



UNIVERSIDADE  
**LUSÓFONA**  
DO PORTO

Hugo Miguel Teixeira da Cunha Beleza

**Aplicações Contemporâneas da  
Pedra a partir dos Anos 80**

Trabalho realizado sob orientação do

**Prof. Doutor António Sérgio Koch de Araújo e Silva**

outubro 2022





UNIVERSIDADE  
**LUSÓFONA**  
D O P O R T O

Hugo Miguel Teixeira da Cunha Beleza  
**Aplicações Contemporâneas da Pedra a  
partir dos Anos 80**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Arquitetura

Dissertação defendida em provas públicas na

Universidade Lusófona do Porto no dia, 24/10/2022

perante o júri seguinte:

Presidente: Prof. Doutor Pedro Cândido Almeida D'Eça  
Ramalho

Arguente: Prof. Doutor João Pedro Alves de Guimarães  
Serôdio

Orientador: Prof. Doutor António Sérgio Koch de Araújo  
e Silva

outubro 2022

É autorizada a reprodução integral desta tese/dissertação apenas para efeitos de investigação, mediante declaração escrita do interessado, que a tal se compromete.

## **Agradecimentos**

Primeiramente, quero agradecer aos meus pais, ao meu irmão e à minha namorada, por toda a força, carinho, amor, incentivo e confiança proporcionada ao longo de todo o meu percurso académico.

Agradeço também a todos os meus amigos e colegas que de maneira alguma foram importantes ao longo de todo este percurso.

Ao meu orientador, o Professor Doutor António Sérgio Koch de Araújo e Silva, pelo tranquilidade, incentivo, persistência e rigor imposto ao longo de todo o desenvolvimento na qual foi fundamental para a concretização desta dissertação.

Agradeço ainda, a todo o corpo docente ao longo destes cinco anos do Mestrado Integrado em Arquitetura.

E por último, quero deixar um especial agradecimento, a uma pessoa especial, a minha avó, que nos deixou recentemente e onde quer que ela esteja, espero que esteja feliz e orgulhosa.

Obrigado.

## Resumo

Esta dissertação de mestrado aborda a temática das “Aplicações Contemporâneas da Pedra a partir dos anos 80”, e pretende expor diferentes métodos contemporâneos do uso da pedra nas construções atuais.

Serão apresentadas as propriedades da pedra, a origem e classificação, a sua representatividade como material de construção e as suas propriedades funcionais. Posteriormente serão expostos os diferentes métodos de fixação da pedra, as suas tendências e evoluções como a utilização de pedras de espessura reduzida, extenuação e pré-esforço da pedra. Para auxiliar o estudo desta temática, foram selecionadas e analisadas três referências arquitetônicas com programas distintos.

O projeto desenvolvido na Unidade Curricular de Projeto V, foi comparado às três referências arquitetônicas selecionadas para análise. A escolha da implementação de cada um dos métodos construtivos, também presentes nas referências, foi justificada de acordo com a solução que apresentaram para a projeção da obra.

Atualmente a pedra apresenta um potencial construtivo bastante elevado devido à evolução tecnológica e ao aparecimento de novos métodos construtivos, aumentando, cada vez mais, a liberdade de manuseamento deste material.

**Palavras-Chave:** Pedra; Propriedades da Pedra; Aplicações Contemporâneas da Pedra; Evolução; Centro Náutico

## **Abstract**

This master's dissertation addresses the theme of "Contemporary Applications of Stone from the 80's" and intends to expose different contemporary methods of using stone in current constructions.

The properties of the stone, its origin and classification, its representativeness as a construction material and its functional properties will be presented. Subsequently, the different methods of fixing the stone, their trends and evolutions will be exposed, such as the use of stones of reduced thickness, stone exhaustion and the pre-stressed stone. To help the study of this theme, three architectural references with different programs were selected and analyzed.

The project developed in the Curricular Unit of Project V was compared to the three architectural references selected for analysis. The choice of implementation of each of the construction methods, also present in the references, was justified according to the solution they presented for the design of the work.

Currently, stone has a very high constructive potential due to technological evolution and the emergence of new construction methods, increasing, more and more, the freedom of handling this material.

**Keywords:** Stone; Stone Properties; Contemporary Applications of Stone; Evolution; Nautical Center

## **Siglas e Abreviaturas**

**DGEG** – Direção-Geral de Energia e Geologia

**FAUP** – Faculdade de Arquitetura do Porto

**G.O.P** – Gabinete de Organizações e Projetos, Lda

**HQE** – Haute Qualité Environnementale (Alta qualidade ambiental)

**PORBASE** – Base Nacional de Dados Bibliográficos

**RCAAP** – Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal

**ReCiL** – Repositório Científico Lusófona

**RUL** – Repositório das Universidades Lusíada

**SNBR** – Société Nouvelle Bâtiment Régional

**UL-N** – Universidade Lusíada - Norte

**ULP** – Universidade Lusófona do Porto

**UTA** – Unidade de Tratamento de Ar

# Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>i</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>ii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iii</b>
<b>Siglas e Abreviaturas</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice</b> .....	<b>v</b>
<b>Índice de Quadros</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de Imagens</b> .....	<b>vi</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUÇÃO METODOLÓGICA</b> .....	<b>1</b>
1.1 Contextualização.....	2
1.2 Justificação da Problemática.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.4 Estado de Arte.....	3
1.5 Metodologia Adotada.....	4
1.6 Estrutura do Trabalho .....	4
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>6</b>
<b>PEDRA E SUAS PROPRIEDADES</b> .....	<b>6</b>
2.1 Origem e Classificação .....	7
2.1.1 Estrutura Interna da Terra.....	7
2.1.2 Litogénese .....	8
2.1.3 Ciclo das Rochas .....	12
2.2 Pedra como Material de Construção .....	14
2.2.1 Características .....	14
2.2.2 Vantagens e Desvantagens .....	14
2.2.3 Distribuição Geográfica dos Tipos de Pedra.....	15
2.3 Propriedades Funcionais .....	16
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>19</b>
<b>APLICAÇÕES CONTEMPORÂNEAS DA PEDRA</b> .....	<b>19</b>
3.1 Fixação da Pedra.....	22
3.1.1 Fixação Direta .....	22
3.1.2 Fixação Indireta.....	23
3.2 Tendências e Evoluções.....	25
3.2.1 Placas de Pedra de Espessura Reduzida .....	25
3.2.2 Extenuação da Pedra .....	30
3.2.3 Inovação da Pedra .....	31
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>34</b>
<b>ANÁLISE DE REFERÊNCIAS ARQUITETÓNICAS</b> .....	<b>34</b>
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>45</b>
<b>ANÁLISE COMPARATIVA</b> .....	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	<b>49</b>
<b>REFLEXÃO SOBRE O PROJETO</b> .....	<b>49</b>
<b>CAPÍTULO VII</b> .....	<b>66</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>66</b>
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>69</b>
<b>Webgrafia</b> .....	<b>72</b>

## Índice de Quadros

- Quadro 1** - Distribuição Geográfica dos Tipos de Pedra ..... 15
- Quadro 2** - Condutividade térmica de diversas pedras e outros materiais – Retirado do Manual da Técnica Construtiva. (1989). Barcelona: Edições CETOP..... 16
- Quadro 3** - Coeficientes de dilatação térmica de diversas soluções de paredes - Retirado do Manual da Técnica Construtiva. (1989). Barcelona: Edições CETOP..... 17

## Índice de Imagens

- Figura 1** - Representação esquemática dos modelos da estrutura interna da Terra..... 8  
Fonte: Revista de Ciência Elementar, Volume 1, 2013. Estrutura interna da Terra
- Figura 2** – Exemplos de Rochas Sedimentares..... 10  
Fonte: <https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~ecfont/wpcontent/uploads/2016/12/TP-As-rochas-sedimentares.pdf>
- Figura 3** - Exemplos de Rochas Magmáticas ..... 11  
Fonte: <https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~ecfont/wpcontent/uploads/2016/12/TP-As-rochas-sedimentares.pdf>
- Figura 4** - Exemplos de Rochas Metamórficas ..... 12  
Fonte: <https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~ecfont/wpcontent/uploads/2016/12/TP-As-rochas-sedimentares.pdf>
- Figura 5** - Ciclo das Rochas..... 13  
Fonte:  
<https://www.bibliotecaagppta.org/agricultura/solos/livros/CICLO%20DAS%20ROCHAS%20E%20DA%20FORMACAO%20DO%20SOLO.pdf>
- Figura 6** - Carta Geológica de Portugal..... 15  
Fonte: <https://ensina.rtp.pt/site-uploads/2020/04/cartageologicaportugal-854x480.jpg>
- Figura 7** - Vista Geral do Pavilhão da Alemanha em Barcelona de Mies Van der Rohe ..... 20  
Fonte: [https://www.flickr.com/photos/sergio\\_zeiger/45092430145/in/photostream/](https://www.flickr.com/photos/sergio_zeiger/45092430145/in/photostream/)
- Figura 8** - Conjugação das estereotomias das pedras utilizadas no Pavilhão da Alemanha em Barcelona..... 21  
Fonte: [https://www.flickr.com/photos/sergio\\_zeiger/45092430145/in/photostream/](https://www.flickr.com/photos/sergio_zeiger/45092430145/in/photostream/)
- Figura 9** - Exemplo de Pedra Colada..... 22  
Fonte: <https://pedrasalexandreccatarino.com/categorias/pedra-pre-montada/>
- Figura 10** - Pormenor da placa de pedra reforçada com malha de fibra de vidro ..... 26  
Fonte: Manual da Pedra Natural para a Arquitetura
- Figura 11** - Placa de Pedra reforçada com compósito de alumínio ..... 27  
Fonte: Manual da Pedra Natural para a Arquitetura

<b>Figura 12</b> - Placa de pedra reforçada com placa de alumínio com estrutura em favo de mel .....	28
Fonte: Manual da Pedra Natural para a Arquitetura	
<b>Figura 13</b> - Placa de Pedra reforçada com camada porcelânica .....	29
Fonte: Manual da Pedra Natural para a Arquitetura	
<b>Figura 14</b> - Placa de Pedra reforçada com placa de vidro .....	29
Fonte: Manual da Pedra Natural para a Arquitetura	
<b>Figura 15</b> - Vista interior da Igreja Pius em Meggen, Suíça .....	30
Fonte: <a href="https://pt.dreamstime.com/fotografia-editorial-piuskirche-meggen-st-piuschurch-meggen-lucerna-su%C3%AD%C3%A7a-image98626507">https://pt.dreamstime.com/fotografia-editorial-piuskirche-meggen-st-piuschurch-meggen-lucerna-su%C3%AD%C3%A7a-image98626507</a>	
<b>Figura 16</b> - Pórtico do Pavilhão do Futuro na Expo 92 realizado por Peter Rice .....	31
Fonte: <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f2/Soportes_de_la_cubierta_del_Pabell%C3%B3n_del_Futuro%2C_Expo%2792.jpg">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f2/Soportes_de_la_cubierta_del_Pabell%C3%B3n_del_Futuro%2C_Expo%2792.jpg</a>	
<b>Figura 17</b> - Vista Frontal da La chiesa di Padre Pio.....	32
Fonte: <a href="https://www.pellegrinaggianti.com/pellegrinaggio-padre-pio/san-giovanni-rotondo/">https://www.pellegrinaggianti.com/pellegrinaggio-padre-pio/san-giovanni-rotondo/</a>	
<b>Figura 18</b> - Interior da La chiesa di Padre Pio.....	32
Fonte: <a href="https://www.holyart.es/blog/wp-content/uploads/sites/13/2021/09/Santuario-de-Padre-P%C3%ADo-en-San-Giovanni-Rotondo.jpg">https://www.holyart.es/blog/wp-content/uploads/sites/13/2021/09/Santuario-de-Padre-P%C3%ADo-en-San-Giovanni-Rotondo.jpg</a>	
<b>Figura 19</b> - Sagrada Família em Barcelona .....	33
Fonte: <a href="https://agencia.ecclesia.pt/portal/wpcontent/uploads/2021/12/FGEq2jQXEAA8ZfY.jpg">https://agencia.ecclesia.pt/portal/wpcontent/uploads/2021/12/FGEq2jQXEAA8ZfY.jpg</a>	
<b>Figura 20</b> - Restaurante .....	37
Fonte: <a href="https://www.archdaily.com.br/br/769336/reconversao-do-convento-desanta-maria-do-bouro-numa-pousada-eduardo-souto-de-moura-plus-humbertovieira">https://www.archdaily.com.br/br/769336/reconversao-do-convento-desanta-maria-do-bouro-numa-pousada-eduardo-souto-de-moura-plus-humbertovieira</a>	
<b>Figura 21</b> – Pormenor da Escada em Granito.....	37
Fonte: <a href="https://www.archdaily.com.br/br/769336/reconversao-do-convento-desanta-maria-do-bouro-numa-pousada-eduardo-souto-de-moura-plus-humbertovieira">https://www.archdaily.com.br/br/769336/reconversao-do-convento-desanta-maria-do-bouro-numa-pousada-eduardo-souto-de-moura-plus-humbertovieira</a>	
<b>Figura 22</b> - Pormenor das aberturas criadas pelo arquiteto .....	37
Fonte: <a href="https://www.archdaily.com.br/br/769336/reconversao-do-convento-desanta-maria-do-bouro-numa-pousada-eduardo-souto-de-moura-plus-humbertovieira">https://www.archdaily.com.br/br/769336/reconversao-do-convento-desanta-maria-do-bouro-numa-pousada-eduardo-souto-de-moura-plus-humbertovieira</a>	
<b>Figura 23</b> - Vista Frontal do novo corpo criado pelo arquiteto .....	38
Fonte: <a href="https://www.archdaily.com.br/br/769336/reconversao-do-convento-desanta-maria-do-bouro-numa-pousada-eduardo-souto-de-moura-plus-humbertovieira">https://www.archdaily.com.br/br/769336/reconversao-do-convento-desanta-maria-do-bouro-numa-pousada-eduardo-souto-de-moura-plus-humbertovieira</a>	
<b>Figura 24</b> - Vista Frontal da Stone House .....	39
Fonte: <a href="https://www.flickr.com/photos/ofhouses/17959283922/in/photostream/">https://www.flickr.com/photos/ofhouses/17959283922/in/photostream/</a>	
<b>Figura 25</b> -Relação da Grelha de Betão com Xisto na Fachada .....	40
Fonte: <a href="https://www.flickr.com/photos/ofhouses/17959283922/in/photostream/">https://www.flickr.com/photos/ofhouses/17959283922/in/photostream/</a>	
<b>Figura 26</b> - Pormenor Construtivo da Stone House.....	40
Fonte: <a href="https://www.flickr.com/photos/ofhouses/17959283922/in/photostream/">https://www.flickr.com/photos/ofhouses/17959283922/in/photostream/</a>	
<b>Figura 27</b> -Vista Lateral do HyperGate .....	41
Fonte: <a href="https://www.snbr-">https://www.snbr-</a>	

stone.com/index.php?option=com\_content&view=article&id=1&Itemid=3

<b>Figura 28</b> - Pormenor dos tirantes de aço da HyperGate.....	42
Fonte: <a href="https://www.snbr-stone.com/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=1&amp;Itemid=3">https://www.snbr-stone.com/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=1&amp;Itemid=3</a>	
<b>Figura 29</b> - Pré-esforço da Pedra .....	42
Fonte: <a href="https://www.snbr-stone.com/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=1&amp;Itemid=3">https://www.snbr-stone.com/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=1&amp;Itemid=3</a>	
<b>Figura 30</b> - Fase final do Protótipo.....	43
Fonte: <a href="https://www.snbr-stone.com/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=1&amp;Itemid=3">https://www.snbr-stone.com/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=1&amp;Itemid=3</a>	
<b>Figura 31</b> - Vista Frontal Bureaux SNBR .....	43
Fonte: <a href="https://www.snbr-stone.com/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=1&amp;Itemid=3">https://www.snbr-stone.com/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=1&amp;Itemid=3</a>	
<b>Figura 32</b> - Vistas dos arcos em pedra pré-esforçados .....	44
Fonte: <a href="https://www.snbr-stone.com/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=1&amp;Itemid=3">https://www.snbr-stone.com/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=1&amp;Itemid=3</a>	
<b>Figura 33</b> - Fotografia aérea da cidade do Porto: 1939-1940: fiada 11, nº153.....	50
Fonte: <a href="https://gisaweb.cm-porto.pt/units-ofdescription/documents/587347/documents/">https://gisaweb.cm-porto.pt/units-ofdescription/documents/587347/documents/</a>	
<b>Figura 34</b> - Cartografia de 1903 de João José Mendonça Cortés .....	51
Fonte: <a href="https://gisaweb.cm-porto.pt/units-ofdescription/documents/587347/documents/">https://gisaweb.cm-porto.pt/units-ofdescription/documents/587347/documents/</a>	
<b>Figura 35</b> - Planta Topográfica da cidade do Porto, maio de 1978 .....	51
Fonte: <a href="https://gisaweb.cm-porto.pt/units-ofdescription/documents/587347/documents/">https://gisaweb.cm-porto.pt/units-ofdescription/documents/587347/documents/</a>	
<b>Figura 36</b> - Planta da situação atual do local de intervenção .....	52
Fonte: Autor	
<b>Figura 37</b> - Vista Frontal do lote .....	53
Fonte: Autor	
<b>Figura 38</b> - Vista do volume C .....	53
Fonte: Autor	
<b>Figura 39</b> – Vista do pátio para o volume B.....	53
Fonte: Autor	
<b>Figura 40</b> – Vista da traseira do lote para o interior.....	53
Fonte: <a href="http://portoarc.blogspot.com/2016/07/companhia-do-gas-e-companhiade-luz.html">http://portoarc.blogspot.com/2016/07/companhia-do-gas-e-companhiade-luz.html</a>	
<b>Figura 41</b> - Organograma do Centro Náutico.....	54
Fonte: Autor	
<b>Figura 42</b> - Foto da Maquete Geral .....	56
Fonte: Autor	
<b>Figura 43</b> - Planta do Piso 0 do Edifício Central.....	57
Fonte: Autor	

