Colonial. Historia Extensa de Colombia*. Bogotá: Ed. lerner.

Gil Tovar, F. (1983). *Historia del arte colombiano. Volumen VI*. Barcelona: Salvat editores.

Instituto Eduardo Torroja (1986). *Informes de la Construcción. Vol. 37*(no. 377).

Pacheco, J. M. (1989). *Los Jesuitas en Colombia: capítulo XV, los templos jesuíticos*. Bogotá D.E: oficina de publicaciones de la Pontificia Universidad Javeriana.

Pacheco, J. M. (1962). *Los Jesuitas en Colombia: Las primeras fundaciones. Tomo I y II*. Bogotá: Editorial San Juan Eudes.

Rentería Salazar, P. (2001). *Arquitectura en la Iglesia San Ignacio de Bogotá. Modelos influjos, artífices: Coluccini, arquitecto de la iglesia de San Ignacio Bogotá*. Bogotá: Editorial Ceja.

Sornoza Salazar, R. (2001). Papel del espacio urbano en el fortalecimiento de la conciencia de lo público. *Revista Palabra clave*, no. 4.

Agradecimientos

La autora desea agradecer la colaboración de la Vicerrectoría Académica de la Pontificia Universidad Javeriana por la financiación del proyecto "Análisis de bóvedas hechas en madera en templos coloniales bogotanos").

Notas

(1) Caña delgada de la familia del bambú

(2) Fibra vegetal que se obtiene en los lagos. Se teje formando cordones y trenzas con los que se amarra

LA INTERVENCIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO EN TIERRA EN ÁREAS SÍSMICAS Y LAS CARTAS DE CONSERVACIÓN

Julio Vargas Neumann* (Peru)
Pontificia Universidad Católica del Perú. PUCP

Marcial Blondet** (Peru)
Pontificia Universidad Católica del Perú. PUCP

Carlos Iwaki*** (Peru)
Pontificia Universidad Católica del Perú. PUCP

RESUMEN

Los sismos son fenómenos naturales recurrentes que causan daños acumulativos o el colapso de las edificaciones de tierra. En Perú se han descubierto muchas edificaciones construidas en tierra de importante valor patrimonial, que fueron desenterradas y expuestas nuevamente a la actividad sísmica ¿Cómo evitar su progresivo daño mediante sabias intervenciones?

Las edificaciones de tierra ubicadas en áreas sísmicas constituyen un caso crítico y único por su paulatina destrucción. La respuesta estructural de la mampostería de piedra asentada con morteros de barro depende del más débil de los materiales de construcción que es la tierra.

Se presentan los criterios estructurales de conservación de la arquitectura patrimonial construida en tierra y el uso de herramientas sismorresistentes de reparación y refuerzo desarrolladas por la academia en los últimos 25 años. Se incluyen los conceptos de tierra armada y de inyección de barro líquido desarrollados en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) con el apoyo de la Getty Conservation Institute (GCI). Se analizan casos recientes de re-intervención de monumentos reparados inicialmente el siglo pasado y re-destruidos por sismos recientes, y se presentan soluciones que van desde las más prudentes hasta las más agresivas. Se concluye en la urgencia de revisar los criterios de conservación expresados en las Cartas Internacionales adoptadas por ICOMOS y UNESCO para el caso de la arquitectura patrimonial en tierra ubicada en áreas sísmicas.

Palabras clave: Arquitectura en tierra, Terremotos, Cartas de Conservación.

*jhvargas@pucp.edu.pe

**mblondet@pucp.edu.pe

***ciwaki@pucp.edu.pe

1. DESTRUCCIÓN DEL PATRIMONIO DE TIERRA EN ÁREAS SÍSMICAS

Es evidente que la destrucción sísmica de la herencia patrimonial es mayor en las obras edificadas en tierra o piedra asentada con barro, en comparación con las construidas de cualquier otro material. Para evitar esta pérdida patrimonial, tres hechos son destacables:

- El carácter único de las construcciones de tierra o de piedra asentada con barro, por su debilidad y vulnerabilidad frente a los terremotos.
- La perversa coincidencia en el mundo, entre las áreas de ubicación de las obras monumentales de tierra y las zonas de fuerte actividad sísmica.
- La orientación técnica que las Cartas de Conservación adoptadas por ICOMOS ofrecen sobre la intervención del patrimonio edificado ubicado en áreas de actividad sísmica y en especial el caso único de la construcción en tierra o piedra con tierra.

1.1 Vulnerabilidad sísmica del patrimonio en tierra o piedra con tierra

Las construcciones de tierra o de piedra asentada con barro tienen una resistencia a tracción muy baja, por lo que las fuerzas sísmicas ocasionan en ellas fisuras o colapsos. Por ello, la arquitectura patrimonial en tierra se encuentra más dañada que la de cualquier otro material.

Como un ejemplo del inmenso patrimonio en tierra perdido a lo largo de los siglos por la destrucción de los terremotos, la Fig. 1 presenta una valiosa fotografía del Acllawasi, parte del complejo monumental de Pachacamac, ubicado cerca de Lima. Se aprecia parte de lo poco que queda en

pie del Acllawasi (construido alrededor del Siglo XII) y la enorme destrucción sísmica que sufrió este gran templo Inca de las doncellas, construido en tierra, con algunas bases, gradas y pozos de agua (puquios) de piedra.

El Acllawasi fue completamente reconstruido por Tello de 1941 a 1945. Los recurrentes sismos de 1966, 1970, 1974 y 2007 lo volvieron a destruir dramáticamente y hoy está clausurado debido a la falta de seguridad de los visitantes.

Ensayos de laboratorio muestran que la albañilería de adobe resiste alrededor de 10 veces menos que la de ladrillo (según cifras del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú). El reciente sismo de Pisco, corroboró la vulnerabilidad de las obras de tierra, comparadas a las de otros materiales (Blondet et al., 2007).

La enorme intensidad de las fuerzas sísmicas es capaz de modificar la geometría de la corteza terrestre y con mayor razón colapsar las vulnerables obras fabricadas con piedra o tierra, materiales utilizados en la grandiosa época prehispánica. Valiosos monumentos como Caral, Huaca de la Luna, Chan Chan, Paramonga, o Pachacamac en el Perú, o como Paquimé, el Zapotal, la Joya, Teotihuacan, Cacaxtla, Tula, Tizatlán, y Cholula en México están en grave riesgo sísmico.

1.2 Coincidencia entre las zonas de construcción en tierra y las de actividad sísmica

El problema de la mayor ocurrencia de daños en las construcciones monumentales de tierra se agudiza por la perversa

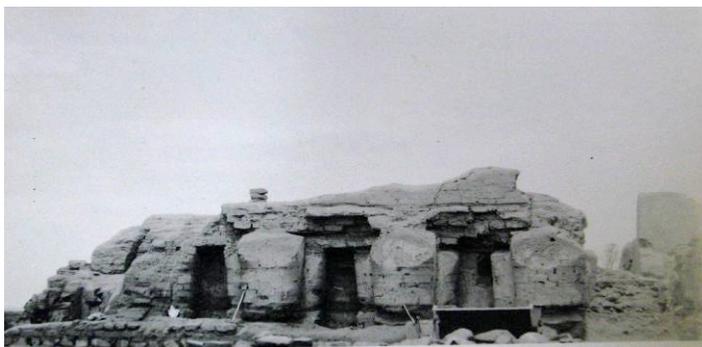


Fig. 1. Pachacamac, Perú. Templo de la Luna. Vista de detalle de tres nichos.1941. (Crédito: Archivo del investigador Julio C.Tello. Universidad Mayor de San Marcos)

coincidencia entre la ubicación de las obras monumentales de tierra y la actividad sísmica mundial. La Fig. 2 ilustra esta coincidencia en las costas occidentales y montañas americanas ubicadas en el cinturón circumpacífico, que disipa alrededor del 90 % de la energía sísmica

críticos como la tierra: "1.7 No deben emprenderse actuaciones sin sopesar antes sus posibles beneficios y perjuicios sobre el patrimonio arquitectónico, **excepto** cuando se requieran **medidas urgentes** de protección para **evitar la ruina inminente de las estructuras (por ejemplo, tras los daños**

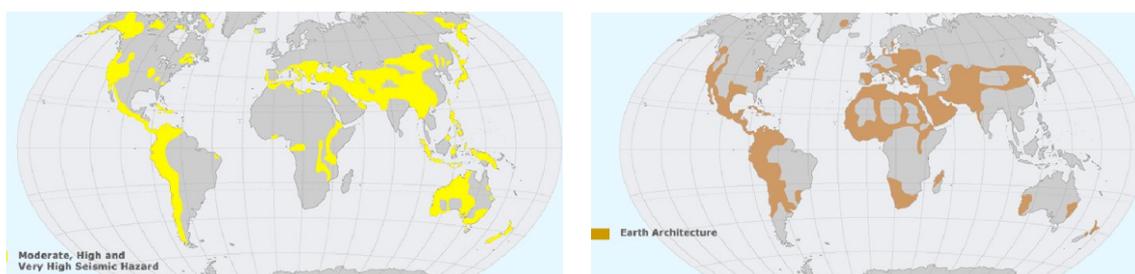


Fig. 2. Yuxtaposición de los mapas de geografía sísmica y zonas de construcción en tierra. (Crédito: De Sensi, 2003)

mundial. También en el mediterráneo y medio oriente ubicados en el cinturón euroasiático.

1.3 Las Cartas de Conservación no distinguen el tratamiento de intervención que requiere el patrimonio cultural en zonas de alta actividad sísmica

Las Cartas de Conservación adoptadas por ICOMOS carecen de orientación técnica sobre la intervención del patrimonio edificado ubicado en áreas de actividad sísmica y en especial el caso único de la construcción en tierra o piedra con tierra. Los principios y recomendaciones universales no distinguen la intervención patrimonial entre los casos de monumentos sujetos a la actividad sísmica, y los casos en los que los monumentos no sufren estos embates. La velocidad y dramatismo del daño patrimonial en zonas sísmicas es muy diferente al de las áreas sin actividad sísmica. Este hecho limita la creatividad que requieren las soluciones y el empleo de refuerzos sismorresistentes, bajo principios de mínima intervención y reversibilidad.

Solo la Carta de Zimbabwe, 2003 (<http://www.international.icomos.org/charters>) menciona tangencialmente la ocurrencia periódica de grandes sismos sin comprender ni mencionar el riesgo acumulativo de la destrucción patrimonial en materiales

causados por un seísmo); no obstante, se tratará de evitar que tales medidas urgentes produzcan una modificación irreversible de las estructuras". No queda claro en este enunciado, si las **medidas urgentes** son parte de una intervención de emergencia inmediatamente después de un temblor, como podría ser un apuntalamiento parcial o total, o si se trata de reforzamientos permanentes que sean reversibles, como en esta ponencia se pretende sugerir.

Ninguna Carta Internacional adoptada por ICOMOS ha distinguido la ubicación sísmica para abrir la posibilidad de diferenciar el tratamiento de la intervención respecto a las áreas no sísmicas. A esto se aspira. Se requiere trabajar en nuevos aportes de soluciones con refuerzo permanentes (no solo de emergencia) estructuralmente eficientes para conceder estabilidad y seguridad a los ocupantes y visitantes.

A raíz de opiniones del Comité Científico internacional de ICOMOS/UNESCO acerca del Cambio Climático y la posibilidad que el Cambio Tecnológico ayude a encontrar soluciones (simposios de Pretoria 2007, Nueva Delhi 2007 y Québec 2009), debe incluirse la misma preocupación, precaución y previsión para los Desastres Naturales, como son los Terremotos recurrentes en áreas sísmicas.

2. MEDIDAS LOCALES DE CONSERVACIÓN EN PAÍSES CON ACTIVIDAD SÍSMICA

La Carta de Venecia (1964-65) indica:

“... es esencial que los principios que dirigen la conservación y la restauración de los monumentos sean consensuados y formulados en una dimensión internacional, siendo cada nación responsable de aplicar una planificación dentro del marco de su propia cultura y sus tradiciones”.

La salvaguardia del patrimonio cultural construido en tierra o en piedra con barro debe considerar la ecología, geografía, historia, tradición, experiencia de observación de daños y actividad sísmica local. En el Perú, por ejemplo, está en revisión la norma peruana NTE E.080 Adobe, que pretende convertirse en una moderna herramienta de construcción y conservación de la arquitectura de tierra, con un capítulo de guías para la conservación patrimonial. Para ello, el organismo estatal encargado de la revisión de la norma (SENCICO/ Ministerio de Vivienda), está en conversaciones con la Getty Conservación Institute (GCI). También nuestro comité normativo, está en contacto con el comité responsable de crear una norma de conservación patrimonial de estructuras de tierra y piedra en Chile, para compartir esfuerzos y experiencias.

3. CRITERIOS DE DISEÑO EXISTENTES PARA CONSERVAR LAS CONSTRUCCIONES DE TIERRA EN ÁREAS SÍSMICAS

Las estructuras de tierra que han logrado perdurar en zonas sísmicas son de arquitectura masiva, constituida por muros anchos como elementos resistentes al peso vertical y a las fuerzas sísmicas. Aquellas obras que poseen grandes ventanas, columnas, arcos, techos abovedados y minaretes resultan muy vulnerables.

El daño estructural que produce la ocurrencia sísmica periódica en las obras de valor patrimonial es acumulativo. Cada terremoto empeora la estabilidad estructural global que debilitó el anterior. En este proceso se produce agrietamientos

en los elementos estructurales; las fisuras crecen, se abren y se multiplican. Las secciones de muros entre fisuras son cada vez más numerosos y menos estables: los muros y estructuras dejan de ser monolíticos. En un lapso medianamente largo, los terremotos terminan por hacer colapsar las estructuras y esto significa la pérdida del patrimonio.

En el caso específico de las construcciones con materiales de tierra o piedra con barro, en virtud de su mayor debilidad, el proceso de destrucción es bastante más rápido y por tanto la intervención es mucho más urgente y complicada. En estas obras los muros son los elementos estructurales principales y la estabilidad de los muros es indispensable para la estabilidad global.

Existen hasta tres criterios diferentes para el diseño de intervenciones en construcciones de valor histórico en base a tierra. Cada uno apunta a objetivos basados en filosofías de diseño, diferentes:

- a. El criterio más antiguo está basado en aumentar la resistencia de los elementos estructurales (los muros), para prevenir que se produzcan fisuras. Ejemplos de aplicación de este criterio son aumentar el espesor de los muros, construir contrafuertes, o reconstruir parcial o totalmente un muro dañado. Este criterio no es adecuado en áreas donde ocurren terremotos.
- b. Un criterio relativamente moderno está basado en mantener la estabilidad global de la estructura. Se trata de controlar el agrietamiento y separación de los elementos estructurales después de producida la fisuración sísmica, mediante la colocación de refuerzos resistentes a fuerzas de tracción. Un buen diseño debe añadir además capacidad de deformación a la estructura luego del agrietamiento inicial. Este criterio fue estudiado y aplicado por la PUCP desde 1972 hasta la fecha para viviendas populares y por el Getty Seismic Adobe Project (GSAP) de la GCI, en la década de los 90s, especialmente orientado a edificios históricos (Vargas et al., 1978;

Vargas et al., 2005; Tolles et al., 2002).

- c. Un criterio desarrollado recientemente está basado en la recuperación de la resistencia inicial de los muros fisurados. Se trata de reparar las fisuras existentes (generalmente de origen sísmico) para así desaparecer las discontinuidades producidas por éstas. Se requiere, entonces, reparar la estructura cada vez que la dañe un terremoto, para evitar la acumulación del daño. Este criterio fue desarrollado por la PUCP, con el apoyo de la GCI (Blondet et al. 2007a,b, 2008).

En áreas sísmicas conviene usar de manera complementaria dos o los tres criterios. La severidad sísmica obliga a contemplar todas las herramientas para evitar los colapsos.

4. HERRAMIENTAS Y MÉTODOS DE INTERVENCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN MONUMENTAL DE ARQUITECTURA DE TIERRA EN ÁREAS SÍSMICAS

Durante los últimos cuarenta años, en reacción a las pérdidas de vida y daños materiales producidos por los terremotos, la academia, los estados y el mundo profesional han reaccionado estudiando e intensificando programas de investigación que permitan disminuir la vulnerabilidad de las construcciones de tierra, a través del uso de refuerzos o reparación de daños. A continuación se describen abreviadamente tres importantes investigaciones.

4.1 Investigaciones desarrolladas en la PUCP con criterios de estabilidad, comportamiento o reforzamiento

Los tipos de refuerzos desarrollados en la PUCP desde 1972 hasta la fecha, orientados fundamentalmente a la vivienda de interés social y a construcciones comunales, consideran el uso de vigas collar superiores y adicionalmente algún tipo de mallas de refuerzo. Se reducen a cuatro generaciones de refuerzos, donde las más modernas pueden tener aplicación en la conservación monumental:

- Mallas internas de caña. 1974-1985 (Vargas J. 2005, p.4 y p.6).
- Mallas electrosoldadas embutidas en

enlucidos de cemento y arena. 1985-2005 (Zegarra L., 1997).

- Mallas externas de caña y sogá y con geomallas. 2005. (Torrealva D. 2005 pp. 2-3) Proyecto GCI/PUCP
- Geomallas de polímeros con enlucidos de barro. 2004-2009 (Blondet et al., 2007).

Las tres primeras soluciones son recomendadas para áreas de actividad sísmica moderada. El refuerzo de geomallas ha demostrado ser más eficiente en conceder ductilidad, por lo cual puede emplearse confiablemente en áreas de mayor actividad sísmica. Este sistema ha sido empleado en algunas intervenciones patrimoniales en Perú, con muros sin valor pictórico. Se percibe una reacción negativa frente a este tipo de refuerzo porque la colocación de la malla eliminaría el enlucido original.

4.2 Proyecto de Investigación realizado por la GCI con criterio de estabilidad o reforzamiento

El proyecto Getty Seismic Adobe Project (GSAP) se condujo en California y en Skopje (Macedonia). Iniciado en 1990, el proyecto estuvo especialmente dirigido a dar estabilidad y seguridad a las construcciones monumentales construidas en tierra.

Los refuerzos desarrollados por el proyecto GSAP desde 1990 hasta alrededor de 1997 (Tolles et al., 2003) consisten en elementos confinantes que conceden algún tipo de ductilidad y estabilidad global a los muros. Los muros más esbeltos requieren soluciones más agresivas. Las principales herramientas recomendadas son:

- Viga collar superior de madera.
- Detallados de conexiones muro-techo.
- Diafragmas de madera en casos de construcciones con tímpanos.
- Lazo horizontal superior y /o inferior, de material sintético o acero flexible (cables).
- Lazos verticales cerca de las esquinas y vanos, de material sintético o cables.
- Combinación de vigas collar y lazos horizontales y verticales.
- Barras centrales de acero o material sintético embutidas en alvéolos y fijados con algún tipo de lechada.

Como en el caso peruano, los proyectos elaborados en California utilizando soluciones con estos refuerzos, han recibido una reacción adversa de la comunidad internacional de conservadores por ser consideradas agresivas, especialmente la solución de los núcleos centrales (core centers) que resultan irreversibles (Barrow J. et al., 2005).

4.3 Investigaciones en curso de la PUCP, con criterios de restitución de la resistencia estructural. Reparación de Fisuras con lechadas de barro

El sistema de reparación de fisuras en muros y estructuras de tierra por inyección de barro líquido (grout), se viene desarrollando por la PUCP desde el 2005 hasta la fecha con el apoyo de la Dirección Académica de Investigación. Este proyecto contó en su segundo año de desarrollo con el apoyo simultáneo de la GCI (2007). Un avance de resultados fue presentado en el "First Experts Meeting on Seismic Repair and Retrofit for Earthen Buildings Structural Grouting Research" Lima, 2007 organizado por la GCI.

5. EJEMPLOS DE APLICACIONES EN EL CAMPO

5.1 Reconstrucción del Complejo Histórico Mateo Salado, Lima, Perú

Este complejo fue construido en tierra y piedras por la Cultura Ichzma (siglo XII) y ocupado luego por los Incas. Se trata de varias pirámides truncas, formadas por capas de alrededor de 2.5 m de altura, constituidas por retículas de muros de piedras redondeadas sostenidas por rellenos de tierra y muros de contención perimetrales de capas verticales de tapial.

Los sismos destruyeron los muros de contención y con ello se perdió la estabilidad de grandes sectores. Con inyecciones de barro pretamizado líquido se restituyeron juntas de mortero de barro, tanto en fisuras transversales, como en la separación longitudinal de las capas de tapiales. Esta amigable intervención es realizada con materiales del lugar. Antes de vaciar el grout de barro líquido (suelo tamizado con alto contenido de agua), se

emplearon sellos permanentes de barro y unas tablas para sujetarlos.

En la Fig. 3 se observa uno de los múltiples casos de muros de sostenimiento de tapial, formados por capas verticales, que al despegarse entre sí por el paso del tiempo, pierden su continuidad y reducen varias veces su resistencia. Como es sabido, tres capas juntas pero sin adhesión crean un muro de sostenimiento de mucha menor resistencia que la de un muro sólido. La inyección de las juntas entre capas, multiplica su resistencia, sin uso de



Fig. 3. Muro de sostenimiento debilitado, que se inyecta para multiplicar su resistencia frente a los empujes laterales del relleno. (Crédito: Mirna Soto, 2008).

refuerzos. Estas soluciones amigables fueron ejecutadas por el arqueólogo encargado de las obras, Pedro Espinosa del INC, 2009, con la asesoría estructural de Julio Vargas N.

5.2 Taller de restauración en el Acllawasi de Pachacamac, Lima, Perú

El Acllawasi de Pachacamac fue reconstruido por el arqueólogo Julio C. Tello, entre el 1941 y 1945 después del sismo de 1940, utilizando los mismos materiales y tecnología originales. Los sismos de 1966, 1970, 1974 y 2007 se encargaron de volverlo a destruir. Bajo un programa de UNESCO Perú, se realizó estudios sobre los

archivos históricos de J.C.Tello y trabajos de restauración en un pequeño espacio del vasto complejo, para un taller de arqueólogos y técnicos del lugar. Se trata de un proceso de capacitación sobre las nuevas técnicas de reparación de fisuras por inyección de barro líquido. En la Fig. 4 se aprecia la reparación de las grietas realizadas por la Arq. Sofía Rodríguez Larraín en el Acllawasi dentro de un equipo multidisciplinar dirigido por el Arq. Edgar Santa Cruz con asesoría estructural del Ing. J. Vargas Neumann.

5.3 Intervención de la Casa Marrou, Lima, Perú

Una interesante aplicación de refuerzo



Fig. 4. Aplicaciones de reparación de fisuras por inyección de barro líquido en el Acllawasi. Soluciones amigables. (Crédito: Sofía Rodríguez Larraín, 2008)

reversible de geomallas y reparación de fisuras por inyección de barro líquido de suelo tamizado se realizó en la antigua Casa Marrou, Barranco, Lima. La obra fue dirigida por la conservadora Arq. Sofía Rodríguez Larraín en 2008, con la asesoría estructural del ing. Julio Vargas N. Se retiró el enlucido impermeable de cemento con el que había sido reparado y colocó la malla polímera embutida en enlucido de barro y paja que permitía "respirar" a los muros de adobe.

5.4 Intervención de la casona de adobe Las Flores en California, USA

Esta experiencia fue ejecutada por un equipo de profesionales de conservación dirigidos por Jake Barrow en California, 2004. Se utilizó herramientas desarrolladas en el GSAP, como el refuerzo de confinamiento superior (cable de acero, solución reversible) y los núcleos centrales (solución no reversible). La aplicación de esta última solución crea cierta reacción y puede desalentar otras soluciones aceptables y muy convenientes del GSAP.

5.5 Modelo de reciente intervención en la Ciudadela de Bam, Irán

Debido a la recurrente destrucción sísmica, en 1970 se inició un proceso de reconstrucción de la ciudadela del Fuerte de Bam, Irán, utilizando los materiales y tecnologías originales, como en el caso del Acllawasi. En el 2003, la ciudadela fue devastada por otro sismo, cuando se seguían realizando trabajos de reconstrucción.

Recientemente, se realizó un nuevo modelo de intervención muy discutido, basado en criterios de reforzamiento más agresivos. Se trata de la reparación de una de las 38 torres de la histórica ciudadela amurallada de Arg-e Bam, realizada por un equipo consultor italiano, que fue presentada en Lima por el Ing. Valter Santoro. Es un caso de múltiples perforaciones locales y globales y reforzamiento con varillas de fibra de vidrio, adheridas con lechada de barro líquido. Las Figs. 5 y 6 muestran aspectos de esta solución semejante a la de los núcleos centrales del GSAP, pero con bastante más agresividad e irreversibilidad.

6. LAS CARTAS INTERNACIONALES DE CONSERVACIÓN (ADOPTADAS POR ICOMOS)

Las cartas de conservación internacionales podrían ayudar a frenar la destrucción de la arquitectura patrimonial en tierra o piedra con tierra en áreas sísmicas si contemplaran las profundas y diferentes características de vulnerabilidad de los materiales y estructuras frente a los terremotos.

La actividad sísmica divide al mundo en dos áreas y ya no es posible ignorar este hecho. Los adelantos tecnológicos de la

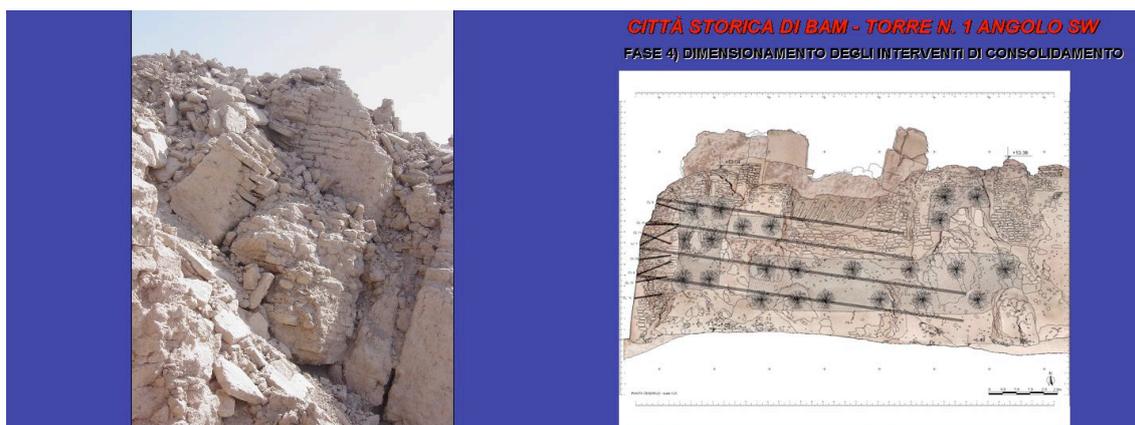


Fig. 5. Vista del estado del daño en la torre y plan de perforaciones ortogonales e inclinadas, para refuerzos de fibra de vidrio. Ciudadela de Bam, Irán. (Crédito: Ing. Valter Santoro, 2008).



Fig. 6. Andamio, perforación y colocación de varillas de fibra de vidrio en posición. Ciudadela de Bam, Irán (Crédito: Ing. Valter Santoro, 2008).

ingeniería sismorresistente de los últimos 50 años demuestran muy claramente la imposibilidad de tratar la conservación patrimonial bajo un mismo conjunto de recomendaciones genéricas.

La teoría de la deriva continental ha sido consolidada, explica las causas de los terremotos y define una geografía sísmica, donde los efectos sobre la naturaleza y las edificaciones puede tratarse y estudiarse por modernas técnicas probabilísticas. Gracias a los estudios históricos y estadísticos instrumentales es posible estimar comparativamente el riesgo sísmico de todo el planeta y definir mapas de riesgo o amenaza sísmica. Se conoce entonces los lugares con mayor o menor peligro sísmico, o sin peligro sísmico.

Los sismos producen en las edificaciones fuerzas de inercia adicionales a las fuerzas verticales permanentes debidas a la ley

de la gravedad. Las fuerzas sísmicas son dinámicas: variables de intensidad en el tiempo con diferentes frecuencias.

Aunque el hombre está habituado a las fuerzas gravitacionales, no lo está a las fuerzas sísmicas y además no siempre tiene conciencia de su importancia. Este hecho se refleja en la poca resistencia frente a los terremotos de las obras que creó en el pasado. Las fuerzas sísmicas producen esfuerzos, agrietamientos y fallas en los elementos estructurales sin un buen diseño, que pueden llevarlos a colapsos parciales y totales durante los terremotos.

Los materiales débiles y frágiles frente a fuerzas de tracción, como los empleados en las construcciones de tierra o piedra con tierra, se agrietan a fuerzas bastante menores que otras mamposterías como las de ladrillo o piedra asentados con morteros de cal y arena o mejores. Los materiales frágiles, además, sufren roturas súbitas, lo que significa falta de seguridad para los ocupantes de las construcciones.

La recurrencia sísmica produce acumulación del daño estructural, hasta niveles de colapso y desaparición del valor patrimonial. Ello exige o la permanente reparación del daño después de cada terremoto, o el uso de refuerzos estructurales permanentes y compatibles con los materiales débiles, que tengan altas resistencia a la tracción para evitar los daños mayores o colapsos.

Al amparo de los criterios de las cartas de conservación, se han utilizado los mismos materiales y tecnologías de construcción originales en la conservación. Estas esforzadas intervenciones han resultado insuficientes frente a las fuerzas sísmicas. Así, se ha creado un ciclo repetitivo de conservación versus daño que conlleva a la paulatina desaparición del valor patrimonial y al riesgo de vida. Esto ocurrió en la Ciudadela de Arg-e Bam y en el Acllawasi de Pachacamac por citar solo dos casos.

Para salvar el patrimonio en tierra en áreas sísmicas, se necesita incluir en las cartas de conservación adoptadas por ICOMOS, la posibilidad de colocar refuerzos compatibles y permanentes con criterios de mínimo esfuerzo y reversibilidad.

7. CONCLUSIONES PARA ÁREAS SÍSMICAS

- 1) Es necesario evitar la destrucción del patrimonio de arquitectura de tierra y piedra con tierra, ocasionado por los frecuentes y severos terremotos.
- 2) Hay que difundir y perfeccionar las técnicas de reparación de fisuras por inyección de barro líquido en muros históricos de tierra.
- 3) Bajo los criterios recomendados en las cartas internacionales actuales se producen los ciclos de daño-intervención-daño mostrados en el siglo pasado y el actual.
- 4) Es necesario perfeccionar las cartas Internacionales de conservación para permitir la colocación de refuerzos permanentes de materiales resistentes a tracción y compatibles con las obras en base a tierra y piedra con tierra en áreas sísmicas, con criterios de mínima intervención y reversibilidad.

Bibliografía

Barrow, J., Porter, D., Farneth, S. y Tolles, L. (2005). Las Flores adobe seismic retrofit: A case study using GSAP Guidelines and Development of Compatible and Reversible Grouts. *Seminario Internacional de la Arquitectura, Construcción y Conservación de Edificaciones en Tierra en*

Áreas Sísmicas. Lima: SismoAdobe2005.

Blondet, M., Vargas, J. and Tarque, N. (2007). *Behavior of earthen structures during the Pisco earthquake, Perú*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Blondet, M., Vargas, J., Ginocchio, F., Morales, K. y Iwaki, C. (2007a). *Estudio preliminar del uso de grouts de barro para reparar fisuras estructurales en muros históricos de adobe*. EEUU: AdobeUSA 2007.

Blondet, M., Vargas, J., Ginocchio, F., Villa García, G., Morales, K. y Iwaki, C. (2007b). *Reparación de grietas en construcciones históricas de tierra en áreas sísmicas, Informe Final DAI*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Blondet, M., Vargas, J., Ginocchio, F., Villa García, G., Sanchez, K., Fernandez, C. y Chang, J. (2008). *Reparación de grietas en construcciones históricas de tierra en áreas sísmicas, Parte II, Informe Final DAI*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

De Sensi, B. (2003). *Terracruda, La diffusione dell'architettura di terra*. Disponible en <http://www.terracruda.com/architetturadiffusione.html>

Santa Cruz, E. (2009). *Proyecto de intervención en el sector del Acllahuasi del Sitio Arqueológico de Pachacamac, Informe final*. Lima: UNESCO, Comisión Nacional Peruana de Cooperación de la UNESCO.

Tolles, E. L., Kimbro, E. E., and Ginell, W. S. (2002). *Planning and engineering guidelines for the seismic stabilization of historic adobe structures*. GCI Scientific Program Reports. Los Angeles: The Getty Conservation Institute.

Torrevalva, D., Acero, J. (2005). Uso de materiales naturales y de polímeros en el refuerzo sísmico de construcciones de adobe. *Seminario Internacional de la Arquitectura, Construcción y Conservación de Edificaciones en Tierra en Áreas Sísmicas*. Lima: SismoAdobe2005.