<b>Figura 44</b> - Planta do Piso 1 do Edifício Central.....	57
Fonte: Autor	
<b>Figura 45</b> - Vista do Átrio de Entrada em 3D .....	57
Fonte: Autor	
<b>Figura 46</b> - Vista Interna do Edifício de Treinos em 3D.....	58
Fonte: Autor	
<b>Figura 47</b> - Vista Interna do Edifício de Treinos - Armazém em 3D.....	59
Fonte: Autor	
<b>Figura 48</b> - Planta do Edifício de Treinos .....	59
Fonte: Autor	
<b>Figura 49</b> - Planta do Edifício do Restaurante.....	60
Fonte: Autor	
<b>Figura 50</b> - Vista da entrada do Edifício do Restaurante para o Interior em 3D.....	61
Fonte: Autor	
<b>Figura 51</b> - Vista Geral do Edifício Público em 3D .....	62
Fonte: Autor	
<b>Figura 52</b> - Vista da Entrada do Edifício Público em 3D.....	62
Fonte: Autor	
<b>Figura 53</b> - Vista da Sala Polivalente para o Pátio do Edifício Público em 3D .....	62
Fonte: Autor	
<b>Figura 55</b> - Corte Construtivo do Edifício Público .....	63
Fonte: Autor	
<b>Figura 54</b> - Planta do Piso 0 e -1 do Edifício Público .....	63
Fonte: Autor	
<b>Figura 56</b> - Vista da Entrada do Edifício Público -Maquete 1:50 .....	64
Fonte: Autor	
<b>Figura 57</b> - Vista para o Pátio do Edifício Público - Maquete 1:50 .....	64
Fonte: Autor	
<b>Figura 58</b> - Vista do Pátio para o Auditório do Edifício Público - Maquete 1:50.....	65
Fonte: Autor	
<b>Figura 59</b> - Vista da Sala Polivalente para o Pátio do Edifício Público - Maquete 1:50	65
Fonte: Autor	

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUÇÃO METODOLÓGICA**

## **1.1 Contextualização**

Esta dissertação de mestrado propõe uma reflexão sobre as aplicações contemporâneas da pedra a partir dos anos 80. Para uma melhor compreensão da temática irá ser abordada de forma sucinta a origem das rochas e posteriormente serão exploradas as características distintas das diferentes aplicações atuais da pedra.

A pedra é um dos mais antigos materiais estruturais de construção, utilizados desde que há registo, e dado ser um recurso natural, o único processo de construção existente durante vários séculos. Atualmente, apresenta um elevado valor cultural e possui um património rico e muito abrangente, estando implementada em diversas e complexas construções.

Apesar do aparecimento de novos materiais no século XX, os métodos construtivos da aplicação da pedra também evoluíram a nível tecnológico e construtivo.

## **1.2 Justificação da Problemática**

A temática abordada na presente dissertação de mestrado, surgiu naturalmente no decorrer da Unidade Curricular de Projeto V com o desenvolvimento de um Centro Náutico junto à Rua do Ouro.

Devido às técnicas tradicionais em pedra que constituem as pré-existências no local de intervenção e ao interesse pelos métodos construtivos em pedra que fazem parte da história da arquitetura, o autor optou pela investigação de técnicas contemporâneas em pedra, de forma a promover a sua utilização nas construções atuais.

O desenvolvimento de novas técnicas para as aplicações contemporâneas da pedra levou ao aproveitamento das inúmeras vantagens que esta oferece, e criação de soluções para as construções atuais.

## **1.3 Objetivos**

A presente dissertação de mestrado visa a concretização de objetivos académicos e pessoais, gerais e específicos, respetivamente.

Para a concretização dos objetivos académicos, no presente documento, o autor pretende demonstrar e dar a conhecer as aplicações contemporâneas da pedra a partir dos anos 80 até atualidade. Inicialmente será abordada/estudada a pedra enquanto

matéria e as suas propriedades funcionais. Seguidamente, serão apresentadas as aplicações contemporâneas da pedra e as suas tendências e evoluções.

A pedra foi, em tempos passados, um dos materiais mais utilizados na construção, mas atualmente apresenta uma menor relevância. Isto deve-se ao conhecimento da comunidade acerca das dificuldades mecânicas que a pedra apresenta, mas também pela sua falta de conhecimento acerca das tendências e evoluções das técnicas de manuseamento e transformação da pedra desenvolvidas nos últimos anos.

Nos objetivos pessoais, propõe-se a investigação e ampliação de conhecimentos relativamente às aplicações contemporâneas da pedra, visando a sua promoção em construções. Os resultados desta investigação serão aplicados na proposta da Unidade Curricular de Projeto V, referente ao desenvolvimento de um Centro Náutico na Rua do Ouro no Porto.

Pretende-se por fim, que a interligação dos objetivos descritos contribua para o futuro da carreira profissional de um arquiteto.

## **1.4 Estado de Arte**

Atualmente, devido às imensas plataformas de informação existentes, encontra-se disponível uma grande quantidade de informação relativa às aplicações contemporâneas da pedra e às inúmeras obras onde os métodos estão aplicados.

Verificou-se a existência de uma vasta bibliografia publicada em português, uma vez que a pedra é um material muito característico nas construções portuguesas, no entanto, também se foram encontradas inúmeras publicações noutros idiomas ainda no contexto das tendências e evoluções da aplicação da pedra.

Da Literatura consultada no desenvolvimento deste estudo destacam-se: o livro “Manual da Pedra Natural para a Arquitetura” da DGEG; a revista “A Arquitetura – Evolução da pedra natural / Novas tecnologias” de Alberto Reaes Pinto; o artigo “*Stereotomy: modern stone architecture and its historical legacy*” de Giuseppe Fallacara e Marco Stigliano.

Estes foram fundamentais para o desenvolvimento da investigação da temática abordada na presente dissertação.

## **1.5 Metodologia Adotada**

A metodologia adotada para a realização da presente dissertação, foi dividida em cinco fases, que incluíram a definição das estratégias de pesquisa, recolha de toda a informação encontrada, análise da mesma, organização e exposição do conteúdo teórico de interesse, de acordo com os objetivos determinados pelo autor. Por fim desenvolveu-se uma reflexão apreciativa do trabalho desenvolvido.

Antes de se iniciar a exposição do conteúdo teórico encontrado, verificou-se se o mesmo era válido e se apresentava informação suficiente para a viabilidade do desenvolvimento do tema desta dissertação.

Os materiais definidos para pesquisar, recolher e analisar toda a informação disponível, incluíram livros, revistas, artigos científicos, dissertações de mestrados, teses de doutoramento e ainda plataformas de pesquisa digitais.

Foram analisadas inúmeras obras que serviram de referência para o desenvolver da presente dissertação. Do conjunto de obras analisada, distinguiram-se três que foram abordadas como casos de estudo, e que se consideraram representativas para uma melhor compreensão das aplicações contemporâneas da pedra a partir dos anos 80.

A organização e exposição do conteúdo teórico encontrado, seguiu a estrutura definida pelo autor que melhor fundamenta o tema, de forma a alcançar os objetivos planeados e a expor o conteúdo de forma simples e objetiva.

Por fim desenvolveu-se uma reflexão apreciativa, com o objetivo de alcançar uma análise própria acerca dos conhecimentos adquiridos com o desenvolvimento desta dissertação.

## **1.6 Estrutura do Trabalho**

Para uma melhor esquematização e compreensão deste trabalho, a estrutura da presente dissertação encontra-se organizada em sete capítulos.

No Capítulo I apresenta-se a introdução do tema, a justificação da temática abordada, os objetivos a serem alcançados, a metodologia definida pelo autor para desenvolvimento da presente dissertação, assim como a estrutura adotada para a organização da informação exposta.

O Capítulo II aborda a pedra enquanto matéria, quanto à sua origem e classificação, e a pedra como material de construção, quanto às suas características,

vantagens e desvantagens, distribuição geográfica dos diferentes tipos de pedra e as suas propriedades funcionais.

No capítulo III apresenta-se a fundamentação teórica que aborda, de forma breve, uma contextualização histórica sobre as aplicações contemporâneas da pedra e, posteriormente, o desenvolvimento dos métodos aplicados a partir dos anos 80 até à atualidade.

O Capítulo IV é composto por uma análise individual de três referências arquitetónicas, nas quais as aplicações contemporâneas da pedra são evidentes e consideráveis.

O Capítulo V é composto pela análise comparativa entre as três referências arquitetónicas descritas no capítulo anterior e o projeto desenvolvido na Unidade Curricular de Projeto V.

O Capítulo VI inclui uma análise do caso prático do Centro Náutico, desenvolvido na Unidade Curricular de Projeto V. Neste é abordada a relação do local de intervenção com o território envolvente, análise das pré-existências e apresentação do programa, ou seja, dos requisitos para a realização do Projeto V. Por fim, encontra-se apresentado o projeto desenvolvido do Centro Náutico.

No capítulo VII, que abrange as considerações finais, encontra-se exposta uma conclusão do desenvolvimento de todo o trabalho realizado.

CAPÍTULO II  
**PEDRA E SUAS PROPRIEDADES**

## 2.1 Origem e Classificação

Para uma melhor compreensão deste material, irá ser abordado, de forma clara e sucinta, a estrutura interna da Terra, a origem dos diferentes tipos de rochas e os seus processos de formação, assim como o ciclo das rochas. Permitindo a correlação entre os diferentes tipos de rochas e os materiais construtivos.

### 2.1.1 Estrutura Interna da Terra

A estrutura interna da Terra apresenta uma disposição concêntrica das suas diferentes camadas. A subdivisão destas camadas é feita segundo as suas propriedades químicas ou físicas.

Analisando as propriedades físicas dos materiais rochosos que a compõem, divide-se a estrutura interna da Terra em quatro camadas: Litosfera, Astenosfera, Mesosfera e Endosfera. Esta divisão denomina-se de Modelo Físico.

A Litosfera é a camada mais rígida e fria das que compõem este modelo. A Astenosfera é uma camada constituída, principalmente, por material parcialmente fundido. A Mesosfera é uma camada rígida, constituída por materiais rochosos no estado sólido. A Endosfera caracteriza-se por ser fluída, aproximadamente até aos 5 100 km de profundidade e em seguida, por ser rígida.

Com base nas propriedades químicas dos materiais, a estrutura interna da Terra pode-se dividir em três camadas que se encontram separadas por duas descontinuidades: Crusta, Manto, Núcleo, Descontinuidade de Mohorovicic<sup>1</sup> (separa a crosta do manto) e Descontinuidade de Gutenberg<sup>2</sup> (separa o manto do núcleo). Esta divisão denomina-se de Modelo Químico.

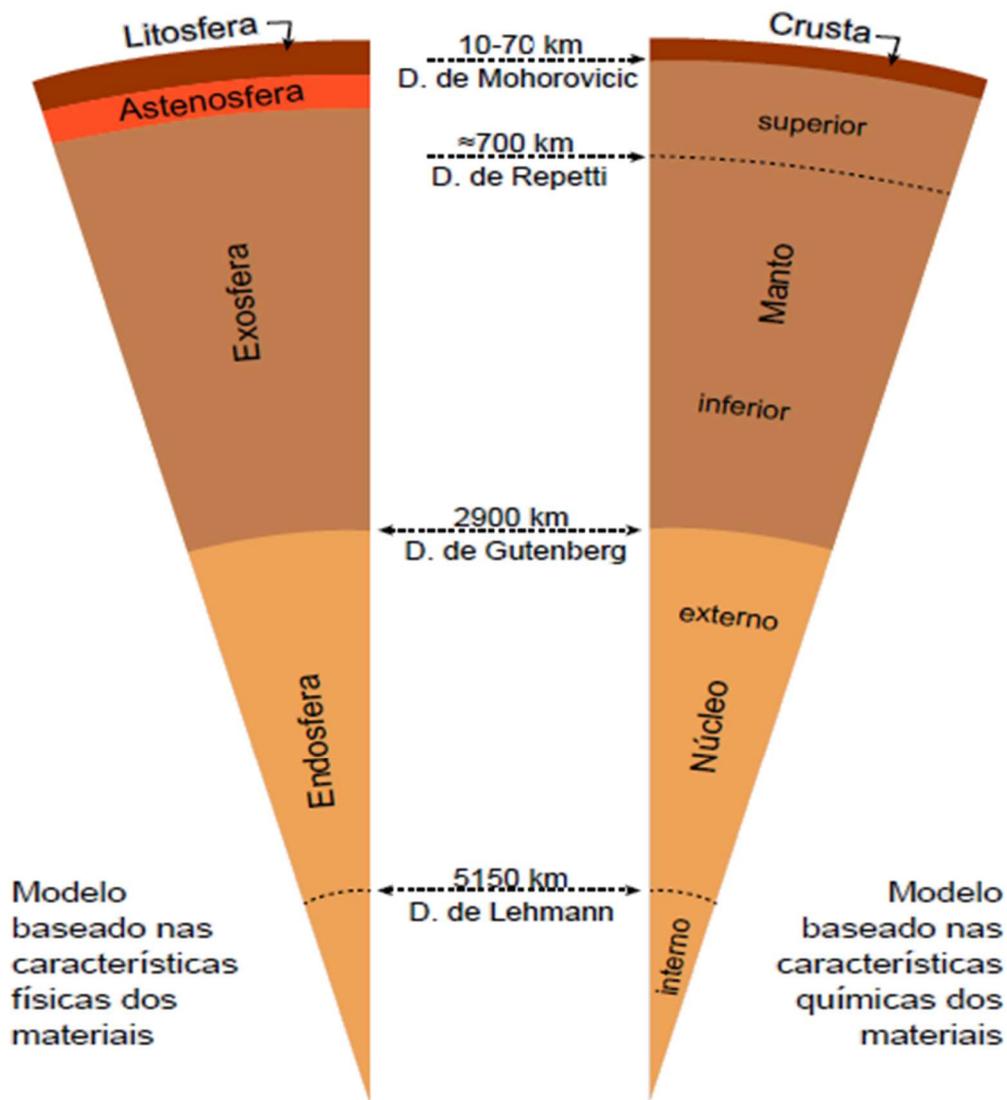
A Crusta é constituída por material rochoso, rico em sílica, alumínio e magnésio. O Manto, que também é constituído por material rochoso, é rico em ferro e magnésio. Por fim, tem-se o Núcleo que é a rico em ferro e níquel.

A Figura 1 é representativa das dois modelos da estrutura interna da Terra acima descritos.

---

<sup>1</sup> Andrija Mohorovičić (1857 – 1936), meteorologista, sismologista e geofísico, o qual previu a existência de uma descontinuidade nas propriedades mecânicas dos materiais geológicos.

<sup>2</sup> Beno Gutenberg (1889 – 1960) foi um cientista e sismólogo que estudou as camadas internas da Terra.



**Figura 1** - Representação esquemática dos modelos da estrutura interna da Terra

## 2.1.2 Litogénese

Denomina-se de Litogénese ao processo de formação de rochas. É a última fase do ciclo geológico, na qual as rochas ou os materiais resultantes da destruição das mesmas, nas condições ideais, geram novas rochas.

Desta forma, a litogénese pode formar diferentes tipos de rocha que se diferenciam em três categorias: **rochas magmáticas**, **rochas metamórficas** e **rochas sedimentares**.

## Rochas Sedimentares

As rochas sedimentares representam apenas 5% do volume da crosta terrestre, mas encontram-se distribuídas extensamente pelo território continental, correspondendo a 75% da sua superfície.

Estas rochas resultam da junção e compactação de sedimentos de outras, a formação das mesmas depende da ocorrência de dois processos geológicos: **Sedimentogênese** e **Diagênese**.

A **Sedimentogênese** estende-se desde a formação à deposição dos sedimentos que constituem as rochas sedimentares.

A emersão das rochas magmáticas e metamórficas à superfície terrestre, expõe as mesmas a condições bastante distintas dos seus locais de origem. Estas novas condições dão início à Meteorização das rochas, ou seja, provocam alterações físicas e químicas na sua constituição, resultando na criação de materiais que podem apresentar diversas dimensões.

Estes materiais passam, posteriormente, pelo processo de erosão e são removidos através da ação de agentes externos, como a água, o vento ou até pela força de gravidade. Alguns destes agentes também apresentam um papel condutor, ao transportar estes materiais até ao local em que se dá a sedimentação, ou seja, o local em que a força gravítica se sobrepõe ao agente condutor e obriga à deposição dos mesmos.

Entende-se assim que o processo de sedimentação é influenciado pela dimensão e densidade dos materiais, desta forma, os detritos com maior volume e densidade são os primeiros a depositar-se.

Se não houver influência de fatores externos, a sedimentação ocorre normalmente, resultando numa apresentação em camadas paralelas e horizontais (estratos), distinguíveis inequivocamente pela sua cor e espessura.

Na fase final da formação de uma rocha sedimentar, entram em ação os processos físico-químicos que constituem a **Diagênese**. Durante este processo, verifica-se a perda de água, a compactação e a cimentação dos sedimentos. Estas são provocadas pela compressão das camadas sobrejacentes e pelo preenchimento dos espaços vazios existentes entre os sedimentos. Este preenchimento dá-se através da precipitação de substâncias químicas diluídas na água, que forma um cimento e une os sedimentos, formando assim uma rocha sedimentar consolidada.

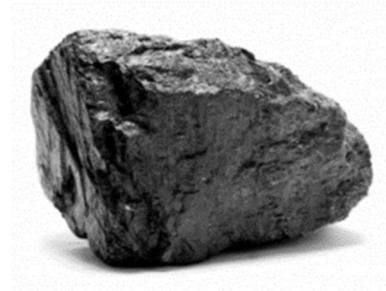
Na Figura 2 encontram-se representados oito exemplos de rochas sedimentares.



**Argilito**



**Calcário Conquífero**



**Carvão**



**Conglomerado**



**Arenito**



**Calcário**



**Halite**

**Figura 2** – Exemplos de Rochas Sedimentares

## **Rochas Magmáticas**

As rochas magmáticas, como indica o nome, originam-se a partir do magma. Este pode formar-se na parte inferior da crosta terrestre e na parte superior do manto, estas camadas da estrutura interna da Terra oferecem as condições necessárias à fusão das rochas e conseqüente formação de magma.

As rochas magmáticas podem-se subdividir em dois tipos: as rochas magmáticas intrusivas/plutónicas e as rochas magmáticas extrusivas/vulcânicas. A sua classificação vai depender do local de solidificação do magma, ou seja, se ocorre no interior da Terra ou no seu exterior. Estas rochas também apresentam aspetos distintos na sua textura que coincidem com o seu local de origem.

As rochas magmáticas intrusivas formam-se em profundidade no interior da Terra, passando, desta forma, por um arrefecimento lento que permite a formação de cristais de pequenas a médias dimensões. Tem-se como exemplo de uma rocha magmáticas intrusiva o granito, este é constituído por quartzo, feldspatos e micas.

As rochas magmáticas extrusivas formam-se à superfície da Terra, ou seja, resultam da solidificação da lava. Como sofrem um arrefecimento mais rápido, nem sempre conseguem formar cristais e quando conseguem são de menores dimensões do que os das rochas intrusivas. Tem-se como exemplo de uma rocha magmáticas extrusiva o basalto, este apresenta pequenos cristais de cor verde, a olivina.

Na Figura 3 encontram-se representados seis exemplos de rochas magmáticas.



**Figura 3** - Exemplos de Rochas Magmáticas

## **Rochas Metamórficas**

As rochas metamórficas resultam da transformação de rochas sedimentares ou magmáticas quando expostas a determinadas condições.

Como consequência da atividade geológica da Terra as rochas originadas em determinadas condições podem migrar para outros locais com condições completamente distintas. As principais condições que levam ao metamorfismo das rochas são temperaturas e pressão elevadas, os fluídos de circulação e o tempo.

Quando rochas de outras origens são submetidas a estas novas condições, tornam-se instáveis e experimentam transformações que podem incluir modificações mineralógicas e variações na forma assim como alteração da distribuição e organização dos minerais constituintes. Todas estas transformações decorrem no estado sólido.

Na Figura 4 encontram-se representados cinco exemplos de rochas metamórficas



**Figura 4** - Exemplos de Rochas Metamórficas

### **2.1.3 Ciclo das Rochas**

O ciclo das rochas constitui um conjunto de fenómenos que explica a relação profunda existente entre os três tipos de rochas, ou seja, a forma como a Terra transforma, ao longo do tempo geológico, uma rocha de um tipo para o outro. O que significa que a mesma matéria pode constituir diferentes tipos litológicos. Esta transformação só ocorre devido à dinâmica interna e externa da Terra que permite uma contínua reciclagem das rochas. Quando estas são expostas a condições diferentes das da sua génese inicia-se a sua transformação.

Quando as rochas sedimentares afundam na crosta, ficam submetidas ao peso provocado pelas rochas sobrejacentes. Estas vão experimentar um aquecimento lento e progressivo simultaneamente à sua compressão, que é provocada pelo aumento da tensão no interior da Terra. Quando estas condições se sobrepõem aos limites da

diagênese, as rochas entram no domínio do metamorfismo e sofrem as respectivas alterações. O processo de metamorfismo também pode ocorrer nas rochas magmáticas intrusivas, quando expostas às mesmas condições.

Quando as rochas são submetidas a condições de temperatura e pressão elevadas o suficiente para se dar a fundição dos seus constituintes, entra-se no domínio do magmatismo. Qualquer um dos três tipos de rochas se pode transformar em magma e conseqüentemente originar uma rocha magmática.

As rochas magmáticas e metamórficas, que se formam em profundidade, podem aflorar à superfície terrestre como consequência da erosão das camadas rochosas subjacentes ou pelo movimento da Crusta. Ao ficarem visíveis á superfície ficam expostas a condições bastante diferentes das da sua génese, estas são ideais para a sua transformação em rochas sedimentares.

Na Figura 5, apresentada na página seguinte, encontra-se representado de forma esquemática o ciclo das rochas.

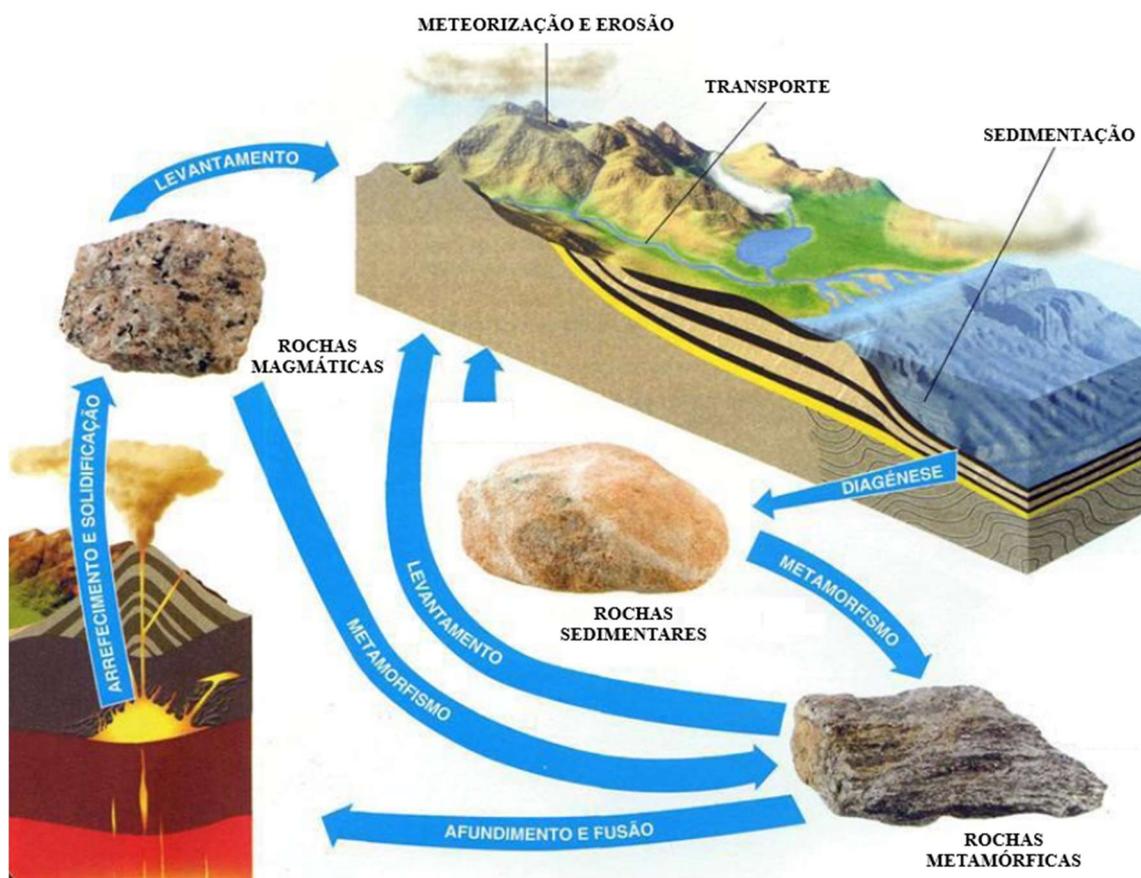


Figura 5 - Ciclo das Rochas

## 2.2 Pedra como Material de Construção

### 2.2.1 Características

A pedra é utilizada como material de construção devido às propriedades físicas, químicas e mecânicas que apresenta. A sua aplicação pode ser imediata, logo após a sua extração, sem ser necessária qualquer preparação a não ser o ajustamento da sua forma e dimensão, nos restantes casos irão ser transformadas consoante a necessidade da sua aplicação.

Nem todos os tipos de pedra são utilizados como material de construção, alguns pela dificuldade da sua extração, outros por não oferecerem as condições exigidas. Para classificar um tipo de pedra como um excelente material para a construção, esta deverá apresentar as seguintes características:

- Resistência mecânica (pressões a que irá ser sujeita);
- Resistência a condições atmosféricas (água, temperatura, gelo e fogo);
- Trabalhabilidade (fácil e rápido manuseamento, não deve requerer um grande gasto de energia, nem apresentar dano na qualidade pelo uso de ferramentas nas diferentes fases de operação;
- Porosidade (não abundante para não dificultar a aderência das argamassas).

### 2.2.2 Vantagens e Desvantagens

As pedras que são utilizadas na construção apresentam inúmeras vantagens, no entanto, apesar destas serem consideradas excelentes para a mesma, também apresentam algumas desvantagens associadas à sua aplicação.

#### **Vantagens:**

- ✓ Durabilidade;
- ✓ Elevada inércia térmica;
- ✓ Valor estético e cultural garantido;
- ✓ Excelente isolamento a ruídos ambientais.

#### **Desvantagens:**

- × Elevado Custo;
- × Elevado peso próprio;
- × Péssimo desempenho a nível acústico;

- × Nos parâmetros atuais, débil na habitabilidade;
- × Limitações nas dimensões, especialmente em altura;
- × Elevada dificuldade em garantir mão-de-obra especializada;
- × Necessidade de uma elevada espessura por razões estruturais.

### 2.2.3 Distribuição Geográfica dos Tipos de Pedra

As pedras que são utilizadas na construção apresentam inúmeras vantagens, no entanto, apesar destas serem consideradas excelentes para a mesma, também apresentam algumas desvantagens associadas à sua aplicação.

Tipo de Rocha	Origem	Localização
Granito	Rocha Vulcânica	Minho, Trás-os-Montes; Douro Litoral; Beira Alta; Beira Baixa.
Basalto	Rocha Vulcânica	Açores; Madeira
Xisto	Rocha Metamórfica	Douro; Pequenas Zonas Isoladas das Beiras;
Mármore	Rocha Metamórfica	Estremoz;
Calcário	Rocha Sedimentar	Beira Litoral; Zona de Lisboa; Parte do Alentejo; Zona do Algarve

Quadro 1- Distribuição Geográfica dos Tipos de Pedra

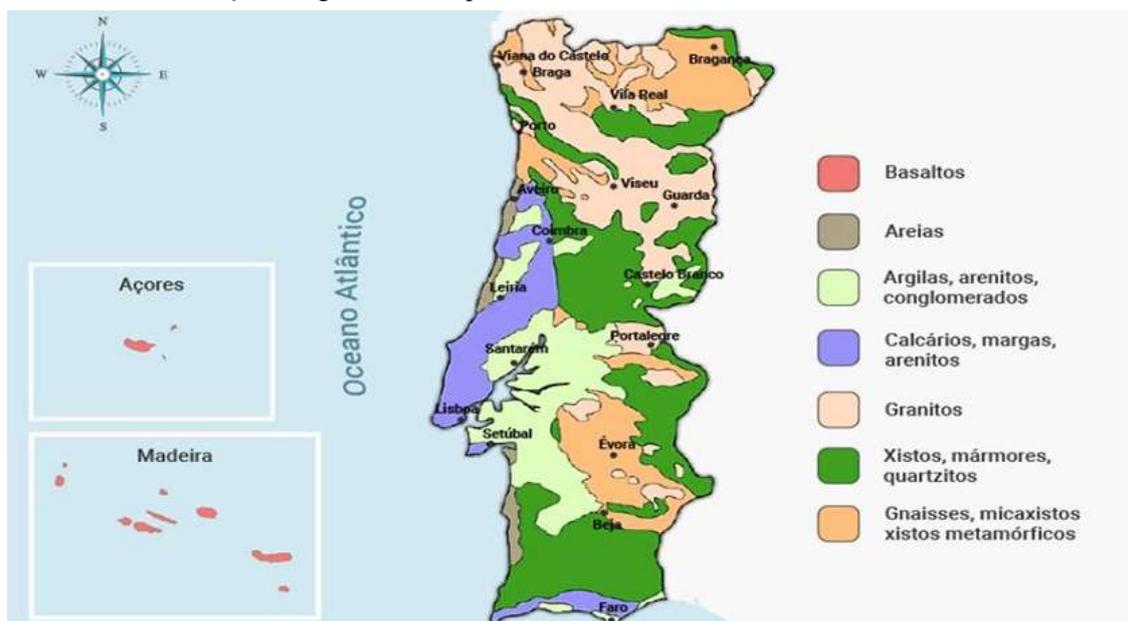


Figura 6 - Carta Geológica de Portugal

## 2.3 Propriedades Funcionais

### Resistência Térmica

O comportamento térmico da alvenaria de pedra apresenta, geralmente, valores inferiores relativamente às outras opções de materiais construtivos. No Quadro 2, que apresenta uma comparação da condutividade térmica dos materiais com relação à massa volumétrica, verifica-se que apenas o betão normal apresentou uma condutividade térmica superior a dois dos cinco conjuntos de pedras analisados.

MATERIAL	MASSA VOLÚMICA APARENTE $\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	CONDUTIBILIDADE TÉRMICA $\lambda$ [W/m °C]
<u>Pedras</u>		
- Granito	2300 – 2900	3,0
- Xisto, Ardósia	2000 – 2800	2,2
- Basalto	2700 – 3000	1,6
- Mármore	$\geq 2590$	2,9
- Outros Calcários	1840 – 2590	1,4 – 2,4
<u>Material</u>		
- Tijolo	1800 – 2000	1,15
<u>Betão</u>		
- Normal	2200 – 2400	1,75
- Leve	1700 – 2100	1,4

**Quadro 2** - Condutividade térmica de diversas pedras e outros materiais – Retirado do Manual da Técnica Construtiva. (1989). Barcelona: Edições CETOP

### Resistência Acústica

Considera-se que o isolamento acústico nas construções em alvenaria de pedra é bastante bom. A elevada massa na constituição das paredes em pedra, permite um isolamento dos ruídos aéreos, ruídos exteriores e ruídos entre os compartimentos de uma construção.