Vargas, J., Blondet, M., Ginocchio, F. y Villa García, G. (1978). *La vivienda rural de adobe*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Vargas, J., Bariola, J., Blondet, M. y Metha, P. (1984). *Seismic strength of adobe masonry*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Vargas, J. Blondet, M. Ginocchio, F. y Villa García, G. (2005). 35 años de investigaciones en sismo adobe: la tierra armada. *Seminario Internacional de la Arquitectura, Construcción y Conservación de Edificaciones en Tierra en Áreas Sísmicas*. Lima: SismoAdobe2005.

FICHAS DE INVENTÁRIO: SICG (SISTEMA INTEGRADO DE CONHECIMENTO E GESTÃO) DO IPHAN – ESTUDO DE CASO EM PATRIMÔNIO RURAL

Sandra Cristina Fernandes Martins* (Brazil)
Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio, CEUNSP

João Adriano Rossignolo** (Brazil)
Escola Engenharia São Carlos EESC - USP

RESUMO

O patrimônio rural da cidade de Campinas tem em sua configuração técnicas construtivas em que se utiliza a terra. A partir da segunda metade do século XIX impulsionada pela expansão da economia cafeeira e pela riqueza acumulada pelo açúcar, a cidade tornou-se detentora de uma vasta área com fazendas rurais, inseridas na atual malha urbana. Podemos explicar que a conservação da arquitetura e das construções em terra, foi um dos temas discutidos no I Fórum Nacional do Patrimônio Cultural de 2009, realizado em Ouro Preto, Minas Gerais. As construções em terra estão presentes na maioria das edificações rurais e para se conceituar o patrimônio cultural rural é preciso reconhecer e valorizar todos os elementos naturais e constituídos quanto às técnicas, às crenças, os costumes e o saber fazer do meio rural. Muitos modelos de gestão para preservação do patrimônio estão em uso, mas o modelo SICG do IPHAN apresenta novidades. O objetivo deste artigo é apresentar o modelo de gestão SICG (Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão) do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) do Brasil com seus modelos de fichas de inventário de patrimônios históricos e através da análise de uma ficha de inventário contribuir para o questionamento de métodos de proteção e conservação. Saber reconhecer o valor patrimonial das técnicas construtivas da arquitetura rural da terra roxa (região de Campinas) na qual predominam as taipas e outras técnicas nos fará delimitar um justo lugar no valor de memória do patrimônio. A metodologia tem como base o estudo da arquitetura rural, além da análise das fichas de inventário do SICG (1). A documentação pesquisada inclui textos, fichas, mapas, assim como material gráfico e iconográfico. Tomamos como objeto de análise o estudo de caso da fazenda de café Mato Dentro em Campinas que possui casa-sede, capela e tulha tombadas pelo Condephaat e pelo Condepacc órgãos estaduais e municipais respectivamente de proteção do patrimônio cultural. Com grande relevância para a cidade devido seu contexto na história campineira. Tem várias técnicas construtivas tais como a taipa-de-pilão, o pau-a-pique, a alvenaria de tijolos, a alvenaria de pedra, o ladrilho hidráulico e a telha de colo ou capa-canal. Sendo assim, questionamentos se formaram devido à inovação do assunto e a idéia de utilização de uma tecnologia eficaz.

Palavras-chave: Fichas de inventário, IPHAN-SICG, Arquitetura rural brasileira.

*sancfm@terra.com.br

**j.a.rossignolo@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Em 2009, durante o I Fórum Nacional do Patrimônio Cultural, em Ouro Preto, no estado de Minas Gerais, realizado pelo IPHAN discutiu-se sobre os desafios, as estratégias e experiências de uma nova gestão para o patrimônio cultural brasileiro.

Dentre vários assuntos abordados foi discutido e distribuído a publicação do manual do Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão (SICG) que é uma ferramenta de apoio para a gestão e proteção do patrimônio cultural desenvolvido para reunir um amplo e diversificado conjunto de informações referentes às cidades históricas brasileiras.

Esse instrumento tem o objetivo de integrar dados sobre o patrimônio cultural, com foco nos bens de natureza material, reunindo em uma base única informações sobre cidades históricas, bens móveis e integrados, edificações, paisagens, arqueologia, patrimônio ferroviário, conjuntos rurais e outras ocorrências do patrimônio cultural no Brasil.

O SICG é constituído por um conjunto de fichas agrupadas em três módulos: Conhecimento, Gestão e Cadastro. Cada Módulo corresponde a uma esfera de abordagem do patrimônio cultural e possui fichas estruturadas para a captura e organização de informações conforme o objetivo do estudo ou inventário. Os módulos foram idealizados para permitir uma abordagem ampla do patrimônio cultural, partindo do geral para o específico, com recortes temáticos e territoriais, e possibilitando a utilização de outras metodologias, como o Inventário Nacional de Referências Culturais-INRC (2).

Nestes termos, é relevante comentar que as fichas de inventário são propostas como ferramentas de auxílio na gestão e planejamento do patrimônio cultural, além de propor um modelo e metodologia única de documentação e inventário de bens culturais. Vale a pena ressaltar que existe uma ficha específica para os conjuntos rurais objeto de análise desta pesquisa.

O presente artigo trata de apresentar o modelo de gestão SICG do IPHAN do Brasil e através da análise da ficha (M304 conjuntos rurais) ao objeto de estudo Fazenda Mato Dentro de Campinas, no estado de São Paulo, contribuir para o questionamento de métodos de proteção e conservação.

2. A HISTÓRIA DO PATRIMÔNIO RURAL NO BRASIL

O estudo do patrimônio arquitetônico rural vem despertando o interesse de engenheiros e arquitetos por seu potencial de alavancar e viabilizar empreendimentos no espaço não-urbano. Também historiadores, geógrafos, economistas, turismólogos, arquitetos e empresários tradicionalmente ligados ao mundo rural começam a descobrir nesse conjunto uma oportunidade de agregar valor a suas propriedades ou a seus negócios, atraindo o homem da cidade carente das raízes rurais (Argollo Ferrão, 2007, p.92).

O termo patrimônio rural foi citado pela primeira vez na recomendação de Paris instituída pela Conferência Geral da Unesco em 1962. Esse documento dispõe sobre a salvaguarda das paisagens e sítios naturais ou rurais. No artigo II, item 5, destaca-se que "a preservação é quando possível, a restituição do aspecto das paisagens e sítios, naturais e urbanos, devido à natureza ou à obra do homem, que apresentem um interesse cultural ou estético, ou que constituam meios naturais característicos" (IPHAN, 1995, p.99).

É considerado patrimônio rural:

Os antigos casarões e senzalas, colônias e casas de trabalhadores dispersas construídas com técnicas tradicionais da arquitetura rural ou com materiais e técnicas alternativas de construção, toda arquitetura vernacular, antigas capelas rurais, engenhos e casas de máquinas, o próprio maquinário desativado, antigos equipamentos de produção e energia (monjolo, rodas d'água, etc.), elementos e sistemas estruturais antigos (pontes, diques, barragens, etc.), o espaço físico destinados às manifestações culturais

locais (praças, terreiros, largos, vilarejos, etc.) (Argollo Ferrão, 2007, p.94).

Panis e Oliveira (2008) relatam que além de todos esses elementos destacados por Argollo Ferrão, acrescentam-se as manifestações artístico-culturais, as formas de expressão, as comidas, as vestimentas, os utensílios domésticos e de trabalho, entre outros.

Argollo (2004) narra que os estudos sobre arquitetura rural no Brasil tem evoluído nos últimos anos de acordo com a lógica das intensas mudanças porque passa o ambiente rural no País. Normalmente, ao se focar a arquitetura rural, remete-se logo à idéia de uma paisagem singela, composta por pequenos sítios ou enormes glebas sem a necessária infraestrutura física capaz de dotar o território de elementos que otimizem a produção agropecuária e ao mesmo tempo a qualidade de vida dos trabalhadores e empresários rurais. A paisagem rural brasileira, com seu imenso patrimônio cultural, confere aos estudos sobre a arquitetura rural uma dimensão socioeconômica importante.

Assim, como forma de minimizar os impactos de nos custos de um edifício se faz necessário levantar dados, estudar seu programa de necessidades, verificar quem são seus usuários, seu projeto arquitetônico, sua relação com o entorno, fluxos, circulação, e principalmente o valor que lhes é atribuído por transmitir para gerações futuras. Mas quando pensamos em edifícios históricos tombados, a importância é ainda maior na medida em que permite a antecipação de problemas e possíveis incompatibilidades comuns no projeto de restauro. Para além do custo financeiro, há um ganho para a sociedade com a garantia da preservação de sua memória construída (Brum, 2008, p.238).

O desgaste natural sofrido pelo tempo faz com que esses edifícios históricos entrem em um processo de degradação, além de outras ações como vandalismo, descuido, poluição e calamidades naturais como ventos, chuvas, inundações entre outros. A preservação do patrimônio arquitetônico

não é uma tarefa fácil.

O inventário caracteriza-se como “uma operação permanente, dinâmica e sistemática, visando o cadastro de manifestações humanas, em suas diferentes criações espontâneas e formas, e de potencialidades naturais” (IPAC, 2001, p.2) (3).

Cabe ainda ressaltar que a Declaração de Amsterdã nos relata sobre a importância da difusão de inventários como base para a conservação.

Seria desejável que esses inventários fossem largamente difundidos, notadamente entre as autoridades regionais e locais, assim como entre os responsáveis pelo planejamento físico-territorial e pelo plano urbano como um todo, a fim de chamar sua atenção para as construções e zonas dignas de serem protegidas. Tal inventário fornecerá uma base realista para a conservação, no que diz respeito ao elemento qualitativo fundamental para a gestão dos espaços (IPHAN, 1995, p. 234).

3. FAZENDA MATO DENTRO

A propriedade rural conhecida como Fazenda Mato Dentro surgiu no início do século XIX e inseriu-se exemplarmente no padrão de ocupação fundiária e de produção agrícola dominantes na região campineira. Formada em 1806, a partir da gleba de terra desdobrada pelo Tenente-Coronel Joaquim Aranha Barreto de Camargo essa propriedade inicia-se como engenho e plantação de açúcar tornando-se em poucos anos produtora de café (Vaderrama et al, 2008).

Atualmente a área da fazenda encontra-se dentro do tecido urbano hoje transformada num parque ecológico de uso público. A fazenda Mato Dentro possui características do final do século XVIII. Segundo, PUPO (1983):

“... uma das características das velhas construções do final do século XVIII e primeiros anos do século XIX está nos telhados de quatro águas sobre um quadrilátero perfeito de construção,

ou de três águas com partes térreas adidas e sobrado; (...), e mais casas térreas como a de Joaquim Aranha no engenho-fazenda Mato Dentro (...), homem viajado, conhecedor do fausto de outras regiões (...). A sua residência rural também teve requintes, como sua porta principal com entalhes, seu forro de salão nobre, e com a singularidade de ser a casa um perfeito quadrilátero, telhado de quatro águas, dispondo de um outro lanço, à direita da casa, com piso inferior (e comunicação interior), no alinhamento da fachada principal, destinada ao cômodo de serviços, cozinha, dispensa, etc. Assim, o quadrilátero principal (47 x 17 m) dispõe-se de uma planta de rígida simetria desenvolvida em torno de um grande salão central (a varanda) e de um longo corredor e se destinou, exclusivamente, aos cômodos sociais e íntimos.

Foram encontrados técnicas e materiais de construção como a taipa-de-pilão, o pau-a-pique, a alvenaria de tijolos e alvenaria de pedra. O ladrilho hidráulico e a telha de colo ou capa-canal também eram desenvolvidos na fazenda. A técnica construtiva de taipa-de-pilão é de importância para caracterizar esta época de transição entre a arquitetura do açúcar e a do café. (SILVA, 2006).

4. ESCALAS DE ATUAÇÃO NA DEFESA DO PATRIMÔNIO NO BRASIL

Precisamos tornar claro que no Brasil, devido sua extensa área, existem órgãos em três escalas de gestão que cuidam da defesa do patrimônio cultural brasileiro. Como o enfoque é o estado de São Paulo e a cidade de Campinas temos como exemplos: Na escala federal o IPHAN (Instituto de Defesa do Patrimônio Artístico Nacional, Condephaat (Conselho de Defesa do Patrimônio Artístico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo) na escala estadual e Condepacc (Conselho de Defesa do Patrimônio Cultural de Campinas) na escala municipal. Esses três órgãos praticam tombamento e preservação e estão ligados ao governo.

5. SICG - SISTEMA INTEGRADO DE CONHECIMENTO E GESTÃO

SICG é uma ferramenta de apoio desenvolvida pelo departamento de Patrimônio material e fiscalização do IPHAN para a gestão e proteção do patrimônio cultural desenvolvido para reunir um amplo e diversificado conjunto de informações referentes às cidades históricas brasileiras.

Esse instrumento tem o objetivo de integrar dados sobre o patrimônio cultural, com foco nos bens de natureza material, reunindo em uma base única informações sobre cidades históricas, bens móveis e integrados, edificações, paisagens, arqueologia, patrimônio ferroviário, conjuntos rurais e outras ocorrências do patrimônio cultural no Brasil.

É constituído por um conjunto de fichas agrupadas em três módulos: Conhecimento, Gestão e Cadastro. Cada Módulo corresponde a uma esfera de abordagem do patrimônio cultural e possui fichas estruturadas para a captura e organização de informações conforme o objetivo do estudo ou inventário. Os módulos foram idealizados para permitir uma abordagem ampla do patrimônio cultural, partindo do geral para o específico, com recortes temáticos e territoriais, e possibilitando a utilização de outras metodologias, como o Inventário Nacional de Referências Culturais – INRC (voltado para a identificação de bens de natureza imaterial). (SICG, 2009, p.9).

Como um instrumento em construção, nem todos os modelos de fichas estão concluídos, e muito menos foram dadas explicações durante o fórum de como será o funcionamento do seu cadastro, o SICG tem como uma das aplicações fundamentais o desenvolvimento de inventários de Conhecimento. Esses inventários de conhecimento têm como objetivo formar uma base de informações aplicadas à construção de uma rede de Proteção do Patrimônio em todos os estados e municípios do Brasil (SICG, 2009, p.11). No fluxograma abaixo (Fig. 1) se pode ter uma compreensão geral do que é composto este sistema.

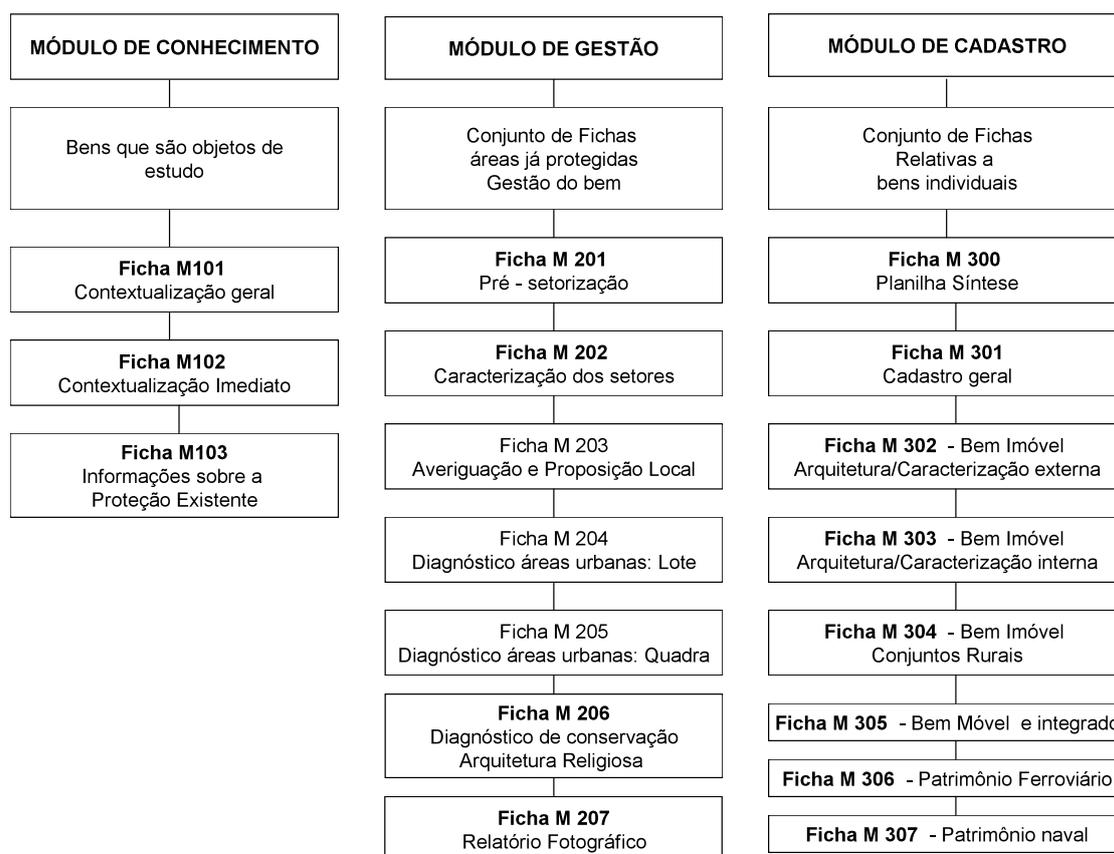


Fig. 1. Fluxograma dos módulos do SICG. Fonte: autores, 2009.

O módulo de Conhecimento visa reunir informações que contextualizem a história e no território, os bens que são objetos de estudo. Organiza, portanto, as informações provenientes de universos culturais temáticos ou territoriais. O de gestão reúne um conjunto de fichas cujo enfoque são as áreas já protegidas e tem obrigação de fazer a gestão. E finalizando temos o módulo de cadastro que reúne bens de interesse ou já protegidos possui uma ficha padrão comum e aprofundando os conhecimentos fichas especializadas sobre arquitetura, bens móveis e integrados, conjuntos rurais, patrimônio ferroviário, etc. (SICG, 2009, p.10).

O sistema será informatizado e atuará estando estruturado em base word e excel, seus usuários serão o IPHAN, estados, municípios e entidades parceiras como universidades, centros de estudos, museus e outros. Futuramente poderá ser acessada para consulta via internet facilitando a

pesquisa. Ainda não está disponível para acesso. Entretanto não podemos deixar de comentar que no Brasil já existe vários modelos de fichas de inventário entre os diversos órgãos que atuam na proteção e conservação do patrimônio cultural como: CONDEPHAAT (Conselho de defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado de São Paulo); CSPC (Conselho Setorial do Patrimônio Cultural de Campinas); DPH (Departamento de patrimônio Histórico) – São Paulo; Inepac (Instituto Estadual do Patrimônio Cultural do Rio de Janeiro); IPAC (Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural da Bahia); SPHAN/Pró Memória – Ouro Preto. Voltando ao SICG relatamos que para áreas rurais, foco da pesquisa, existe um modelo de ficha M304 – Bem imóvel – Conjuntos rurais preenchido com os dados da Fazenda Mato Dentro (ver Tabela 1).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SICG é um conceito inovador no quadro

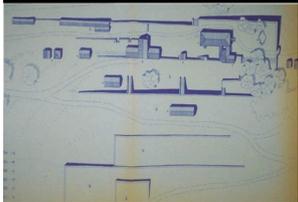
| 1 IDENTIFICAÇÃO | | | | | | |
|--|---|--|--|-----|--|--|
| 1.1. Recorte territorial (identificação da região estudada) | | | | | | |
| Região Sudeste | | | | | | |
| 1.2. Recorte temático (identificação do tema do estudo) | | | | | | |
| Patrimônio Rural | | | | | | |
| 1.3. Identificação do Bem (denominação oficial, denominação popular, outras denominações) | | | | | 1.4. Código Identificador iphan | |
| Fazenda Mato Dentro, Parque ecológico Rod. Heitor Penteado, Vila Brandina. Campinas - SP | | | | | | |
| 2. CROQUI DE IMPLANTAÇÃO | | | 3. SELEÇÃO DE IMAGENS | | | |
|  | | |  | | | |
| 4. EDIFICAÇÕES NA PROPRIEDADE (listar por função, a partir da edificação principal/sede) | | | | | | |
| | 4.1. Denominação | 4.2. Época da Construção | 4.3. Características gerais (técnica, materiais, estado geral de conservação) | | | |
| A | Casa sede da fazenda | Imprecisa | Sistema construtivo: alvenaria de pedras, taipa de mão, taipa pilão e telha capa e canal. Apresenta bom estado de conservação. | | | |
| B. | Tulha | imprecisa | Apresenta bom estado de conservação. | | | |
| C. | Anexos | | | | | |
| D. | | | | | | |
| 4.4. Realizar levantamentos de algum imóvel? | | sim | x | Não | Quais ? | |
| 4.5. Realizar outros levantamentos? | | sim | x | Não | Quais ? | |
| 5. INFORMAÇÕES SOBRE A ATIVIDADE ECONOMICA | | | | | | |
| 5.1. Original | Fazenda de açúcar, café, Instituto biológico. | | | | | |
| 5.2. Atual | Museu ambiental | | | | | |
| 6. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES | | | | | | |
| 7. LEVANTAMENTO ARQUITETÔNICO EXISTENTE (copiar quantas linhas forem necessárias) | | | | | | |
| 15.1. planta (relacionar nomes) | 15.2. Escala | 15.3. Localização e base disponível | | | 15.4. Data | |
| Planta baixa pav. térreo. | 1:50 | Condepacc | | | | |
| Planta baixa pav. superior | 1:50 | Condepacc | | | | |
| | | | | | | |
| 8. OUTROS LEVANTAMENTOS/BASE DE DADOS (copiar quantas linhas forem necessárias) | | | | | | |
| 16.1. Tipo | 16.2. Quant. | 16.3. Autoria, localização e base disponível | | | 16.4. Data | |
| | | | | | | |
| 9. FONTES BIBLIOGRÁFICAS E DOCUMENTAIS | | | | | | |
| Condepacc, Condephaat e Centro de Memória Unicamp. | | | | | | |
| 10. PREENCHIMENTO | | | | | | |
| 10.1. Entidade | IPHAN | | | | 10.2. Data | |
| 10.3. Responsável | S. Santos | | | | | |

Tabela 1. Módulo de Cadastro Ficha M304. Créditos: IPHAN, 2009.

de preservação do patrimônio brasileiro. Percebe-se que existe uma preocupação e um esforço coletivo dos diversos órgãos que atuam na preservação do patrimônio para que o sistema se concretize e que

possa direcionar as pesquisas em uma base de dados única. Contudo, o sistema ainda não está em operação e pouca literatura e outras informações se têm sobre o assunto.

O que sentimos é que existem limitações evidentes nas questões dos módulos. Um programa de tal grandeza poderia ter pensado na inclusão de outros módulos depois do módulo de cadastro como, por exemplo, módulo de conservação e módulo de manutenção do bem. Isso iria gerar outras fichas (ou itens) avaliando o estado de conservação (fichas de caracterização das construções) e fichas de manutenção onde poderíamos acompanhar o processo e o desempenho das estruturas dentre outros.

Uma das funções das fichas de inventário é catalogar; sendo assim utilizadas como instrumentos de ponta do processo, poderiam contemplar as patologias comuns através de campos mais específicos onde seriam descritos os métodos de intervenção nas edificações históricas reunidas através das mãos dos fiscais de obra. Muitas inovações na área da tecnologia poderiam agilizar o processo de diagnóstico e tratamento dessas patologias como, por exemplo, a utilização de ensaios não destrutivos como o ultrassom. Essa tecnologia eficaz e de custo acessível poderia minimizar a morosidade do processo de prevenção e conservação.

Acreditamos que toda intervenção em edificações históricas deve ser precedida de investigação técnico-científica. Entende-se por investigação técnico-científica a utilização das técnicas mais avançadas de caracterização física e química dos materiais, auxiliando a identificação dos agentes e mecanismo de deterioração. Isso iria desvendar o estado de degradação do bem rural e auxiliar no processo de prevenção e manutenção das construções em terra. O modelo de ficha M304 não contribui para gerar um histórico específico sobre as manutenções e os possíveis restauros.

Com o início operacional do sistema SICG muitos dos modelos propostos para as fichas de inventário poderão sofrer mudanças passíveis devido ao uso. Sendo assim, outros questionamentos e sugestões poderiam ser relatados aqui, mas uma das vantagens do sistema será futuramente a agilidade na

integração de dados sobre o patrimônio cultural.

E para concluir, a motivação para a realização deste artigo surge do interesse geral na reabilitação das construções rurais com ênfase na utilização da área de tecnologia para que a preservação e gestão dos patrimônios seja contributo fundamental para a memória coletiva da população.

Bibliografia

- Argollo Ferrao, A. M. (2007). Arquitetura rural e o espaço não urbano. *Revista Labor&Engenho*, nº 1. Campinas, 89-100.
- Argollo Ferrao, A. M. (2004). *Arquitetura Rural dentro do Contexto sobre Patrimônio e Paisagens Culturais*. (Relatório de Pós Doutorado, Barcelona [EST]: ETSAB-UPC, 2004).
- Brum, C. V. C. et al. (2009). *Impacto do projeto de climatização na reabilitação de edificações históricas*. Simpósio Brasileira de Qualidade do projeto no Ambiente Construído. IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de edifícios, São Carlos. 18 a 20 de Novembro 2009.
- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. (1995). *Cartas Patrimoniais*. Brasília: IPHAN/Ministério da Cultura. Cadernos de Documentos, nº 3, p. 343.
- Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural da Bahia – IPAC (2009). Acesso em jul. 2009, 15:45 em <http://www.ipac.ba.gov.br/site/conteudo/institucional/apresentacao/#content>.
- Panis, M. e Oliveira, M. R. S. (2009). Paisagem e arquitetura rural: O caso da Região Pelotense/RS. *Revista Labor & Engenho: Planejamento, patrimônio e paisagem*, vol.1 (nº 2), 2-16. Campinas. Acesso em 04/07/2009 em <http://www.labore.fec.unicamp.br>.
- Prefeitura Municipal de Campinas. CONDEPACC. *Emenda nº 004 de 27 de novembro de 1990*.
- Pupo, C. M. M. (1983). *Campinas, Município no Império: fundação e constituição, usos familiares, a morada, sesmarias, engenhos e fazendas*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado.
- Silva, Á. P. (2006). Engenhos e fazendas de café em Campinas (Séc. XVIII – Séc. XX), São Paulo. *Anais do Museu Paulista*, vol. 14, jun. 2009. São Paulo: Universidade de São Paulo, 81-119.

SICG – Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão. Realização, (2009). Brasília: Publicação do IPHAN - Departamento de Patrimônio Material e Fiscalização.

Valderrama, B. B.; Oliveira, M. R. S. e Martins, S. (2008). Arquitetura rural da terra roxa: o caso das fazendas Pau d'Alho e Mato Dentro do município de Campinas no estado de São Paulo. *Anais do II Congresso de Arquitetura e Construção com terra no Brasil e VII Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra, São Luís, 2008.*

Notas

(1) SICG: Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão do departamento de Patrimônio Material e Fiscalização.

(2) INCR - Inventário Nacional de Referências Culturais é uma metodologia de pesquisa desenvolvida pelo IPHAN que tem como objetivo produzir conhecimento sobre os domínios da vida social aos quais são atribuídos sentidos e valores e que, portanto, constituem marcos e referências de identidade para determinado grupo social.

(3) IPAC – Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural da Bahia
In: <http://www.ipac.ba.gov.br/site/conteudo/institucional/apresentacao/#content>

A TAIPA DE MÃO EM TERESINA, PIAUÍ, BRASIL: A IMPROVISAÇÃO E O USO DE PROCEDIMENTOS CONSTRUTIVOS

Wilza Gomes Reis Lopes* (Brazil)

Departamento de Construção Civil e Arquitetura, Universidade Federal do Piauí

Thaís Márjore Pereira de Carvalho (Brazil)

Departamento de Construção Civil e Arquitetura, Universidade Federal do Piauí

Karenina Cardoso Matos (Brazil)

Departamento de Construção Civil e Arquitetura, Universidade Federal do Piauí

Sandra Selma Saraiva de Alexandria (Brazil)

Departamento de Construção Civil e Arquitetura, Universidade Federal do Piauí

RESUMO

A arquitetura de terra chegou ao Brasil, durante a colonização, trazida pelos portugueses, destacando-se, como técnicas construtivas mais utilizadas, o adobe, a taipa de pilão e taipa de mão ou pau-a-pique. Tais métodos foram bastante difundidos e estão presentes em muitos estados do país. Bastante utilizadas durante o período colonial foram esquecidas e abandonadas, após a chegada dos novos materiais, ficando restritas às aulas de história da arquitetura e consideradas ultrapassadas e sem durabilidade. A cidade de Teresina que foi criada em 1852 para ser a capital de Piauí, estado da região Nordeste do Brasil, apresentou a partir de 1970, grande crescimento populacional, recebendo habitantes provenientes das zonas rurais e interioranas, à busca de emprego e de melhores condições de vida. Muitas vezes sem terem acesso ao processo de produção formal de moradia, recorrem à invasão de áreas ociosas e à autoconstrução de habitações. Sendo assim, é comum encontrar casas de taipa de mão, construídas em terrenos vazios, às margens dos rios ou em áreas de risco, em vários bairros da cidade. Tais edificações, construídas rapidamente, com o intuito de ocupar o espaço, estando associadas a processos sociais transitórios e realizadas sem os devidos cuidados técnicos, resultam, na maioria das vezes, em construções precárias, que desestimulam o uso desta técnica construtiva. Os preconceitos para com a eficiência das técnicas de construção com terra são infundados, observando-se que elas poderiam ser uma alternativa para amenizar o atual déficit habitacional brasileiro, desde que fossem usados os procedimentos corretos.

Esta técnica foi bastante usada no Brasil, encontrando-se exemplares em todo país, devido a diversas razões, tais como: facilidade de sua construção, não necessitando de mão-de-obra especializada, rapidez e economia na execução, além de ser leve e de facilmente adaptar-se às topografias acidentadas. Vários exemplos de construção em taipa de mão, por exemplo, construídos em tempos remotos, persistem até nossos dias, desafiando às intempéries e ao próprio tempo, demonstrando o potencial de seu uso e de sua durabilidade, além de várias construções contemporâneas existentes no país. A importância da preservação destas técnicas não se vincula apenas a aspectos históricos e culturais, mas, fundamentalmente, à potencialidade que apresentam como alternativas para a construção. Portanto, é importante a divulgação de edificações devidamente executadas, que possam demonstrar a durabilidade, a versatilidade e a viabilidade da arquitetura de terra, podendo se configurar como uma alternativa para a redução do déficit habitacional brasileiro.

A presente comunicação tem como objetivo identificar o uso da taipa de mão na cidade de Teresina e avaliar esta técnica construtiva, comparando construções existentes, realizadas sem os devidos cuidados técnicos, com os parâmetros técnicos corretos de construções com terra.

Palavras-chave: Habitação, material alternativo, taipa de mão.

*izalopes@uol.com.br

1. A ARQUITETURA DE TERRA

A importância da arquitetura construída com terra é percebida por diferentes aspectos, seja pelo ponto de vista histórico e antropológico, ou ainda, pela sua larga utilização como material básico em regiões onde há escassez de recursos naturais (Ramos, Gámez, Cossío, 2002, p. 7).

O emprego da terra para a construção de edificações trata-se de uma prática milenar, presente nas técnicas construtivas das mais diversas sociedades. Minke (2001, p. 13) afirma que na Turquia, na Assíria e em outros lugares do Oriente Médio foram encontradas construções com terra apilada ou moldada, datando de entre 9000 e 5000 a.C. Dethier (1982, p.7) afirma que, desde a antiguidade a terra foi bastante utilizada, por várias civilizações, na Mesopotâmia, Egito, também na Europa, na África, no Oriente médio, pelos romanos, muçulmanos e na China, entre outras, podendo-se afirmar que, atualmente, mais de um terço da população mundial vive em construções de terra crua.

Utilizada em vários locais do mundo e sob diversas formas, a arquitetura de terra chegou ao Brasil, durante a colonização, trazida pelos primeiros colonizadores portugueses, destacando-se, como as técnicas construtivas mais utilizadas, o adobe, a taipa de pilão e taipa de mão ou pau-a-pique. De acordo com Milanez (1958), os nativos locais não usavam a terra para construir, desconhecendo tais técnicas, antes da chegada dos portugueses. Seus abrigos eram de madeira, paus roliços e vedações de palha e folhagens. Além dos portugueses, os africanos trazidos como escravos tinham conhecimento do uso da terra para construções. Tais métodos foram bastante difundidos e estão presentes em muitos estados do país.

Para Del Brenna (1982, p. 196), a terra adotada desde o início da colonização, em todo o território brasileiro, “permaneceu e se desenvolveu quando e onde sua utilização foi confirmada pela experiência do solo e do clima, resultando numa série de soluções de grande singeleza, funcionalidade e

perfeita adaptação ao meio”. Segundo Souza (1996, p. 114), nas localidades do Brasil onde a pedra era rara e de difícil extração, prevaleceu a arquitetura e construção com terra, sob diversas formas de construção.