### Resistência ao Fogo

Ao analisar a resistência de diferentes materiais construtivos ao fogo, verificou-se que tanto a pedra como o betão normal são os que apresentam o maior coeficiente de transmissão térmica, ou seja, são incombustíveis e impedem a propagação do fogo.

No Quadro 3 está apresentada uma comparação do coeficiente de transmissão térmica dos materiais relacionado com a espessura dos mesmos.

<b>SOLUÇÃO</b>	<b>ESPESSURA [m]</b>	<b>Coeficiente de transmissão térmica K [W/m<sup>2</sup>°C]</b>
<u>Alvenaria Simples</u>		
- Pedra	0.40	3,1
- Tijolo Simples	0.22	1,6
- Tijolo Duplex	0.22	1,25
- Bloco de Betão Leve	0.20 a 0.25	1,4
- Bloco de Betão Normal	0.20 a 0.25	2,5
<u>Parede de Betão Normal</u>	0.10 a 0.20	3,6
<u>Alvenaria Dupla</u>		
- Tijolo Furado	0.11	1,4
- Bloco de Betão Leve	0.10	1,3
- Blocos de Betão Normal	0.10 e 0.15	1,5
- Betão e Tijolo Furado	0.11 (tijolo)	1,55
- Betão e Blocos de Betão	0.10 (bloco)	1,55

**Quadro 3** -Coeficientes de dilatação térmica de diversas soluções de paredes - Retirado do Manual da Técnica Construtiva. (1989). Barcelona: Edições CETOP.

## **Resistência à Água e ao Ar**

A resistência à água e ao ar, é conseguida através do paramento exterior e interior das paredes exteriores, este permite respetivamente minimizar o efeito de absorção das águas pluviais e das condensações. Esta técnica deve ainda possibilitar a saída dessas águas e das que surjam no seu interior como a humidade da construção e a da ascensão capilar do solo.

## **Resistência Mecânica**

Ao contrário da maioria das construções, as que recorrem à alvenaria de pedra não apresentam limitações para a sua execução, ou seja, não recorrem a elementos de enchimento e ligantes (argamassas, betão ou metálicos), resistindo apenas com o seu próprio peso. As construções em alvenaria são, desta forma, consideradas autoportantes.

## **Durabilidade**

A estabilidade físico-química dos blocos de pedra ao longo do tempo, sob a ação dos agentes do meio exterior, como a chuva, o vento, a permanência de humidades, as poeiras e a ação dos agentes químicos e orgânicos dos materiais e do solo, em condições normais é adequada.

O crescente desenvolvimento da poluição sob a forma de gases que são emitidos para a atmosfera, leva ao aparecimento das chuvas ácidas que influenciam a durabilidade das pedras. Esta também varia consoante o tipo de pedra utilizada.

## **Altura**

Quando devidamente construídas e com uma planta estrutural ortogonal, as construções em alvenaria de pedra apresentam um bom comportamento estrutural, porém estão limitadas a três pisos de altura quando não se recorre a reforços adicionais. Esta limitação ocorre devido à elevada massa das paredes, o que se torna gravoso para a ação gravítica. Atualmente, o reforço com betão armado é uma solução fácil de executar e economicamente vantajosa, que permite a construção em alvenaria de pedra acima dos três pisos. Antigamente, esse reforço era feito através de contrafortes, que foram criados no período Romano e mais tarde desenvolvidos no período Gótico. Estes eram formados por um pilar de alvenaria na superfície externa ou interna da parede e funcionavam como reforço, permitindo uma melhor flexibilidade na construção em alvenaria de pedra em altura.

## **Aspeto Visual**

Do ponto de vista estético e funcional a construção em alvenaria de pedra é adequada para ficar exposta, sendo, desta forma, boa para ser utilizada como acabamento final. Esta poderá ainda ser pintada ou envernizada por questões de impermeabilização.

Para os apreciadores de soluções de continuidade histórica e cultural, a alvenaria de pedra apresenta-se como um método construtivo com vários aspetos positivos.

**CAPÍTULO III**  
**APLICAÇÕES CONTEMPORÂNEAS DA**  
**PEDRA**

Considerando a história da arquitetura, constata-se de imediato que a pedra foi, sem exceção, o material mais utilizado em todo o tipo de construções, não só por ser um material natural, mas também graças às suas notáveis características. No começo da sua utilização, a pedra era aplicada na sua forma natural e mais tarde, aperfeiçoada com técnicas manuais. Atualmente, dada a evolução tecnológica e dos requisitos da arquitetura moderna, a pedra adquiriu novas expressões, novos princípios e novos objetivos.

A evolução tecnológica presente na arquitetura no séc. XX e o aparecimento de novos materiais estruturais, provocou o descarte da pedra nas construções modernas. Estes novos materiais permitem uma maior polivalência nas construções, ou seja, permitem um amplo leque de aplicações, que satisfazem os conceitos do movimento moderno.

No séc. XX a pedra obteve ainda novas finalidades, sendo usada como: revestimento interior e exterior, exprimindo um caráter moderno, inovador e tecnológico; objeto decorativo e expositivo, apresentando inúmeros acabamentos e texturas.

Um exemplo em que se verifica o modo como a pedra foi utilizada na arquitetura moderna é o Pavilhão da Alemanha em Barcelona, do arquiteto Mies Van der Rohe<sup>3</sup>, construído no ano de 1929 para a Exposição Internacional de Barcelona.



**Figura 7** - Vista Geral do Pavilhão da Alemanha em Barcelona de Mies Van der Rohe

---

<sup>3</sup> Ludwig Mies Van der Rohe, nasceu a 27 de março de 1886 em Aachen na Alemanha. É considerado um dos arquitetos mais importante da arquitetura no século XX. Foi professor da Bauhaus. E desenvolveu inúmeras obras por todo mundo. Faleceu a 17 de agosto de 1969 em Chicago nos Estados Unidos da América.

Foi originalmente construído para a recepção das autoridades alemãs por parte do Rei de Espanha Afonso XIII e após o encerramento da exposição, em 1930, foi demolido. O seu elevado valor arquitetónico como referência da arquitetura moderna, levou a que em 1983 se construísse uma réplica no local da implantação inicial.

Construído em estrutura metálica, e recorrendo também a materiais como o vidro e placagens de pedra, o edifício apresenta todas as estratégias e conceitos defendidos pelos arquitetos modernistas. Mies utilizou quatro tipos de mármore, todos de forma laminar, no revestimento de paredes e pavimentos. O modo como o mármore foi cortado e a conjugação da estereotomia das pedras que utilizou, demonstra o rigor, a precisão e o cuidado do arquiteto na utilização das pedras.



**Figura 8** - Conjugação das estereotomias das pedras utilizadas no Pavilhão da Alemanha em Barcelona

No passado a pedra era o material fundamental das construções, mas com a evolução da tecnologia e com o aparecimento de novos materiais e sistemas construtivos, a pedra expressa, atualmente, uma menor relevância para os arquitetos. Mas estará realmente a pedra limitada à sua utilização simples e tradicional ou é o arquiteto quem limita o material com que trabalha?

Simultaneamente à tentativa de alguns arquitetos em manter o conceito tradicional da pedra, outros apostaram no desenvolvimento tecnológico e no desenvolvimento das aplicações da pedra ao máximo, tanto a nível ornamental como estrutural. O desenho assistido por computador apresenta-se como fundamental, dado ter conduzido a indústria da pedra a inéditos graus de exigência, tanto no âmbito da forma, como no do pormenor.

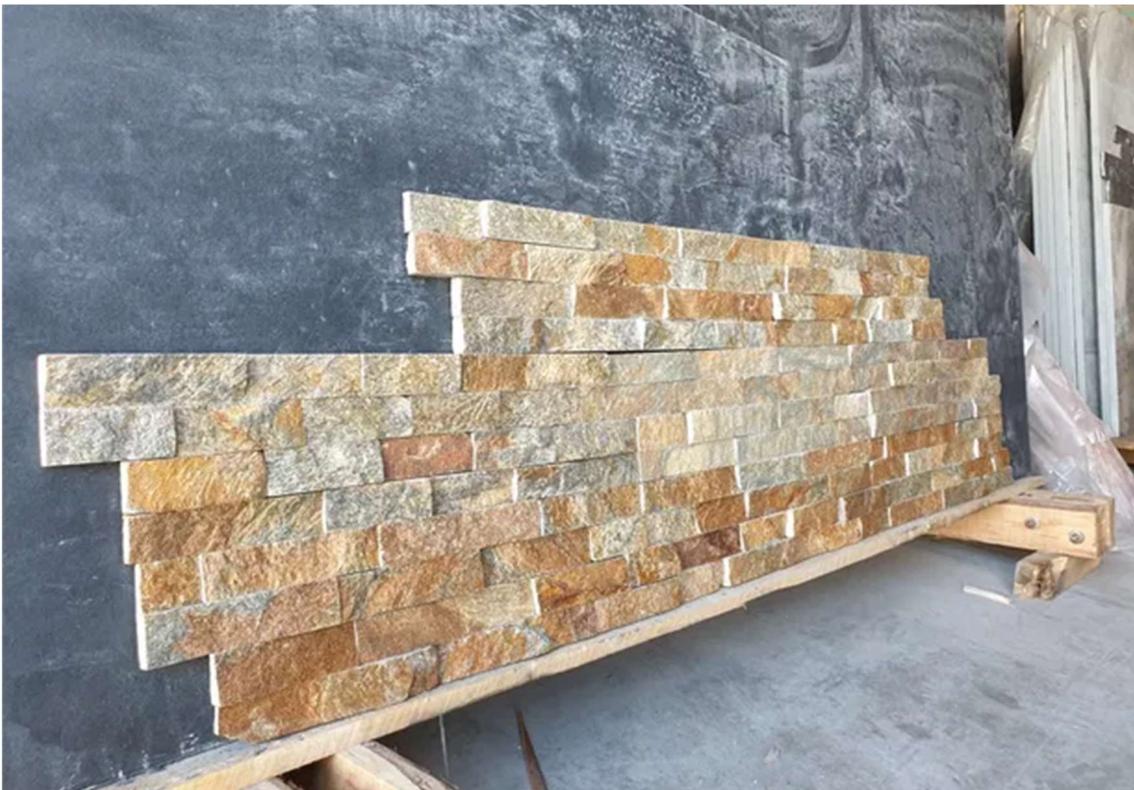
A inovação tecnológica possibilitou que a pedra se tornasse um material competitivo com outros materiais.

## 3.1 Fixação da Pedra

### 3.1.1 Fixação Direta

A fixação direta da pedra realiza-se através da sua aplicação com recurso a argamassa. A utilização da argamassa tradicional tem vindo a diminuir, verifica-se uma tendência crescente na aplicação de uma argamassa especial, designada de cimento-cola. A argamassa especial é constituída por um composto de cimento, aditivos e resinas e na sua aplicação deverão ser respeitadas as recomendações indicadas pelos fabricantes. A aderência deste produto é bastante eficaz, pelo facto da sua dosagem ocorrer em fábrica, onde está sujeito a testes de controlo de qualidade.

A fixação direta é caracterizada pelo seu custo inferior relativamente aos outros métodos construtivos do mercado, porém apresenta algumas falhas de eficiência. Uma das fundamentais fraquezas deste método é a falta de ventilação da placagem, que provoca o aparecimento de salitres nas paredes devido à presença de humidade. A humidade atmosférica do lugar da construção intensifica este fenómeno, principalmente nas rochas permeáveis e nas fachadas com menor exposição solar, favorecendo o aparecimento de fungos e líquenes.



**Figura 9** - Exemplo de Pedra Colada

O uso deste método implica uma especial atenção para a flexibilidade da argamassa, da sua dilatação térmica e para o cálculo de juntas entre placas, de forma a impedir o choque entre ambas. O tipo de pedra utilizada também influencia o comportamento do sistema, visto que pedras escuras, tais como as ardósias e os gabos, absorvem mais calor e dilatam mais comparativamente às pedras claras. Posto isto, na inexistência de juntas, ou então na aplicação de um ligante de elevada rigidez, prevê-se o descolamento ou a quebra das placas.

A melhor técnica na fixação direta é a colagem dupla, por outras palavras, significa a aplicação da argamassa nas superfícies da placa e do local de assentamento, assegurando o total contacto entre ambas. O processo só deverá ser executado após a garantia da limpeza de ambas as superfícies e das condições climatéricas ideais.

Na aplicação deste método em paredes exteriores, a fixação direta não é recomendada além dos 6 metros de altura, devido ao risco de descolagem. No entanto, é possível aplicá-lo acima dos valores recomendados, mas é necessária a aplicação de sistemas de auxílio, como grampos ou agrafos que diminuam o risco de descolagem.

Em suma, conclui-se que a escolha dos materiais usados, a preparação das superfícies, as juntas, a execução e aplicação da argamassa da forma recomendada e o conhecimento das reações físico-químicas das pedras, são todas razões determinantes para a qualidade final da aplicação deste produto e conseqüentemente do êxito da obra.

### **3.1.2 Fixação Indireta**

A fixação indireta recorre à utilização de pedra laminada com uma espessura mínima, é aplicada essencialmente no revestimento de paredes exteriores, originando fachadas ventiladas. Este método construtivo usa um mecanismo que permite a fixação da pedra distanciada da parede exterior e que sofreu um grande desenvolvimento nos últimos anos, devido às suas características e vantagens incontestáveis no isolamento térmico e acústico.

Este método construtivo é concebido através da aplicação de um revestimento de placa de pedra, que assenta em estruturas (Sistemas de Perfis) ou elementos metálicos anticorrosivos (Sistemas Pontuais) que são posteriormente agregados à estrutura rígida, originando paredes com caixa-de-ar e com juntas abertas entre placas. A aplicação desta solução possibilita ainda a inserção de materiais de isolamento térmico pelo lado externo da parede.

Dependendo do tipo de fixação, existem dois tipos de sistemas:

---

**Sistemas Pontuais** – as ancoragens são fixadas diretamente na parede de alvenaria e estrutura.

**Sistemas de Perfis** – as ancoragens são fixas num perfil, na qual esses perfis estão fixos aos elementos estruturais.

Os principais três tipos de fixações do suporte de ancoragens:

---

**Pivot:** Pino de aço inoxidável onde é inserido na placa de revestimento.

**Unha Oculta:** Seguram a placa através de uma unha/língua inserida numa fenda criada na borda ou na fase interna.

**Unha Aparente:** Gancho que envolve toda a espessura da placa, indicado para pedra frágeis.

## PIVOT

---



Ancoragem Pontual Pivot



Ancoragem Regulável Pivot

- Ancoragem fixa ou ajustável;
- Simples, Económica e Resistente;
- Indicados para todo o tipo de pedras.

## UNHA OCULTA

---



Ancoragem Pontual Unha Oculta



Ancoragem Regulável Unha Oculta

- Ancoragem Fixa ou Ajustável;
- Necessidade de as placas estarem preparadas, apresentando uma ranhura ao longo da borda na qual a placa ira ser fixada.

## UNHA APARENTE

---



Ancoragem Pontual Unha Aparente



Ancoragem Regulável Unha Aparente

- Ancoragem Fixa ou Ajustável;
- Valido para espessuras irregulares das placagens de pedra;
- As placas não precisam de qualquer preparação, a não ser dimensionamento.

Os elementos metálicos possuem diversas exigências para a sua utilização na construção, tanto ao nível do suporte do peso das placas de pedra natural, como resistência aos efeitos sísmicos e força do vento. O alcance destas características é fruto de estudos realizados por empresas especialistas que desta forma conseguem fornecer material que cumpre as exigências requeridas pela construção para evitar a sua oxidação e a queda das placas.

Em suma, conclui-se que a utilização da técnica apresentada manifesta inúmeras vantagens entre as quais: inexistência de pontes térmicas, desde que a aplicação do isolamento térmico seja executada de modo correto e contínuo; excelente desempenho relativamente ao aparecimento de fungos, devido à descontinuidade da composição da parede; conforto térmico interior, através do desvio do calor pela corrente de ar presente na caixa-de-ar entre a paredes exteriores e as placas de revestimento; reutilização das placas de revestimento, aquando o desfecho de vida do edifício, permitindo uma redução do impacto ambiental.