O século XIX introduziu processos industriais, que contribuíram para o desenvolvimento de diversos segmentos relacionados à transformação de matérias primas em produtos manufaturados, o que resultou no surgimento de materiais amplamente utilizados nos dias atuais. Na construção civil, o uso da tecnologia fez com que muitos dos meios de produção artesanais presentes até então, aos poucos, fossem sendo abandonados, substituídos por materiais e procedimentos que viriam a se universalizar. Porém, apesar do preconceito, atualmente há, em todo o mundo, uma crescente aceitação às formas alternativas de edificação, com as chamadas ecotécnicas e a arquitetura sustentável, em que a construção com terra está inserida.

Nas primeiras construções no interior do Piauí, estado da região nordeste do Brasil, foram utilizadas as técnicas da taipa de mão, do adobe e da taipa de pilão, destacando-se a taipa de pilão para as casas de fazenda e de engenho. Na zona urbana, também foi utilizada a terra para construção, como registram algumas edificações históricas, do século XVIII, ainda existentes em várias cidades do Piauí. Como exemplo, podem ser citadas as Igrejas de Nossa Senhora do Rosário e de Nossa Senhora da Vitória, executadas com taipa de pilão e o antigo Círculo Militar, construído em adobe, na cidade de Oeiras e o Hotel Pousada Velho Monge, na cidade de Amarante, executado em adobe.

Além disso, em alguns municípios, continua-se a utilizar, em construções mais recentes, o adobe e a taipa de mão, como por exemplo, nas cidades de Uruçuí e de Assunção do Piauí. Nesta última, cerca de mais de 90% de suas construções são executadas em adobe.

No centro da cidade de Teresina, capital do Piauí, ainda é possível encontrar exemplares

de arquitetura de terra em bom estado de conservação, construídos no século XIX e início do século XX, atestando a qualidade do material e das técnicas empregada, principalmente de adobe (Alexandria, 2006, p. 121).

Além disso, é comum em Teresina o uso de construções com taipa de mão, executadas a partir de um conhecimento empírico proveniente das zonas rurais e, portanto, realizadas sem os devidos cuidados técnicos. Geralmente, estão associadas a processos sociais transitórios em áreas de invasão, resultando, na maioria das vezes, em construções precárias.

2. ASPECTOS GERAIS DA TAIPA DE MÃO

A taipa de mão, também conhecida como taipa, taipa de sopapo, taipa de sebe, barro armado ou pau-a-pique, refere-se a uma técnica amplamente difundida e bastante utilizada no Brasil. Esta técnica é chamada de quinha no Peru e Panamá; de bahareque na Venezuela, Colômbia e América Central e estanqueo ou quinha na Argentina e Uruguai (Oteiza, 2002, p.106). De acordo com Vasconcellos (1979, p. 45), consiste em paus colocados perpendicularmente entre os baldrame e os frechais, nele fixados por meio de furos ou pregos. Perpendiculares a estes são colocados outros mais finos, ripas ou varas, tanto de um lado como de outro, amarrados por meio de tiras de couro, prego ou arame, de cipó, barbante de sisal, tucum, imbé, buriti e outros gêneros próprios para cordas. Depois de feita a trama ou armação, a terra misturada à água é jogada e apertada sobre ela, utilizando-se apenas as mãos, o que deu origem ao seu nome.

Muito utilizada em construções rurais, a taipa de mão, também, se fez presente em obras urbanas, tanto nas paredes externas quanto nas internas. Muitas vezes era associada a outras técnicas (adobe e taipa de pilão). O sucesso desta técnica construtiva se deu por inúmeros fatores, dentre eles, Vasconcellos (1979, p. 33) destaca a facilidade de construção. Já Schmidt (1946, p. 137), refere-se à

durabilidade, resistência às intempéries e menor custo. Para Alvarenga (1984, p. 31) sua principal vantagem é a rapidez de execução. A leveza e a capacidade de adaptar-se às topografias acidentadas são qualidades lembradas por Souza (1996, p.116). Trata-se de uma técnica versátil, comprovado por sua grande adaptabilidade às condições locais, com a utilização de materiais encontrados na natureza (Lopes e Ino, 2001, p. 9).

Contudo, mesmo após sua larga utilização desde os primórdios da nossa colonização e apesar de estar integrado à nossa cultura, ao longo dos tempos o valor da taipa de mão foi sendo alterado. Atualmente, esta técnica é associada à pobreza e às construções provisórias. Esta discriminação se deve não só à industrialização da construção civil, como à perda de suas características de execução, por falta de conhecimentos apropriados da parte dos construtores. Dessa forma, a maior conseqüência é uma diminuição considerável da qualidade final da obra.

Em contraposição vários exemplos de construção em taipa de mão, construídos em tempos remotos, persistem até nossos dias, desafiando às intempéries e ao próprio tempo, demonstrando o potencial de seu uso, e sua durabilidade. Porém não só exemplos históricos comprovam a viabilidade desta técnica. Diversas construções contemporâneas em taipa de mão, localizadas em várias partes do país, em que foram respeitados procedimentos construtivos adequados, atestam a versatilidade e o excelente desempenho desta técnica. Lopes (1998, pp.128-164), a partir de um levantamento de construções em taipa de mão no Brasil, apresentou diversos exemplos contemporâneos em que foram respeitados procedimentos construtivos adequados e que atestam a versatilidade e o excelente desempenho desta técnica.

Contudo, como qualquer outro material ou técnica, alternativa ou convencional, apresenta vantagens, limitações e características próprias, cujo conhecimento contribui para seu melhor

desempenho. Para Calla Garcia (2002, p.35), a precariedade das construções com terra resulta da falta de conhecimento científico no uso deste material. O autor observa ainda que, o errado conceito de modernidade faz com que se considere o material terra como símbolo de antigo e pobre, associando suas construções à pobreza e ao precário, enquanto que, os materiais como cimento, polímeros e ferro são considerados como símbolos de materiais modernos. Na visão de Souza (1996, p. 115), ocorre que o antigo “saber fazer” tem sido substituído e adulterado, restando hoje, apenas um arremedo do que outrora se praticava.

3. TERESINA E A PROBLEMÁTICA HABITACIONAL

O Piauí, estado localizado na região Nordeste do Brasil, tem Teresina, como sua capital, desde agosto de 1852, quando foi fundada para essa finalidade, substituindo a cidade de Oeiras, sua primeira capital. Situada entre dos rios, o Poti e o Parnaíba, apresentando altitude média de 72,00 m, possui, de acordo com a contagem de 2007, uma população de 779.939 habitantes (IBGE, 2007).

A situação atual da cidade apresenta um

condições de vida, em relação a trabalho, estudo e, principalmente, atendimento de saúde.

Em meados da década de 1970, teve início o processo do surgimento e adensamento de favelas em Teresina. A princípio, tratava-se de pequenos núcleos que se faziam presentes em pontos diversos da cidade, principalmente no Centro, Zona Sul e Zona Norte. Tais núcleos eram compostos por migrantes recém-chegados e/ou famílias já expulsas de outras áreas da cidade, em decorrência das políticas que visavam melhorias em infra-estrutura: construção de avenidas e ruas (Lima, 1996, p.25).

A situação foi se agravando cada vez mais nos anos 1990, em função da chegada de mais pessoas do interior do Estado, além daquelas que eram vítimas de desapropriação dentro da própria Teresina. No entanto, em função dos grandes espaços vazios, frutos da urbanização desarticuladas da cidade, proporcionaram que as favelas não se concentrassem apenas na periferia.

A carência de moradias resultou na produção de edificações executadas em taipa de mão, que produzidas com um objetivo temporário e realizadas sem



Fig. 1 e 2 - Casas de taipa erguidas em região de risco, próxima ao Rio Poti e em área de conjuntos habitacionais, na Zona Leste de Teresina. (Crédito: Thaís Carvalho, 2009).

déficit habitacional considerável, visto que, a capital representa um pólo de atração para muitos imigrantes, que visualizam em Teresina perspectivas de melhores

seguir os procedimentos corretos, deixam a desejar no que se refere a acabamento, durabilidade e aparência. Assim, tornou-se prática comum a construção de casas de

taipa de mão, em áreas de risco, como nas margens dos rios (Fig. 1) ou terrenos de grande inclinação, impróprios para implantação de construções, leitos de ruas, ou ainda em terrenos desocupados nos bairros nobres da cidade (Fig. 2).

Na maioria das vezes tais construções são executadas em curtíssimos espaços de tempo, com a intenção apenas de ocupar e garantir uma área para habitar. Para (Lima, 2003, p.50), "as formas mais recentes de ocupação apresentam uma tendência de localização próxima aos conjuntos habitacionais, áreas estas que oferecem, em tese, maior acesso a serviços urbanos".

4. O USO DA TAIPA DE MÃO EM TERESINA

Em 1996, a Prefeitura Municipal produziu o Censo das Vilas e Favelas de Teresina, constatando que o número de ocupações era de 149 vilas, favelas e áreas de assentamento, com 24.895 domicílios, abrigando 25.775 famílias, e uma população de 94.617 habitantes. Das edificações existentes, 11.692 moradias (46, 97%) eram construídas de taipa com cobertura de telha e 3311 habitações (13, 29%) eram de taipa com cobertura de palha, perfazendo o total de 15.003 construções de taipa de mão (Teresina 1996, p.16).

A Prefeitura Municipal de Teresina desenvolve programas voltados para a venda de terrenos urbanizados, em condições facilitadas de financiamento, visando o assentamento de famílias selecionadas (Lotes Urbanizados), ou para

atender famílias que ocupam áreas de risco ou conflito potenciais (Banco de Terras Municipais – BTM), entre outros programas municipais. Mas a quantidade de áreas de invasões, em que são construídas novas casas de taipa de mão, continuar a crescer. Foi constatado, em levantamento de 2005, um total de 129 Vilas e Favelas distribuídas entre as cinco zonas da cidade, relacionadas na Tabela 1.

São encontradas em todas as zonas da cidade, principalmente Zona Sudeste, na Zona Leste, como esta construção localizada na Vila Cidade Leste (Fig. 3) e na Zona Norte, como pode ser constatado pelas habitações existentes em áreas invadidas no bairro Aeroporto (Fig. 4).

Tais construções são executadas, muitas vezes, pelos próprios moradores, com materiais disponíveis no próprio local da construção. E, por isso, adquirem problemas funcionais e estéticos, relacionados não só à má execução, mas também à falta de conhecimento sobre os métodos corretos de se construir com terra, especificamente com a taipa de mão.

A análise de algumas dessas construções executadas em taipa de mão, revelou alguns problemas que são comuns a todos os casos. Em sua grande maioria, as moradias foram construídas sem preocupação com a fundação, e utilizando a madeira de má qualidade. O telhado quase sempre é curto e desalinhado, o que não confere proteção às paredes em relação à umidade. O barreamento das paredes é feito esporadicamente, sem levar em consideração impermeabilização ou

| ZONA DE TERESINA | Nº DE VILAS/ FAVELAS | Nº DE HABITAÇÕES |
|------------------|----------------------|------------------|
| Zona Norte | 53 | 3228 |
| Zona Sul | 30 | 2275 |
| Zona Sudeste | 22 | 1564 |
| Zona Leste | 24 | 3610 |
| TOTAL | 129 | 10.677 |

Tabela 1. Levantamento das Construções em Taipa de Teresina no ano de 2005
(Fonte: Superintendência de Desenvolvimento Urbano - SDU - Regional Sul. 2005)



Fig. 3 e 4 - Construções de taipa de mão na Vila Cidade Leste, na Zona Leste e no bairro Aeroporto, Zona Norte de Teresina. (Crédito: Thaís Carvalho, 2009).

nivelamento.

Trata-se de edificações realizadas de maneira provisória pela população carente, produzidas com um objetivo temporário, e executadas sem seguir os procedimentos corretos, pois se configuram como o meio mais rápido e barato para a construção de edificações. Dessa forma deixam a desejar no que se refere ao acabamento, durabilidade e aparência, contribuindo para o fortalecimento da imagem da casa de terra associada à pobreza e às construções provisórias.

Como pode ser observado, é possível encontrar exemplares de casas de taipa de mão, em todas as zonas do perímetro urbano da cidade de Teresina. Pelo número de edificações existentes, percebe-se que esta técnica é de conhecimento de grande parte da população e de fácil execução, podendo representar uma alternativa para a produção de habitações pela população local, desde que seja realizada com materiais e procedimentos apropriados.

5. PARÂMETROS CONSTRUTIVOS PARA A TAIPA DE MÃO

Inúmeras construções históricas executadas com terra são encontradas, ainda hoje, perfeitamente conservadas, entretanto é importante executar seguindo certas recomendações. Pinto (1993, p. 614) afirma que a maior ameaça à conservação das edificações de terra são as infiltrações de água, tanto por capilaridade do solo, quanto por falta de proteção adequada

com rebocos mal executados.

Sendo assim, é importante proteger a edificação de terra do contato com a umidade do solo, elevando-a do chão ou utilizando um alicerce, de pedras ou tijolos, devidamente impermeabilizados ou usando cinta de concreto magro. Com o propósito de evitar a incidência direta da chuva, indica-se a utilização de grandes beirais e para conferir solidez, estabilidade e melhor aparência à construção.

Também, não se deve descuidar, durante a execução da obra, do uso de todos os métodos usuais de construção. Independente do tipo de material empregado é sempre necessário que o conjunto estrutural seja sólido e estável, para evitar desaprumos, desnivelamentos e trincas nas paredes, utilizando-se alguns princípios elementares em construção e equipamentos simples, tipo esquadro, prumo e nível (Lopes e Ino, 2003).

Ferraz (1992, p.18) destaca que a pintura, em geral, melhora a salubridade e conservação da habitação, além de torná-la agradável visualmente. Para Alvarenga (1984), um dos maiores problemas das habitações de taipa deve-se à falta de revestimento, que é fundamental para a proteção das paredes contra ação de água, bem como para evitar que insetos se alojem nas gretas que surgem depois do barro secar. O reboco é, geralmente, feito com o próprio barro misturado com maior quantidade de areia e aplicado em duas

camadas, sendo a primeira, mais áspera, enquanto a segunda camada deve ser com areia mais fina.

Para o preenchimento das paredes

potencial e a durabilidade deste tipo de construção.

No bairro Piçarra, da Zona Sul da cidade,



Fig. 5 e 6: Fachada principal da casa do bairro Piçarra, nos anos de 1997 e de 2009. (Créditos: Wilza Lopes, 1997 e Thaís Carvalho, 2009)

de terra, deve-se aplicar primeiro uma camada de barro (terra e água) forma mais superficial, sem cobrir as ripas, deixando a parede secar, em torno de 15 dias. Em seguida aplica-se a segunda camada, que deve preencher todas as trincas e cobrir as ripas. Depois de seca, aplica-se uma argamassa fina de cimento ou cal, areia e saibro, podendo finalizar com acabamento de pintura ou caiação (Fundação DAM 1988, pp. 47- 49). Milanez (1958) chama a atenção para que, durante o barreamento, a terra seja calcada com as mãos entre as varas do entramado e não simplesmente jogada.

Para proteção contra os danos causados pela incidência da água das peças verticais de madeira, pilares e forquilhas, que ficam em contato com o solo, são usados geralmente materiais impermeabilizantes, como pintura asfáltica, betume, resina de fibra de vidro, sacos plásticos e base de concreto, de acordo com a disponibilidade local (Lopes, 1998)

Inúmeras construções históricas, executadas com terra, inclusive dos séculos XVII, XVIII e XIX, podem ser encontradas, ainda hoje, em perfeito estado de conservação, como também, edificações contemporâneas, localizadas em diversos locais do Brasil, em que foram utilizados os procedimentos construtivos adequados, comprovando o

encontra-se uma residência de alto padrão, projetada pelo arquiteto Paulo Frota, construída em taipa de mão, em 1984, encontrando-se em perfeito estado, conforme imagem de 1997 (Fig. 5) e imagem recente de 2009 (Fig. 6). A construção foi destinada a abrigar uma família, composta de casal e três filhas. O projeto original possui cinco quartos, sala única para estar e jantar, lavabo, quatro banheiros, copa-cozinha, despensa, área de serviço, dependência de empregada, varanda e abrigo de carros.

Os pilares, vigas e montantes dos painéis e a estrutura da escada foram executados com a palmeira carnaúba. Além da taipa, foi utilizada a pedra na execução de algumas paredes, como dos banheiros, da caixa d'água e do jardim interno. As paredes em taipa de mão têm espessura de 8 cm, com trama de madeira roliça sabiá, na vertical e arame liso nº 18, dispostos na posição horizontal, distantes 15 cm entre si.

A edificação passou, recentemente, por algumas reformas, devido a problemas ocorridos nos pilares de carnaúba, substituídos por pilares de concreto, mas nenhuma modificação está relacionada à resistência ou à eficácia das paredes de taipa de mão. Seu proprietário, engenheiro civil Amaury Barbosa, afirmou que os

gastos em manutenção com a edificação são os comuns a qualquer construção, destacando como mais freqüentes, os reparos no reboco e na pintura.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da taipa de mão ter sido abandonada e substituída pelos novos materiais e pelas mudanças tecnológicas surgidas, ainda hoje se continua a construir com taipa, em alguns locais do país, como em Teresina, onde parte da população carente recorre a este processo construtivo para resolver seu problema de abrigo. As más condições da maioria destas construções populares, realizadas sem os devidos cuidados técnicos, resultam em edificações precárias, sem durabilidade e sem qualquer acabamento. No entanto, isto não se deve à ineficiência da técnica, mas sim à forma incorreta como ela é empregada.

Acredita-se que a taipa de mão pode ser mais uma alternativa na solução dos problemas habitacionais, devido à facilidade de execução, inclusive por mão de obra não qualificada, ao excelente desempenho térmico e ao baixo consumo de energia, apresentando resultados excelentes desde que, seguidos os procedimentos técnicos corretos.

Bibliografia

- Alexandria, S. S. S. (2006). *Arquitetura e construção com terra no Piauí: investigação, caracterização e análise*. (Dissertação Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina).
- Alvarenga, M. A. A. (1984). *Arquitetura de terra. Técnicas Construtivas*. Belo Horizonte. Digitado.
- Calla Garcia, A. (2002). La construcción con tierra en la cultura andina. 1º *Seminário Ibero-americano de Construção com Terra*, 2002. Salvador, Salvador: Projeto PROTERRA, 27-36.
- Del Brenna, G. R. (2002). Para arquitetos e não. In J. Dethier, C. Zbinden (Eds). *Arquitetura de terra ou o futuro de uma tradição milenar*. Avenir Editora: Rio de Janeiro.
- Dethier, J. (2002). A sabedoria da terra. In J. Dethier, C. Zbinden (Eds). *Arquitetura de terra ou o futuro de uma tradição milenar*. Avenir Editora: Rio de Janeiro.
- Ferraz, M C. (1992). *Arquitetura rural na Serra da Mantiqueira*. São Paulo: Quadrante.
- Fundação DAM - Centro de Desenvolvimento das Aplicações de Madeiras no Brasil. (1988). *Taipa em painéis modulados*. 2. ed. Brasília: MEC/CEDATE.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2007). *Cidades*. Brasília: IBGE. Acesso em 08/09/2009 em <http://www.ibge.com.br/cidadesat/default.php>.
- Lima, A. J. (2003). *As multifaces da pobreza: formas de vida e representações simbólicas dos pobres urbanos*. Teresina: Halley.
- Lima, A. J. (1996). *Favela COHEBE: Uma história de luta por habitação popular*. Teresina: EDUFPI.
- Lopes, W. G. R. (1998). *Taipa de mão no Brasil: levantamento e análise de construções*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP).
- Lopes, W. G. R., Ino, A. (2003). Aspectos construtivos da taipa de mão. In C. M. Neves, P. C. Salas, R. F. Mellace (Eds). *Técnicas mixtas de construcción con tierra*, pp. 15-36. PROTERRA/CYTED: Salvador, Brasil.
- Lopes, W. G. R., Ino, A. (2001). Construções com taipa de mão no Brasil. *Revista Baiana de Tecnologia – TECBAHIA*, v. 16 (nº 2). Camaçari, BA, 7-14.
- Minke, G. (2001). *Manual de construcción en tierra*. 2 ed. Montevideo: Editora Nordan-Comunidad.
- Milanez, A. (1958). *Casa de terra: As técnicas de estabilização do solo a serviço do homem do campo*. Rio de Janeiro: Serviço Especial de Saúde Pública – Ministério da Saúde.
- Oteiza, I. (2002). Introducción a La construcción con tierra. In L. M. Ramos, D. R. Gámez, F. V. Cossío (Eds). *Arquitectura y construcción con tierra. Tradición e innovación. Introducción*. Maira: Madrid.
- Pinto, F. (1993). *Arquitetura de terra - Que futuro? . 7ª Conferência Internacional Sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura em Terra*. Lisboa: DGEMN, 612-617.
- Ramos, L. M., Gámez, D., Cossío, F. V. (Eds). (2002). *Arquitectura y construcción con tierra*.

Tradición e innovación. Introducción. Madrid: Mairea.

Schmidt, C. B. (1946). Construções de taipa. Alguns aspectos de seu emprego e da sua técnica. *Boletim de Agricultura*, série 47A.

Souza, R. C. J. (1996). Problemas de conservação em construções típicas de Minas Gerais. *Cadernos de arquitetura e Urbanismo*. Belo Horizonte, nº4, 103-120.

Teresina. Secretaria Municipal do Trabalho e de Assistência Social. (1996). *Censo das vilas e favelas – 96*. Teresina: Prefeitura Municipal de Teresina.

Vasconcellos, S. (1979). *Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Pesquisa Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio dado pesquisa: Levantamento e análise de edificações executadas com técnicas de construção com terra no Estado do Piauí (Edital CNPq 061.2005/Processo 401610/2006-3), que deu origem a este trabalho.

TRADITIONAL BUILDING TECHNIQUES OF THE DRÂA VALLEY (MOROCCO)

Eliana Baglioni* (Italy)
Florence University, Italy

Saverio Mecca** (Italy)
Florence University, Italy

Luisa Rovero*** (Italy)
Florence University, Italy

Ugo Tonietti**** (Italy)
Florence University, Italy

ABSTRACT

The present work reports the results of investigations carried out on earthen constructions in the villages of Tamnougault, Tissergat, Amzrou and Tamngrou, in the Drâa valley (Morocco). This study aims to illustrate the techniques characterizing the local building culture, in order to understand its origins and motivation. Constructions show the use of both rammed earth (pisé) and adobe, used separately in different parts of the building. Floors and roofs are made with palm wood, canes and earth. The built heritage of the Drâa valley is an excellent example of high quality architecture, but also of how the local people and culture were able to respond in an excellent way to the environmental challenge, when the context was very poor in natural resources.

Keywords: local building techniques, pisè (rammed earth), adobe (mud brick).

*elianabaglioni@gmail.com

**saverio.mecca@unifi.it

***luisa.rovero@unifi.it

****u.tonietti@unifi.it

1. THE ARCHITECTURAL HERITAGE OF THE DRÂA VALLEY

The Drâa valley is located in the south east of Morocco, near the Sahara desert and houses one of the greatest treasures of earthen architecture in the World, consisting of *ksour* and *kasbahs*. The study presents the results of in situ surveys carried out by a team of the University of Florence, in successive missions (2006, 2007 and 2009) in collaboration with the Professional Building School of Florence and the Association de Développement de la Vallée du Drâa (ADEDRA). It concerns the elaboration of an inventory of local technical knowledge of construction characterizing the area.

The Drâa valley starts from the Saharan side of the High Atlas and then creates a wide valley at the base of the Anti Atlas, entering finally in the Sahara. The Atlas Mountains divide Morocco, not only geographically but also in lifestyles and in occurrences of architecture. Within the valley, consisting of a system of six oases with date palms, are, in fact, more than 300 *ksour*, or fortified berber villages, and *kasbahs*, fortified houses belonging to wealthy families and administrators of the territory and villages, constructed entirely with raw earth.

The heritage represented by these urban settlements is the proof of the existence of technical knowledge and skills accumulated over thousands of years of practice, local experience and handed-down know-how. These skills are being lost because figures like the foreman, and new young apprentices are disappearing. This has already happened in Europe in the past century. The Moroccan constructive "know-how", related to the traditional techniques, is likely to disappear because of the widespread use of reinforced concrete, considered as an index of development and progress, even if it brings results often completely inadequate for the environmental conditions.

2. CONSTRUCTION SYSTEM

2.1 The building process and the *maâlem* figure

In the Drâa valley, the building process

depends entirely upon the *maâlem*, helped by two or three labourers. The *maâlem* is the foreman, the holder of the know-how; this person has the responsibility for the worksite, for unskilled workers, and for interacting with the client.

The work of the *maâlem* is artisan-like, there are no schools or training courses, it can be learned only empirically, with experience, handed down from generation to generation. The whole construction process is entrusted to the *maâlem*, covering the role of architect, director of project and the work.

The planning phase, as conceived in our cultural context, is inexistent. There is not a project design (often the *maâlem* can't write), there is just an idea that the *maâlem* and the customer construct together by talking, thinking, explaining and describing, which gradually forms the construction plan. All agreements are made orally and are based on trust. The construction sites and work tools are traditional and handcrafted.

The masonry techniques used in the Drâa Valley are rammed earth (*pisé* in French and *alleuh* in the local language) and adobe (*toub* in the local language) used separately in different parts of the building. Although these techniques are known and spread throughout the world, their implementation demonstrates local intelligence that permits the local people to adapt and protect themselves against the toughest aspects of the pre-saharan climate (heat and sand storms).

Generally rammed earth is used for the construction of the ground floor and first floor of the house (*dâr*), while adobe is used upstairs.

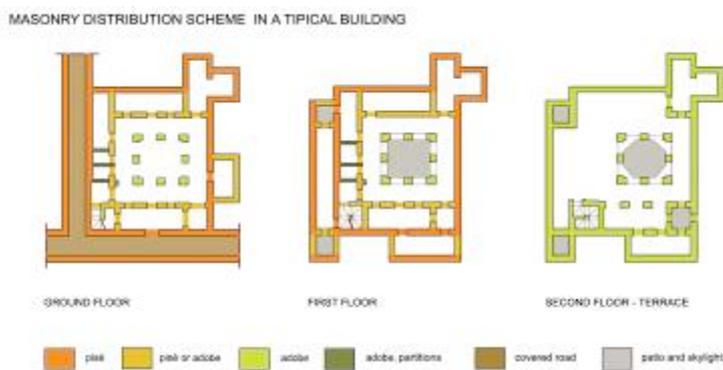


Fig. 1. Scheme example of the application of rammed earth and adobe masonry within a building. Case study of Hotel Dar Esseltane in Tissergat, Drâa Valley, Morocco. (credits: Baglioni E., 2009)

2.2 The building materials

In the traditional building of the Drâa Valley, a major role is played by the earth material, which is used for the walls, for the floors, for the roofs, for the mortar and for the plaster. The earth is used for its versatility in many different situations and it proves to be the most suitable material for an effective response to the warm-dry pre-desert climate. Besides earth, palm wood is used for horizontal structures, and canes are used for floors and roofs; finally we find a limited use of stones, mainly for the construction of foundations. All these materials are usually easily available on-site in good quantities.

The earth

The investigation revealed that the earth material is generally on site or in the close vicinity to the site. Thus, where the soil is not suitable, for example in the case of sandy soil, the earth is extracted from a common quarry.

In general, the most commonly used earth is the known as “*earth of the garden*” and it is found inside the palmery or in its surrounding areas. This earth due to its alluvial nature is rich in clay. The soil of the palmery is not everywhere the same. In spite of having a common base, it differs from place to place, even within small areas, and thus presents different characteristics.

Sometimes the earth of the palmery is mixed with the “*earth of the mountains*”, a rocky terrain but friable, reusable at the bottom of the mountains. The soils are appropriately selected; the recognition is based on tacit knowledge, acquired over time and with

experience. Custodians of this knowledge are not only *maâlmin* but the whole population.

The palm tree

The date palm is the backbone of the oases ecosystem of the pre-Saharan regions and marks the boundary between the Mediterranean culture and the Sahara. A palm tree is chosen to use as a building material, when it is no longer producing fruit. These trees are usually the highest and oldest, and as they are not easily pollinated, it is impossible to use them for date production.

The palm tree has not a high performance at a structural level because its trunk is not properly wood, but is made by parallel bundles of fibers that, subjected to weight, do not ensure effective mutual cooperation and suffer intense inflections. However, the palm tree is the only wooden material available to use in construction. The problem is contained and controlled by keeping the lengths quite small, generally 2.00-2.50 m (up to a maximum of 4.00 m); dimension that becomes a proper module for the construction of any building.

3 THE CONSTRUCTION COMPONENTS

3.1 The foundation

More than foundations, we should speak of basements, with variable depths and heights, made with stones found on site, dry-walled or built with an earthen mortar. Depth, type, presence or absence of foundations depends of the soil type on which one has to build; of the type of wall or building; and of the role they

perform. Foundations are not always found. Sometimes the walls are erected directly on the ground. In the case of partitions or fences walls, it works with the casting of rammed earth or the laying of adobe directly inside of the excavation, to ensure interconnection within the wall and the ground. When present, thickness and height of foundations can vary even in the same wall. Their construction does not follow, apparently, a specific rule. We propose a classification based on 3 main types of foundations:

of foundation is made wider than the wall, with a taper, more or less accentuated, that is often used to sit. However, the minimum width is 60 cm to allow the *maâlem* free movements in the excavation. The above ground heights of these basements are very variable. They start from a minimum of 20 cm, but may extend beyond a meter, especially in the corners or in doors reinforcement.

The third type of foundations consists of a stone basement of considerable height, with the same width of the wall. These

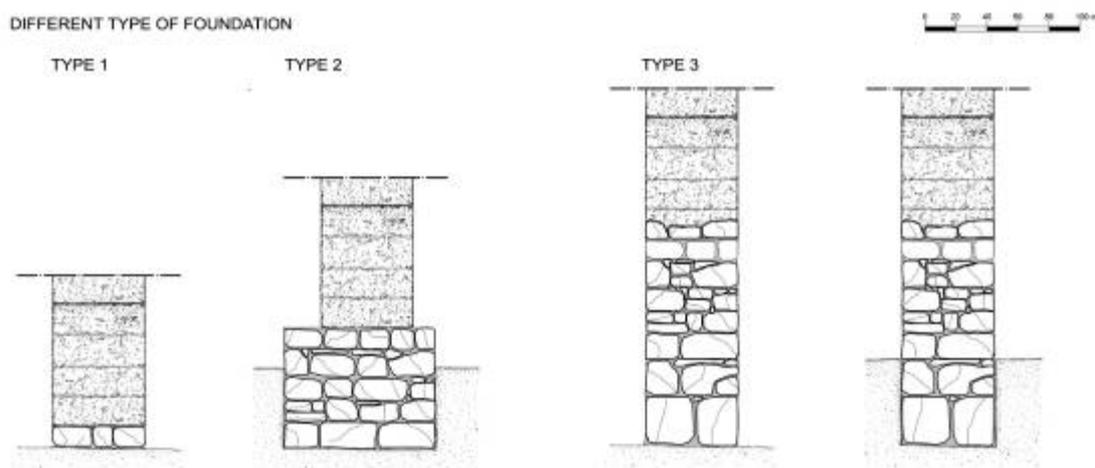


Fig. 2. Types of foundation. (credits: Baglioni E., 2009)

The first type consists of a thin layer of stones, 10-15 cm built at the base of the wall, directly on the soil and without excavation. In the case of rammed earth or adobe masonry, the stone for a dry wall foundation can be placed directly inside the formwork, before spreading the earth mixture. This type of foundation is generally built on solid ground and it is not subject to severe subsidence or on sandy and drained soils.

The second type of foundation is placed inside an excavation, to build up an interconnection with the ground. The excavation is made removing the surface layer to reach a more solid ground. Therefore, its depth is variable but estimated: around 50 cm below the level of soil. The width depends on the thickness of the wall and on the height of the building. This type

foundations can be set directly on the soil or inside an excavation. The masonry wall, mainly rammed earth is sometimes set directly on the basement wall. To ensure greater continuity of construction, a layer of stones is made inside of the formwork before pouring the earth.

3.2 The rammed earth masonry

In the Drâa valley, the most generally used technique for the construction of load-bearing walls is rammed earth. It is also used for interior partitions of buildings or in the construction of houses or earth fence walls. The wall construction proceeds horizontally until the closing of the entire perimeter. An appropriate drying time (at least one week) is necessary to prevent deformation or collapse of the masonry.

This construction system, performed by shifting a single formwork or gauge box, from block to block, involves the adoption of a constant wall thickness along all the perimeter and generally, also on the whole height. The possible variation of the wall thickness is at the change of plan. For a 3-story building, 40-50 cm thick masonry is enough, while for higher buildings a 60-100 cm thickness is most relevant. The height of the floors is very variable, from 2.50 m to 5.00 m, but is proportional to the height of a

bond the exterior rammed earth with the interior adobe. Openings are usually made by breaks in the walls. The smaller openings (20-30 cm in width) do not require the use of a lintel.

After analysing the situation, it is evident that the bond between walls and partitions are not always successful. This produces walls that tend to detach and to act as a singular entity.