## 3.2 Tendências e Evoluções

### 3.2.1 Placas de Pedra de Espessura Reduzida

A origem destas placas deu-se no final dos anos 80 e foi desenvolvida em Itália. Atualmente apresenta-se em grande expansão e desenvolvimento tanto na China como nos Estados Unidos da América, sendo utilizada por todo o mundo, tanto no uso interior como no exterior. Esta aplicação está incluída nas tendências dos métodos para a redução de espessura da pedra natural e caracteriza-se pelo uso de finas placas de pedra combinadas com outros materiais, conseguindo proporcionar, desta forma, leveza,

resistência mecânica, durabilidade e ainda diminuição de custos quando aplicada na construção.

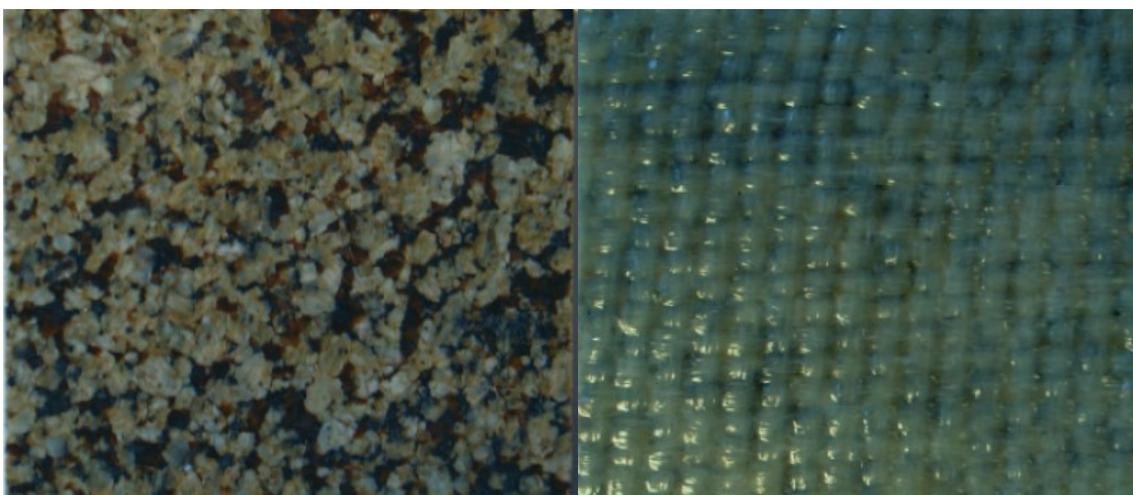
Estas placas apresentam uma redução de peso, em média, de 80% relativamente às pedras naturais, contrariamente apresentam uma resistência cerca de 50 vezes superior às mesmas. São ainda reconhecidas por serem à prova de fogo, bem como pelo seu bom desempenho na resistência de impacto, na resistência térmica e à corrosão, na flexão e na insonorização.

Com o recurso a tecnologia especializada, tornou-se possível o corte da pedra em modelos ultrafinos, este processo pode-se aplicar em mármore ou granito, que sendo muito frágeis após o corte necessitam de um reforço adicional. Este reforço obtém-se através de malhas de fibras resistentes, placas de alumínio, placas de porcelana ou de vidro, desta forma a placa de pedra torna-se muito mais resistente, leve, flexível e impermeável.

#### **Placas de pedra ultrafinas reforçadas com malha de fibra de vidro**

São placas de pedra natural com espessuras reduzidas, que para garantirem a devida resistência mecânica, necessitam de ser reforçadas com malha de fibra de vidro aglutinada com resina. Nestas peças, consegue-se atingir uma espessura mínima de 4 mm, que pode variar consoante as circunstâncias e as especificações do local de aplicação. A resina de colagem, utilizada para unir a placa de pedra à malha de fibra de vidro, aumenta a resistência mecânica e torna a pedra impermeável.

O processo de aplicação destas placas dá-se com o recurso a cimento cola, devendo ser respeitadas as indicações recomendadas pelo fabricante.



**Figura 10** - Pormenor da placa de pedra reforçada com malha de fibra de vidro

### **Placas de pedra ultrafinas reforçadas com compósito de alumínio**

São placas de pedra natural com espessuras reduzidas reforçadas com placas de compósitos de alumínio, que se encontram fixadas entre si por resinas.

Nestas peças é possível atingir uma espessura mínima de 3 mm no caso do mármore e 5 mm no granito, sendo posteriormente aglomeradas a placas de compósitos de alumínio com 3 mm de espessura.

A aplicação destas placas dá-se por meio de colagem, por encaixe em estruturas metálicas anticorrosivas de apoio ou por fixação mecânica a um suporte rígido.



**Figura 11** - Placa de Pedra reforçada com compósito de alumínio

### **Placas de pedra ultrafinas reforçados com placas de alumínio em favo de mel**

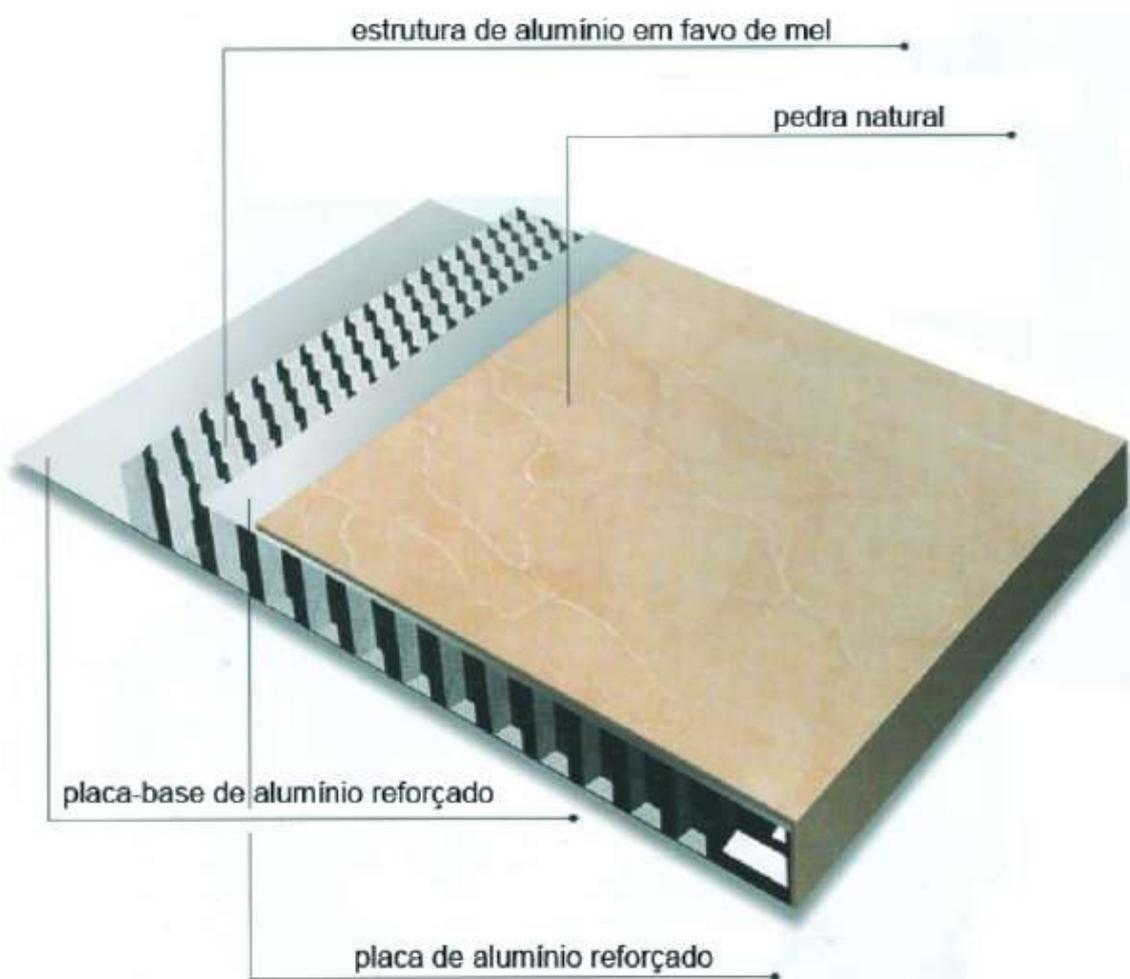
São placas de pedra natural agregadas a uma placa de alumínio com uma estrutura em favo de mel, a ligação entre ambas é feita com cola de resinas epóxi e fibras.

Nestas peças, à semelhança das placas de materiais compósitos de alumínio, é possível atingir uma espessura mínima de 3 mm no caso do mármore e 5 mm no granito, estas placas de pedra são posteriormente aglomeradas a uma placa de alumínio com estrutura de favo de mel com cerca de 18 mm de espessura. Tanto a espessura do

mármore como a do granito, assim como a do painel de alumínio podem variar, em função das especificações do projeto.

A sua aplicação é semelhante à das placas de materiais compósitos de alumínio.

Uma particularidade surpreendente destas placas é a sua elevada resistência mecânica e flexibilidade, que possibilita o seu uso no revestimento de pilares de seção redonda, desde que o diâmetro seja igual ou superior a 80 cm

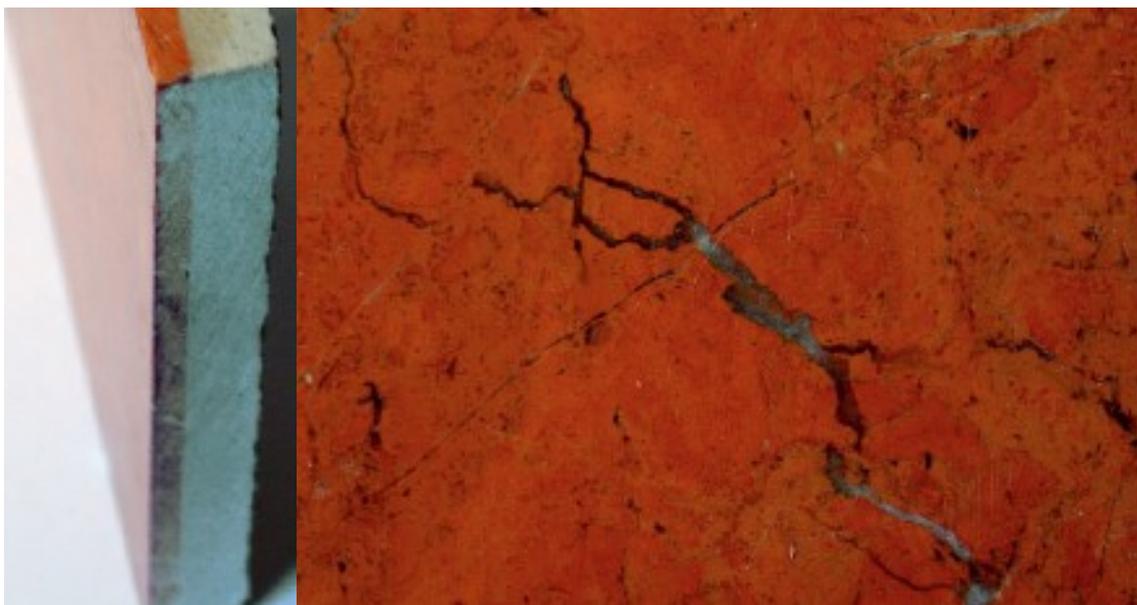


**Figura 12** - Placa de pedra reforçada com placa de alumínio com estrutura em favo de mel

### **Mosaicos Bi-compostos**

Resulta da adesão de mosaicos de pedra natural com uma espessura de 4 mm com uma camada de porcelana de 8 mm de espessura. Desta forma, é possível conferir ao produto um bom desempenho em condições de humidade, bem como na variação de amplitudes térmicas do local.

O seu método de aplicação dá-se com recurso a um cimento-cola, à semelhança da colocação de outros mosaicos de porcelana.



**Figura 13** - Placa de Pedra reforçada com camada porcelânica

### **Painéis de pedra natural reforçados com placas de vidro**

São formados pela união de painéis de pedra natural com placas de vidro através de cola de resina. Estes painéis apresentam uma espessura que varia entre 2 a 4 mm, e estão agregadas a placas de vidro com uma espessura a variar entre os 6 e os 8 mm. A variação da espessura dos painéis de pedra está associada à quantidade de luz translúcida desejada.

A aplicação destes painéis executa-se a seco, muito semelhante à colocação de um vidro ou espelho.



**Figura 14** - Placa de Pedra reforçada com placa de vidro

### 3.2.2 Extenuação da Pedra

A extenuação da pedra tem como principal agente de concretização, as ferramentas atuais, que permitem levar a pedra ao extremo da sua espessura, da sua precisão, forma e eficiência. Esta aplicação de pedra não apresenta qualquer competência mecânica, no entanto, foram atribuídas configurações e funções novas quanto ao seu valor ornamental.

Uma das ferramentas com maior relevância para o corte das placas de pedra é o jato de água, que permite o corte das mesmas em linhas curvas ou complexas.

A pedra translúcida, confere um funcionamento anteriormente impensável, que é surpreendente e chamativo. A luz afez peso, cor e substância, tornando-se quase num material físico, uma propriedade adquirida através da sua passagem pela placa de pedra.

A evolução tecnológica permitiu um alcance brutal ao nível da manipulação sobre os materiais, que após a sua manipulação, apresentam características totalmente diferentes das iniciais, permitindo o desenvolvimento e posterior aplicação deste tipo de métodos.

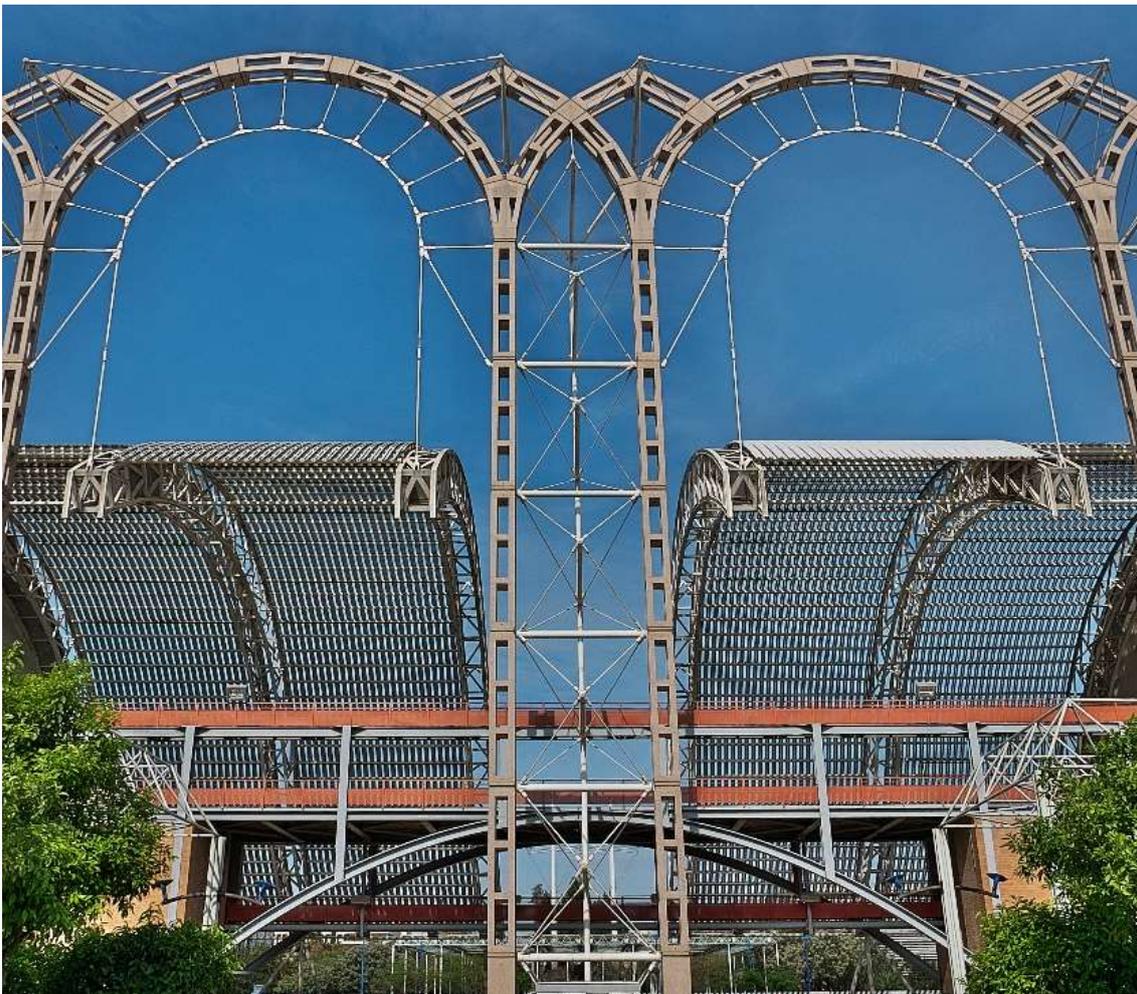


**Figura 15** - Vista interior da Igreja Pius em Meggen, Suíça

### 3.2.3 Inovação da Pedra

O desenvolvimento e aplicação de métodos na redução da espessura da pedra deu-se simultaneamente ao do pré-esforço da pedra, ambos os métodos para uso na arquitetura contemporânea. As obras com pedra pré-esforçada recorrem ao uso de cabos de aço, tirantes ou armaduras, o valor estético destas obras não é excluído, coincidindo com a valência mecânica, ou seja, um valoriza o outro.

Os primeiros ensaios para a construção deste tipo de obras ocorreram por volta dos anos 60. Peter Rice divulgou na Expo 92 em Sevilha, no Pavilhão do Futuro, um pórtico com 30 metros de altura e 260 metros de comprimento, constituído por uma infraestrutura em granito pré-esforçado por cabos de aço e tirantes. O arquiteto não define a obra apenas como uma tentativa, mas também como um objetivo que visa determinar a viabilidade da cooperação da pedra com o metal.



**Figura 16** - Pórtico do Pavilhão do Futuro na Expo 92 realizado por Peter Rice

A prática alcançada por Peter Rice na Expo 92, auxiliou na concretização da Chiesa di Padre Pio Pietrelcina, em San Giovanni Rotondo na Itália, por Renzo Piano em 2004. A obra é composta por 22 formidáveis arcos de pedra pré-esforçados por cabos de aço, tendo o maior deles todos 50 metros de vão e 15 metros de altura. O conjunto destes arcos está delicadamente orientado para o altar, enaltecendo a sua importância, sustenta a cobertura do edifício e confere uma amplitude ao seu espaço interior, devido à inexistência de estruturas pontuais.

Esta obra foi alvo de várias críticas tanto numa vertente estética como ao nível da sua segurança. Independentemente da sua estrutura ser em pedra e pouco flexível, foi testada e construída para suportar forças 6 vezes superiores à dos terremotos registados no local da sua implantação.



**Figura 17** - Vista Frontal da La chiesa di Padre Pio



**Figura 18** - Interior da La chiesa di Padre Pio

Com o passar dos anos, o envolvimento das tecnologias nas técnicas de construção em pedra é indiscutível quanto às inúmeras vantagens que ofereceu.

Um caso representativo dessas inúmeras vantagens é a Sagrada Família em Barcelona, desenhada pelo arquiteto Antoni Gaudí. Esta obra começou a ser construída em 1883 e já atravessou inúmeros períodos de construção, encontrando-se ainda inacabada. Atualmente existe uma clara aliança entre a pedra e as novas tecnologias. Tendo-se conseguido reduzir o peso da estrutura para metade, diminuir custos, bem como acelerar o processo construtivo através da utilização de um composto de painéis em alvenaria de pedra pré-esforçada por prumos de cabos de aço.



**Figura 19** - Sagrada Família em Barcelona

Conclui-se, que com o passar do tempo, a pedra sempre se mostrou propícia ao desenvolvimento de novos desempenhos, imagens ou alternativas criativas, sem nunca fechar nenhum caminho por completo e estando sempre apta a responder às necessidades do mercado.

**CAPÍTULO IV**  
**ANÁLISE DE REFERÊNCIAS**  
**ARQUITETÓNICAS**

## Pousada de Santa Maria do Bouro

**Local:** Amares, Braga, Portugal

**Categoria:** Espaços de Culto, Restauração e Hotelaria

**Área:** 7300 m<sup>2</sup>

**Data:** 1997

**Arquitetos:** Eduardo Souto de Moura e Humberto Vieira

**Colaboradores:** Ana Fortuna, Marie Clement, Manuela Lara e Pedro Valente

**Estruturas:** G.O.P

**Data do Projeto:** 1989

---

Em 1988 o arquiteto Eduardo Souto de Moura<sup>4</sup> deparou-se com o Mosteiro de Santa Maria do Bouro completamente em ruínas. Para ser intervencionado, era necessário recolher informação do local em que se encontrava inserido e da sua história.

Ao longo deste processo, surgiu o objetivo do arquiteto em diferenciar a sua intervenção da pré-existência. No entanto, o arquiteto verificou que o Mosteiro já tinha sofrido alterações na sua construção original, conseqüentemente a ideia inicial de diferenciação foi posta de lado.

*"história da arquitetura antiga é a história de constantes adulterações e alterações, de mudanças radicais de projeto durante a construção, ao longo do tempo e pelos vários intervenientes, da interrupção da construção, dos edifícios construídos sobre alicerces de muitos outros muito mais antigos, por razões económicas e de oportunidade, afinal sempre foi assim, cada vez que surgiam novas necessidades, realizavam-se verdadeiras operações cirúrgicas nos edifícios e nas cidades."*<sup>5</sup>

Desta forma, foi apenas realizado o restauro do edifício, juntamente com a execução das alterações necessárias para a resolução das problemáticas exigidas pelo programa.

---

<sup>4</sup> Eduardo Elísio Machado Souto de Moura, nasceu a 25 de julho de 1952 no Porto. Licenciou-se em Arquitetura pela Escola Superior de Belas Artes. Recebem o prémio Pritzker em 2011 e o Leão de Ouro da Bienal de Veneza em 2018. Também em 2011, foi distinguido com atribuição de dois Doutoramentos Honoris Caus. Em julho a título da Faculdade de Arquitetura da Universidade Lusíada do Porto e em dezembro pela Universidade de Aveiro. Muito do trabalho de Eduardo Souto de Moura se interliga com Mies Van der Rohe, porém também adquire influências de Boullée, Ledoux e Aldo Rossi.

<sup>5</sup> Andrade, S. (1998). A arquitetura invisível de Souto de Moura. Pág. 64

*"O projeto tenta adaptar, ou melhor, servir-se das pedras disponíveis para construir um novo edifício. Trata-se de uma nova construção, onde intervêm vários depoimentos (uns já registados, outros a construir) e não da recuperação do edifício na sua forma original."*<sup>6</sup>

A pedra granítica é o material representativo da localidade e no caso do mosteiro não é exceção. Desta forma, o arquiteto procurou trabalhar e incorporar as matérias locais, recorrendo não só à aplicação de técnicas tradicionais, mas também de técnicas contemporâneas, conjugando a pedra com o vidro, betão, madeira, aço e latão.

Devido às alterações que o mosteiro sofreu ao longo da sua história, com ampliações, deslocações e eliminações, o arquiteto Eduardo Souto Moura decidiu fazer o mesmo na reformulação da pré-existência. Numa primeira observação, estas alterações apresentam-se subtis, mas após uma observação atenta verificam-se transformações notáveis. Houve uma ampliação do edifício, deslocação de elementos, encerramento e criação de novas aberturas e até o reforço de paredes pré-existentes. Desta forma, o processo tornou-se complexo e incorporou as pedras da pré-existência na ampliação desta construção.

*"(...) alterei as dimensões das plantas de fundação do mosteiro e, para mostrar que os atuais não eram os níveis originais, concebi os pequenos degraus de ligação em mármore e não em pedra."*<sup>7</sup>

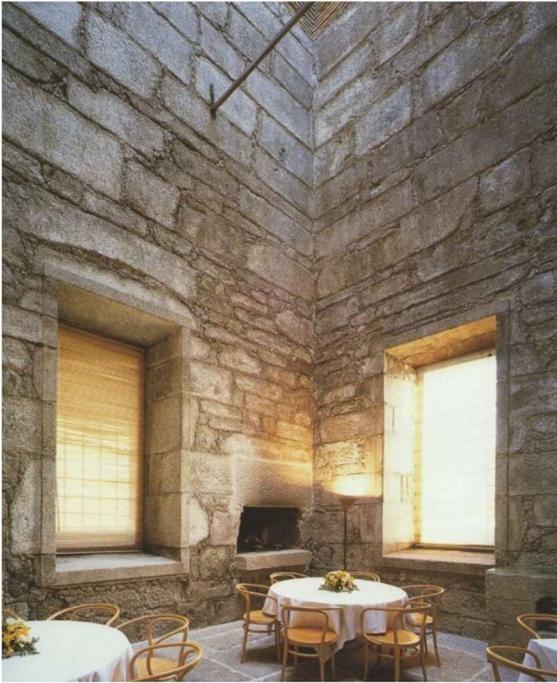
*"O projeto contou, também, com várias deslocações de paredes, portas, nalguns casos, de fundações "para conseguir uma espessura mínima de 30cm, rebaixei os arcos" assim como "mudei várias portas de sítio, porque haviam problemas estereotómicos: havia portas que não eram necessárias, outras de que precisava mesmo. Por exemplo entre o pátio e a cozinha. E mudei-as todas. Também mudei alguns arcos do rés-do-chão para o primeiro andar."*<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup>Souto, E., Juan Hernández León, Collova, R., Fontes, L., & Rui. (2004). Santa Maria do Bouro: construir uma pousada com as pedras de um mosteiro. White Et Blue. Pág. 4

<sup>7</sup> Souto, E., Juan Hernández León, Collova, R., Fontes, L., & Rui. (2004). Santa Maria do Bouro: construir uma pousada com as pedras de um mosteiro. White Et Blue. Pág. 50

<sup>8</sup>Souto, E., Juan Hernández León, Collova, R., Fontes, L., & Rui. (2004). Santa Maria do Bouro: construir uma pousada com as pedras de um mosteiro. White Et Blue.. Pág. 53



**Figura 20 - Restaurante**



**Figura 21 – Pormenor da Escada em Granito**



**Figura 22 - Pormenor das aberturas criadas pelo arquiteto**

O Mosteiro é maioritariamente constituído por pedra, mas toda a sua estrutura foi reformada e reforçada em betão armado. A antiga estrutura em pedra foi desmantelada e as pedras que a constituíam foram recolocadas após diminuição da sua espessura, funcionando agora como revestimento do betão armado.

*“Os fragmentos, as pedras e as partes do antigo mosteiro foram separadas, demolidas, continuadas, copiadas, deslocadas, algumas concretamente, todas as outras indiretamente.” “Toda a estrutura do edifício é reconstruída e consolidada em betão, a antiga estrutura de alvenaria é desmantelada e os blocos de pedra foram laminados e colocados a revestir a nova estrutura de betão armado.”<sup>9</sup>*

Os cunhais, os embasamentos, as cornijas de remate, os elementos decorativos e os pavimentos já existentes foram mantidos e alguns deles foram reproduzidos para parecer que sempre estiveram no local. A aplicação de pedra na parede exterior da ampliação criada pelo arquiteto, também permitiu a reprodução da estética já existente.



**Figura 23** - Vista Frontal do novo corpo criado pelo arquiteto

---

<sup>9</sup> Souto, E., Juan Hernández León, Collova, R., Fontes, L., & Rui. (2004). *Santa Maria do Bouro: construir uma pousada com as pedras de um mosteiro*. White Et Blue. Pág.62

## Stone House

**Local:** Tavole, Itália

**Categoria:** Habitação

**Área:** 5000 m<sup>2</sup>

**Data:** 1985 - 1988

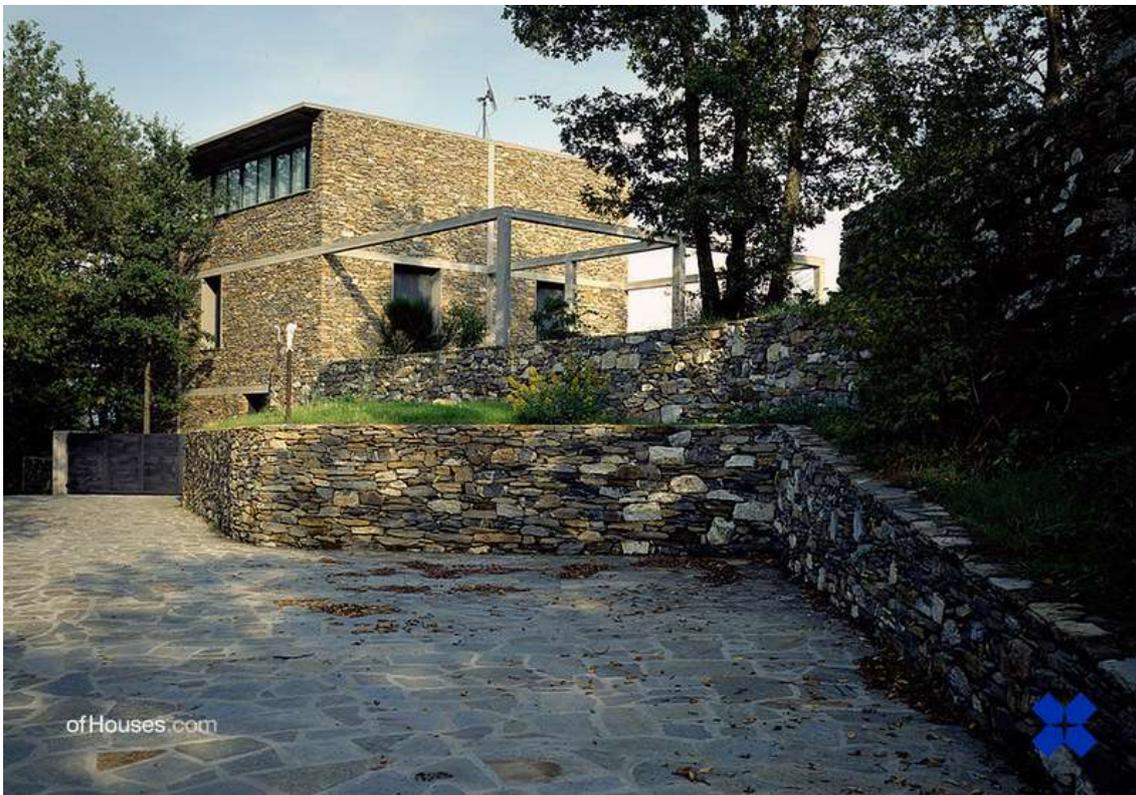
**Arquitetos:** Jacques Herzog e Pierre de Meuron

**Data do Projeto:** 1982

---

A Stone House é um volume quadrado com três pisos que se encontra edificado num olival envolvido por muros de suporte em xisto. É reconhecida pela clareza da sua estrutura contemporânea, em correlação com construções em alvenaria de pedra.

A estrutura em grelha de betão armado, que também constitui a fachada, é visível no interior da construção e funciona como divisória dos espaços internos, demonstrando o propósito dos arquitetos em relevar de forma clara toda a estrutura da construção.



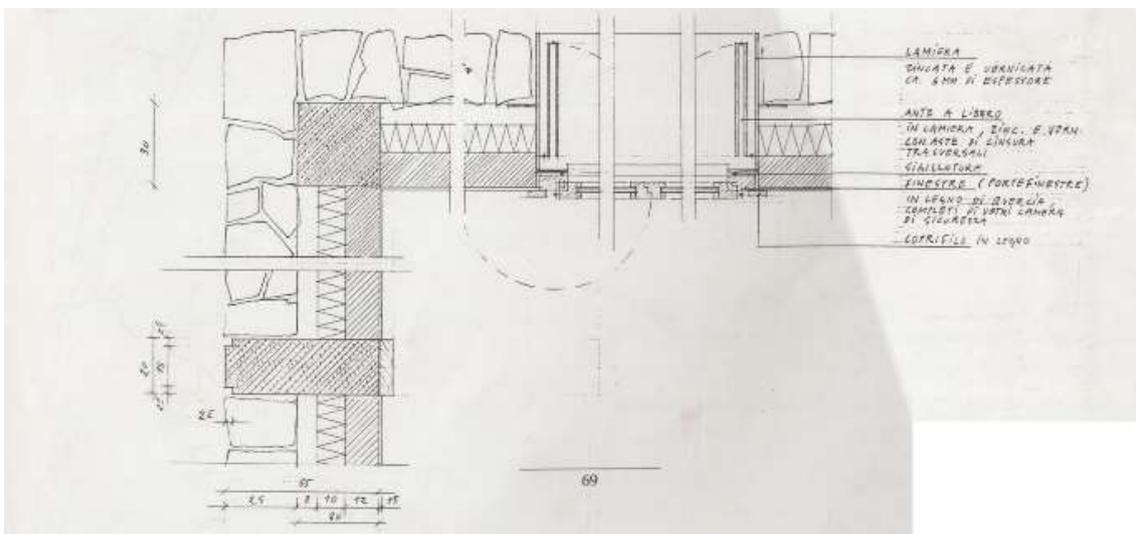
**Figura 24** - Vista Frontal da *Stone House*

A obra demonstra uma especial atenção e reconhecimento das construções locais antecedentes que recorriam ao uso de xisto local. Esta nova construção utilizou o xisto de uma forma distinta, este foi assente a seco na horizontal e completou os vãos da grelha de betão, ou seja, apresenta uma funcionalidade de revestimento e não de estrutura. Esta nova função promove a conexão do material com o local, como sugere o Regionalismo Crítico.