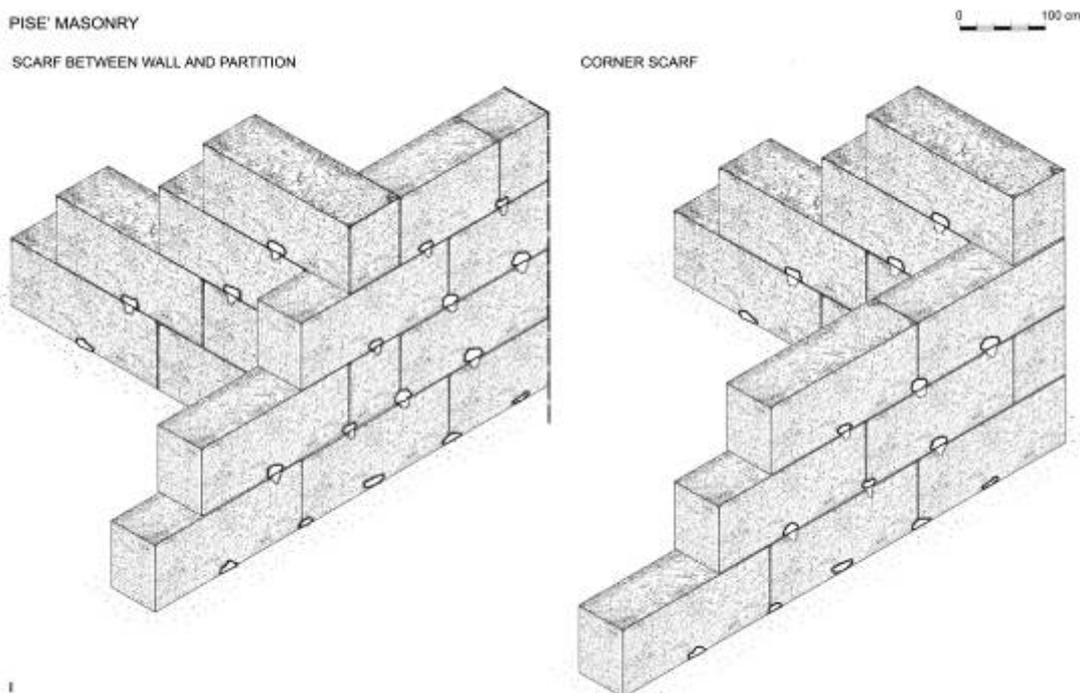


Fig. 3. Rammed earth (pisé). (credits: Baglioni E., 2009)

certain number of rammed earth blocks.

At each course level of the rammed earth, a scarf joint is created by overlapping the formwork between the lower and upper course to insure a good joint bond. The corner is created in the same way. The interior partition walls are generally built at the same time of the exterior walls. They retain the same thickness and are directly linked overlapping of the rammed earth. This requires constant planning of the building at various floors. When the partitions are made in adobe, a furrow is dug into the rammed exterior wall and a scarf joint is created to

Rammed earth, due to the construction system, has gaps in the wall consisting of holes left by the removal of the tie-rods of the formwork. These holes and the joints between the rammed earth courses are the weak points in the masonry and channels for water infiltration. Some of the wall cracking is mainly due to this reason.

3.3 The adobe masonry

In regards to the exterior walls, the adobe is generally used for upper floors, which are subject to minor loads, and where it is best suited for finishing and decor (adobe is also more expensive). In rammed earth, there are

portions that need to be made with adobe, due to the difficulty or even the impossibility of ramming the earth inside the formwork. The adobe is then used to complete the masonry above or to support the wood lintel or between floor beams, becoming here a string-course in the rammed earth masonry.

Whole monumental openings in prestigious buildings (*kasbah*) or in the fortified walls of the villages, are built with adobe so that arches and decorations can be built, using different dispositions in masonry.

Adobe plays its major role in patios, reaching the maximum of its bearing and decorative capacity. In the patio, the centre of the house and only interior space where there are decorations and architectural details, pillars and walls are entirely made of adobe. The adobes are also used to repair cracked masonry, both in adobe or in rammed earth, with the traditional "stitch-unstitch" technique. Even non load-bearing partitions in the house and the walls of the light shafts along the tunnel routes are made of adobe.

- The bricks are produced in different sizes but they are craft products, so, their size varies from site to site, from village to village. The walls are typically 40 cm, 50 cm or 60 cm thick and can be narrowed in the upper floors.
- The mortar consists of a mixture of earth and water, to which, rarely is straw added. When building with adobe, mortar is laid in horizontal joints between the courses, but rarely in the vertical joints. The joints are from 2 cm to 4 cm thick.
- The lack of order in the bonding pattern, lack of attention in the overlap or interlocking of the adobes and the presence of only horizontal mortar joints do not ensure proper bonding and offer little resistance in the masonry. When a load-bearing capacity is required, usually on the lower floors or patios, the work is clearly more regular and well-executed. For instance, with adobe laid flat with its longest dimension parallel to the side of the wall (stretcher) or laid up with its longest dimension parallel to the side of the wall.

3.4 The "patio" element

The patios can have different size and shape, characteristics that depend on construction techniques, climate and on the role that they have to play. From a spatial point of view, the patio is defined by a central space, bounded by two (or more) rows of arches or lintels on several spans, and by a perimeter tunnel, present on each floor, which creates a division between open and private rooms.

The architectural elements that define the patio are pillars, brackets, lintels and arches. They may be of different shapes and sizes and various combinations. The patio is always square shaped and, in relation to size, is composed with different number of span per side. In the *dâr* patios, there are generally 4 or 8 pillars, while in the *kasbah*, there are more patios of different sizes, but only in very rare cases do they have more than 4 spans per side.

3.5 The pillars

Pillars, *ssemit*, play a key role in the architecture of the entrances of patios, villages and houses. Pillars are constructed in adobe and they serve as support for lintels and arches. In a structural role, the masonry is carefully executed, using adobe laid flat with its longest dimension parallel to the side and both horizontal and vertical mortar joints. Horizontal joints are generally very thick, up to 4 cm.

Pillars present various sizes with an average varying from 50 to 80 cm per side. In the *kasbah*, pillars present themselves with various forms: hexagonal, octagonal, circular or square with some rounded edges. However, the quadrangular form is the most common.

3.6 Lintels and brackets

The lintels are used for the opening of doors and windows in the adobe or rammed earth walls. Both lintels and brackets are made of palm wood, which, because of its fibrous nature, allows a limited length averaged from 2.00–2.50 m. being subjected to strong flexion. Given the significant thickness of walls, brackets and lintels are often made

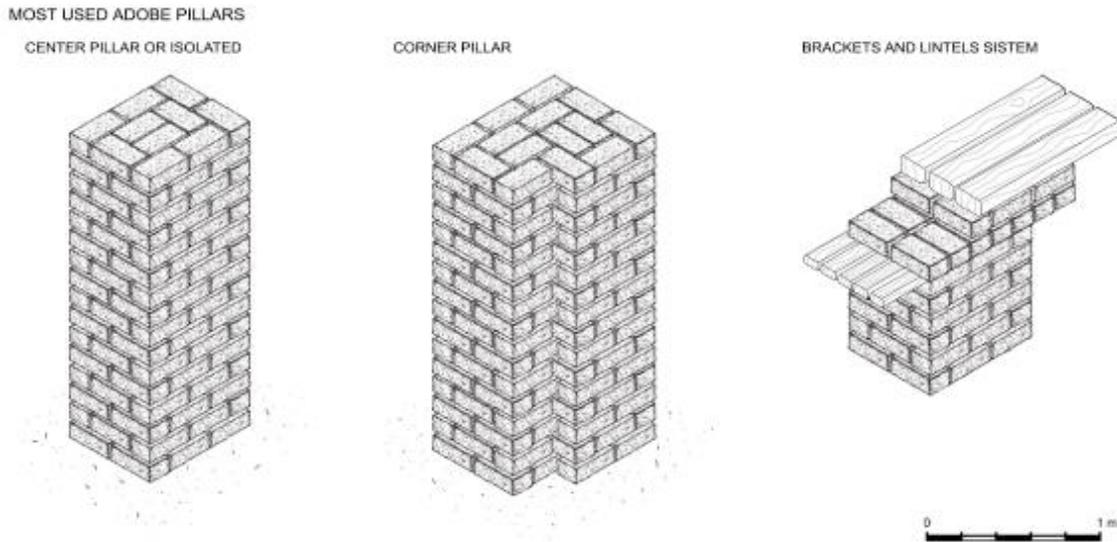


Fig. 4. Pillars, brackets and lintels. (credits: Baglioni E., 2009)

of several combined elements. They also present a variable width and a height that varies between 5 cm (for the brackets) and 10 cm (for the lintels).

3.7 The arch

The arches, *quis*, are part of the patio and of the entrance doors of the *ksar*, so it is evident that the arch is used in areas with symbolic and social significance. They are rarely used for doors and windows of houses, instead the rectangular shape is preferred. The arches are built in adobe and earth mortar and lean on pillars also in adobe, on the shutter there is (almost) always a wooden bracket. In patios, as well as monumental entrances, the arches are placed inside a portal structure. In the case of the patio, there is also a technical reason, because the slab is set on the wooden lintel.

In the case of the *ksar*, a fortified building in rammed earth, the side-support of the arch and a portion of the masonry above it, are always built with richly decorated adobe.

In the researched architecture (all from Berber ancestry), we find four different types of recurrent arches. They are a result of hybridisation and contamination with the Roman culture, and mainly, the Arab. The arches are:

- Round arches;

- Semicircular arches;
- Horseshoe arches;
- Ogive arches (far more frequent) with two different centres, moved from the axis of vertical symmetry; sometimes with lowered shutter (horseshoe) or raised above the centres.

Often, the arch is made with uncertain valuation, which results in irregular shapes, but in general, the "Arab" arches are always found in patios while the presence of the arch approaching to the full circle is detectable in the entrance of the *ksar*.

To construct the arch, first is prepared a wooden platform at the level of the shutter. The form can then be shaped by wooden elements such as an adobe lunette. The support must remain in place at least four days after the laying of the key. In the case of the ogive arch is missing the presence (and possibility) of a quoin key: hence there is always a discontinuity in the arch, settled with the laying of opposed bricks (in a design that has some overlapping V). There is a lack of a real key bow to generate a point of weakness in the arch.

The maximum light that can be achieved with arches in adobe is inevitably low (the largest generally do not exceed 3 meters). Sometimes there is the insertion of wooden



Fig. 5. Arches in the Drâa Valley (credits: Baglioni E., 2009; Cerkas, 2005; Mecca S., 2005; Rovero L., 2005)

chains, in order to control the pushing tension, but for the most part, the wooden elements present in the architecture of the patio are used to support curtains, furniture, etc.

3.8 The floors

The floors are made of a double wooden structure. The secondary beams are always warped perpendicular to the patio perimeter, and are based, on the one hand, on the centre line of the inner wall; on the other, on the wooden lintel of the patio that plays the role of main warping. Sometimes in the wall are inserted wooden planks at the support beams. Both in the wall and on the lintel, is placed at least a course of adobe as a plan for laying the beams of the floor. The distance between the main beams depend on the presence or absence of further warping. In the absence of the joists (third warping), the beams are very close, with a inner axis between 30 cm and 50 cm, otherwise the beams are distant about 2 m one from the other, and the joists have an inner axis between 15 cm and 20 cm.

Beams and joists are made of palm wood in different sizes. More rarely are made of tamarisk. The tamarisk has better bearing

performances than the palm, but it is less diffused and is more difficult to obtain straight beams. It is very recognisable when used, since the elements have circular cross section and an aspect of smooth wood, very different from the fibre and wrinkled palm. From the palm it is possible to obtain, on average, beams of a length of 2.0 to 2.5 m, 4.0 m maximum. This affects the size of the rooms, or rather the distance between the walls and/or the pillars.

The trunk is cut into slices of triangular cross section used in their raw state or, more rarely, shaped into rectangular sections. For the main beams, segments of the trunk are cut into 4 parts or rectangular sections of 30 cm x 20 cm. Secondary beams use segments equal to 1/6 of the trunk or sections of 20 cm x 10 cm. Joists use segments of 1/8 of the trunk or sections of 5 cm x 5 cm. Before being laid, beams and joists are left to dry in the sun to reduce moisture and thereby reducing the flexion under load. To verify the structural performance, the wooden elements are tested with the weight of a person after the installation.

As mentioned above, the beams rest on the centre line of the masonry, whether in

rammed earth or adobe walls. Above the secondary beams or joists, when present, layer of canes, called *tataoui*, are placed with decorative purposes. Above the *tataoui* was traditionally placed a layer of palm leaves, dried in the sun, in order to further limit the fall of dust. Today, the palm leaves are replaced by a plastic sheet that can be easily found in the local market. The thickness of the slab is completed with two layers of pressed clay soil, each about 5 cm thick. The first layer uses dry earth and the second uses earth in the wet state. Both are appropriately pressed with a special dish mallet called *dassassa*.

3.9 The roof

The roof of a traditional Moroccan home is flat. Roof terraces are very practical and useful, as they are part of the living space, especially in the summer months when they are used to sleep outdoors.

Above the wooden structure are the panels of *tataoui* made with canes and a layer of palm leaves or of the more recent plastic sheet. The next course consists of three layers of clay soil, each 5 cm thick, with different feature and made with different mixtures. The layers should be well compacted using the appropriate dish pestle called *dassassa*.

The first layer is made with an earth similar to that of rammed earth, slightly humid, but prepared with a finer earth. The second layer is dry and its function is to eventually absorb water infiltration when the layer above does not have a perfect seal. The last layer, in addition to serving as finishing must be impermeable to water, and therefore to consist of a moist mixture of earth and lime or earth and straw. Lime is a natural stabiliser which makes the clay impermeable and, once dry, stronger. If straw is chosen as additive, the mixture should be left to mature for 15 days and water is added daily and stirred.

The cover needs frequent maintenance because it is subject to degradation due to rain, wind and sandstorms. Maintenance is performed every 4 to 5 years, covering the existing layer with a new layer of earth and lime or earth and straw, and by doing so,

a very thick layer of the last barrier can be reached gradually.

Bibliography

- AA.VV., ADEDRA (2004). *Trésors et merveilles de la Vallée du Drâa*. Zagora (Maroc): Marsam. Work supported by UNESCO within the framework of "The Sahara of cultures and peoples".
- AA.VV. (2005) Act of the Forum UNESCO - University and Heritage, University of Florence Branch Office, 1st International Research Seminar on Architectural Heritage and Sustainable Development of Small and Medium Cities in South Mediterranean Regions, Result and strategies of research and cooperation. Florence (Italy): Ets.
- Biondi, B., *Morfologia degli elementi costruttivi a Tamnougault*, Marocco, 157-169.
- Lucci, G., Dania, S. *La kasbah del Caid di Tamnougault, analisi tipologica e costruttiva*, 133-144.
- Marrani, L., *La kasbah della famiglia Ait El Molehtar nello ksar di Tamnougault: rappresentazione grafica e analisi degli elementi architettonici e strutturali di una costruzione in terra*, 107-118.
- Módica, C., *Tecnica, processi costruttivi e terminologie della muratura in pisè in un'esperienza di cantiere a Tamnougault, Valle del Drâa, Marocco*, 171-178.
- Sánchez, N. R., *La kasbah «Igmî Mkaran» (del Pozo) en el ksar de Tamnougault (Marruecos)*, 119-131.
- Ministère de la Culture, Maroc (CERKAS); Bureau d'Architecture et d'Urbanisme H. Hostettler, Berne; Institut de Photogrammétrie de l'EPFL-Lausanne (2005). *Inventaire du patrimoine architectural de la Vallée du Drâa*. Retrieved March 15, 2009 15/03/09 from <http://photpc15.epfl.ch/draa/html2/index.php>.

A CASA DE TAIPA NO LITORAL SUL DE ALAGOAS: REGISTROS ESCRITOS E VISUAIS

Maria Angélica da Silva* (Brazil)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas

Melissa Mota Alcides** (Brazil)

CESMAC – Centro de Estudos Superiores de Maceió, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Alice Mesquita Jardim*** (Brazil)

UFAL – Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

RESUMO

A técnica da taipa de sopapo consiste na produção de um arcabouço de madeira preenchido com terra. Foi implantada durante o período de colonização do Brasil, pelos portugueses, possivelmente trazida da África, e ainda é utilizada no Nordeste do Brasil. Nos pequenos povoados, nas áreas rurais e mesmo na periferia de grandes cidades, surgem as casas edificadas com esta técnica, prolongando-se às vezes por ruas e partes de bairros. Ainda restam exemplares construídos dentro de um proceder que atravessou os séculos mas, com o avanço da consciência ecológica e dos próprios mecanismos de proteção de determinadas áreas por seu valor ambiental – que proíbem a extração da madeira do mangue, por exemplo – e outras modificações sócio culturais em andamento no Brasil, ocorreram modificações no processo construtivo. Tais mudanças, muitas vezes resultam em edificações de caráter bastante frágil. Portanto, vislumbra-se em horizonte próximo o ocaso desta prática construtiva, o que demanda um registro urgente dos procedimentos vinculados à mesma.

A historiografia acerca da arquitetura de terra no Brasil, em especial de suas técnicas, ainda é bastante escassa. Contudo, a presença material das casas de taipa permite que elas mesmas, na sua existência concreta, sirvam de ferramenta de investigação. Além disto, o recurso à história oral e os registros de caráter áudio-visual têm se apresentado como formas bastante operacionais de resgatar informações para a escrita de uma história da tecnologia da arquitetura vernacular, ao mesmo tempo em que constituem, em si mesmos, documentos de memória.

O objetivo desta comunicação é a apresentação dos resultados obtidos em pesquisa realizada no povoado de Poxim, situado ao sul de Alagoas, Brasil, onde foi possível o registro de importantes aspectos do patrimônio material e imaterial vinculados à produção da taipa, tanto na construção de casas de moradia como em “casas de farinha”, locais de fabrico de um alimento básico na refeição brasileira. A investigação resultou em um trabalho acadêmico textual e em registros no formato áudio visual.

Palavras-chave: Arquitetura em terra, taipa, patrimônio imaterial.

*mas@cnpq.br

**motamelissa@yahoo.com.br

***alicejardim@gmail.com

1. A ARQUITETURA DE TERRA NO BRASIL

Dentre as técnicas mais representativas da arquitetura de terra, o processo de construção mais utilizado no Brasil, sobretudo no Nordeste e em Minas Gerais a partir do século XVI é a taipa de mão, sopapo ou pau-a-pique. Os materiais empregados na construção são diversos, dependendo da disponibilidade de cada região. Ainda podemos encontrar a quinha ou bahareque, a taipa de pilão e o adobe. Atualmente, porém, todas essas técnicas encontram-se em desuso e, conseqüentemente, a importância do seu registro através da história oral e da utilização dos recursos áudio-visuais, torna-se urgente.

As casas de taipa, como são chamadas no Nordeste, são construídas com as coisas que a terra dá: o barro, a água, os finos galhos de algumas espécies arbóreas, as palmas ou palhas das palmáceas como o coqueiro. E, o processo construtivo em si, coloca-se como uma importante via de acesso ao conhecimento de valores, à identificação com o local de morada, à maneira de idealizar um novo espaço, materializado, e do modo de vida das pessoas que habitam pequenos povoados em diferentes localidades, interioranas ou costeiras.

Ao que se refere aos aspectos técnicos, a taipa é uma antiga técnica construtiva consistindo em paredes erguidas a partir de terra úmida socada em moldes (a taipa de pilão) ou de tapamento. Constitui-se de finos e longos galhos que serve de estrutura da parede vedada com barro. Geralmente as casas de taipa são cobertas de palha ou de telha cerâmica, neste último caso, quando os donos das moradas têm mais recursos financeiros.

As etapas de construção que envolvem a edificação em taipa são ricas e variadas. Podemos citar o envarado, o barreiro e o tapamento como as fases mais importantes. Com relação ao tapamento, podemos dizer que esta etapa possui um aspecto lúdico que se torna evidente com o clima de festa durante o trabalho com cantigas e brincadeiras entre os participantes. O

beneficiário do tapamento oferece bebida e comida aos parentes e/ou amigos aos que cooperam nesta tarefa. Pelo trabalho no tapamento de uma casa de taipa não há retribuição direta em dinheiro.

Dessa forma, podemos perceber a riqueza e a variedade de aspectos sociais, antropológicos e culturais que envolvem o fazer da casa de taipa, motivo pelo qual o Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem (registrado no CNPq desde 1998) e sediado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, realizou a pesquisa intitulada: Modos de Construir, Modos de Alimentar: Memórias da Paisagem Caeté nas Alagoas, cujo principal objetivo era mapear e registrar as práticas do patrimônio imaterial para fins de tombamentos futuros, com recursos advindos do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, no povoado de Poxim (Coruripe, Alagoas, Brasil). Dentre as práticas do patrimônio imaterial mapeadas, destacamos neste artigo o registro das etapas construtivas que envolvem a edificação em taipa.

2. POXIM E A TAIPA

O sul de Alagoas configura-se enquanto uma porção do território que apresenta uma vicejante dimensão histórico-cultural. Além do emblemático acontecimento canibalístico envolvendo os índios Caetés e o Bispo Sardinha, catequista português, no século XVII, as terras desta parte do Nordeste foram ocupadas inicialmente pelos colonizadores portugueses e, seguidamente, pelos holandeses que, para além dos feitos bélicos, nos deixaram um importante legado de imagens, objetos, escritos e fragmentos da história que vencerem o tempo e registraram a história e a cultura deste território. Artistas e cientistas como Frans Post, Albret Eckhout, George Marcgrave e Guilherme Piso produziram imagens da paisagem nordestina nos séculos XVI e XVII privilegiando o recorte geográfico em questão e escritos onde descrevem, dentre outros aspectos, os materiais naturais vinculados à arquitetura vernacular, como observamos mais especificamente no caso da descrição do

urucuri iba (*Siagrus coronata* L.): “Os ramos desta árvore ou folhas servem para cobrir cabanas e para fazer amarras são muito flexíveis” (Marcgrave, 1942, p. 123). Essas amarras possivelmente eram utilizadas para deixar mais firmes o varado das casas de taipa, dentre outras utilizações.

Quanto às palhas, elas são mencionadas no relato de Marcgrave, vinculando-as às edificações:

“Carana iba. Copaíba. Ibixuma. Coapoiba. Buripicaiba . I biruba. Maratatabiba. CARANA IBA e ANANACHICARIRI (termos indígenas). [Coqueiro] Na extremidade de cada ramo, se acha uma folha redonda, dotada de pregas como um guarda-chuva de mulher (*gallis parasol*), de cor verde; da extremidade até quase o meio é dividida em muitas outras folhas carinadas, semelhantes às folhas da tamareira. (...) As folhas servem para cobrir choupanas e para o fabrico de cestos; com a madeira fazem-se cercados para se prenderem ovelhas e animais de carga; os portugueses os denominam Curraes.” (Marcgrave, 1942, p. 130)

Outra folha também referenciada na literatura e largamente empregada até os dias de hoje na cobertura das casas é a do coqueiro:

“Quando vão construir uma casa, levantam primeiro os esteios e escoras, estendem sobre eles um ripado sobre o qual armam o telhado, coberto de telhas ou de folhas de coqueiro. Vivem nessas habitações.” (Barléus, 1977, p. 72)

O registro das espécies vegetais utilizadas na construção de terra, encontrado na obra holandesa, foi confirmado através de um trabalho de história oral realizado com os habitantes da região. Sobre a utilização das palhas nas casas de taipa, Dona Maria José dos Santos informou que:

“aqui as casa é tudo de paia, aqui só não, no mundo por aqui nessa redondeza de praia, até onde eu moro,

é tudo casa de paia, tirava a paia, acabar abria, eu mermo, uma casa que eu tinha, eu quem abriu a paia todinha pra cobrir a casa (...). Era de paia rosadinha, depois foi que o povo foi... se aletrando, aí pegaram o tapado de barro, tapadinha de barro (...). Lá no Miai onde eu morei e me criei, era. Foi todo mundo casinha de paia, (...) aí pegaram fazer a casinha de barro, outro arrumava a esteira, cobria, outro acobria de paia.” (Dona Maria José dos Santos, 2006)



Fig.1. Casas de taipa cobertas com palha de coqueiro (créditos: acervo do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, 2008)

Fazendo parte deste espaço natural registrado pelos colonizadores portugueses e holandeses, encontra-se o povoado de Poxim, município de Coruripe, integrante do extremo sul de Alagoas. Esta localidade, e outras vizinhas, à primeira vista, configuram-se como incipientes, com arruado pouco definido, casario singelo, morada de pessoas simples, que mantêm pouco contato com regiões economicamente mais desenvolvidas. No entanto, guardam evidências de um passado distante, registrado nos relatos dos colonizadores viajantes, fragmentos na longa duração, concretos e imaginários, que ainda pontuam a paisagem e a vida do lugar.

Poxim foi fundada no início do século XVII, estrategicamente posicionada entre duas importantes vilas dos primeiros séculos coloniais: Santa Maria Madalena da Lagoa

do Sul e Penedo do São Francisco, fato que atesta a sua importância, sendo elevada a Vila Real em dez de fevereiro de 1733. Território inicialmente composto por grandes extensões de florestas atlânticas, em Poxim, na atualidade, as matas se inscrevem como lacunas no território perceptivo dos moradores. Antes da cana, cobertura vegetal predominante na zona da mata alagoana, a paisagem era composta por vastas áreas de terra cobertas por árvores de incontáveis espécies. Mas o tempo, que é uma variável fundamental sobre a paisagem, também deixou marcas no horizonte da paisagem do povoado. Hoje, em Poxim, a cana se aproxima da área povoada. De modo semelhante, no sítio habitado, o tempo também deixa marcas e a casa de taipa, se inscreve discretamente no conjunto arquitetônico, dando lugar às casas de blocos de cimento ou tijolos de barro, sendo reduzido gradualmente o número de casas de taipa cobertas com palha de coqueiro. Entretanto, os moradores mais antigos das localidades pesquisadas, ao serem indagados sobre a paisagem do passado, dão importância a este tipo de morada não apenas pelas vantagens em relação ao custo de sua edificação ou pela sua materialidade como teto que abriga, mas, sobretudo, por tudo aquilo que uma casa de taipa traz de lembrança para estes e outros moradores do sul de Alagoas.

“Eu acho a casa de taipa mais segura do que a de tijolo, é mais segura porque ela é toda amarrada, com (...), de (...), tesoura, tudo, amarrada de cipó, lugar que tem prego, lugar de tudo, e a de tijolo não pega prego em canto nenhum. A casa de tijolo, depois dela rachar ela vai se embora, né?! E a casa de taipa ela aparta todinha, ela aparta as paredes todinha e sendo bem feita, ela acenta no chão, e não cai.” (Seu Bé, 2006)

Assim, a singularidade desse povoado reside no fato de ainda ser possível encontrar uma memória sobre os tempos coloniais, que se evidenciam não apenas no discurso dos moradores sobre fatos históricos relacionados ao sul de Alagoas, mas sobre

práticas que venceram o tempo e sobre o significado atribuído a bens de significação como a técnica da taipa que pontua o cotidiano das pessoas de Poxim como sinal patrimonial que, oscilando entre a materialidade e a imaterialidade espelham a essência do singular povoado.

As pessoas que vivem em Poxim acumulam, comparam e comunicam experiências do morar e, neste sentido, a taipa se revela na paisagem de Poxim, porém não é apenas uma marca imóvel do patrimônio local.

Parte do processo construtivo, no linguajar local, é chamado “tapação”, realizado em mutirão, contendo aspectos festivos e lúdicos, atreladas a cantigas e rituais, evidentes quando homens, mulheres e crianças misturam-se durante o trabalho coletivo de construção da morada. Enquanto o envarado das paredes é preenchido com barro, o beneficiário oferece bebida e comida aos parentes e amigos que cooperam nesta tarefa. Além de baratear os gastos, o tapamento desempenha importante papel na definição de laços de solidariedade entre as pessoas que cooperam nesta prática.

“Quando vai construir a casa de taipa. Aí o pessoal fazia o barro, o barreiro, fazia o barrero, e depois da, do barro feito se agarrava tudinho, os velho, as pessoa, os home um com o outro, e saia pizando o barro, cantando, cantando, tudo cantando e pizando o barro, né? (...) Os homens, né, sempre prá fazer o barrero, o barrero é ajuntá aquele bocado de barro, abre um buraco assim no meio, e a gente ia carregando água do rio tudo com um pote, e jogando ali naquele meio, né, do, do, barro. Aí eles iam misturando a água com o barro né, prá poder ligar. (...) Prá poder botar na parede. Mas nessa processo assim deles tá com a inchada traçando o barro, que nem faz massa prá reboco, né, fica traçando, traçando. Depois que, que traçava assim o barro, aí vinha aquela turma. Chamava as mulheres, prá gente ir, aí abraçava um com o outro, mulher e homem, tudo agarrado, e a gente cantava, repara que música – Me

lembro que um tio meu., ele cantava assim – “Bora amassar o barro!” – a gente vinha aí cantava é: Eu vi o bico do sapato de/ Eu vi o bico do sapato de iá-iá/ Eu vi o bico do sapato/ Eu vi o bico do sapato da iá-iá/ Ô sinhá!/ Eu vi o bico do sapato de iu-iu” (Grupo de Mulheres, 2006)

“E era bonita a festa, era bonita, e a senhora quer ver bom, era na tapagem da parede, como ele falou, da casa, sim (...). Já, já, alcancei muita também, alcancei, alcancei muita tapagem de



Fig. 2. O envarado (créditos: acervo do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, 2008)



Fig. 3. As pessoas da comunidade pisando o barro para a tapagem do envarado da casa de taipa (créditos: acervo do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, 2008)

casa, era lindo também, era, muito lindo, é. A parte mais bonita da tapagem era o barreiro, o barreiro, é. O barreiro é onde cava o barro, sabe? Sim, faz o barro pra levar pra parede, é. Tem também o pisoteamento pra



Fig. 4. A tapagem da casa de taipa (créditos: acervo do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, 2008)

pisotear o barro... era pisar o barro e fazer o barro, era o mais bonito, da tapagem da casa, sabe? Sim, é.” (Seu Bé, 2006)

3. O REGISTRO DA TAIPA

A investigação focou-se nos modos de fazer e modos de saber transmitidos de geração em geração através de mais de três séculos aferindo, portanto, a continuidade e a importância histórica de práticas certamente permeadas pela diversidade cultural que caracterizou a ocupação da região Nordeste como um todo. Para tanto, depreendemos que os dias que vivemos no presente também podem ser explicados pelos dias que os precederam. Visíveis ou não, sinais de um passado distante acrescentam à nossa realidade outras realidades.

Com o objetivo de identificar antigas práticas culturais ainda presentes nos hábitos dos moradores, essas informações imagéticas foram contrapostas com os cenários atuais das comunidades estudadas através de levantamento fotográfico e, especialmente, dos dados adquiridos através da oralidade dos membros dos povoados de Poxim. Este e outros localizados em áreas vizinhas, à primeira vista configuram-se como incipientes, com ruas indefinidas, casario singelo, habitados por pessoas simples. No entanto, guardam evidências de um passado distante, fragmentos de longa duração, concretos



Fig. 5. Entrevista com Dona Anadeje (créditos: acervo do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, 2008)

e imaginários, que ainda pontuam a paisagem e a vida que a anima.

A relação construída no decorrer da pesquisa estabeleceu laços estreitos com os moradores facilitando a naturalidade dos depoimentos. Muitos moradores, como D. Anadeje, recebe a equipe em sua própria casa. Momentos espontâneos, como as cantigas, também foram resultado dessa familiaridade.

Durante o período do trabalho a equipe esteve em contato com os moradores em busca de registrar a construção de uma casa de taipa, do envarado ao tapamento. No entanto, no período de um ano de registro de práticas imateriais em Poxim, além dos depoimentos foi registrado apenas o retoque em uma casa já consolidada.

O processo de montagem do vídeo se deu pela curadoria dos depoimentos mais relevantes, com os trechos que representam a familiaridade com esse tipo de moradia. A elaboração de um texto narrativo aliado a uma trilha sonora de caráter regional delineou o formato do vídeo.

O vídeo inicia-se com um resgate dos tempos em que as casas de taipa eram destaque na paisagem do povoado. O processo de construção narrado é ilustrado por registros do retoque, guiado por



Fig. 6. O clima de festa durante o retoque. Trecho do vídeo "Coisas que a terra dá: a taipa no Poxim" (créditos: acervo do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, 2008)

depoimentos de seus próprios "fazedores" e cantigas que rememoram tempos onde essa prática se fazia mais presente. Durante o retoque, fragmentos são recobertos por um novo barro, resgatando a memória do trabalho coletivo e o clima de festa.

O processo de registro da taipa resultou em uma expressão espontânea de memórias e imagens concretas da presença forte dessa prática no povoado. Como contrapartida ao povoado, o vídeo foi exibido para a população na parede lateral da igreja de Poxim.

O ato de construir casa de taipa já não é uma prática comum ao dia a dia do povoado. "Coisas que a terra dá: a taipa no Poxim" trata da relação dos moradores com esse tipo de construção, ressaltando esse modo de viver que se eterniza na paisagem e na memória de seus moradores.

Bibliografia

- Andrade-Lima, D. et al. (1986). *O Herbário de Georg Marggraf* (2 volumes). Rio de Janeiro: Fundação Nacional Pró-Memória; Recife: Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco.
- Bariéus, G. (1977). *História dos Feitos Recentemente praticados durante oito anos no Brasil*. São Paulo: Itatiaia Ed.
- Bernardi, B. (1974). *Introdução aos estudos etno-antropológicos*. Lisboa: Edições 70.
- Diegues, A. C. & Arruda, R. S. V. (Orgs.) (2001). *Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; São

Paulo: USP.

Marcgrave, J. (1942). *História natural do Brasil*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado.

Piso, G. (1948). *História Natural do Brasil Ilustrada*. Trad. do Prof. Alexandre Correia. São Paulo: Companhia Editora Nacional.

Prestes, M. E. B. (2000). *A Investigação da Natureza no Brasil Colônia*. São Paulo: Annablume: Fapesp.

Souza, G. S. (1938). *Tratado Descritivo do Brasil em 1587*. São Paulo/Rio de Janeiro/Recife/Porto Alegre: Companhia Editora Nacional.

Nota

A pesquisa que embasou este artigo foi desenvolvido com o apoio da Fundação Universitária de Desenvolvimento de Extensão e Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas – FUNDEPES/ UFAL e com o financiamento do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN.

APRENDER A CONSTRUIR COM TERRA ATRAVÉS DA ANDORINHA-DOS-BEIRAIS

Bruno Silva* (Portugal)

Departamento de Engenharias, ECT. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)

Fernando Nunes** (Portugal)

CQVR. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)

José Correia*** (Portugal)

CQVR. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)

Pedro Tavares**** (Portugal)

CQVR. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)

Humberto Varum† (Portugal)

Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Aveiro (UA)

Jorge Pinto‡ (Portugal)

Departamento de Engenharias, ECT. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)

RESUMO

O facto de a terra ser natural, ecológica, reciclável e abundante faz com que possa ser considerada um material de construção de eleição e com um enorme potencial. Na construção tradicional portuguesa as soluções construtivas que usam terra como material de construção têm uma importante expressão. Este património construído necessita de ser conservado. Neste contexto, o presente trabalho tem como principal objectivo dar um contributo na temática das soluções de melhoramento do comportamento e do reforço de elementos construtivos de terra a partir do estudo biomimético de um ninho da andorinha-dos-beirais. De modo a identificar a eventual existência de algum fenómeno de aglutinação ocorrido durante o processo de construção do ninho da andorinha-dos-beirais, procedeu-se a um trabalho experimental de caracterização a partir de amostras extraídas de diferentes ninhos recolhidos na zona de Vila Real. Para a identificação/caracterização da composição química inorgânica elementar e mineralógica realizaram-se análises em Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive Spectroscopy (SEM/EDS) e em difracção de raios-X. Para a identificação/caracterização da composição orgânica foi feita a quantificação colorimétrica do teor de proteínas pelo método do biureto, e do teor de polissacarídeos/açúcares pelo método dos açúcares totais. Os resultados experimentais apontam para a existência de polissacarídeos/açúcares no material do ninho e que possivelmente foram adicionados pela andorinha-dos-beirais. Por sua vez, uma simulação numérica de um ninho permitiu compreender o funcionamento desta estrutura natural de terra e verificando-se que ele funciona essencialmente à compressão. Ensaio mecânicos de provetes de solo argiloso misturado com uma solução aquosa à base de um polímero extraído do ninho revelaram uma melhoria de comportamento mecânico. Pretende-se que a partir dos resultados obtidos neste trabalho de investigação se possam retirar sugestões para o desenvolvimento de soluções de estabilização e de melhoramento de elementos construtivos existentes de terra.

Palavras-chave: Construção de terra, construção sustentável, materiais naturais.

*bruno_silva06@hotmail.com

**fnunes@utad.pt

***jcorreia@utad.pt

****ptavares@utad.pt

†hvarum@ua.pt

‡tiago@utad.pt

1. INTRODUÇÃO

Cerca de metade da população mundial, aproximadamente três bilhões de pessoas em seis continentes, habita ou trabalha em edifícios construídos em terra (Rael, 2008). Nos países menos desenvolvidos esta realidade atinge cerca de metade dos edifícios. A construção de terra é um património mundial que reflecte a diversidade cultural (Carvalho et al., 2008).

Exemplos de construções antigas de terra são a Muralha da China, na China, de 2000 A.C. (Greatwallchina, 2005) e a cidade de Arge Bam, no Irão, de 500 a.C., este impressionante património de terra também é revelador que este tipo de construção pode ter uma enorme durabilidade. Paralelamente, também existem construções de terra de vanguarda tais como o Adobe Repository for Buda Statue, no Japão, de 2001 (Rael, 2008) e o Desert Cultural Centre, no Canada, de 2006 e que são reveladoras de que a construção de terra é uma alternativa de construção do futuro.

A biomimética é uma área da ciência que se baseia no estudo da natureza de forma a extrapolar novas formas de adaptação ao planeta. Mecanismos biológicos e estruturas naturais são dois exemplos de modelos naturais de imitação usados na biomimética. Têm sido realizados inúmeros trabalhos de investigação nesta área científica e em campos de aplicação diversos (Bar-Cohen, 2006). São exemplos, os mecanismos e as estratégias de defesa/ataque inspirados em organismos vivos, trabalhos sobre nano-materiais e transplantes de órgãos humanos e o conceito de pré-esforço orgânico inspirado no modelo do músculo do bíceps humano (André et al., 2003).

No presente trabalho, o ninho da andorinha-dos-beirais foi o modelo natural estudado. Outros exemplos de construções naturais à base de terra são o ninho da vespa solitária e o ninho das térmitas. Este trabalho de investigação pretendeu aferir se a andorinha-dos-beirais introduz alguma espécie de aglutinante natural na fase de construção do ninho e que possa induzir

uma melhoria de qualidade do material. Esta informação poderá ser extrapolada para o contexto da construção civil e, em particular, para a construção de terra.

Para o efeito, foi necessário e fundamental efectuar uma identificação/caracterização exaustiva do material constituinte dos ninhos em termos de composição química elementar, de composição mineralógica e de composição orgânica, através de um estudo experimental que incluiu análises em Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive Spectroscopy (SEM/EDS), difracção de raios-X, análises colorimétricas e cromatografia iónica. Os resultados experimentais obtidos indicam que a andorinha-dos-beirais aparentemente adiciona uma pequena quantidade de polissacarídeos/açúcares ao solo argiloso durante o processo de construção do ninho.

Uma simulação numérica do ninho permitiu verificar que esta estrutura natural trabalha essencialmente à compressão e que é uma característica inerente às construções de terra. Por fim, também foram realizados ensaios de compressão em provetes de solo argiloso misturado com uma solução aquosa de polissacarídeos/açúcares extraída do material do ninho que revelaram um aumento da resistência à compressão.

2. A ANDORINHA-DOS-BEIRAIS

A andorinha-dos-beirais, figura 1, é uma ave migratória. Em média, o seu comprimento é de 12,5 cm e seu peso é de 18,3 g. Cada postura inclui quatro ou cinco ovos (1,9 cm comprimento, 1,3 cm de diâmetro e 1,7 g de peso). Geralmente, há duas posturas por um período estival. O ninho que é uma estrutura natural feita de solo argiloso recolhido em cursos de água existentes em zonas circundantes e próximas do ninho, é geralmente reutilizado em anos consecutivos o que requer que a andorinha-dos-beirais tenha que o reparar.

Entre outros países da Europa, esta ave também passa o período estival em Portugal e, em particular, na cidade de Vila Real (capital da região de Trás-os-

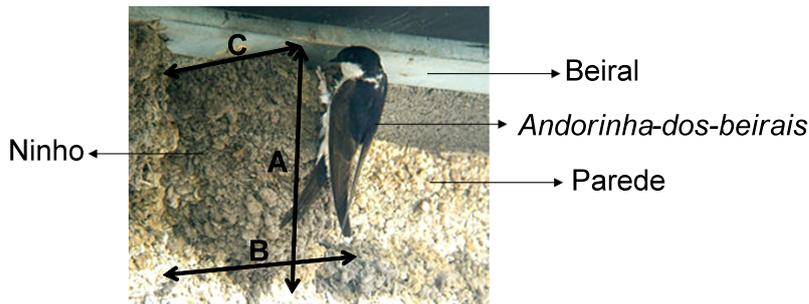


Fig. 1. Andorinha-dos-beirais e ninho

Montes e Alto Douro, parte nordeste de Portugal continental) onde este trabalho de investigação foi desenvolvido.

3. O NINHO DA ANDORINHA-DOS-BEIRAIS

Actualmente é muito frequente encontrar a andorinha-dos-beirais nas áreas urbanas e em zonas próximas de cursos de água. Na figura 1 é mostrado um ninho da andorinha-dos-beirais, este é construído na junção da parede e do beiral permitindo desta forma a existência de duas superfícies de contacto para o suporte do ninho e criar condições de protecção do ninho em relação à chuva e ao ataque de predadores. Pode-se também observar na Figura 1 que a parede do ninho é formada

por pequenas porções de argila ligadas entre si e á semelhança de uma construção de adobe. Observa-se também que as dimensões das porções de argila tendem a diminuir no sentido da base para o topo do ninho.

Neste trabalho de investigação foram usadas seis amostras de ninho que foram recolhidas em três locais diferentes de Vila Real e que são São Dinis, Mateus e Noura, figura 2. As dimensões médias de um ninho da andorinha-dos-beirais são 12 cm de altura (A), 18 cm de largura (B), 8 cm de profundidade (C) e 2 cm de espessura de parede.

Nos ensaios de identificação/ caracterização do material do ninho, que serão apresentados e discutidos nas secções seguintes, foram considerados

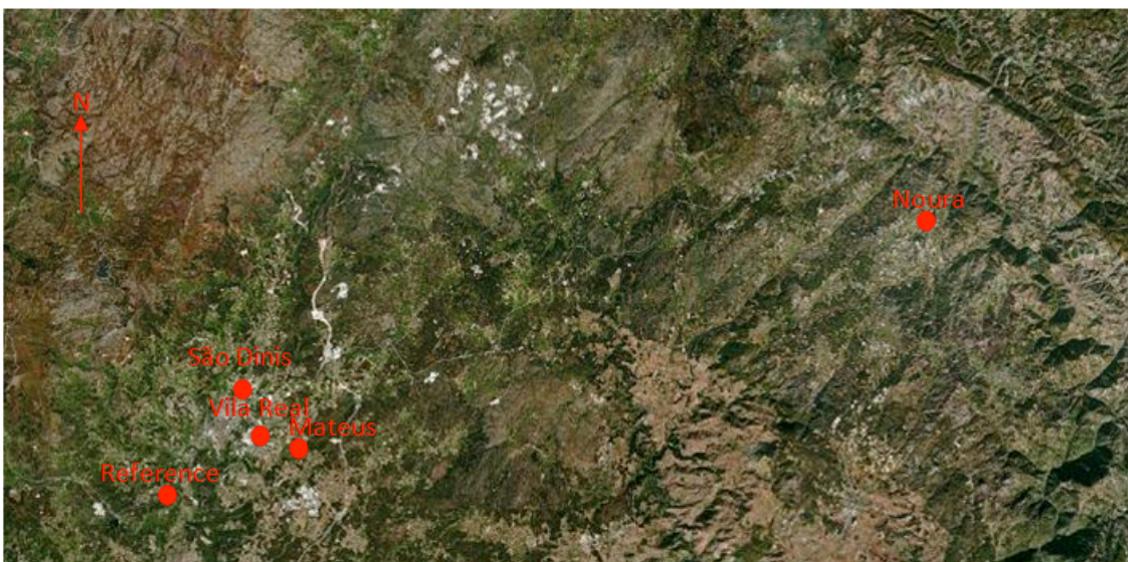
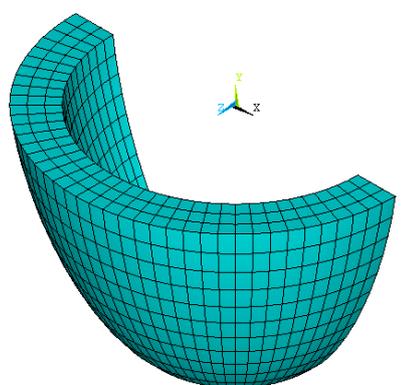


Fig. 2. Locais de recolha do material de referência e dos ninhos (Fonte: <http://maps.google.pt/maps?hl=pt-PT&tab=wl>)

três tipos de amostras de ninho e que são relativas aos três locais de recolha (São Dinis, Mateus e Noura). A amostra por local de recolha foi obtida através da mistura do material dos dois ninhos recolhidos nesse local.

4. COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DO NINHO

De modo a melhor se perceber o comportamento estrutural do ninho foi feita a sua simulação numérica através de um modelo de elementos finitos em 3D, usando o código comercial ANSYS® (ANSYS, 2008). Foi desenvolvido um modelo

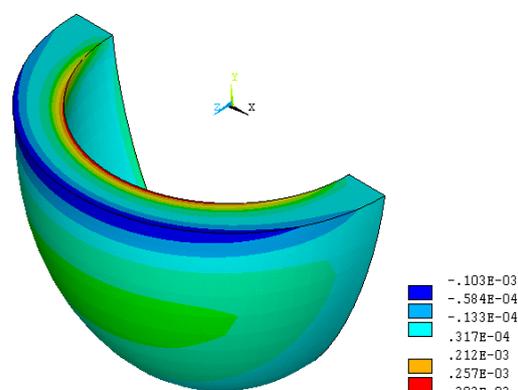


a) Malha de elementos finitos

mostra que o ninho está essencialmente sujeito a tensões normais de compressão sendo apenas exceção as zonas pontuais do contacto ninho/beiral e na face interna do ninho.

5. IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL DO NINHO

Tal como foi referido anteriormente, o ninho da andorinha-dos-beirais é construído à base de um solo argiloso. De forma a verificar este facto e a verificar se a andorinha-dos-beirais incorpora algum componente ao solo durante o processo



b) Tensões normais, σ_y , MPa

Fig. 3. Modelo numérico do ninho

paramétrico em linguagem APDL do ANSYS®, considerando para tal, elementos do tipo sólido isoparamétricos hexaédricos de 20 nós (SOLID95). A figura 3-a ilustra a malha de elementos finitos resultante em que a abertura existente no topo do ninho não foi considerada por simplificação. O material do ninho foi considerado isotrópico, elástico, com um peso específico de 18 kN/m³, com um módulo de elasticidade de 1 GPa e com um coeficiente de Poisson de 0,25. Os deslocamentos dos nós que simulam o contacto ninho/parede e ninho/padieira foram restringidos em todas as direcções.

O diagrama de tensões normais segundo a direcção vertical (y) apresentado na figura 3-b é relativo ao caso de carga mais gravoso (peso próprio do ninho e peso de seis aves adultas). Esse diagrama de tensões

de construção do ninho foram realizados vários ensaios tais como SEM/EDS, difracção de raios-X, análise colorimétrica e cromatografia iónica.

A apresentação e a análise dos resultados experimentais relativos aos ensaios de SEM/EDS, difracção de raios-X e análise colorimétrica já foram apresentados em (Bruno et al., 2009) onde se concluiu que os ensaios de SEM/EDS e de difracção de raios-X mostraram que as composições química elementar e mineralógica do material do ninho são similares às do solo argiloso local e, que as análises colorimétricas revelaram que existe uma quantidade expressiva de proteínas no material de ninho. Por outro lado, estas análises permitiram concluir que existe a possibilidade da andorinha-dos-beirais adicionar uma pequena quantidade

de componentes orgânicos do tipo polissacarídeos/açúcares no solo argiloso durante o processo de construção do ninho.

De forma a identificar/caracterizar os tipos de polissacarídeos/açúcares e a quantificar estes componentes foram realizadas análises de cromatografia iónica, no laboratório de Cromatografia, da UTAD. Os polissacarídeos/açúcares foram extraídos das amostras através de hidrólise directa. Os tipos de polissacarídeos/açúcares estudados são aqueles que são considerados os mais comuns na natureza (Lee, 1996) e que são a fucose (Fuc), a arabinose (Ara), a galactose (Gal), a glucosamina (GlcN), a glicose (Glc), a manose (Man) e a xilose (Xyl).

Os resultados estão apresentados na tabela 1 verificando-se que todas as amostras de materiais incluindo a amostra de Referência, têm polissacarídeos/açúcares nas suas composições. O material das amostras de ninho de Mateus e de São Dinis têm uma percentagem de polissacarídeos/açúcares superior (35% e 33%, respectivamente) às amostras de material do ninho de Noura e de Referência (13% e 19%, respectivamente).

Em termos de quantidade de polissacarídeos/açúcares, a amostra do ninho Noura é aquela que é mais semelhante à amostra de Referência. Este resultado talvez possa estar relacionado com o facto do ninho de Noura ter sido recolhido num dia chuvoso e ter, por isso,

havido um lixíviamento de material.

Considerando a possibilidade da andorinha-dos-beirais adicionar uma certa quantidade de polissacarídeos/açúcares ao material durante o processo de construção do ninho, será seguidamente identificado o tipo de polissacarídeos/açúcar que existe em maior quantidade nas amostras de ninho em relação à amostra de Referência. Os resultados da tabela 1 indicam que esse tipo de polissacarídeo/açúcar poderá ser a Glc porque as amostras de material do ninho de Mateus e de Noura apresentam 42% e 44% de Glc, respectivamente, enquanto que o respectivo valor da amostra de Referência é de 40%.

Com base nestes resultados, pode-se pensar que existe a possibilidade da andorinha-dos-beirais adicionar uma pequena quantidade (aproximadamente 3%) de Glc no material do ninho durante o seu processo de construção.

Contudo, estes resultados também evidenciam alguma discrepância e que poderá estar relacionada com o facto do solo argiloso utilizado como amostra de Referência não ser representativo do solo argiloso existente na região. Um trabalho de investigação adicional necessita de ser desenvolvido nesta matéria utilizando para o efeito um maior número de amostras de solo e também de ninhos.

| Amostras | Fuc (mg/g) | Ara (mg/g) | Gal (mg/g) | GlcN (mg/g) | Glc (mg/g) | Man/Xyl (mg/g) | Total_1 (mg/g) |
|------------|-----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Referência | 0,014 (1.7%) | 0,177 (21.5%) | 0,174 (21%) | 0,00 (0%) | 0,332 (40%) | 0,128 (16%) | 0,825 (19%) |
| Mateus | 0,017 (1%) | 0,220 (15%) | 0,156 (11%) | 0,257 (17%) | 0,614 (42%) | 0,208 (14%) | 1,472 (35%) |
| Noura | 0,020 (3%) | 0,116 (20%) | 0,105 (10%) | 0,00 (0%) | 0,248 (44%) | 0,077 (14%) | 0,565 (13%) |
| São Dinis | 0,013 (1%) | 0,202 (15%) | 0,571 (42%) | 0,00 (0%) | 0,427 (30%) | 0,165 (12%) | 1,379 (33%) |
| | | | | | | Total_2 (mg/g) | 4,241 |

Tabela 1. Concentração de polissacarídeos/açúcares

6. ENSAIOS DE COMPRESSÃO

De forma a verificar se a adição dos polissacarídeos/açúcares identificados anteriormente no solo argiloso se traduz numa melhoria das propriedades mecânicas do material e em especial na resistência à compressão, ensaios de compressão foram realizados no laboratório de Materiais e Solos, da UTAD. Para o efeito, foram fabricados dois tipos de provetes usando solo argiloso recolhido no curso de água identificado anteriormente, figura 2. O primeiro tipo de provetes (tipo I) foi fabricado misturando ao solo argiloso 50 cl de água ultra pura. O segundo tipo de provetes (tipo II) foi fabricado misturando ao solo argiloso 50 cl de uma solução aquosa extraída do material do ninho.

O processo de extracção dos polissacarídeos/açúcares do material do ninho consistiu essencialmente em

provetes foram ensaiados à compressão, à idade de setes dias, à temperatura ambiente do laboratório e usando o equipamento Machine 5equipment BETA. Os resultados obtidos através do ensaio de compressão estão apresentados na tabela 2 e indicam que os provetes tipo II têm uma maior resistência à compressão do que os provetes tipo I o que sugere que a inclusão de polissacarídeos/açúcares no solo argiloso poderá aumentar as propriedades mecânicas de material. Esta conclusão poderá ser de grande interesse para a melhoria do desempenho estrutural de construções de terra.

Os valores de resistência à compressão obtidos nos provetes tipo I apresentam uma grande dispersão. A justificação para este facto só poderá ser encontrada através da realização de novos ensaios à compressão usando um maior número de provetes e um maior rigor na preparação do material

| Provetes | | | | | |
|--------------------------|------|------|---------------------------|------|------|
| I-1 | I-2 | I-3 | II-1 | II-2 | II-3 |
| 0,27 | 0,65 | 0,49 | 0,71 | 0,68 | 0,76 |
| Média (Tipo I): 0,47 MPa | | | Média (Tipo II): 0,72 MPa | | |

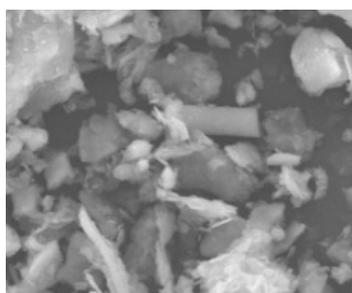
Tabela 2. Resultados dos ensaios de compressão, MPa

três etapas. Inicialmente, as amostras foram limpas e trituradas. Em seguida, os componentes orgânicos das amostras de material do ninho foram extraídos misturando-se 250 g de material do ninho triturado com 50 cl de água ultra pura. Finalmente, a solução aquosa extraída foi filtrada.

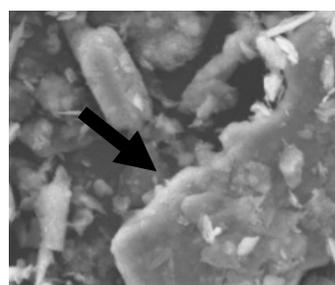
Foram fabricados três provetes cúbicos de 4×4×4 cm³ para cada tipo I e II. Esses

terra a ensaiar. Um trabalho de investigação adicional está em curso para este efeito.

As imagens microscópicas de provetes tipo I e II apresentadas na figura 4 também sugerem que existe uma diferença morfológica acentuada nos dois tipos de provetes e talvez seja resultante de um possível processo de aglutinação resultante da adição de polissacarídeos/açúcares ao solo argiloso (provetes tipo II).



a) Provete tipo I



b) Provete tipo II

Fig. 4. Imagens microscópicas

7. PRINCIPAIS CONCLUSÕES

O ninho da andorinha-dos-beirais é uma estrutura natural construída com solo argiloso e pode ser utilizado como um modelo biomimético no contexto da construção de terra.

Actualmente, é frequente encontrar ninhos da andorinha-dos-beirais em áreas urbanas e, principalmente, perto dos cursos de água. As dimensões médias de um ninho da andorinha-dos-beirais são 12 cm de altura, 18 cm de largura, 8 cm de profundidade e 2 cm de espessura de parede.

O ninho tem uma durabilidade notável atendendo a que é reutilizado em diversos anos.

Uma simulação numérica do ninho permitiu verificar que esta estrutura natural trabalha essencialmente à compressão.

O processo de identificação do tipo de polissacarídeo/açúcar de cromatografia iónica revelou-se muito complexo. Os resultados experimentais obtidos através deste processo, ainda que não sendo totalmente coerentes, indicam que a glicose poderá ser o tipo de polissacarídeo/açúcar naturalmente adicionado pela andorinha-dos-beirais. Foi sugerido que deverá ser realizado um trabalho de investigação adicional usando um maior número de amostras de solo argiloso da região e também um maior número de amostras de ninho e de forma a dissipar esta possível incoerência.

Os ensaios de compressão mecânicos sugerem que a adição de polissacarídeos/açúcares no solo argiloso poderá traduzir-se num aumento das propriedades mecânicas de material, em especial um aumento da resistência à compressão. Imagens microscópicas também sugerem que a inclusão destes componentes orgânicos poderá induzir um processo de aglutinação. Estas informações podem ser extrapoladas e utilizadas na melhoria de propriedades de material no contexto da construção de terra.

Bibliografia

- André, A., Pacheco, P., Fonseca, A. (2003). Pré-esforço orgânico – Estudos sobre a aplicação de uma nova tecnologia. V *Simpósio EPUSP sobre estruturas de concreto*. São Paulo.
- ANSYS – Swanson Analysis Systems Inc. Houston, Version 11.0, 2008.
- Bar-Cohen, Y. (2006). *Biomimetics, Biological Inspired Technologies*. (1. ed). California, EUA: Taylor & Francis.
- Carvalho, J., Pinto, J., Varum, H., Jesus, A., Lousada, J., Morais, J. (2008). Estudo do material terra usado nas construções em tabique na região de Trás-os-Montes e Alto Douro. VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra e II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. Universidade Estadual do Maranhão, São Luiz, MA, Brasil.
- Lee, Y. C. (1996). Carbohydrate analyses with high-performance anion-exchange chromatography. *Journal of Chromatography A*, 137-149.
- Rael, R. (2008). *Earth Architecture*. Princeton: PAPER Press editora. Consultado online no dia 28 de Março de 2009 em <http://www.eartharchitecture.org/>.
- Silva, B., Nunes, F., Pinto, A., Tavares, P., Varum, H., Pinto, J. (2009). Perspectiva biomimética do ninho de andorinha-dos-beirais. *Livro de Publicações de Resumos do VIII Seminario Iberoamericano de Construcción com Tierra (VIII SIACOT) e do II Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción com Tierra (II SAACT)*. Tucumán, Argentina: CRIATIAC – FAU – UNT, 100-101.

LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE EDIFICADO EM ADOBE NA CIDADE DE AVEIRO

Dora Silveira* (Portugal)
Departamento de Engenharia Civil - Universidade de Aveiro

Humberto Varum** (Portugal)
Departamento de Engenharia Civil - Universidade de Aveiro

Aníbal Costa*** (Portugal)
Departamento de Engenharia Civil - Universidade de Aveiro

Emília Lima**** (Portugal)
Câmara Municipal de Aveiro

RESUMO

Até meados do século XX, o adobe foi um material de construção muito utilizado no distrito de Aveiro, em Portugal. Actualmente, nesta região, e em particular na cidade de Aveiro, permanecem ainda muitos exemplos de edifícios construídos em adobe, alguns de importante valor patrimonial e arquitectónico. No entanto, muitos destes edifícios têm sido votados ao abandono nas últimas décadas, especialmente pela escassez de conhecimento técnico para suporte à sua reabilitação e reforço. Reconhecendo-se esta necessidade de conhecimento, nos últimos anos começou a desenvolver-se trabalho de investigação nesse sentido.

Neste artigo apresenta-se um trabalho de levantamento desenvolvido com o objectivo de caracterizar a distribuição e as características principais da edificação em adobe existente na cidade de Aveiro. Descreve-se, de forma sucinta, a metodologia adoptada, bem como os resultados obtidos. O conhecimento adquirido permitirá uma posterior selecção de edifícios representativos, para uma caracterização detalhada dos sistemas construtivos e das patologias mais comuns.

Palavras-chave: Construção de adobe, Aveiro, caracterização.

*dora.silveira@ua.pt

**hvarum@ua.pt

***agc@ua.pt

****melima@cm-aveiro.pt

1. INTRODUÇÃO

Durante largos anos o adobe foi um material de construção muito comum em grande parte do distrito de Aveiro. Por volta de meados do século XX o uso deste material foi sendo gradualmente substituído pelo uso de betão armado e tijolo cerâmico, até ter sido completamente extinguido. Actualmente, o adobe pode ainda ser encontrado com abundância em edifícios rurais e urbanos, alguns de notável valor patrimonial e arquitectónico, como os de estilo Arte Nova na cidade de Aveiro. Segundo estimativa de técnicos da Câmara Municipal de Aveiro, cerca de 25% dos edifícios existentes na cidade de Aveiro são de adobe, subindo esta percentagem para 40% no distrito inteiro. A reabilitação e o reforço destes edifícios têm, no entanto, sido negligenciados nas últimas décadas. Como resultado, uma parte significativa apresenta degradação estrutural e não estrutural importante. O processo de reabilitação e reforço apresenta dificuldades relevantes, essencialmente devido à escassez de conhecimento relativo às características e comportamento dos edifícios em adobe.

Com base no reconhecimento da importância da preservação desta herança cultural e arquitectónica, tem-se vindo a desenvolver trabalho para a caracterização dos edifícios em adobe existentes no distrito (Costa et al., 2007; Silveira et al., 2007; Varum et al., 2006; Varum et al., 2008). Em particular, tem-se desenvolvido na Universidade de Aveiro, em colaboração com a Câmara Municipal, um projecto visando caracterizar a distribuição e as características principais da edificação em adobe na cidade de Aveiro. Este conhecimento permitirá a escolha fundamentada de edifícios representativos, para uma posterior caracterização mais detalhada dos sistemas construtivos, bem como das patologias estruturais e não estruturais mais comuns.

Apresenta-se, de seguida, a metodologia e os primeiros resultados do trabalho de levantamento exaustivo realizado nas freguesias da Vera Cruz e da Glória, que constituem a cidade de Aveiro. A freguesia da Glória, apesar de se estender um pouco

além dos limites da cidade, foi considerada na sua totalidade.

2. METODOLOGIA DE LEVANTAMENTO

O objectivo do levantamento consistiu na identificação e registo dos edifícios em adobe existentes nas freguesias da Vera Cruz e da Glória, tendo sido realizado desde Junho a Setembro de 2009.

A metodologia adoptada passou pelo preenchimento de fichas como a apresentada na Figura 1, complementado com o registo fotográfico do edifício (fotografia da fachada principal e de eventuais pormenores importantes). O levantamento pretendeu-se expedito e, por isso, os registos basearam-se na observação rápida, mas atenta, de cada edifício, realizada a partir do exterior (rua de acesso). Para uma mais fácil abordagem, a zona de estudo foi dividida em várias subzonas, como a que se pode observar na ficha exemplo apresentada.

Os parâmetros registados no levantamento são:

(a) 'Nº' - Número identificativo atribuído ao edifício (código interno);

(b) 'Conservação' - Estado de conservação do edifício, avaliado com uma classificação de 0 a 5: 0 (ruína), 1 (mau), 2, 3 (razoável), 4 e 5 (bom);

(c) 'Nº de pisos' - Número de pisos do edifício (inclui, sempre que existam, a semi-cave e as águas-furtadas aproveitadas do edifício);

(d) 'Função actual' - Função actual do edifício;

(e) 'Implantação' - Implantação do edifício (que pode ser isolado, em banda meio, em banda extremo, ou em gaveto);

(f) 'Denominação' - Eventual denominação do edifício, sempre que indicada no seu exterior;

(g) 'N° (Pol.)' - Número de polícia do edifício;

(h) 'Ano' - Ano de construção do edifício, sempre que indicado no seu exterior;

(i) 'Obs.' - Eventuais observações consideradas importantes, como por exemplo, relativas à ocupação do

dúvida no levantamento. Nesta primeira apresentação de resultados desconsiderou-se os edifícios com maior grau de dúvida associado, nomeadamente todas as capelas e igrejas. Depois de terminada a referida investigação, os dados do levantamento assumirão a sua forma final.

De seguida apresentam-se, sucintamente, os resultados principais obtidos. Com este

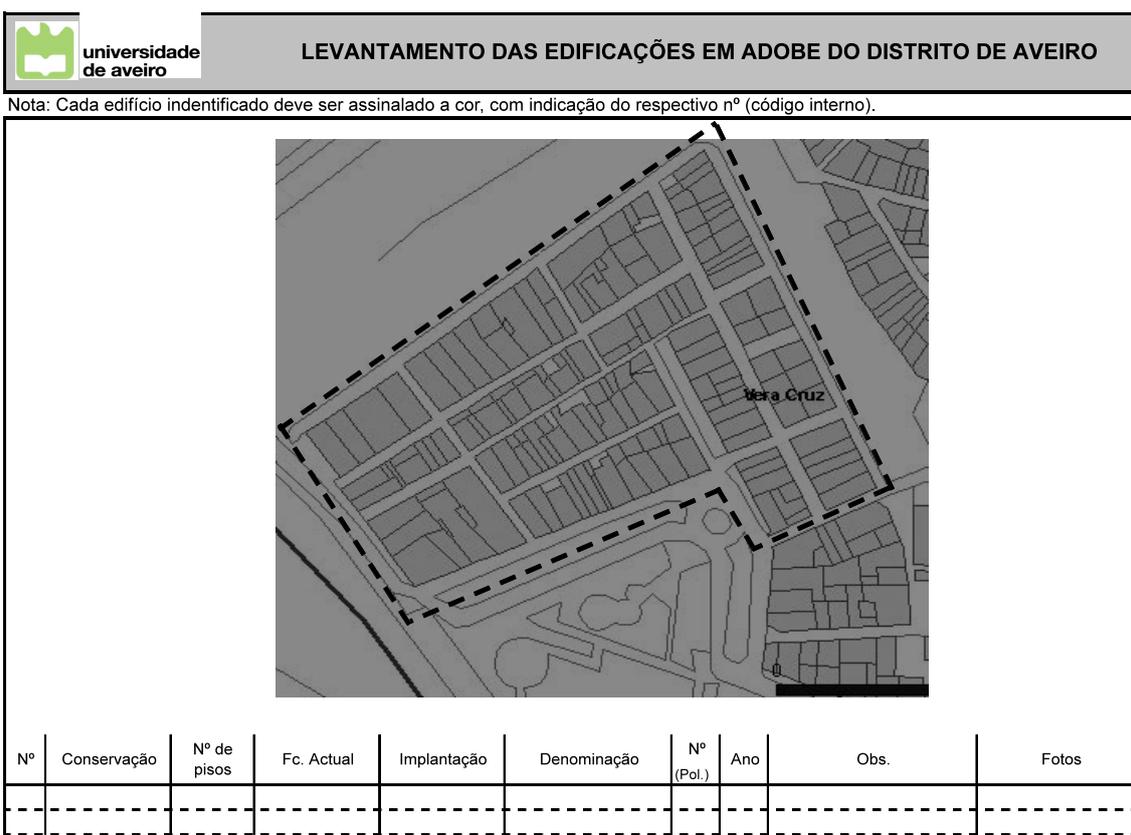


Fig. 1. Exemplo de cabeçalho de ficha de levantamento (Créditos: Dora Silveira, 2009).

edifício;

(j) 'Fotos' - Referência numérica das fotografias tiradas ao edifício.