**Figura 25** -Relação da Grelha de Betão com Xisto na Fachada

A conjugação do betão armado com a pedra foi alcançada através da utilização correta destes dois materiais, conseguindo desta forma, exibir elegância, clareza no desenho e elevar a identidade do local da construção assim como a da própria obra.



**Figura 26** - Pormenor Construtivo da Stone House

## Bureaux SNBR

**Local:** 10300 Zi Savipol, Sainte-Savine – Troyes, França

**Categoria:** Escritórios

**Área:** 300 m<sup>2</sup>

**Data:** 2016

**Arquitetos:** Giuseppe Fallacara e Marco Stigliano

**Colaboradores:** Maurizio Barberio e Micaela Colella

**Cliente:** Société Nouvelle Bâtiment Régional (SNBR)

**Data do Projeto:** 2012

**Construtor:** Société Nouvelle Bâtiment Régional (SNBR)

---

O elemento que se realça à entrada dos Bureaux SNBR é o HyperGate, uma peça complexa realizada em pedra calcária, característica do local, cortada roboticamente e posteriormente pré-esforçada com cabos de aço. Esta estrutura autoportante ocupa uma área coberta de 22 m<sup>2</sup> à entrada da obra.



**Figura 27** - Vista Lateral do *HyperGate*



**Figura 28** - Pormenor dos tirantes de aço da *HyperGate*

Os Bureaux SNBR apresentam quatro arcos de pedra com 20 metros de vão, que foram fruto de várias experiências. Na fase de testagem foram desenvolvidos protótipos à escala 1:2, de modo a verificar a resistência dos arcos, assim como das técnicas construtivas ao nível da montagem. Como resultado dos diferentes testes, obteve-se a forma final da curva dos arcos, esta representa um equilíbrio perfeito entre a geometria e os blocos de pedra, tendo sido projetada para apresentar o melhor desempenho estrutural com o menor uso de pedra.

De forma a melhorar o comportamento sísmico do arco, foram introduzidos cabos de aço no interior dos blocos de pedra, estes cabos, após serem tensionados provocam a compressão dos blocos que constituem o arco.

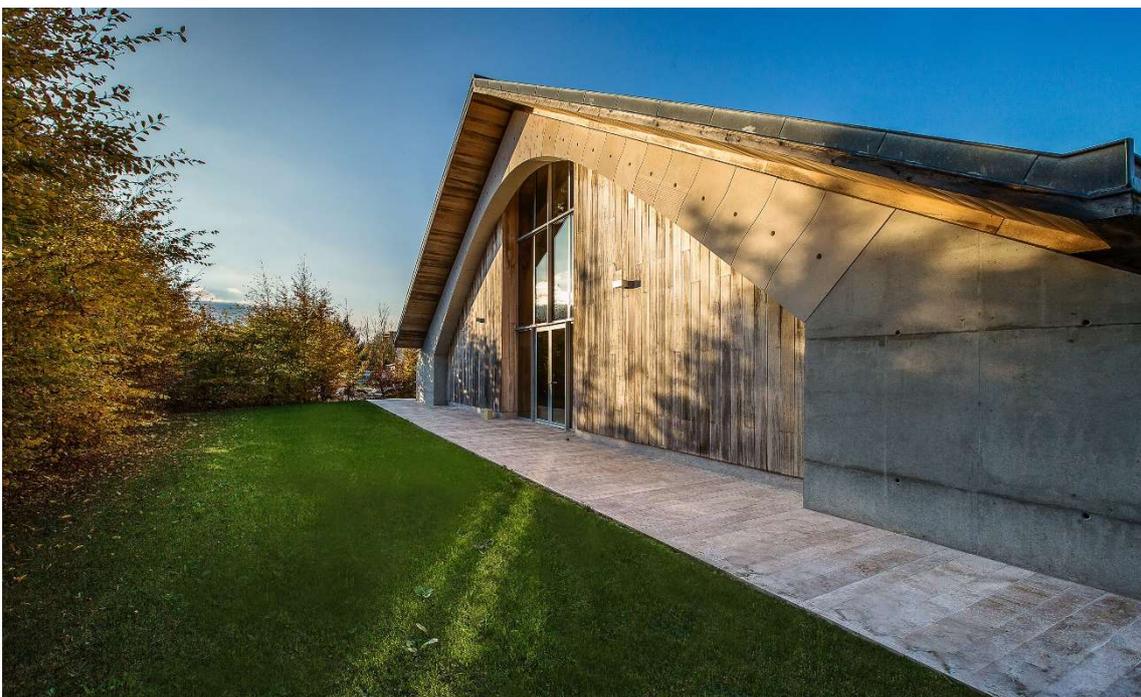


**Figura 29** - Pré-esforço da Pedra



**Figura 30** - Fase final do Protótipo

Com o propósito de apresentar o projeto dos escritórios à empresa dona da obra, o objetivo de Giuseppe Fallacara foi também de projetar um edifício HQE. O sistema HQE, desenvolvido em França no ano de 1994, sugere a implementação de quatro critérios: eco construção; gestão de eco projetos; conforto; saúde. Outras características importantes são a garantia do conforto térmico e o uso de materiais do próprio local.



**Figura 31** - Vista Frontal *Bureaux SNBR*

Considerando o sistema HQE o arquiteto, estimulou a alteração do betão armado por pedra pré-esforçada, reduziu o uso de materiais artificiais e aplicou tecnologias modernas com recurso a materiais tradicionais. Todas estas iniciativas tiveram o propósito de desafiar a empresa à concretização da obra.

Conclui-se que a perceção do funcionamento da pedra e das suas técnicas é fulcral e torna possível o mecanismo para o controlo e manipulação deste material.



**Figura 32** - Vistas dos arcos em pedra pré-esforçados

**CAPÍTULO V**  
**ANÁLISE COMPARATIVA**

De modo a facilitar a assimilação das aplicações contemporâneas da pedra, algumas destas foram implementadas no projeto desenvolvido na Unidade Curricular de Projeto V e serão, neste Capítulo, analisadas e comparadas com as soluções utilizadas pelos arquitetos mencionados no Capítulo anterior.

Ao comparar as três obras referenciadas no Capítulo anterior com o Projeto do Clube de Remo do Ouro, verifica-se que este também recorreu a aplicações contemporâneas da pedra, justificando os objetivos de cada método implementado.

Como já referido anteriormente, a visão do Arquiteto Eduardo Souto de Moura, no projeto da Pousada de Santa Maria do Bouro, consistia, no início, em distinguir a sua intervenção com a pré-existência. No entanto, com o progresso do projeto, o seu conceito modificou-se dado as alterações da construção verificadas no Mosteiro.

*“antigo é antigo, novo é novo. Se for novo, faço coisas de certa maneira... se for antigo faço de outra”<sup>10</sup> (...) queria experimentar novas técnicas e imagens, e marcar bem a diferença entre a minha intervenção e parte histórica do edifício.”<sup>11</sup>*

Mas ainda assim, era fundamental reinventar a obra mantendo-a vinculada ao seu passado. Posto isso, o arquiteto procurou trabalhar com o existente, recorrendo à aplicação de técnicas tradicionais em simultaneidade com a aplicação de técnicas contemporâneas.

A Stone House, projetada por Herzog & de Meuron, distingue-se pela atenção e reconhecimento das construções locais. Esta obra recorre ao uso do xisto local, nomeadamente pedras provenientes de habitações demolidas no seu envolvente. Apesar do xisto apresentar inúmeras limitações construtivas a sua conjugação com o betão foi alcançada, solucionando a construção a nível estrutural.

*“(...) inspirada nas casas que se encontram ao longo da rua em Itália.”<sup>12</sup>*

O projeto dos Bureaux SNBR, projetado de Giuseppe Fallacara, foi dirigido à substituição do betão armado por pedra pré-esforçada, com o objetivo de reduzir o uso

---

<sup>10</sup>Souto, E., Juan Hernández León, Collova, R., Fontes, L., & Rui. (2004). *Santa Maria do Bouro: construir uma pousada com as pedras de um mosteiro*. White Et Blue. Pág. 50

<sup>11</sup> Andrade, S. (1998). A arquitetura invisível de Souto de Moura. Pág. 41

<sup>12</sup> Freud, S., Strachey, J., Breuer, J., & Richards, A. (2001). *The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud*. Vintage. Pág.170

de materiais artificiais e poluentes e recorrer ao uso de tecnologia no manuseamento de materiais tradicionais, como a pedra característica da zona da construção.

*“O processo de desenvolvimento tecnológico e o estudo das especificidades mecânicas dos materiais, permitem ao engenheiro contemporâneo abordar de forma inovadora a análise estrutural da arquitetura em pedra, que pode assim, ser decomposto numa multiplicidade de formas e geometrias, que antes eram impensáveis: o portão de entrada na sede da S.N.B.R. é um exemplo prático. A otimização dos processos de corte, reduzem ao mínimo a margem de erro entre o modelo real e o modelo virtual, e tornam possível a introdução do pré-esforçado, oferecendo a possibilidade de reinterpretar na pedra as formas estruturais que no passado eram feitos apenas com outros materiais como aço ou betão armado”<sup>13</sup>*

No desenvolvimento do projeto do Clube de Remo do Ouro verificaram-se tal como na Pousada de Santa Maria do Bouro, inúmeras intervenções realizadas ao longo da sua história, consoante as necessidades de cada momento. A pré-existência foi construída, inicialmente, como a Companhia de Gás do Ouro, posteriormente sofreu alterações necessárias para se transformar na Companhia de Luz Elétrica do Porto, esta deixou de ser utilizada em 1925 encontrando-se atualmente inutilizada e em ruínas.

O Projeto procurou, à semelhança das referências arquitetónicas anteriormente referidas, reinventar o edifício existente aplicando técnicas contemporâneas e conjugando a pedra com diversos materiais.

No edifício da administração e no edifício de treinos, praticamente toda a estrutura foi reconstruída e reforçada com betão, criaram-se novas aberturas no alçado posterior e houve deslocamento de janelas e de portas dos locais de origem. Estas alterações coincidem com as da referência de Eduardo Souto de Moura.

No edifício público, por se tratar de um projeto de raiz, procurou-se utilizar materiais representativos do local como a pedra granítica, que em conjugação com o betão foram utilizados a nível estrutural e na criação dos espaços internos do edifício, como se verifica na Stone House. Ao nível da cobertura, procurou-se a concretização de um vão de 15 metros com pedra pré-esforçada, com o intuito de demonstrar as

---

<sup>13</sup> Giuseppe Fallacara et S.N.B.R. (2016, September). *Pierreactual*, 13, 14. [https://www.snbr-stone.com/images/SNBR/presentation/presse/PA\\_952\\_Fallacara\\_et\\_S.N.B.pdf](https://www.snbr-stone.com/images/SNBR/presentation/presse/PA_952_Fallacara_et_S.N.B.pdf)

potencialidades da pedra e impulsionar a redução de matérias artificiais poluidores, como se constata nos escritórios SNBR.

No edifício do Restaurante, restauraram-se as paredes externas do edifício e mantiveram-se as treliças da cobertura, tendo sido feita apenas uma manutenção das mesmas. Desta forma, toda a estética do edifício se manteve inalterada, como Eduardo Souto de Moura executou no claustro existente no Mosteiro. No interior do edifício central foi criada uma construção leve de aço e vidro, que tem o propósito de restauração. Os materiais utilizados nesta construção, apesar de não serem os mesmos que os utilizados nos escritórios SNBR, também são característicos por não serem materiais artificiais poluidores.

**CAPÍTULO VI**  
**REFLEXÃO SOBRE O PROJETO**

O objetivo desta dissertação decorre em paralelo com a projeção de um Centro Náutico, apoiado e sustentado no contexto teórico apresentado até ao momento. É importante realçar que todos os casos de estudos previamente apresentados e analisados não se relacionam diretamente com a proposta a seguir apresentada, mas sim com as aplicações contemporâneas da pedra identificadas até ao momento.

O local de intervenção, localiza-se na frente ribeirinha, mais precisamente na interseção da Rua do Ouro com a Rua Mocidade da Arrábida no Porto, e apresenta um terreno com aproximadamente 10 500 m<sup>2</sup>, que inclui três pré-existências.

Para uma melhor integração da proposta neste local é necessário compreender a sua envolvente geográfica, assim como entender a história da pré-existência atual. Este local era extremamente importante para a cidade do Porto devido ao desenvolvimento industrial que representou. A sua reabilitação e refuncionalização, poderá impulsionar outras reabilitações na zona envolvente (zona do Aleixo) tornando-a mais atrativa à comunidade.

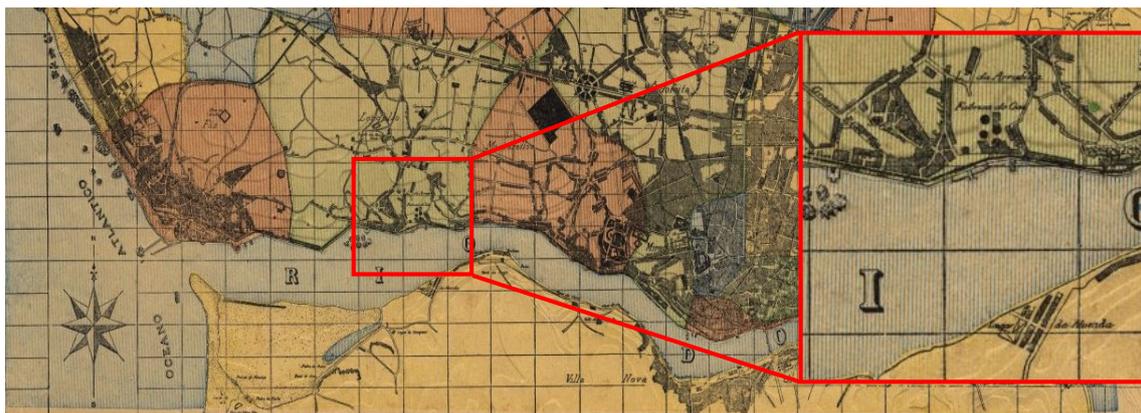


**Figura 33** - Fotografia aérea da cidade do Porto: 1939-1940: fiada 11, n<sup>o</sup>153

## A relação com envolvência

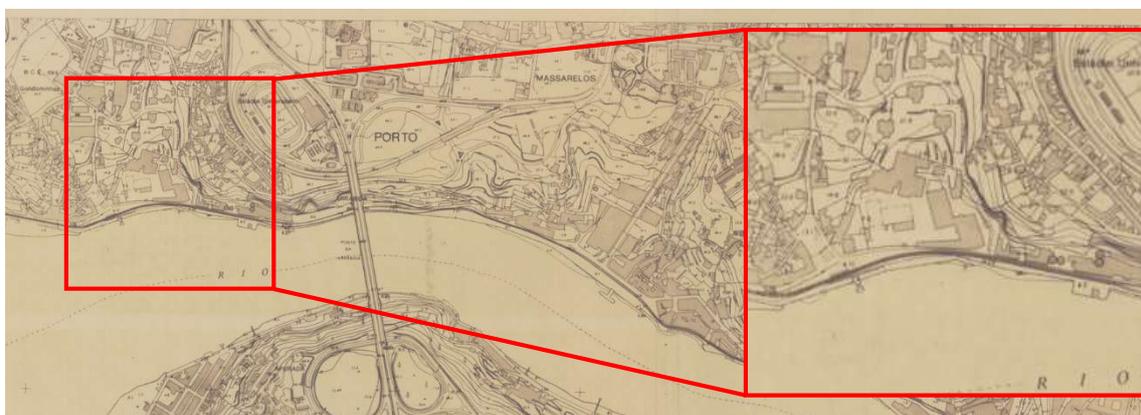
Este terreno está localizado próximo da foz do rio Douro e do pontão de Lordelo do Ouro e a sua localização terá sido um dos motivos principais para a implantação da edificação neste local, permitindo um fácil acesso a um local de cargas e descargas.