3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Após o levantamento geral, está actualmente a ser desenvolvida uma tarefa de investigação na qual se pretende confirmar a existência de adobe em alguns dos edifícios observados que, pelas suas características, suscitaram alguma

trabalho pretende-se dar uma imagem global do edificado em adobe nas freguesias analisadas.

3.1 Informação geral

Foram registados 780 edifícios em adobe na freguesia da Vera Cruz e 550 na freguesia da Glória, perfazendo um total de 1330 edifícios. São edifícios, na sua maioria, construídos no final do século XIX e na primeira metade do século XX. Grande parte dos edifícios observados possui uma geometria simples, com planta rectangular

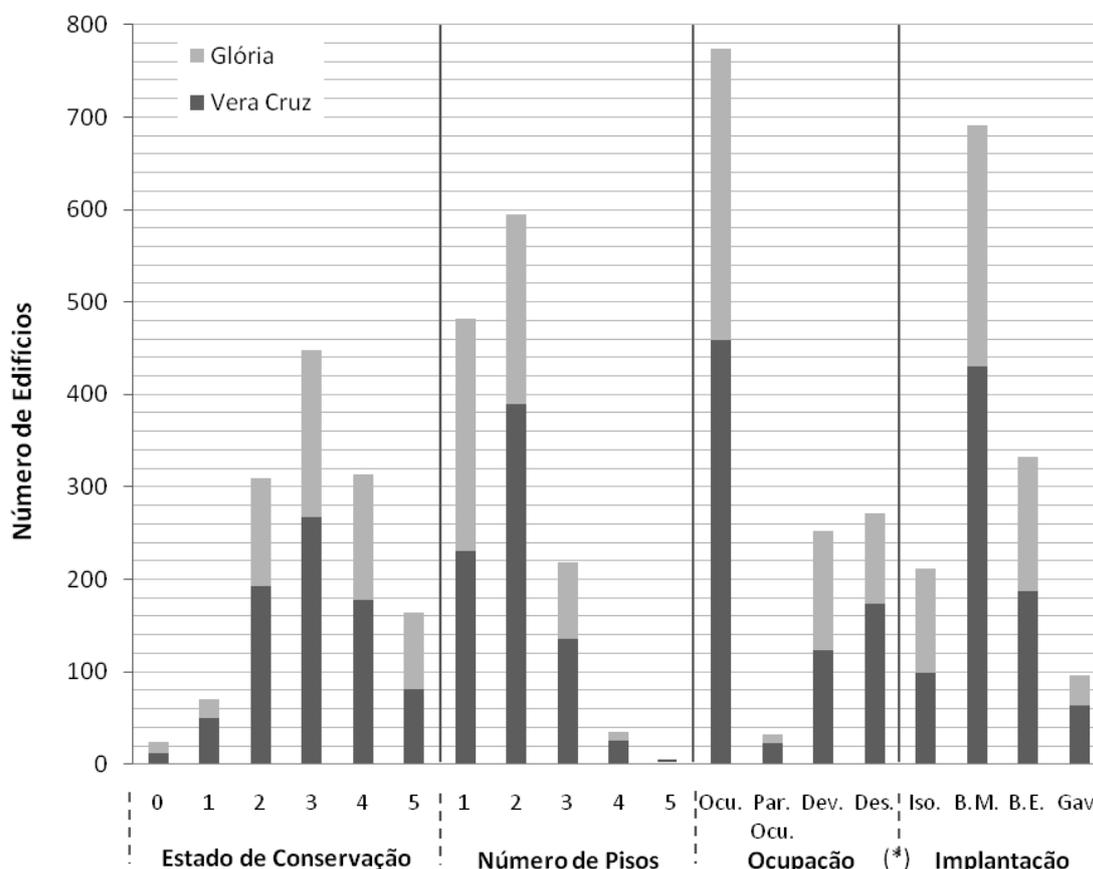
e configuração regular em altura.

3.2 Parâmetros observados

Apresenta-se, na Figura 2, o número de edifícios observados por: (a) estado de

maior parte dos edifícios (cerca de 80%) são constituídos por 1 ou 2 pisos.

Para cada estado de ocupação, verificam-se as seguintes percentagens globais:



(*) Ocu. - Ocupado; Par. Ocu. - Parcialmente Ocupado; Dev. - Devoluto; Des. - Ocupação Desconhecida; Iso. - Isolado; B.M. - Banda Meio; B.E. - Banda Extremo; Gav. - Gaveto.

Fig. 2. Número de edifícios observados por: (a) estado de conservação; (b) número de pisos; (c) ocupação; e (d) implantação (Créditos: Dora Silveira, 2009).

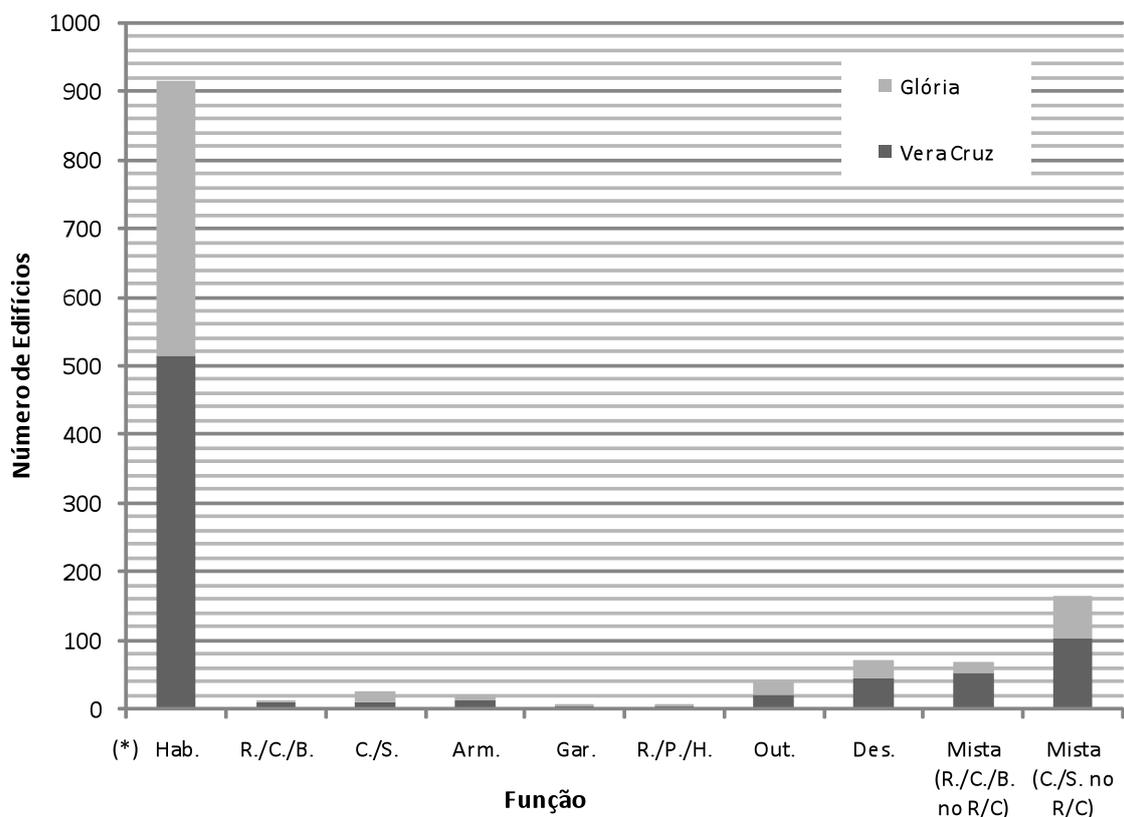
conservação; (b) número de pisos; (c) ocupação; e (d) implantação. Para cada classe de conservação, verificam-se as seguintes percentagens globais de edifícios: 1,8% (classe 0); 5,3% (classe 1); 23,3% (classe 2); 33,7% (classe 3); 23,5% (classe 4); e 12,3% (classe 5). Portanto, cerca de 70% dos edifícios apresentam um estado de conservação avaliado como razoável (classe 3) ou melhor (classes 4 e 5).

Para cada nº de pisos, verificam-se as seguintes percentagens globais de edifícios: 36,2% (1 piso); 44,7% (2 pisos); 16,4% (3 pisos); 2,6% (4 pisos); e 0,1% (5 pisos). Portanto, a

58,2% de edifícios ocupados; 2,4% de edifícios parcialmente ocupados; 18,9% de edifícios devolutos; e 20,5% de edifícios com ocupação desconhecida.

Para cada implantação, verificam-se as seguintes percentagens globais: 15,9% de edifícios isolados; 52,0% de edifícios em banda meio; 25,0% de edifícios em banda extremo; e 7,2% de edifícios em gaveto.

Apresenta-se, na Figura 3, o número de edifícios observados, por função.



R./P./H. - Residencial / Pensão / Hotel; Out. - Outra função; Des. - Função desconhecida

Fig. 3. Número de edifícios observados por função (Créditos: Dora Silveira, 2009).

Verificam-se as seguintes percentagens globais para as funções mais comuns: 68,8% de habitações; 12,5% de edifícios com comércio ou serviços no rés-do-chão e outras funções nos restantes pisos (geralmente habitação); 5,1% de edifícios com restaurante, café ou bar no rés-do-chão e outras funções nos restantes pisos (geralmente habitação).

Apresenta-se na Figura 4, a título de exemplo, três edifícios representativos observados, com indicação dos principais parâmetros associados registados.



Freguesia: Glória
Nº de Pisos: 1 (Rés-do-Chão)
Função: Habitação
Estado de Conservação: 4
Ocupação: Ocupado
Implantação: Banda Meio

Freguesia: Vera Cruz
Nº de Pisos: 2 (Rés-do-Chão e Águas-Furtadas)
Função: Habitação
Estado de Conservação: 2
Ocupação: Desconhecida
Implantação: Banda Extremo



Freguesia: Vera Cruz
Nº de Pisos: 3 (Rés-do-Chão, 1º Piso e Águas-Furtadas)
Função: Café/Bar (Rés-do-Chão); Habitação (1º Piso e Águas-Furtadas)
Estado de Conservação: 3
Ocupação: Ocupado
Implantação: Banda Meio

Fig. 4. Exemplos de edifícios de adobe observados (Créditos: Dora Silveira, 2009).

4. CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

Foi observado um número muito significativo de edifícios em adobe nas duas freguesias em estudo. O facto de se verificar que pelo menos cerca de 60% dos mesmos se encontram presentemente ocupados, funcionando na sua maioria como habitação, alerta para a necessidade de se desenvolver uma base de conhecimento que possa suportar futuras acções de

reabilitação e reforço destes edifícios.

Verifica-se ainda que cerca de 70% dos edifícios apresentam um estado de conservação considerado 'razoável' ou melhor (classes 3, 4 e 5), e que apenas cerca de 7% apresentam um estado de conservação avaliado como 'ruína' ou 'mau' (classes 0 e 1). Estes valores sugerem que grande parte dos edifícios existentes, se adequadamente reabilitados e reforçados,

poderão satisfazer exigências de segurança e conforto compatíveis com aquelas impostas às construções novas.

Os resultados apresentados confirmam a grande expressão do parque edificado em adobe nas freguesias da Vera Cruz e da Glória e, portanto, a necessidade dum esforço no sentido de se conhecer melhor as características e o comportamento destes edifícios. Como foi referido anteriormente, estes resultados servirão de base para a escolha fundamentada de edifícios representativos, para uma posterior caracterização mais detalhada, em termos de materiais, técnicas e estado de conservação.

Bibliografia

Costa, A., Varum, H., Pereira, H., Rodrigues, H., Vicente, R., Arêde, A., Costa, A.A. (2007). Avaliação experimental do comportamento fora do plano de paredes de alvenaria de adobe. V *Seminário Arquitectura de Terra em Portugal*, ISBN 978-989-20-0903-2, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, 10 a 13 de Outubro de 2007.

Silveira, D., Varum, H., Costa, A. (2007). Rehabilitation of an important cultural and architectural heritage: the traditional adobe constructions in Aveiro district. In A. Kungolas, C.A. Brebbia, E. Beriatos (Eds) *Sustainable Development 2007*, pp. 705-714, WITPress: Carvoeiro, Algarve, 25 a 27 de Abril de 2007.

Varum, H., Costa, A., Velosa, A., Martins, T., Pereira, H., Almeida, J. (2006). Caracterização mecânica e patológica das construções em adobe no distrito de Aveiro como suporte em intervenções de reabilitação. *Projecto Culture 2000/Mediterrae - Houses and cities built with earth: conservation, significance and urban quality*. ARGUMENTUM, 41-45.

Varum, H., Costa, A., Pereira, H., Almeida, J., Rodrigues, H. (2008). Caracterização do comportamento estrutural de paredes de alvenaria de adobe. *Mecânica Experimental*, vol. 15. APAET: Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões, 23-32.

Nota

Este artigo refere investigação realizada com o apoio de uma bolsa de doutoramento da "FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia", Portugal.

CONSTRUÇÃO E FINALIZAÇÃO DA CASA DE APOIO DO PROJETO CRESCER: PERDAS E GANHOS

Rosana Soares Bertocco Parisi¹ (Brazil)
PUCMinas, GEAHAS - Poços de Caldas, Minas Gerais

Glacir Teresinha Fricke² (Brazil)
PUCMinas, GEAHAS - Poços de Caldas, Minas Gerais

Esther Aparecida Cervini³ (Brazil)
PUCMinas, GEAHAS - Poços de Caldas, Minas Gerais

Eliana Marcon Tramontina⁴ (Brazil)
PUCMinas, GEAHAS - Poços de Caldas, Minas Gerais

Alkemarra de Paula Leite⁵ (Brazil)
PUCMinas, GEAHAS - Poços de Caldas, Minas Gerais

Ana Gabriela Lopes Lance da Cunha⁶ (Brazil)
PUCMinas, GEAHAS - Poços de Caldas, Minas Gerais

Maycon Douglas Costa⁷ (Brazil)
PUCMinas, GEAHAS - Poços de Caldas, Minas Gerais

Wellington Gomes Barroso⁸ (Brazil)
PUCMinas, GEAHAS - Poços de Caldas, Minas Gerais

RESUMO

Durante o 5º ATP, o Projeto CRESCER apresentou uma proposta para a reconstrução e resgate da cidadania e da reinserção social através da atividade laboral da fabricação de adobes e BTCs que ocorre dentro de uma comunidade terapêutica para tratamento de dependentes químicos em São José do Rio Pardo, cidade brasileira do interior do estado de São Paulo. Esse projeto previa a construção de uma Casa de Apoio, que foi iniciada no final de setembro de 2008 e que está quase totalmente concluída. Assim, a comunicação ora apresentada resgata todo o processo de construção desta edificação que foi desenvolvido baseado no ciclo de produção sustentável. Além disso, apresenta-se a experiência da construção sob os aspectos relativos à participação da comunidade de residentes do PEVI (denominação da comunidade terapêutica), ou relativos às mudanças que se fizeram necessárias para a viabilização da construção.

Palavras-chave: Casa de Apoio, construção com terra, BTC.

¹ drparisi@uol.com.br

² glacir@pucpcaldas.br

³ esthercervini@uol.com.br

⁴ eliana.marcon@hotmail.com

⁵ bruce_vandestersk@hotmail.com

⁶ bibilance@yahoo.com.br

⁷ mdcanjino@hotmail.com

⁸ wellington.gouveia@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

No mês de setembro de 2008, a Casa de Apoio do Projeto CRESCER foi iniciada com o lançamento da pedra fundamental e marcação do gabarito. Esta construção, cujo projeto foi concebido como uma unidade de habitação de interesse social, foi construída em local visível e de fácil acesso para que pudesse se tornar um elemento de divulgação dos BTC's produzidos no PEVI, o Projeto Esperança e Vida, localizado no interior do Estado de São Paulo, Brasil. A edificação recebeu o nome de "Casa de Apoio" já que seria utilizada pela comunidade terapêutica onde está inserida para o processo de triagem de futuros interessados em internação no PEVI, onde realizam o tratamento de dependência química.

Ao mesmo tempo, a diretoria da entidade tinha por premissa a utilização dessa casa como abrigo transitório daqueles que, após a conclusão de seus tratamentos, até sua efetiva reinserção na sociedade em condições dignas, residissem nesse local. Porém, no decorrer da obra e com o estreitamento dos laços entre Diretoria do PEVI e as instituições gestoras do projeto CRESCER, a Casa de Apoio ganhou outra dimensão: o reconhecimento de que esta construção poderia se tornar uma construção de ciclo sustentável.

2. ETAPAS DA CONSTRUÇÃO

As etapas da construção incluem diversas fases, a primeira fase tratou da produção dos blocos para serem usados na construção da Casa de Apoio. A segunda fase mostra todas as etapas da execução da obra desde a fundação até os acabamentos. Também foram mencionados o uso de tratamento de esgoto de forma alternativa e o sistema de aquecimento da água pela captação de energia solar.

2.1. Produção dos blocos

Para que houvesse continuidade e dinâmica durante o processo de execução da edificação, foram realizadas oficinas e gincanas com o objetivo de sensibilizar os residentes do PEVI para a produção

de adobes e BTCs. Buscou-se atingir uma meta de produção dos blocos em maior quantidade de peças em curtos períodos de tempo. A PUC-Minas, campus de Poços de Caldas, universidade parceira no projeto, cedeu, em regime de empréstimo, uma prensa alemã para BTC's que produz, simultaneamente três unidades de cada vez. Neste período inicial, com o funcionamento de duas prensas manuais, a do próprio Projeto CRESCER e a da PUC-Minas, os residentes do PEVI chegaram a produzir cerca de 1300 unidades/dia.

Quando a produção atingiu a marca das 10 mil unidades, as obras da Casa de Apoio foram intensificadas. Um dos problemas que desde então passou a ser verificado diz respeito à rotatividade de residentes no PEVI, em função até dos interesses individuais diversos: ainda que houvesse alguns residentes que gostassem de estar envolvidos na produção dos blocos, não havia um compromisso efetivo dos mesmos com tal processo de fabricação.

Além disso, a rotatividade dos homens residentes do PEVI fazia com que os responsáveis pela equipe de produção também fossem alterados. Resultado: poucos membros da equipe de produção de blocos conheciam efetivamente o processo de fabricação e as vantagens da produção dos adobes e BTC's em relação aos tijolos queimados. Deve-se esclarecer que, algumas vezes, tal rotatividade ocorria em função daqueles que abandonavam seu tratamento/internação mesmo antes de concluí-lo, e assim, afetavam a produção dos adobes e BTC's, mesmo sendo esta atividade parte da laborterapia da comunidade terapêutica.

2.2. Execução da obra

No que diz respeito à obra propriamente dita, o problema da rotatividade de residentes do PEVI passou a dificultar e retardar o processo de construção. Assim, acabou se tornando necessária a contratação de mão-de-obra especializada, a saber, um pedreiro e um servente, a fim de que a construção tomasse forma em curto espaço de tempo, para que se evitasse a aproximação do

período das chuvas de verão.

Outro fator que foi detectado neste período diz respeito ao curto período de tempo que os residentes do PEVI poderiam ficar na obra e aprenderem mais sobre o processo construtivo da Casa de Apoio: apenas uma hora no período da manhã e uma hora no período da tarde, o que fazia com que tais residentes não se comprometessem efetivamente no processo de construção da edificação. Ainda que houvesse oficinas mensais temáticas para o envolvimento e sensibilização dos residentes e dos alunos das duas universidades parceiras nesta etapa do projeto, a PUC-Minas, campus de Poços de Caldas e a Universidade São Francisco campus de Itatiba, o número de residentes efetivamente envolvidos, via de regra, não ultrapassava um terço dos residentes dessa comunidade terapêutica, ou seja, 9 a 10 homens.

A figura 1 apresenta imagens do início da construção desta unidade de moradia. Deve-se esclarecer desde já que sobre as sapatas corridas foram empregados tijolos queimados. Pretendia-se, no entanto, empregar tijolos provenientes de demolições, porém a dificuldade de

habitação dois dormitórios com as mesmas dimensões, para um dormitório fora planejado a alvenaria de adobe e para outro a de BTC. Porém, os moradores acabaram decidindo produzir um número bastante reduzido de adobes, que depois foi empregado na construção do balcão que divide os espaços da sala de estar e cozinha da edificação, como se fosse um registro da primeira proposta deste projeto e, portanto, os dois dormitórios foram construídos integralmente com BTC.

Deve-se apresentar ainda um ganho que o projeto teve neste momento: a habitação inicialmente seria construída com 56 m² e apenas dois dormitórios (figura 2). Havia já a previsão para uma ampliação da habitação que previa a construção de mais um dormitório e uma varanda de serviços, onde seria instalado um tanque.

Com a decisão consciente da equipe técnica aliada ao incentivo da diretoria do PEVI, a unidade de habitação foi construída desde o início com três dormitórios, um banheiro, sala/cozinha integradas, varanda frontal e varanda de serviços totalizando 91,40 m². Nas imagens da figura 2, observa-se a planta inicialmente proposta e a planta



Fig. 1. A Casa de Apoio do Projeto CRESCER começa a tomar forma: a locação, a fundação (sapata corrida em concreto) e a alvenaria de BTC (Crédito: Rosana Parisi, setembro/outubro de 2008)

transporte dos mesmos e o custo desse material fez com que se fizesse a escolha dos tijolos queimados fabricados em uma olaria distante cerca 6 km do local onde a obra foi edificada.

Rapidamente outro problema surgiu: os residentes preferiam fabricar o BTC e protelavam a fabricação dos adobes em processo artesanal. Tal fato alterou substancialmente uma característica desejada no projeto: como havia na

construída, assim como a simulação em maquete eletrônica das duas propostas e a casa tal como foi construída.

Pouco antes das comemorações natalinas, ou seja, próximo do dia 25 de dezembro, a primeira laje de cobertura da Casa de Apoio foi concretada. A respeito do sistema adotado, pretendia-se executar a laje leve implantada por Castañeda (2008) em



Fig. 2. As duas plantas e perspectivas da Casa de Apoio do projeto CRESCER, respectivamente, sem ampliação e com ampliação. Notar na moradia ampliada os dois dormitórios de dimensões iguais, o contíguo à varanda frontal e o contíguo a varanda de fundo (GEAHAS, 2009)



Fig. 3. Esquema da laje leve mexicana que emprega como enchimento leve casca de coco, serragem, ou resíduo de PET. Protótipo instalado no campus da Universidad Autónoma de Chiapas, México (Crédito: Gabriel Castañeda, 2008)

uma unidade de habitação de interesse social construído no campus da Universidad Autónoma de Chiapas, México, que pode ser observada na figura 3.

No entanto, percebeu-se que, quando realizada a composição de custos para a execução da referida laje, o custo desse sistema era inviável para serem empregados nas unidades de habitação de interesse social do Brasil. Assim, acabou-

se optando por utilizar a laje cerâmica de forro do tipo convencional em um dos dormitórios e a laje com o emprego de EPS (poliestireno expandido) no outro dormitório de igual dimensões assim como em todos os outros cômodos da referida moradia.

Alterou-se o projeto inicial de cobertura e, ao invés dos telhados com duas águas e cumeeira, optou-se por um telhado com duas águas independentes e sobrepostas.

O motivo seria simplesmente facilitar o processo de execução e concretagem da laje da cobertura. Outra particularidade diz respeito ao forro, pois uma vez que o telhado compreenderia lajes inclinadas e independentes, optou-se por não colocar um forro horizontal nesta habitação. Com isso, os cômodos teriam pontos de pé direitos mais altos, acompanhando a inclinação de 25% das lajes. Este sistema de cobertura foi concluído no início de janeiro de 2009, mostrado na figura 4.

Neste momento já havia também se iniciado a construção do tanque para tratamento de esgotos (águas cinzas e negras) através do sistema de evapotranspiração. Com a intensificação das chuvas, o processo de construção tornou-se moroso.

Com as lajes de cobertura concretadas, foram iniciados os trabalhos para a confecção dos acabamentos. Internamente, a habitação recebeu chapisco e massa grossa, conservando-se na sala uma parede com BTC aparente. As aberturas colocadas na construção (vitrôs,

residentes e voluntários do PEVI, além dos professores e alunos das universidades. Com esta atividade, apenas restaria para finalizar o processo de construção a instalação da vedação da cobertura e logo após o sistema de captação de energia solar.

Como havia sido estabelecido preliminarmente, estabeleceram-se contatos com um fornecedor de uma resina impermeabilizante fabricada a partir do óleo de mamona (*Ricinus communis* L.) que seria utilizada para a impermeabilização das lajes e preparação da cobertura para a posterior colocação do teto verde. Ainda que houvesse interesse na implantação de uma cobertura verde leve implantada por Vecchia et al (2007) no campus da USP, em São Carlos, infelizmente não foi possível realizá-la por questões de orçamento. Assim, outros esforços foram empreendidos no sentido de viabilizar uma cobertura verde leve, porém, agregando à mesma um caráter diferencial que garantisse o comportamento pleno do sistema adotado e a possibilidade do reaproveitamento da água de chuva. Através de contato com a empresa de mantas vinílicas Reacolast,



Fig. 4. Construção do tanque de evapotranspiração para o tratamento do esgoto, alvenaria e lajes cerâmica e com EPS concretadas (GEAHAS,2009)

janelas e portas), bem como revestimento cerâmico, louças de banheiro e pia da cozinha foram provenientes de demolições. Optou-se por deixar as instalações elétricas aparentes para evitar geração de resíduos com cortes nas paredes.

Em seguida, foi iniciada a pintura da edificação com tintas produzidas à base de terra, cujo processo muito cativou tanto os residentes do PEVI quanto os acadêmicos das universidades parceiras. Em março de 2009, a casa foi pintada em regime de mutirão com extensiva participação de

percebeu-se que a implantação da cobertura verde viva com o emprego de manta vinílica de 8 mm seria viável para a Casa de Apoio. Esta alternativa já fora empregada em outras edificações localizadas no interior dos estados de São Paulo e Santa Catarina, no Brasil. Os últimos detalhes foram acertados e, no dia 21 de setembro, a cobertura foi executada com a participação de acadêmicos da PUC-Minas e dos residentes do PEVI. Nesta data também foram praticamente concluídos o serviço



Fig. 5. Início do teto verde e sua conclusão, assim como a finalização da pintura à base de terra (GEAHAS, 2009)

de pintura da unidade de habitação, confeccionado à base de terra. A figura 5 mostra imagens da colocação do teto verde vivo e da finalização da pintura da Casa de Apoio.

Neste momento a Casa de Apoio encontra-se praticamente concluída. Iniciaram-se atividades de confecção de jardins, bancos e divulgação visando definir a inauguração da mesma, que deve ocorrer no início do próximo mês. Deve-se destacar na Casa de Apoio os esforços para que a obra fosse realizada dentro do ciclo de construção sustentável, ou seja, buscando-se empregar materiais que gerassem menores impactos ou resíduos para o meio ambiente, buscando-se a combinação das tecnologias a base de terra com sistemas industrializados de baixo consumo energético e/ou baixo impacto ambiental.

Mesmo que tenham ocorrido algumas dificuldades, houve também importantes ganhos e a Casa de Apoio do Projeto CRESCER se transforma, paulatinamente, em uma referência de construção sustentável não só para os residentes do PEVI ou para as universidades parceiras, mas também para a região onde está implantada. Tal unidade de habitação vem atraindo a atenção de diversos segmentos, de clubes de serviços e membros da sociedade que, sensibilizados pela causa em benefício do PEVI, reconhecem a importância das práticas sustentáveis que se consolidaram dentro da entidade. Recentemente, um grupo vinculado à Maçonaria, assim como um grupo de pessoas do Rotary Club Centro, doou ao PEVI mais duas prensas para que a produção de BTC possa ser ampliada.



Fig. 6. Casa de Apoio concluída (Crédito: Rosana Parisi, 2009)

O custo desta habitação por metro quadrado chegou a R\$ 416,85 (reais) ou USD 225,35 (dólares), no qual estão embutidos, além dos gastos relativos a produção da habitação, os custos para abastecimento de água, captação e tratamento de esgoto e energia elétrica.

Com a Casa de Apoio concluída, paulatinamente, a idéia de que uma construção com terra é feita ou é destinada aos pobres vem sendo desmistificada. A figura 6 mostra aspectos desta construção que é reconhecida como modelo e referência alternativa e sustentável.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalizando e, aproveitando parte do título deste trabalho entre perdas e ganhos, esta é a primeira vez em que foi possível concretizar o processo de construção de uma edificação utilizando-se as tecnologias de construção com terra dentro de uma entidade. Ao mesmo tempo, está é a primeira vez dentro do Projeto Esperança e Vida que foram possíveis decisões conjuntas para que a obra agregasse soluções que revertissem no benefício e no conforto de seus moradores e usuários. Na região Sudeste do Brasil, onde tal comunidade terapêutica está instalada, não há outros exemplares de construções com terra inseridas em contextos semelhantes. Ao contrário, infelizmente, os poucos exemplares das construções com terra existentes nesta região do Brasil se destinam a atender famílias de média e alta renda, pousadas ou hotéis, deixando a habitação de famílias de baixa renda em um plano distinto.

Felizmente, tanto os aspectos positivos da construção da Casa de Apoio do projeto CRESCER quanto os negativos deixam como legado a importância de serem realizadas, continuamente, experiências que tenham por premissa dignificar a qualidade de vida dos moradores, agregando-lhes continuamente valores que resgatem os sistemas construtivos em que a terra como material de construção predominante envolva uma série de práticas sustentáveis que, em última análise, poderão ser exemplos promissores para outras iniciativas.

Vale a pena destacar que a proposta inicial ganhou uma dimensão maior no que se refere aos aspectos quantitativos, pois os aspectos qualitativos, embora sejam mais difíceis de mensurar puderam ser sentidos, nas reuniões que eram realizadas com os residentes e alunos das Universidades envolvidas. Esses se expressavam externando suas opiniões, afirmando o quanto foi importante a participação nesse Projeto. O ganho maior foi para a equipe técnica e executora do projeto, nós crescemos com o CRESCER em vários aspectos, mas o principal é o crescimento humano.

Agora concluída, certamente tal experiência contribuirá satisfatoriamente em outros projetos em que se tenha como objetivo dignificar o espaço da moradia, procurando agregar ao projeto e ao processo de construção a qualidade conquistada a partir dos materiais naturais, dos materiais reutilizados e do sentido de simplicidade.

Bibliografia

- Anais do I Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra (2002). Salvador: PROTERRA/CYTED.
- CYTED/HABITED (2001). Vivienda Rural. 3er. Seminario sobre vivienda rural y calidad de vida en los asentamientos rurales. Santiago de Cuba: Memoria.
- Faria, O. B. (2002). *Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana-SP), São Carlos, Brasil.* (Tese de Doutorado, Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada. CRHEA, EESC, Universidade de São Paulo).
- Faria, O. B. (2003). Avaliação do uso de macrófitas aquáticas na produção de adobe. *Actas del II Seminario Iberoamericano de construcción con tierra.* Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 18 y 19 de septiembre. 1 CD-ROM
- Hays, A., Matuk, S. (2003). Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificación con técnicas mixtas de construcción con tierra. *Técnicas Mixtas de Construcción con tierra.* Salvador: PROTERRA/HABITED/CYTED, 257-283.
- Neves, C. M. M., Faria, O. B., Rotondaro, R., Cevallos, P. C., Hoffmann, M. (2005). *Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – práticas de campo.* *Actas IV SIACOT/ III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal.* Monsaraz: Escola Superior Galacica / PROTERRA-CYTED. 1 CD-ROM., 1-32.
- Nolasco, G., González, A. L. (2004). *Mi casa de bajareque. Una alternativa apropiable para el Sector de Ingresos Bajos.* Coleção do Autor.
- Vecchia, F. (1997). *Clima e ambiente construído. A abordagem dinâmica aplicada ao conforto humano.* (Tese de doutoramento, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo).

Rosana Soares Bertocco Parisi, Glacir Teresinha Fricke, Esther Aparecida Cervini, Eliana Marcon Tramontina, Alkemarra de Paula Leite, Ana Gabriela Lopes Lance da Cunha, Maycon Douglas Costa, Wellington Gomes Barroso

Agradecimentos

Ao patrocínio do Instituto HSBC Solidariedade, ao apoio institucional da Faculdade de Engenharia/UNESP-Bauru (Laboratório de Mecânica dos Solos), da PUC-Minas/Campus de Poços de Caldas; da Universidade São Francisco e do PEVI.

ESTEPA: NUEVAS ESTRATEGIAS PARA ENCANTAR CON LA TIERRA

María Brown Birabén* (Argentina)
ESTEPA Estudios Sobre Tierra Energía Patrimonio y Ambiente

RESUMEN

Pese al trabajo de varias décadas intentando mejorar la reputación de la arquitectura de tierra, sólo un pequeño grupo de la sociedad en su conjunto se ha convencido de sus ventajas; ni siquiera los protagonistas de programas de cooperación al desarrollo se entusiasman ante este material que les es tan conocido. Es preciso revisar los métodos y argumentos que se vienen repitiendo casi inalteradamente, así como los grupos-objetivo de las nuevas estrategias.

La Asociación ESTEPA, nacida en la castellana Tierra de Campos con un enfoque multidisciplinar, propone varios programas: con una dinámica hasta ahora exitosa en sus tres ediciones, las "Jornadas Internacionales de Adobe Participativo y Equipamiento Comunitario" son un ejemplo de conjunción entre convivencia intercultural, formación técnica y construcción de un bien público entre participantes de diversos países, edades y profesiones. ESTEPA también ha pensado en los más pequeños, buscando despertar en ellos un temprano interés hacia la tierra y su valor ambiental, energético y patrimonial: "atisbarro", un espacio donde atisbar el mundo de la tierra desde la experiencia y la ciencia.

Más allá de estas actividades formativas, educativas y de difusión cultural, ESTEPA propone a través de su propia investigación científica, la generación de resultados convergentes con los desafíos políticos actuales en materia energética, aumentando la posibilidad de lograr para la tierra el reconocimiento oficial que hasta hoy le es negado como material de construcción en el mundo contemporáneo.

Palabras clave: impacto social, enfoque energético, rigor científico.

*estepa1@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

T I E R R A

Planeta. Patria. Suelo. Nutriente del alimento

También lo grita Rodrigo de Triana desde La Pinta, y por eso más de quinientos años después americanos e ibéricos hoy nos entendemos hablando el mismo idioma.

Y nosotros, los constructores de hoy, los aquí reunidos, los lectores, agregamos:

Tierra: material versátil y abundante que cobija a la Humanidad desde su origen

Tierra en construcción -lo hemos comprobado- implica bajo costo energético, reciclaje, economía, autonomía tecnológica, integración al territorio, confort térmico, alto valor cultural y patrimonial, compromiso social... nunca todo junto, o rozaría la perfección.

Técnicamente hablando, con tierra se construyen edificios capaces de autogestionar su comportamiento térmico, regulando los flujos de calor y humedad a través de su envolvente. Así guiado inexorablemente por leyes termodinámicas, el muro de tierra aprovecha las fuentes y sumideros medioambientales de calor: el sol, el aire y el agua, el suelo y el cielo. Esta capacidad natural -aprovechada por el hombre varios milenios antes del nacimiento de Clausius- es uno de los pilares de la moderna arquitectura bioclimática (invernaderos, muros trombe y parietodinámicos, cubiertas refrigerantes, fachadas ventiladas). Por eso resulta paradójico que decir bioclimático infunda más confianza, pues, que decir tierra. ¿Por qué? Porque la desinformación fomenta la existencia de un tercer tipo de definición para sumar a las anteriores:

Tierra: Suciedad. Caldo de cultivo de lo precario. Catástrofe

Es así para muchos todavía; y nosotros los divulgadores y los convencidos por experiencia somos en parte responsables... iremos viendo por qué creemos que

debemos cambiar de actitud, y un posible camino para lograrlo, entre tantos otros.

Algo ha fallado en la gente de la tierra cruda a la hora de contagiar nuestro entusiasmo: han pasado cuarenta años y seguimos siendo muy pocos luchando contra el escepticismo de muchos. Seguramente porque ni los viejos discursos son efectivos, ni los antiguos métodos convincentes, ni los clientes son los mismos... pero insistimos en culpar de todo a las cementeras, al desprecio popular hacia su pasado pobre, al progreso mal entendido, etc.

¿Para quién construimos con tierra hoy? Básicamente para dos tipos de "cliente" muy, muy distintos. Están los entusiastas del mundo industrializado o urbano: ecologistas, concienciados energéticos y defensores del patrimonio crecen, sin dejar de ser una minoría. A ellos no hay que convencerlos, sí hay que demostrarles la excelencia de su opción y difundir esa excelencia entre los niños y jóvenes, para que cuando les toque decidir sean muchos más los entusiastas.

Y luego, las ONGs y otros agentes nos abren la otra puerta: sencillamente tenemos a casi la mitad de la Humanidad que ha vivido siempre en construcciones de tierra. Y escaparían de ellas a la primera oportunidad como sucedió a mediados del Siglo XX en Occidente. La mera existencia de una alternativa, la sensación de libertad que se siente al poder optar es tan humana... Necio aquél que apure un juicio contra quienes prefirieron y siguen prefiriendo un abandono de sus saberes -la arquitectura vernácula entre tantos- en nombre de una modernidad barata y falsa, que además ha triunfado. Aquí sí hay que convencer: a la propia ONG, al gobierno, a los albañiles, a los beneficiarios que soñaban con algo "moderno".

Tenemos entonces que ensayar un nuevo "encantamiento de la tierra"; empezando desde España con elementos que motiven a sus jóvenes, pero pensando también en resucitar el respeto de la tierra entre la gente del Sur, hasta que se alegre de volver a utilizarla ¿Cómo? Con nuevos métodos;

los de siempre no funcionan.

2. ESTEPA

Convencidos de esta necesidad de métodos nuevos para investigar, difundir y construir con tierra en el siglo veintiuno, un grupo con vocaciones heterogéneas: la arquitectura, la educación, la dinamización social, la historia y el arte, nos convocamos para formar ESTEPA -Estudios Sobre Tierra, Energía, Patrimonio y Ambiente- una Asociación sin ánimo de lucro nacida en la estepa castellana, donde han confluído diversas trayectorias individuales relacionadas con la tierra en varios continentes.

ESTEPA surge aportando un enfoque nuevo desde dos líneas de actuación complementarias: la actuación arquitectónica sostenible, y la educación y difusión. Para lograrlo se trabaja desde algunas ideas clave:

- la promoción del uso de la tierra cruda en construcción desde un enfoque energético y ambiental científico, involucrando a toda la comunidad, con acento en los jóvenes
- la itinerancia, no asociando nuestras actividades a un lugar concreto
- el énfasis en la dinámica social y el intercambio cultural generado a partir de intervenciones participativas de equipamiento comunitario, con participación internacional y multidisciplinar
- la reflexión a partir del debate entre participantes de todas las edades, procedencias y ocupaciones, sobre la validez actual de utilizar la tierra en edificios y artefactos

Para llevarlas a cabo ESTEPA desarrolla una serie de actuaciones:

- Construcción de infraestructura comunitaria novedosa, de interés local y turístico, implicando a toda la población, demostrando con el ejemplo su calidad ambiental e incorporando nuevos conocimientos
- Renovación de patrimonio deteriorado,

en la misma línea

- Eventos de difusión y práctica que enfatizan el valor cultural, energético y ambiental de los edificios de tierra, evidenciando su complemento con las energías renovables: cursos, charlas, ferias, etc.
- Organización de talleres para niños y jóvenes a través de convenios institucionales: descubrimiento de la tierra, construcción y arte con barro, artesanía y oficios vinculados, hornos y cocina tradicional, energías renovables, etc.
- Análogamente, talleres para otros colectivos: jubilados, mujeres, etc.
- Celebración de talleres teórico-prácticos internacionales, para estudiantes, arquitectos y otros profesionales, pobladores locales y curiosos en general
- Diseño y puesta en marcha de programas de formación profesional sobre uso de tierra en construcción, energía solar y temas conectados, orientados a estudiantes

Empezamos presentando el programa estrella de ESTEPA:

2.1 Jornadas Internacionales de Adobe Participativo y Equipamiento Comunitario



Fig.1. Un vecino participante enseña los secretos del adobe a una futura arquitecta en Santa Eufemia del Arroyo (créditos: ESTEPA, 2007)

El barro es un materia plástico, moldeable ¿Cómo ligar con él cultura tradicional, inquietudes científicas, cuidado del patrimonio, técnicas modernas, retos

ambientales, soluciones sociales, de modo de contribuir al bienestar?

Fabricando adobe participativamente para construir equipamiento comunitario: construyendo infraestructura novedosa que involucre a la población, demostrando su calidad ambiental, incorporando e intercambiando nueva información, capacitando a los jóvenes.

Ya se trate de hornos, juegos infantiles, merenderos, glorietas, refugios o edificios mayores, esta experiencia arquitectónica didáctica no busca la perfección técnica, sino el descubrimiento de la tierra para toda la comunidad participante, compuesta por vecinos -quienes deciden qué se construirá- y visitantes convocados a partir de una convocatoria internacional. De modo que durante algunas semanas la comunidad convive con extranjeros interesados en su herencia patrimonial y en sus técnicas constructivas.

Nos preguntan ¿por qué adobe? Respuesta fácil: aunque experimentamos con otras técnicas, el adobe es un mampuesto, con peso y diseño adecuados a las manos. Mezclar el barro, moldearlo, tenderlo, girar las piezas... son tareas aptas para niños, mujeres y mayores. ¡El adobe es la técnica más "inclusiva" en esta zona del mundo!

El emplazamiento ideal para la obra son los espacios públicos abiertos muy utilizados, fomentando la discusión entre usuarios y viandantes: patios de escuela, jardines, plazas. Se utiliza material local, de fácil adquisición y mínimo transporte. Se apela a procesos técnicos sencillos, a veces simplificados a partir de las técnicas tradicionales, que no requieren de mano de obra especializada. Sin utilizar maquinaria peligrosa, ruidosa, cara ni contaminante se trabaja en forma eficiente, en varios equipos pequeños que contribuyen al proyecto completo.

Así, a partir de la manipulación directa del material, cada participante desde su propia motivación va desvelando la diversidad de las posibilidades de la tierra: su relación con el patrimonio y la cultura local, el interés medioambiental implícito,



Fig. 2. Vecinos y niños de Paredes de Nava, junto a los aprendices de las Jornadas debatiendo sobre del horno de estepa (créditos: ESTEPA, 2008)

su potencial como herramienta educativa, su plasticidad estética, su impacto en proyectos de cooperación... Este ambiente seguro y el entorno táctil reúnen al grupo creativamente, fomentando la cooperación y la celebración.

Aprovechando la curiosidad que despierta una construcción novedosa, se lleva a cabo una divulgación mediante folletos, charlas abiertas, participación en ferias locales, generando una dinámica difícil de reproducir sin la experiencia directa de la nueva construcción.

El carácter de las infraestructuras creadas es en sí mismo social, por estar destinadas a actividades que promueven el intercambio comunitario. Así, una vez terminada la obra, su integración a la vida cotidiana promueve entre los vecinos la revisión de prejuicios hacia las construcciones de tierra, la reflexión sobre sus conceptos energéticos, o la sensibilización medioambiental.

Y en cuanto a los visitantes-aprendices, debatir sobre la tierra o pensar en diseñar y construir con ella, adquiere otra perspectiva luego de varios días de contacto directo con el material y de la ejecución de un proyecto funcional.

Tres veces repetidas en pueblos de Tierra de Campos, en estas Jornadas se construyeron hornos de doble cámara, una caseta y una bóveda, y se participó en las Ferias medievales. Unas cincuenta personas de 15 profesiones, 6 países y 3 generaciones



Fig. 3. Gente del pueblo de todas las edades, probando el horno el día de la inauguración (créditos: ESTEPA, 2007)

participaron activamente hasta hoy.

Nos falta un grupo muy importante: los niños. Ellos son frecuentemente los promotores de un cambio de actitud ante nuevos retos, introduciendo en casa conceptos ambientales, culturales o energéticos inusuales para sus padres. Su presencia es, pues, fundamental. Vamos a involucrarlos invitándoles con sus padres o abuelos, y también con un programa especial para ellos que vemos a continuación.

2.2 atisbarro

Como humanos cuidamos lo que amamos, y para amar primero hay que conocer. Nadie sentirá suyo, ni cuidará ni querrá algo que no conoce. Por eso estamos convencidos en apostar por los niños: ellos aprenden a amar muy fácilmente.

A través del BARRO y del SOL como herramientas de juego, descubrimiento y construcción, los más jóvenes atisbarán el mundo del barro desde la experiencia y la ciencia para descubrir que:

- La tierra es un gran material de construcción
- El medio natural necesita de muchos cuidados
- Las energías renovables van muy bien con la tierra
- Los ancianos saben cosas interesantes y útiles

... y lo harán jugando, esculpiendo, moldeando adobes, construyendo artefactos que funcionan, experimentando con aparatos energéticos...

Así, con la "excusa" de la tierra, este programa para niños y adolescentes se adapta a distintos formatos: escolar, de tiempo libre y estival, y en todos ellos:



Fig. 4. Varias generaciones tendiendo adobes para la bóveda a orillas del canal de Castilla (créditos: ESTEPA, 2009)

- Exploramos los significados de la palabra TIERRA... una herramienta que sirve para hablar de muchas cosas, más allá de las construcciones o de su historia, del medioambiente o de la energía
- Aprendemos del patrimonio, los alimentos, el saber de los ancianos, fomentando una actitud no prejuiciosa hacia las diversas culturas antiguas y vivas
- Descubrimos la interacción de las obras humanas con el medio natural: los testimonios a la vista nos dan pistas sobre los recursos disponibles y sobre cómo aprovecharlos desde los nuevos retos
- Mostramos con ejemplos y experimentos que la tierra goza de gran valor

ambiental en construcción, dada su escasa transformación y sus propiedades físicas. Integrando además las energías

presupuestarias

- a partir de pequeñas construcciones, exponentes de tradición local,



Fig. 5. Fragmentos de la conferencia EL HORNO DE ADOBES, diseñada y presentada por sus constructores, de 14 años, en un Congreso Internacional en Madrid (créditos: ESTEPA, 2007)

renovables, despertamos la conciencia ambiental

- Y ¡por supuesto! estudiamos Matemáticas, Física, Historia, Geografía, Idiomas. Nada como un adobe para aprender volumen y densidad, un hornito para entender la inercia térmica mientras se cuecen las pizzas, o una "solchichera" para descubrir cómo funciona un colector solar parabólico mientras buscamos la mostaza

Escuelas e institutos pueden participar activamente, y tras las invernales actividades bajo techo llega el bautismo de barro en primavera con la fabricación de adobes... ¡que serán las primeras piezas para las Jornadas Participativas del verano! enlazando:

el trabajo educativo con los niños
+
el aporte participativo de la comunidad
+
la formación de los visitantes

Para materializar proyectos de mayor envergadura que no puedan completarse en unas pocas semanas, y como la época disponible para la convergencia de protagonistas y clima es el verano, será necesaria otra estrategia:

- a partir de un proyecto completo se articula la construcción en etapas, donde el uso de los primeros espacios incentiva la creación de los siguientes, que se completan verano a verano; en muchos países es una metodología de trabajo corriente por razones

encadenadas en un circuito que relaciona los lugares elegidos y que se completa cada verano: refugios para caminantes, hornos tradicionales, construcciones vernáculas didácticas, restauración de vestigios patrimoniales... la lista es infinita. Esta vertebración en un itinerario puede ser un aporte al turismo rural y la difusión cultural en zonas con ese potencial

2.3 Ciencia y reflexión a partir de la tierra

Desde que empezó este siglo se ha perfeccionado la modelación predictiva del balance térmico de un edificio, tanto que hoy en Europa es un examen obligatorio para muchos edificios. De más está decir: en estos programas la opción de tierra como material brilla por su ausencia y la inercia térmica es una variable despreciada, dificultándonos aún más el trabajo ¿Debemos culpar a ingenieros y gobernantes por difundir y aprovechar estas herramientas? ¿No será que a esta generación de profesionales de la tierra nos faltó ese rigor científico que convence? Aquellos arquitectos que renuncien a la ciencia en nombre del empirismo, la tradición y la sensibilidad artística, están sin duda en su derecho. Pero este es un siglo nuevo: nada como resultados demostrables para acabar con el mito del escepticismo entre quienes construyen, financian y gobiernan.

Otro punto. Estamos en un momento histórico en el que se prioriza el ahorro



Fig. 6. Conferencia abierta sobre la arquitectura de tierra en el Ayuntamiento de Paredes de Nava, Palencia, a cargo de miembros de ESTEPA (créditos: ESTEPA, 2008)

energético. Buen argumento para que desde la "ciencia de la tierra cruda" con sus resultados a mano, se interceda ante políticos y funcionarios: ¿No es el ahorro la capacidad de almacenar? Los efectos positivos de la inercia térmica en el balance energético de un edificio no pueden evidenciarse mientras persista "la perspectiva estática" oficial, que aísla considerando a los cerramientos como protectores y no como actores en el confort ambiental. Y es lógico que disminuyan las emisiones de CO2 mejorando el aislamiento, incorporando energías renovables y gestionando mejor el ciclo de vida de un edificio. Pero renunciar a la capacidad de los cerramientos de tierra -entre otros- para almacenar energía y cederla oportunamente al espacio, significa eliminar la interacción entre el edificio y su entorno. La habitabilidad se convierte en un problema de máquinas -un asunto que ocultar en lo oscuro de la casa, como a la Cenicienta. Y a esas máquinas hay que inyectarles energía desde entornos lejanos en el espacio y el tiempo, principalmente ligados a los combustibles -fósiles o no- y al suministro eléctrico. Nada más insostenible.

Por ello ESTEPA responde con estas dos tareas de compromiso científico y reflexión:

1. Utilizar la ciencia y sus herramientas disponibles para demostrar las propiedades de la tierra, sus sistemas constructivos y las estrategias de diseño que las aprovechan
2. Valiéndose de la actual sensibilización

energética a nivel político, defender la inercia térmica en una arquitectura dinámica, de elementos activos; viva, como lo es la arquitectura de tierra.

3. FINAL

Si queremos para la arquitectura de tierra cruda un futuro más allá de la evocación folklórica, la reflexión antropológica o la práctica exclusiva en regiones necesitadas del planeta será preciso adoptar nuevas actitudes y aptitudes a la hora de motivar y demostrar sus bondades y ventajas. ESTEPA propone las aquí expuestas, pensadas para la pequeña escala, aunque aún es pronto para evaluar los resultados. Caben muchas otras.

Al plantearlas recordemos que nosotros ya tenemos aprendices, y que salvo excepciones, los hijos y nietos de aquellos aterrados ante un adobe -nunca mejor dicho- no tienen recuerdos amargos de las casas de tierra. ¡No les reimplantemos ese discurso antiguo! Hemos investigado y aprendido, transculturado aciertos de las antípodas, subsanado falencias con mejoras tecnológicas, incorporado herramientas informáticas; y además allí están, más o menos aisladas o distantes, nuestras obras... si hemos podido dedicarle a la tierra tanto esfuerzo, sin duda tenemos que ser capaces de contagiar nuestro entusiasmo.

Bibliografía

- Brown Birabén, M. (2009). Sistemas Actuales de Construcción con Tierra. *Construir en barro. Una arquitectura de futuro*. Zamora: Centro de Estudios Benaventanos Ledo del Pozo, 77-86.
- Brown Birabén, M. (2009). Adobe Participativo y Equipamiento Comunitario en Tierra de Campos. *Construir en barro. Una arquitectura de futuro*. Zamora: Centro de Estudios Benaventanos Ledo del Pozo, 169-178.

O ARQUIVO MUNICIPAL DE FERREIRA DO ALENTEJO: EDIFÍCIO PÚBLICO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Edeltraud Vera Schmidberger* (Germany)

SLA – Schmidberger & Lobo Antunes, Arquitectos Associados, Lda.

RESUMO

Este artigo é uma breve reflexão sobre a utilização da terra crua na arquitectura contemporânea, apresentando alguns dos princípios da construção ecológica que se concretizam no uso deste material natural na edificação.

O caso da construção do edifício do Arquivo Municipal de Ferreira do Alentejo, aponta claramente para os pontos mais frágeis do mercado da construção civil em Portugal, quando se trata da realização de um edifício de cariz sustentável com a utilização de materiais de construção à base de terra crua.

O edifício foi executado com a utilização de adobes em todas as paredes interiores e na face interior das paredes exteriores. Existem ainda duas paredes de taipa à vista, que apoiam o sistema de ventilação natural para além de estabilizarem o clima interior com a sua elevada inércia térmica. O ar que circula por detrás destas paredes, é naturalmente arrefecido no verão e temperado no inverno. Este sistema é baseado na circulação de ar por meio de chaminé solar com elevada inércia térmica. Os rebocos foram preparados em obra à base de pastas de terra e de terra e cal hidratada conforme ensaios preparados pelo Projectista. Apesar do Projecto ser elaborado antes da entrada em vigor do D.L. nº 80/2006 de 4 de Abril (RCCTE), foram considerados para as paredes exteriores valores de transmissão térmica de $U = 0.75\text{W/m}^2\text{C}$. O edifício será monitorizado para analisar a sua "performance" quanto à eficiência energética.

O objectivo desta comunicação é:

- Demonstrar que mesmo em edifícios públicos é possível criar obras que empregam terra crua para assegurar as condições de conforto e a qualidade do ambiente interior, usufruindo em simultâneo do valor estético deste material;
- Apontar para a natureza de problemas que podem surgir para os Construtores e Projectistas quando confrontados com a execução de obras consideradas "fora dos métodos de construção comuns" em Portugal e apontar vias alternativas para a solução dos mesmos.

Palavras-chave: construção eco-eficiente com taipa, adobe, argamassas e rebocos de terra.

*sla@sapo.pt

1. INTRODUÇÃO

O sector da construção é responsável por grande parte de energia consumida e emissões de CO₂. Os métodos de construção são cada vez mais direccionados para garantir a rapidez na execução da obra. Não se dá a devida atenção ao desempenho ambiental e à inércia térmica dos materiais. Para sentir conforto nos edifícios, são necessários sistemas activos de arrefecimento, de aquecimento e de ventilação, uma vez que a capacidade de armazenamento de calor dos materiais é fraca. Os materiais de construção utilizados têm um alto teor de energia incorporado na sua fabricação e no seu transporte, foram entretanto responsáveis por emissões de CO₂ e irão obrigar a mais emissões de CO₂ para que a habitação tenha níveis de conforto satisfatórios. A utilização de materiais de construção à base de terra crua, pode contribuir de forma significativa para reduzir estas emissões em quase todas as zonas climáticas de Portugal. Urge a adaptação das Directivas Europeias ao clima do Sul da Europa. Um edifício, antes de ser "inteligente", tem de ser eficiente.

A construção em terra crua, quando comparada com o somatório de custos externos, sobretudo energéticos, provenientes dos métodos de construção baseados na utilização do cimento, do ferro e do tijolo cozido, torna-se muito mais económica e eco-eficiente. Às vantagens ambientais de optimização do consumo de recursos naturais deste tipo de construção, acrescentam-se ainda vantagens humanas para os habitantes dos edifícios em terra crua. A terra, devido à sua elevada higroscopicidade e inércia térmica, proporciona níveis de conforto climático interior muito superiores aos da construção em alvenaria de tijolo furado. O conforto climático atingido nas habitações em terra crua proporciona um ambiente interior saudável, pelo que este tipo de construção, quando associado a boas soluções de ventilação e aquecimento passivos, contribui para uma melhor saúde dos seus habitantes.

No caso do Arquivo Municipal de Ferreira

do Alentejo, pretendeu-se ainda que as variações do teor de humidade não fossem muito acentuadas nos períodos frio e quente, de modo a criar boas condições de acondicionamento dos documentos a preservar.

2. FASE DE PROJECTO

Iniciar um projecto com cariz sustentável em 2003, não era tão vulgar como se tornou no decorrer dos últimos anos, em que a sustentabilidade passou a ser um cavalo de batalha numa corrida para obter melhores créditos ou maior credibilidade no desempenho das mais diversas actividades. O conceito da sustentabilidade, criado há 25 anos pela comissão encabeçada pela ex-primeira ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, encontra-se hoje completamente "marketizado" e esvaziado do seu sentido original. Com o mesmo grau de intensidade, como a partir dos anos 50 e 60 se usava o sexo feminino na actividade publicitária para apelar à libido do consumidor final, fala-se hoje em sustentabilidade, sustentabilidade, sustentabilidade.

Relativo ao sector da construção, confunde-se muitas vezes a domótica com eficiência energética e impacte ambiental. Como poderia, de outro modo, ser considerado sustentável um edifício no sul da Europa com quatro fachadas de vidro triplo?

A formação de projectistas e técnicos ligados ao sector da construção em Portugal, é demasiado académica; carecendo de uma vertente prática como é usual em outros países da Europa, como por exemplo em França ou na Alemanha, onde um arquitecto ou engenheiro civil tem obrigatoriamente de estagiar durante 3 – 6 meses numa obra e ter uma larga experiência no exercício da actividade antes de ser aceite na respectiva Ordem Profissional.

O Projecto do Arquivo Municipal de Ferreira foi elaborado em conjunto com a equipa da SLA (Arquitectura, Electricidade, Telecomunicações, Segurança,

Climatização) e os técnicos da Câmara Municipal (Projectos de Estabilidade, Águas e Esgotos).

Desta colaboração resultou um edifício misto com uma malha estrutural em betão armado e o preenchimento das paredes com materiais ecológicos, como o termotijolo, o adobe, a taipa, a madeira, a cortiça, a cal e as argamassas de assentamento e rebocos em terra crua, preparados na obra. Houve muitas reuniões de coordenação entre as equipas

3. FASE DE CONCURSO

Foi logo na fase de concurso que nos deparamos com as dificuldades das firmas concorrentes em obter cotação para uma série de materiais fora do âmbito de uma obra "normal" ou "convencional". Taipa, adobe ou argamassas à base de pastas de terra, pareciam palavras estrangeiras no Caderno de Encargos. Indicamos algumas firmas do nosso conhecimento no mercado nacional, para tornar possível atribuir valores às propostas. A empresa Vidal, Pereira e Gomes, de Cantanhede, ganhou o

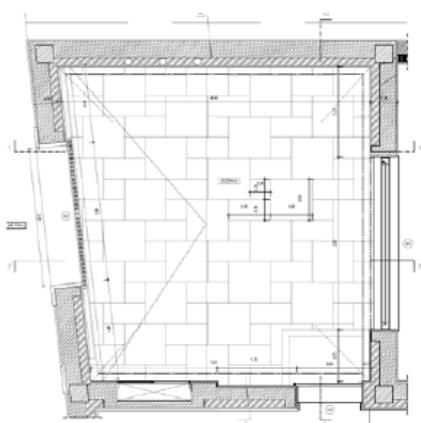


Fig.1 - Planta do átrio da entrada



Fig.2 - Pormenor Fachada Principal

para acertar os pormenores de execução necessários a uma obra que incluía paredes com um peso até 2000kg/m³ assentes em vigas de betão. Com vontade e união de todos os intervenientes (projectistas, técnicos e políticos responsáveis) foi possível vencer os obstáculos e os resultados finais estão à vista.

concurso e executou todas as fases da obra em regime de Empreitada Geral.

4. FASE DE DEMOLIÇÕES

Durante as demolições foi possível verificar uma pré-existência de paredes em taipa. A chaminé e algumas paredes interiores tinham sido executadas em "tijolo burro" artesanal. Como o vazadouro da Câmara



Fig. 3 - Demolições (Vera Schmidberger - 2008)

era próximo do local da obra, foi possível recuperar alguns resíduos como fragmentos de paredes, tijoleiras e telhas antigas para a sua posterior integração nas paredes de taipa a construir. A própria terra resultante das paredes de taipa demolidas, foi parcialmente reaproveitada para a construção das paredes novas.

5. FASE DE OBRA

5.1 Adobes

Executado o esqueleto em betão e o preenchimento na parte exterior das paredes com termotijolo, o empreiteiro deparou-se com a dificuldade em obter os adobes. Uma empresa sediada no Algarve – ainda tinha adobes em stock – no entanto já estavam reservados para uma outra obra e não havia nenhuma previsão para a continuação da produção. O mesmo sucedeu com uma pequena manufacturação artesanal – que não tinha o número de peças necessárias (cerca de 13.000 unidades), nem possibilidades de as fabricar em tempo útil.

Produzir os adobes no local com os meios próprios do empreiteiro e o nosso apoio técnico estava fora de questão devido à localização da obra no centro da malha urbana.

De modo a não comprometer o andamento dos trabalhos, optou-se por uma solução pouco ecológica, mas a única executável: a importação dos adobes directamente da Alemanha.... Esta solução implicou custos de transporte que importaram cerca de 30% do valor da

mercadoria.

Conclusão: Seria muito desejável haver uma maior disseminação de produtos disponíveis no mercado. Quando se quer projectar com materiais mais ecológicos, é indispensável poder obtê-los facilmente no mercado dos materiais de construção. A dificuldade na sua aquisição pode causar um desinteresse da parte do dono da obra e a sua substituição por alternativas correntes, pondo em causa as boas intenções iniciais por parte dos projectistas e do dono da obra. No caso do Arquivo Municipal de Ferreira, tivemos a sorte de ter os próprios responsáveis da Câmara muito empenhados em que a obra seguisse à risca o Projecto.

5.2 Argamassas

As argamassas de assentamento para os termo-tijolos cozidos foi executada com uma mistura de terra argilosa com saibro e cal hidratada na proporção de 3:1. As argamassas de assentamento para os adobes foram preparadas de modo semelhante, no entanto, sem adição de cal.

Os rebocos à base de pastas de terra foram elaborados em obra, à base de terra com elevado teor de argila que foi necessariamente emagrecida com areia até obter uma mistura que não apresentasse fissura após o processo de secagem.

Visto não haver disponíveis em Portugal misturas de argamassas para pastas de terra, foi necessário um apoio técnico mais intenso por parte dos projectistas, para elaborar todas as séries de testes em obra.



Fig.4 - Testes para determinar a composição das argamassas (Vera Schmidberger – 2008)

Esta situação apresenta vários riscos:

- O pessoal em obra pode variar e a margem de erro na composição é relativamente grande, quando não é sempre a mesma pessoa a preparar os materiais para a mistura na betoneira
- Em maiores quantidades, pode não estar garantido o teor de argila da terra às amostras recolhidas no início, o que obriga a fazer misturas de verificação ao longo da duração da obra
- Os inertes nem sempre são provenientes das mesmas origens, o que pode alterar a composição das massas

Conclusão: Seria vantajoso haver misturas prontas para a preparação de pastas de terra

5.3. Abobadilhas Alentejanas

A execução das abobadilhas foi feita por pessoal qualificado da empresa de construção Vidal, Pereira e Gomes, que aceitou o desafio de construir abobadilhas com tijoleira ao baixo.

5.4. Execução de duas paredes interiores em Taipa



Fig.5 - Execução das paredes de taipa (Vera Schmidberger – 2008)

O Projecto previa duas paredes em taipa com 50 cm de espessura, totalizando cerca de 36m². Significava isto, que eram necessários 50 metros cúbicos de terra solta para compactar.

A primeira dificuldade foi encontrar terra adequada em quantidade suficiente para a execução da taipa. Procurei nas redondezas em inúmeras situações onde parecia haver terra em quantidade e qualidade para as nossas intenções: nas escavações para colocação do canal de rega da EDIA, nos aterros da própria Câmara de Ferreira resultantes de construção do campo de futebol, vazadouros diversos ou montes de terra dispersos resultantes de vazadouros por algumas propriedades agrícolas privadas. Fizemos análises de granulometria e de conteúdo de argila a 4 terras diferentes e executamos provectos com diversas misturas para testar o seu comportamento em relação à retracção. A primeira função destas paredes de taipa era de apoio à climatização com um sistema de ventilação natural por detrás com apoio de chaminé solar e elevada capacidade de armazenamento térmico.

Para a execução das duas paredes de taipa optamos por uma cofragem contínua com juntas horizontais. As camadas intercalares de tijoleira, pedra, pigmentos ou terra de outras cores foram definidas em tamanho natural em cima de uma bitola, que se colocou ao lado da cofragem, para facilitar a execução. Foi necessária

uma estreita colaboração durante toda fase de execução para introduzir todos os elementos artísticos na taipa, como por exemplo as telhas e tijoleiras antigas oriundas das demolições. Foi-lhes dado um tratamento final com ferramentas diversas,



Fig. 6. Pormenores da parede de taipa (crédito: Joaquim Justo, 2009)

como colheres de pedreiro, martelos ou cunhas de madeira.

A dificuldade encontrada na execução da taipa foi semelhante à execução das argamassas: Tudo depende do rigor com que são seguidas as indicações para a preparação das misturas de terra, uma vez que foi necessário utilizar dois tipos diferentes de terra, não só por razões artísticas na diferenciação das camadas por cores, mas também pela importância de manter teor de argila constante para a mistura base com vista a evitar uma possível futura fissuração.

Conclusão: Apesar de poder parecer um contra-senso no que diz respeito à pegada ecológica, a existência de misturas de terra com teores de humidade, argila e inertes correcta para a execução de paredes de taipa, poderá facilitar a sua execução tanto aos projectistas como aos construtores e ser assim um incentivo à sua maior utilização.

6. INSTALAÇÕES DE APOIO AO CONTROLO CLIMÁTICO

Para além da importância da utilização da terra crua como material de construção nesta obra, aplicamos um conjunto de regras da arquitectura bioclimática e ecológica, que tornaram o edifício no seu todo um exemplo de eficiência energética com baixo impacte ambiental. Materiais renováveis como a cortiça nos isolamentos

térmicos, a madeira maciça na estrutura da cobertura, nas caixilharias, pavimentos e tectos, ou a cal nos acabamentos exteriores, tornaram dispensável o uso de materiais derivados do petróleo.

Vãos para sul com palas correctamente dimensionadas em relação à incidência solar, uma cobertura plana ajardinada a manter a temperatura estável no arquivo que se encontra por baixo dela, ou a instalação de uma chaminé solar para apoiar a ventilação natural, são alguns dos elementos que minimizaram a necessidade do uso de climatização, que tinha sido instalado para dar apoio às temperaturas extremas que se fazem sentir nessa zona do Alentejo interior. Para evitar mecanismos eléctricos, é necessário alguma cooperação dos utentes do edifício para abrir ou fechar as bandeiras dos vãos exteriores e assim tirar partido do arrefecimento nocturno.

Neste momento, está em curso a monitorização do edifício para obter valores concretos sobre o consumo energético.

7. CONCLUSÃO

A construção de edifícios públicos ou privados que utilizam a terra crua como material de construção, não está muito disseminada na actualidade, porque por um lado já não há suficientes artesãos com conhecimentos destas técnicas e, por outro, não há materiais prontos a aplicar que possam concorrer com a construção

à base de cimento. Quando houver uma diversidade grande de produtos e uma saudável concorrência entre diversos fornecedores, os adobes, a taipa e as pastas de terra para argamassas, vão ter o lugar que lhes é devido nos materiais de construção de qualidade. Só assim poderá haver um futuro em que as habitações sustentáveis serão mais do que um mero aplicar de tecnologia para compensar os erros na substância.

8. COLABORADORES



APRENDIZAJE DE LA TÉCNICA TRADICIONAL DEL ADOBE EN LOS PUEBLOS BEREBERES APLICADO A LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE MORTEROS DEL KSAR DE AÏT BEN HADDOU

Isolina Díaz Ramos* (Spain)

T. restauración y conservación de patrimonio cultural. Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria

RESUMEN

El siguiente texto trata sobre la experiencia de trabajo en la formación de jóvenes desempleados en el ámbito de la restauración y conservación del patrimonio en adobe en su lugar de origen.

La formación, llevada a cabo en el término de Ait-Benhaddou, provincia de Ouarzazate en Marruecos durante quince días, fue financiada por la Consejería de Inmigración y Ciudadanía de la Generalitat de Valencia y promovida por el Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Valencia (ver Fig.1).

Mi asistencia a este curso como alumna, ha sido financiada por el Ministerio de Cultura español en el programa de Ayuda para la formación de jóvenes profesionales de la Cultura.

Ésta ha sido una experiencia muy grata y pionera, un intercambio de conocimientos y culturas, importantísima para futuras intervenciones.

Palabras clave: Formación, valorización, conservación.



Fig. 1. Panorámica del Ksar de Aït Ben Haddou. (Créditos: Isabel Alonso, 2009)

*solinaki@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

Aït Ben Haddou es una ciudad fortificada o Ksar, construida con piedra, adobe y barro en el Atlas marroquí, que integra en su interior media docena de kasbas. Se encuentra ubicada en la provincia de Ouarzazate, entre el Sahara y Marrakech, en la región de Souss-Massa-Draâ, y situada en la llanura del Ounilla, cerca del río Mellah, que divide el pueblo antiguo de altas murallas de la nueva ciudad: construida con bloques de cemento y hormigón. El ksar, edificado contra el flanco de una colina escarpada, posee un trazado flexible ajustado a las curvas del terreno, dando la sensación de entrar en un laberinto.

Las viviendas de Aït Ben Haddou, realizadas con ladrillos de adobe crudo de fabricación artesanal, continúan mostrando un magnífico equilibrio entre forma, función, materiales de construcción y clima, siendo el barro seco el material perfecto para estos lugares, en los que escasean las lluvias y las variaciones de temperatura entre la noche y el día son manifiestas.

Las construcciones de barro del sur de Marruecos son, por tanto, testimonio de una tradición milenaria, y conforman uno de los patrimonios histórico-artísticos más valiosos del país, así lo ha reconocido la UNESCO declarando Patrimonio de la Humanidad al Ksar de Aït Ben Haddou en 1987.

2. NECESIDAD DE FORMACIÓN

El objetivo específico del proyecto llevado a cabo en Aït Ben Haddou, es la formación y capacitación en el aprendizaje de la técnica constructiva tradicional del adobe aplicada a la conservación y restauración de muros.

La formación va dirigida a jóvenes de ambos sexos, sin estudios superiores y empleo estable, provenientes de la provincia de Ouarzazate.

Hasta hace bien poco, los conocimientos de la técnica constructiva en tierra se realizaba de forma directa: del alarife a sus ayudantes.

La perpetuación de las culturas se mantuvo "de boca en boca" y la técnica "de mano en mano", conservada a través de

diferentes generaciones, como muchas otras manifestaciones de la expresión cultural (Garzón, Martins Neves, 2007, p.324). Por ello, se hace necesario un intercambio y transferencia de conocimientos, así como la capacitación de profesionales en sus lugares de origen.

Para que la conservación de sistemas constructivos tradicionales sea una realidad, es importante que desde cada región o país se valore y se retransmitan sus propias tradiciones, así como las mejoras que la propia ciencia puede aportar en el desarrollo de técnicas edificatorias antiguas.

La Carta de Mazatlán, redactada en México en el año 2005, habla de la importancia de la protección del Patrimonio, sólo posible cuando existe la participación activa y comprometida de la sociedad civil, que a su vez debe ser sujeto de un proceso previo de información, capacitación, comunicación y concientización.

El mismo documento en su apartado número seis argumenta que el turismo cultural genera impactos negativos y una de las amenazas más fuertes las constituyen los insuficientes sistemas de manejo del flujo de visitantes y la falta de instrumentos de gestión turística sostenible, sobre todo en los destinos menores que no son iconos globales y emblemáticos del turismo global.

La ciudad nueva de Aït Ben Haddou, desde el otro lado del río, mira su pasado fortificado y parece creada aprisa para acoger las oleadas de turismo que visitan el Ksar durante unas horas. Aparecen las construcciones "modernas", levantadas con materiales traídos de afuera en las que el uso abusivo del cemento y la argamasa pobre en estuco hacen que sucumba la tradición constructiva por una tecnología sospechosa.

Por todo ello, es necesario la formación de jóvenes en la valorización, uso y manejo de la técnica constructiva tradicional, y en el mantenimiento de las estructuras de adobe.

3. INSTITUCIONES IMPLICADAS

La aportación económica para que este curso formativo fuese una realidad, fue realizada a través de una subvención concedida por parte de la Consejería de Inmigración y Ciudadanía de la Generalitat Valenciana al Instituto Valenciano de Conservación y Restauración, (IVC+r). El IVC+r es una entidad pública adscrita a la Consejería competente en materia de cultura, a través de la Dirección General competente en Patrimonio Cultural convirtiéndose desde el año 2005 en el primer organismo gestor en materia de conservación. Pese a su juventud, los profesionales que en él trabajan poseen una amplia experiencia en la conservación del patrimonio cultural, adquirida en instituciones de reconocido prestigio. El proyecto subvencionado se ajustaba en su totalidad a los criterios de selección de proyectos e integración en el marco estratégico recogido en el Plan Director de la Cooperación Valenciana 2008-2011, cuyo objetivo principal era contribuir con Marruecos en el desarrollo económico sostenible de la villa de Aït Ben Haddou, localizada en la provincia de Ouarzazate. La asociación local Timizar, institución marroquí que promueve todo tipo de actividades relacionadas con la cultura bereber también ha participado de manera activa en este proyecto. Por otro lado, mi asistencia en calidad de alumna a esta experiencia, ha sido debida gracias al apoyo recibido por parte del Ministerio de Cultura español, financiando mi estadía para el aprendizaje de esta técnica constructiva tradicional.

4. EJECUCIÓN DEL CURSO

Las actividades del curso fueron estructuradas en dos fases que comprendían la formación práctica, y la formación teórica de los alumnos. La formación práctica sobre el trabajo en adobe como técnica mural fue transmitida a los estudiantes en el interior del Ksar, y consistió en la realización de una torre de pequeñas dimensiones similar a las de las kasbas que componen las esquinas del recinto amurallado. Para ello, un artesano local, Mohammed Houssini, fue el encargado de mostrar las técnicas

constructivas tradicionales: desde la creación del ladrillo de barro, utilización de la plomada para el levantamiento del muro, aberturas de puertas y ventanas, enfoscado, construcción de techumbres con cañizo, sistemas de desagüe, bajorrelieves decorativos, etc. (ver apartado 5). Una vez alzada la torre, se procedió a la construcción de tapial en las cercanías de la misma, combinado con la extracción de yeso para conformar el estucado del interior de la construcción. Al finalizar el curso, tanto la torre como el tapial fueron destruidos, ya que al estar localizadas en el interior del recinto del Ksar resultaba imposible el mantenimiento de la construcción, pues hubiese supuesto un falseado histórico.

Los técnicos especialistas en conservación y restauración de técnicas murales provenientes del IVC+r, fueron los encargados de dar diversas charlas en las que se hablaba de la importancia de valorar y conservar este patrimonio, así como la técnica constructiva tradicional. Se mostraron diversos ejemplos de arquitectura en adobe tanto en África como en el resto del mundo, y se explicó el significado de estar incluidos en la lista de Patrimonio de la Humanidad por la Unesco.

El Ksar es un espacio que se encuentra habitado en la actualidad. Desde su construcción, las familias propietarias lo han ocupado, habiendo pervivido las costumbres y hábitos vitales, así como las necesarias reparaciones y mantenimiento de los edificios que ellos mismos han ejercido a lo largo de los años. La inclusión del Ksar en la lista de Patrimonio de la Humanidad ha hecho que se controle la actuación de los propietarios sobre el conjunto histórico, haciendo más complicada la capacidad de sus poseedores de intervenir libremente sobre su propiedad, lo que ha provocado comprensibles desconfianzas hacia el organismo internacional. Se les ha explicado por ello, los pasos a llevar a cabo para acometer cualquier modificación en su propia vivienda-monumento, y lo que supone formar parte de un espacio declarado Patrimonio de la Humanidad. A estas charlas no acudieron sólo los

alumnos del curso, sino vecinos del lugar y representantes de otras instituciones locales.

5. MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fig. 2. Cimentación (créditos: autora).



Fig. 3. Construcción de tapial (créditos: autora).



Fig. 4. Ejecución de ladrillos de adobe (créditos: autora).



Fig. 5. Levantamiento del muro (créditos: autora).



Fig. 6. Enfoscado (créditos: autora).



Fig. 7. Construcción de la techumbre (créditos: autora).



Fig. 8. Preparación de la cubierta (créditos: autora).



Fig. 9. Decoración final y foto del grupo (créditos: autora).



Fig. 10. Clase teórica (créditos: autora).

6. CONCLUSIONES

Este proyecto multidisciplinar en el que han interactuado restauradores de obras de arte con conocimientos científicos, en conjunción con artesanos y constructores locales, que aportan el saber intuitivo y tradicional, ha sido una experiencia enormemente satisfactoria. Las actividades de formación y la convivencia de todo el equipo humano implicado a lo largo de dos semanas, ha fomentado el intercambio de conocimientos culturales y técnicos. Esto ha sido muy beneficioso ya que ha supuesto un enriquecimiento en el que se han visto involucrados tanto el personal de las instituciones implicadas, como el alumnado

que ha participado en las mismas y el propio vecindario, que ha estado presente en las jornadas teóricas. Todo esto ha fomentado un entorno muy participativo, siendo conscientes de que cada uno de los participantes posee algo importante que mostrar y enseñar al contrario; capacitándonos y formándonos todos en una temática patrimonial que concierne tanto a quienes habitan los espacios como a quienes nos acercamos desde afuera a intentar entender qué sucede y cómo se trabaja en otros lugares.

Bibliografía

Garzon, L., Neves, C. (2007). Investigar, formar, capacitar y transferir. Los grandes desafíos de la arquitectura y la construcción con tierra. *Revista Apuntes, Arquitectura en tierra*, vol. 20 (2) Bogotá: Universidad Pontificia Javeriana de Bogotá.

Guigou, C. (2002). *La tierra como material de construcción*. Colegio oficial de arquitectos de Canarias.

Werner, L. (1993). Ait Ben Haddou, a desert-born model for urban design. *The UNESCO Courier: a window open on the World*, XLVI: 6.

VVAA. (2009). *Diplomatura en Raíces y persistencias de los modelos Iberoamericanos en el desarrollo del urbanismo y la arquitectura*. Córdoba: Universidad Blas Pascal, Argentina.

CONSTRUÇÕES EM TERRA DA ÉPOCA AUGUSTANA NA CAPITAL DA CIVITAS IGAEDITANORUM (IDANHA-A-VELHA, IDANHA-A-NOVA, PORTUGAL)

Pedro C. Carvalho* (Portugal)
CEAUCP/CAM - Centro de Estudos Arqueológicos
das Universidades de Coimbra e Porto/Campo
Arqueológico de Mértola

RESUMO

De modo sucinto serão apresentados, por agora, os restos de uma construção romana – com paredes em taipa e adobe – recentemente descoberta em Idanha-a-Velha no decurso de escavações arqueológicas. Esta construção em terra, com funcionalidade ainda algo indefinida, apresenta uma cronologia de ocupação seguramente inscrita na época augustana, tendo sido expropriada e demolida nos primeiros anos do séc. I d.C., aquando da construção do forum da cidade capital dos Igaeditani.

Palavras-chave: Taipa, adobe, época romana, civitas Igaeditanorum, interior norte da Lusitania

*pedrooak@gmail.com

1. CONSTRUÇÕES EM TERRA DA ÉPOCA AUGUSTANA NA CAPITAL DA CIVITAS IGAEDITANORUM

O factor imprevisibilidade anda sempre associado a qualquer escavação. Por muito que se equacionem os objectivos específicos de investigação, e os melhores procedimentos a adoptar para os alcançar, é relativamente frequente o aparecimento no decurso dos trabalhos de algo que se afasta substancialmente das “previsões” iniciais, obrigando assim às necessárias revisões. É neste tipo de descoberta inesperada, aliás, que também reside o fascínio de qualquer escavação. Mas é igualmente nesta imprevisibilidade que poderão residir as dificuldades e os equívocos resultantes de uma desadequada programação e execução dos trabalhos.

Esta ideia de uma escavação estritamente determinada por objectivos claros, por uma observação determinada (em vez de ser orientada) por um quadro teórico rígido e pré-definido, conduz frequentemente a uma outra ideia que se materializa habitualmente numa frase feita: “só se encontra e regista o que se procura”. Não será tanto assim, uma vez que a definição prévia e necessária de um conjunto de questões e de objectivos específicos não implica (ou não deverá implicar) necessariamente que se subvalorizem ou ignorem muitas outras questões que possam (e devam) surgir. Com efeito, qualquer escavação em curso exigirá uma continuada actualização dos objectivos e dos procedimentos em função do registo e leitura que vamos fazendo dos dados. O problema só surgirá quando o grau de alerta não é o suficiente para podermos encontrar no momento certo aquilo que não procurávamos ou não era expectável encontrar. O problema só se instalará quando os dados recolhidos só se tornem verdadeiramente relevantes para as perguntas pré-definidas (Roskams, 2001, 50-53).

As escavações, mais do que fornecer respostas, permitem sobretudo colocar sucessivas questões – novas e renovadas; e devem ser perspectivadas por forma

a tornarem-se relevantes para dar resposta a questões que não foram inicialmente formuladas, mas que se tornaram importantes e foram devida e atempadamente colocadas quando a escavação teve lugar. É certo que o êxito de uma escavação reside, desde logo, no seu planeamento cuidadoso, com a clara e prévia definição de objectivos e procedimentos. Mas, embora sendo fundamental, esta programação não a deve condicionar e determinar – deve antes, tal como a teoria, orientá-la ou ajudar a conduzi-la. O desenho de um projecto de investigação pode e deve ser, se necessário, em parte continuamente refeito. E este refazer constante dos contornos desse plano poderá implicar o alargar do lastro interdisciplinar, por forma a potenciar a interpretação dos novos dados registados.

Serve esta introdução para começar por sublinhar o seguinte: as três campanhas de escavação que entre 2007 e 2009 dirigimos em Idanha-a-Velha têm permitido dar resposta a algumas das mais importantes questões inicialmente colocadas; mas destacam-se, de igual forma, por terem revelado o inesperado – um edifício romano com paredes feitas em taipa e também em adobe (Fig. 1).

Serve também para de alguma forma justificar uma necessidade sentida: o redesenhar do projecto inicial, centrando-o também numa realidade insuspeita (e que no terreno antecede no tempo aquela que motivou a nossa intervenção), estipulando novos procedimentos e equacionando outras soluções e colaborações. Serve ainda para mostrar que o não expectável nem sempre será facilmente registado quando se reveste de formas inesperadas ou invulgares.

Este último aspecto carece de melhor explicitação. Com efeito, vamos ser claros, a construção em taipa não foi logo identificada em plano na primeira sondagem de diagnóstico aberta no local. Um troço de parede foi em parte removido juntamente com os seus derrubes em terra que o ladeavam. A sua identificação não foi imediata – desde logo, digamo-lo

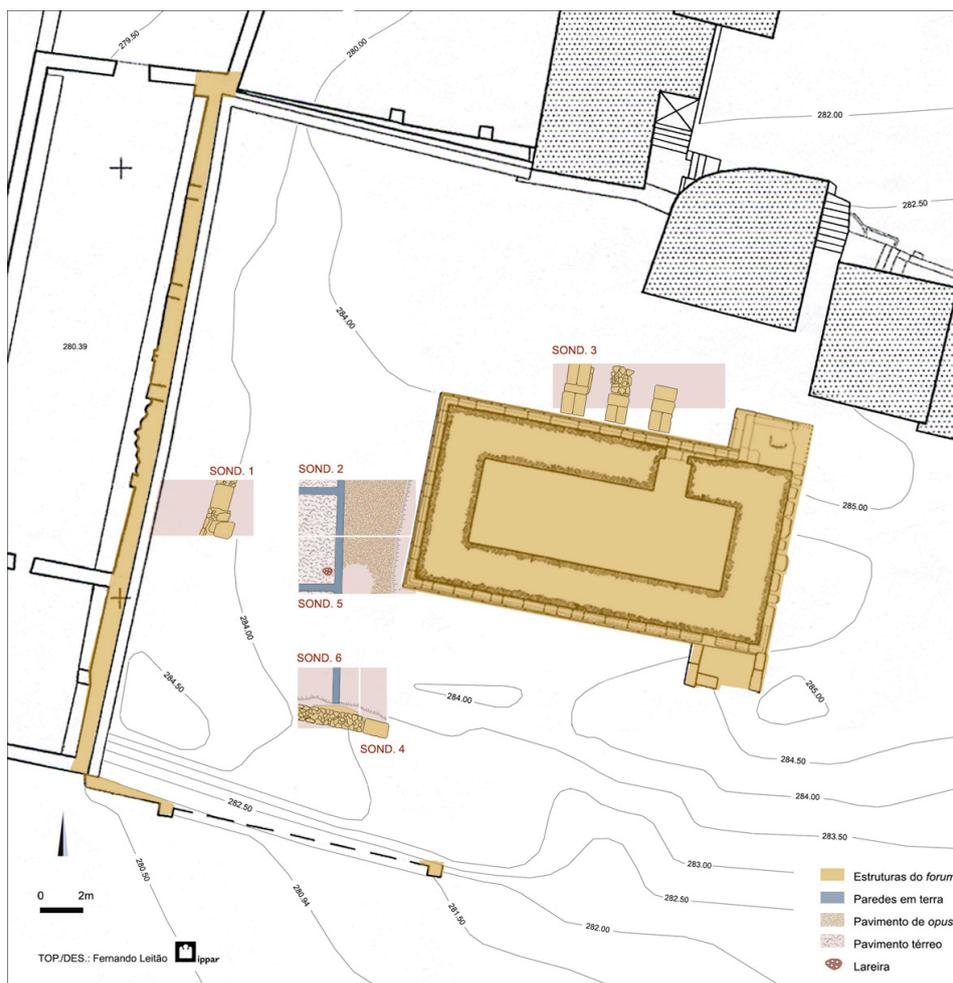


Fig.1. Planta da zona intervencionada (em 2007 e 2008) com as construções em terra inscritas no plano do fórum romano que lhe sucedeu. (Desenho de José Luís Madeira sobre base do IPPAR, créditos: Pedro Carvalho).

abertamente, porque o aparecimento de uma estrutura com estas características não era de nenhum modo previsível; depois, convém também referi-lo, as faces destas paredes não se apresentariam aqui suficientemente bem preservadas para que facilmente fossem identificadas no contacto com os derrubes. A sua identificação apenas ocorreu a meio da escavação dessa sondagem, quando a leitura dos cortes estratigráficos o permitiu e tornou as linhas interfaciais verticais claramente visíveis (Fig.2).

A escavação é quase sempre um processo difícil – e particularmente exigente no momento de identificação dos interfaces e das relações topográficas entre as UE's a que pertencem. Neste caso

também o foi, sobretudo na fase inicial da escavação, quando não se equacionava a possibilidade das construções em terra aparecerem. A partir do momento em que essa realidade se tornou um dado arqueológico objectivo, e o seu processo identificativo começou a ocupar um lugar de destaque entre as nossas preocupações, as paredes em terra começaram a ser identificadas e seguidas com relativa facilidade (Fig.2) – embora a constante presença dos seus derrubes desfeitos, que as ladeavam, e as irregularidades que apresentavam algumas das suas faces, nem sempre tornassem esse processo de identificação perfeitamente óbvio e objectivo (Fig.3).

O que acabámos de expor de forma



Fig. 2. Linhas interfaciais verticais das paredes em taipa visíveis num dos cortes estratigráficos da primeira sondagem efectuada (créditos: Pedro Carvalho).

sucinta remete-nos agora para o seguinte: o desconhecimento – para determinados contextos – de certas realidades arqueológicas poderão ditar o seu continuado não registo. A probabilidade disto acontecer aumenta quando essa realidade assume particulares características que concorrem para a sua “invisibilidade”. E repetir-se-á

insistentemente sempre que se verifique uma observação menos atenta ou mais apressada; no fundo, sempre que certos procedimentos metodológicos não forem adoptados; ou então – e tal pode ser mais recorrente em certos âmbitos de actuação – sempre que o ritmo de escavação não for o mais adequado.



Fig. 3. Processo de identificação de uma parede em taipa (créditos: Pedro Carvalho)

Assim sendo, perguntamos se a (quase) inexistência – para o interior norte da Lusitania – de referências (publicadas!) a construções em terra da época tardo-republicana e alto-imperial acabará por documentar uma determinada realidade

integradas num contexto histórico onde não eram esperadas. De todo o modo, essas construções encontram-se lá e estão muito bem representadas, marcando agora distintamente o local. Com efeito, no decurso das três campanhas de escavação aí realizadas entre 2007 e 2009,



Fig. 4. Troços derrubados das paredes em taipa (depois de terem sido removidos os derrubes desfeitos e paredes em taipa, ao fundo (créditos: Pedro Carvalho)

histórica, i.e., acabará por resultar de um cenário histórico que não (ou raramente) contemplava essas construções; ou então, pelo contrário, se essa quase ausência é apenas aparente, resultante em grande parte de uma abordagem metodológica em escavação que, neste sentido, concorre para distorcer (involuntariamente) os factos que compõem esse mesmo cenário histórico. Sejamos uma vez mais claros: uma escavação, e os dados que colhe e proporciona, não encerrará toda a realidade objectiva que se encontrava depositada no lugar intervencionado. Desde logo, qualquer escavação, e a gama de resultados que produz, acaba sempre por ser em parte resultado do seu tempo – do tipo de abordagem efectuada, do enfoque teórico que a norteou e, sobretudo, da metodologia empregue.

Em Idanha-a-Velha, capital dos Igaeditani, estas construções em terra apareceram

verificámos que no lugar do forum romano, construído na época augustana num dos sítios mais elevados da cidade, havia outras construções anteriores (Carvalho, 2009). E estas construções mais antigas apresentam uma particularidade: foram erguidas com paredes em terra – fundamentalmente em taipa, mas documentando-se também o adobe (Figs. 4 e 5).

Característica construtiva ímpar para esta região e para o período romano, ganhando ainda mais destaque face à sua cronologia específica. Com efeito, em contextos estratigráficos primários seguramente relacionados com a ocupação (e também com o momento de abandono) dessa construção, foi possível recolher um conjunto homogéneo ou coerente de materiais (sobretudo sigilata de tipo itálico e cerâmica de paredes finas) que permitem datar com algum rigor esta construção em taipa e adobe dos finais da República e



Fig. 5. Parede em taipa e templo romano ao fundo (créditos: Pedro Carvalho).



Fig. 6. Parede em adobe e respectivo derrube (créditos: Pedro Carvalho)

inícios do Império.

Ao certo não temos nenhum indicador que nos permita aferir a sua cronologia de construção, mas existem vários que permitem atribuir a sua ocupação às últimas

décadas do séc. I a.C., tendo este edifício sido destruído logo nos primeiros anos do séc. I d.C., talvez entre 4 e 6 d.C., quando em plena época augustana se edificou nesse preciso local o fórum da civitas Igaeditanorum (idem, pp. 121-124).

Face ao exposto, parece-nos que este corresponderá a um achado merecedor de um particular destaque, na medida em que se trata de uma forma de

verius quam struuntur, aevis durant, incorrupti imbribus, ventis, ignibus omnique caemento firmiores?).

Não obstante a durabilidade destas paredes em terra, como se pode



Fig. 7. Fiada de estreitas lajes de xisto a marcar a linha de contacto da parede em taipa com o chão térreo (créditos: Pedro Carvalho)

construção romana raramente (ou mesmo nunca?) atestada na escavação deste tipo de contextos nesta parte setentrional da Lusitania - embora se encontre perfeitamente registada noutras paragens da Hispânia, como por exemplo em Celsa ou Bilbilis, no vale do Ebro, cidades romanas onde o adobe se encontra documentado nas paredes de algumas casas da sua fase inicial (Beltran Lloris e Martin Bueno, 1982, p.149).

Mas se em algumas regiões a documentação arqueológica a este nível prima precisamente pela "invisibilidade" ou aparente ausência, este tipo de construções em terra, no entanto, encontra-se abundantemente referido nas fontes clássicas (Lequément, 1985), sendo especificamente referenciado para a Hispania também nas fontes literárias antigas, mais concretamente quando Plínio o menciona, destacando a sua resistência (HN, Livro XXXV, XLVIII. quid? non in Africa Hispania que e terra parietes, quos appellat formaceos, quoniam in forma circumdatis ii utrimque tabulis inferciuntur

claramente depreender desta passagem de Plínio, parece-nos que estas em particular talvez possam ser entendidas como paredes interiores, devidamente abrigadas e a salvo, portanto, das agressões de agentes atmosféricos (sobretudo a chuva), uma vez que não apresentam nenhum soco ou embasamento em pedra que as protegesse da circulação de águas - apenas se identificou uma fiada de estreitas lajes de xisto a marcar aquilo que consideramos ser a linha da parede em contacto com o nível térreo do chão (Fig. 7).

A sua largura relativamente reduzida (c. 0.36 m) também parece sugerir esta função divisória - e dividiriam espaços com funções distintas, a avaliar pelos indicadores até agora reconhecidos que o denunciam. Contudo, não existem dados suficientemente seguros que permitam, por agora, avançar com proposta (s) de funcionalidade para este edifício. Alguns indícios registados durante a última campanha de 2009 parecem apontar no sentido de um espaço habitacional privado

– mas, nesta fase, ainda será prematuro avançar com qualquer tipo de hipótese. De igual modo, não foi ainda possível apurar se serão questões de funcionalidade, de diferentes usos (específicos) dos espaços interiores, que poderão explicar a alternância de paredes feitas em taipa com outras erguidas em adobe. Seja como for, e por agora, parece-nos que este tipo de paredes poderia fazer parte de um edifício habitacional – à resistência física destas paredes (ainda hoje com uma altura conservada de 0.90 m) juntar-se-ia a inércia térmica da terra, permitindo assim resguardar o interior das áreas construídas dos rigores climatéricos. E seria, aparentemente, um edifício de dimensões consideráveis, a avaliar pela extensão (c. 12 m) de uma das paredes até agora

por 0.80 m de comprimento e 0.30 m de espessura (Henriques e Caninas, 1992, 103). Mas o adobe também apareceu claramente documentado no decurso da campanha de 2009 (antes já tinha aparecido um ou outro adobe entre os derrubes da taipa). Formado por blocos com precisamente 0.36 m de comprimento (i.e. com idêntica dimensão da largura das paredes em taipa), 0.18 m de largo e 0.09 m de espessura (Fig. 9), o adobe foi pelo menos utilizado para erguer uma das paredes transversais àquela outra – que corre no sentido sul-norte ao longo de todas as sondagens – levantada em taipa.

Resta saber, porém, entre outras questões em aberto, se esta taipa e



Fig. 8. Paredes em taipa cortada por um dos pórticos do fórum (créditos: Pedro Carvalho).

identificadas.

Os troços rectos destas paredes de faces afagadas acabam por documentar a tecnologia tradicional de construção em taipa (Fig. 8), no interior de taipais ou da forma em madeira, ter-se-á vertido (e apertada com um maço) terra argilosa, depois de ter sido previamente amassada com água e cascalho miúdo de xisto – tecnologia, aliás, que ainda hoje se observa nos muros rurais tradicionais de algumas regiões da Beira Baixa (como na região de Ródão), constituídos por troços paralelepípedicos com 0.90 m de altura

adobe – datáveis das últimas décadas do séc. I a.C. – surgem aqui ainda como testemunhos da construção tradicional indígena, remontando à Idade do Ferro, ou se documentarão antes uma inovação, decorrente da presença de colonos romanos neste local a partir do final da época republicana. É certo que num dos espaços definidos por estas paredes, num chão em terra batida, se encontrou uma lareira (formada por um lastro de barro endurecido) «decorada» com círculos impressos – motivos que parecem documentar uma tradição indígena, pré-romana, ou um hábito estreitamente



Fig. 9. Adobe recolhido num derrube (créditos: Pedro Carvalho)

associado a ambientes sociais indígenas (Carvalho, 2009, pp. 118-119). Mas este facto não constitui, só por si, prova desse “indigenismo”, quer porque se desconhece quase por completo os tipos de construção utilizadas nesta região no final da Idade do Ferro, quer por que estas paredes já surgem em claros níveis de ocupação romana, associadas a outros elementos exógenos, denunciando assim a presença de ambientes sociais claramente integrados no modo de vida romano. Seja como for, a técnica específica que se documenta em Idanha-a-Velha nunca poderá ter surgido nestes territórios antes da construção de casas rectangulares, podendo, assim sendo, apresentar mais afinidades com o “saber fazer” romano. Mas, porventura, talvez também não se justifique colocar esta questão, por agora, até porque a construção em terra, por todas as mais-valias que encerrava, terá sido comum a estes dois “mundos”.

Bibliografia

- Beltran Lloris, M. e Martin Bueno, M. (1982). Bilbilis e Celsa, dos ejemplos de ciudades romanas en el Aragón antiguo. *Caesaraugusta*, 55- 56, Zaragoza, 143-166.
- Carvalho, P. C. (2009). O forum dos Igaeditani e os primeiros tempos da Ciuitas Igaeditanorum (Idanha-a-Velha, Portugal). *Archivo Español de Arqueología*, n.º 82, Madrid: CSIC, 115-131.

Henriques, F. e Caninas, J. (1992). O muro

tradicional e a sua cobertura. *Preservação*, 13, 101-107.

Lequément, R. (1985). L'apport des textes antiques. In J. Lasfarges (Ed). *Architecture de terre et de bois* pp. 29-32. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme: Paris.

Roskams, S. (2001). *Excavation*. London: Cambridge University Press.

Agradecimentos

À Câmara Municipal de Idanha-a-Nova pelo patrocínio dos trabalhos desenvolvidos.