Nas cartografias existentes, só em 1903 se verificam edificações no local de intervenção, com a existência de três gasómetros e um corpo principal.



**Figura 34** - Cartografia de 1903 de João José Mendonça Cortés

Na cartografia de 1978, verificam-se de imediato numerosas alterações, entre as quais, a demolição dos gasómetros, e a construção de novos corpos no interior do lote.



**Figura 35** - Planta Topográfica da cidade do Porto, maio de 1978

Este local é caracterizado por se encontrar entre a cidade e o rio e entre a foz e a ribeira e detém, desta forma, um enorme potencial. A sua frente ribeirinha apresenta um enorme destaque, tendo-se verificado ao longo dos últimos anos a requalificação de edificações industriais aqui localizadas.

## Pré-existência

A pré-existência está dividida em três volumes distintos. O primeiro localiza-se paralelamente à Rua do Ouro e é o único edificado restante da Fábrica de Gás do Ouro.

O volume A apresenta 2 pisos e tem várias aberturas de cantaria em granito nas fachadas norte e sul. A fachada Sul é composta por um frontão superior e um óculo central, que são representativos da fachada principal. A fachada Norte apresenta-se mais simples, devido à ausência de luz direta, mas também por estar direcionada para um pátio no interior do lote. O vão arqueado que atravessa todo o piso térreo reforça todo o conceito de entrada para o lote, e está alinhado com o antigo Cais de Lordelo do Ouro, criando uma ligação entre a entrada do lote e o cais.

O volume B, que está paralelo à Rua Mocidade da Arrábida, é constituído por duas naves retangulares e por um volume de dimensões reduzidas que concede uma ligação entre a nave interna e o edifício principal. As fachadas deste volume apresentam aberturas de dimensões variáveis, bem como por uma estrutura de pilastras, frisos e cornijas. As fachadas Sul do volume A, B e do volume que liga ambos, delimitam toda a frente do terreno.

O volume C, é constituído por uma nave só e a sua área de implantação foi limitada pela topografia do lote e pela existência de áreas rochosas. Este armazém apresenta asnas metálicas que permitem ao edifício ter vãos maiores e uma circulação livre no seu interior. Exibe também uma fachada principal direcionada para o pátio, que apresenta uma enorme abertura de 5,5 metros de altura com um vitral central acima da mesma que permite a entrada de luz.



**Figura 36** - Planta da situação atual do local de intervenção



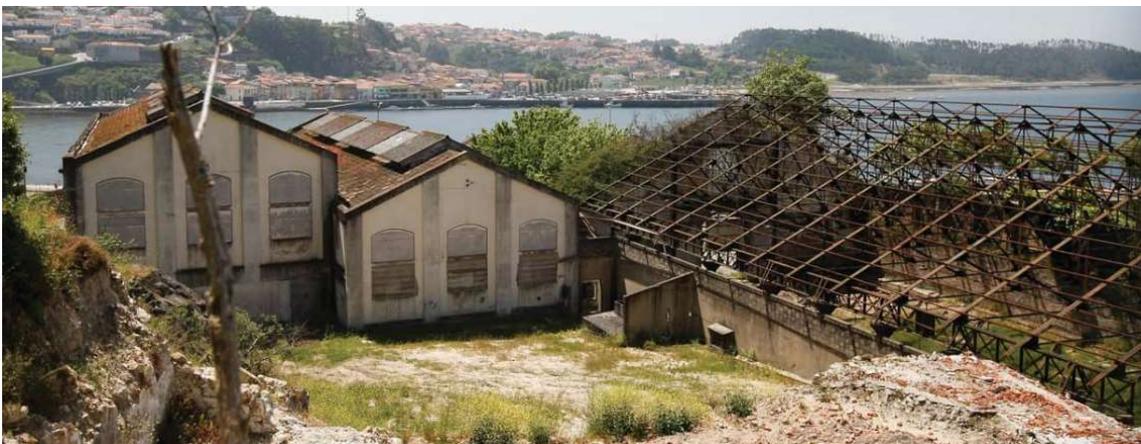
**Figura 37 - Vista Frontal do lote**



**Figura 38 - Vista do volume C**



**Figura 39 – Vista do pátio para o volume B**



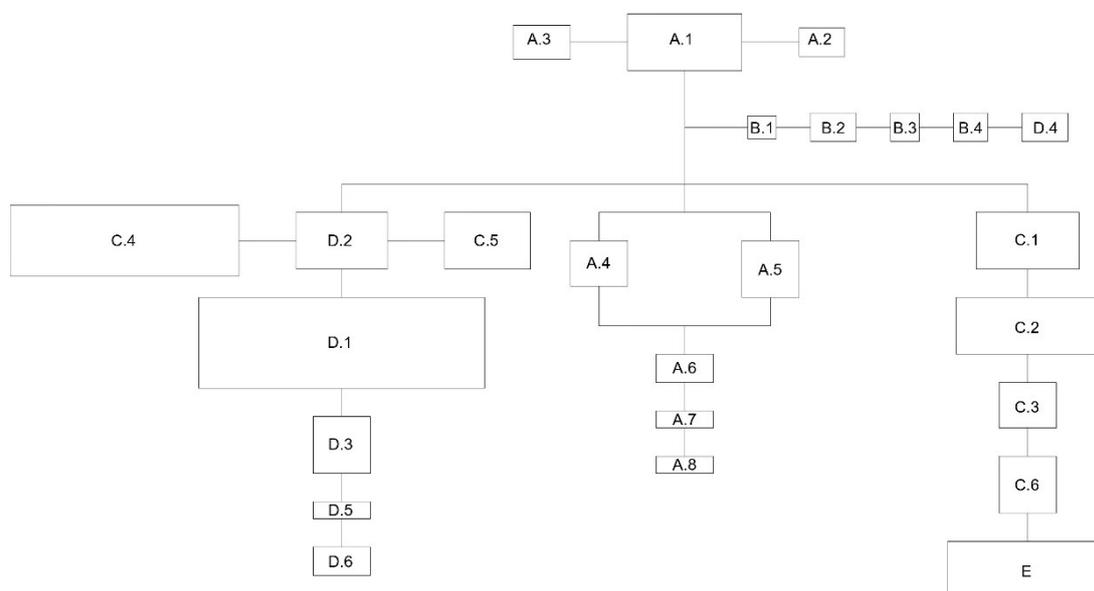
**Figura 40 – Vista da traseira do lote para o interior**

## Programa

Pretende-se desenvolver um projeto que cumpra todas as necessidades de um Centro Náutico, assim como recuperar as pré-existências e a envolvente de um lote com inúmeras características e potenciais. O projeto deverá apresentar todas as infraestruturas adequadas ao seu bom funcionamento, cumprindo toda a legislação e regulamentação, tendo em conta as questões ambientais.

Deste modo, o centro náutico necessita de alguns espaços específicos para poder desempenhar todas as funções a que se destina. Estes espaços devem incluir: um armazém de fácil acesso ao plano de água para a carga e descarga das embarcações transportadas em reboque e uma oficina geral para a manutenção das mesmas; balneários; tanque de treinos; ginásio; salas de aula para promover o desempenho da modalidade desportiva.

Deverá ser criada uma relação do centro náutico à cidade, através da incorporação de espaços para esse fim. A criação de um restaurante, de um auditório e de uma sala polivalente autónomas do centro náutico permite o acesso a toda a população, ou seja, não estão limitados apenas aos utilizadores do centro náutico.



**Figura 41** - Organograma do Centro Náutico

**A – ÁREA SOCIAL**

A.1 - Átrio	200 m <sup>2</sup>
A.2 – Receção   Portaria	40 m <sup>2</sup>
A.3 – Instalações Sanitárias Públicas	60 m <sup>2</sup>
A.4 – Sala de Estar	80 m <sup>2</sup>
A.5 – Sala de Refeições	100 m <sup>2</sup>
A.6 – Cozinha de Apoio	50 m <sup>2</sup>
A.7 – Bar	30 m <sup>2</sup>
A.8 – Copa de Apoio ao Bar	30 m <sup>2</sup>

**B – ÁREA ADMINISTRATIVA**

B.1 – Gabinete da Administração	20 m <sup>2</sup>
B.2 – Gabinete Administrativo	40 m <sup>2</sup>
B.3 – Arquivo	25 m <sup>2</sup>
B.4 – Instalações Sanitárias do Pessoal	30 m <sup>2</sup>

**C – ESPAÇOS PRINCIPAIS**

C.1 – Auditório	180 m <sup>2</sup>
C.2 – Sala Polivalente	250 m <sup>2</sup>
C.3 – Sala de Apoio	80 m <sup>2</sup>
C.4 – Tanques de Treino	500 m <sup>2</sup>
C.5 – Ginásio	150 m <sup>2</sup>
C.6 – Salas de Aula	2 x 50 m <sup>2</sup>

**D – ESPAÇOS COMPLEMENTARES**

D.1 – Armazém	800 m <sup>2</sup>
D.2 – Balneários/Vestiários	2 x 80 m <sup>2</sup>
D.3 – Oficina Geral	100 m <sup>2</sup>
D.4 – Gabinete Médico	40 m <sup>2</sup>
D.5 – Arrumos e Serviço	30 m <sup>2</sup>
D.6 – Cargas e Descargas	50 m <sup>2</sup>

**E – ÁREA TÉCNICA**

E.1 – Chiller	50 m <sup>2</sup>
E.2 – Unidades de Tratamento de Ar	80 m <sup>2</sup>
E.3 – Central Térmica	30 m <sup>2</sup>
E.4 – Grupo de Bombagem de Água	40 m <sup>2</sup>
E.5 – Servidores	6 m <sup>2</sup>
E.6 – Quadros de Energia Elétrica	
E.7 – Grupo Gerador de Emergência	30 m <sup>2</sup>
E.8 – Posto de Transformação	30 m <sup>2</sup>
E.9 – Sala de Segurança	15 m <sup>2</sup>

ÁREA ÚTIL (au)<sup>14</sup> TOTAL 3426 m<sup>2</sup>

ÁREA BRUTA DE CONSTRUÇÃO  
(abc)<sup>15</sup> = au + 25% 4285 m<sup>2</sup>

**ESPAÇO EXTERIOR**

Parque de estacionamento para furgões com atrelados para embarcações com dimensões máximas – k8 com 20 m

Espaço de manobra dimensionado para furgões com atrelado na frente do armazém destinado às embarcações

Área não impermeabilizada organizada com percursos, zonas de estar no exterior e plantação de arborização

Acesso automóvel condicionado ao interior do terreno, controlado por barreira

Embarque/ Desembarque das embarcações com acesso ao rio

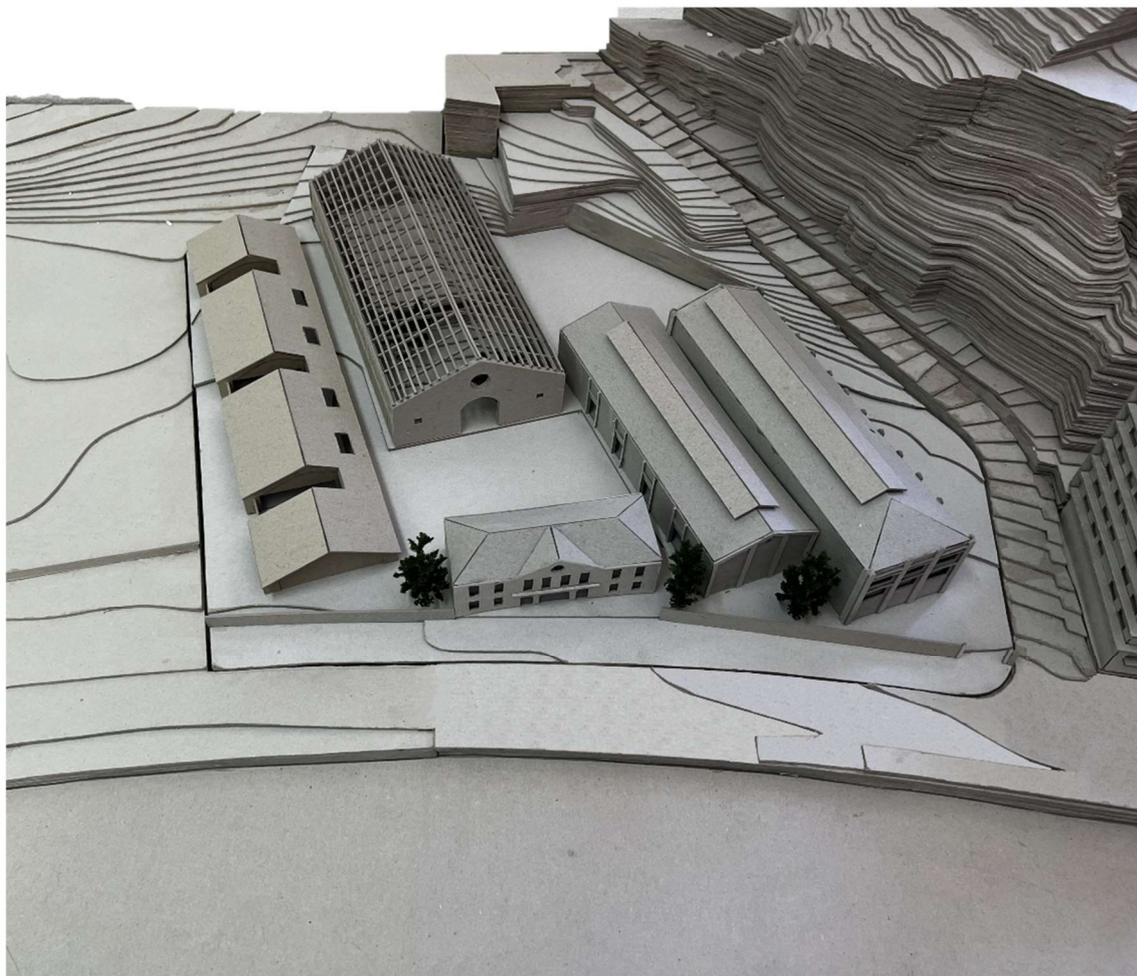
Parque de estacionamento para 15 automóveis

<sup>14</sup> Área de cada um dos espaços medida pelo perímetro interior das paredes que o delimitam

<sup>15</sup> Área total do edifício medida pelo perímetro exterior das paredes exteriores – inclui circulações, espessuras de paredes e dutos verticais.

## Memória Descritiva

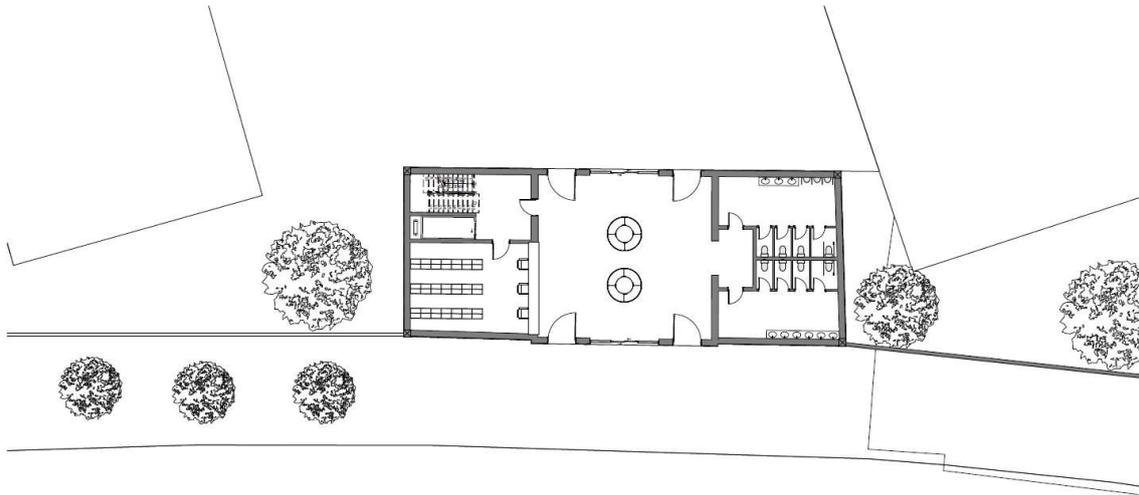
O presente projeto encontra-se dividido em 4 volumes distintos, todos estes correlacionados por um pátio que torna a ligação entre os mesmos eficaz e direta. Dos quatro volumes apresentados neste projeto, três são pré-existências que foram requalificadas e refuncionalizadas e o outro foi uma nova construção.



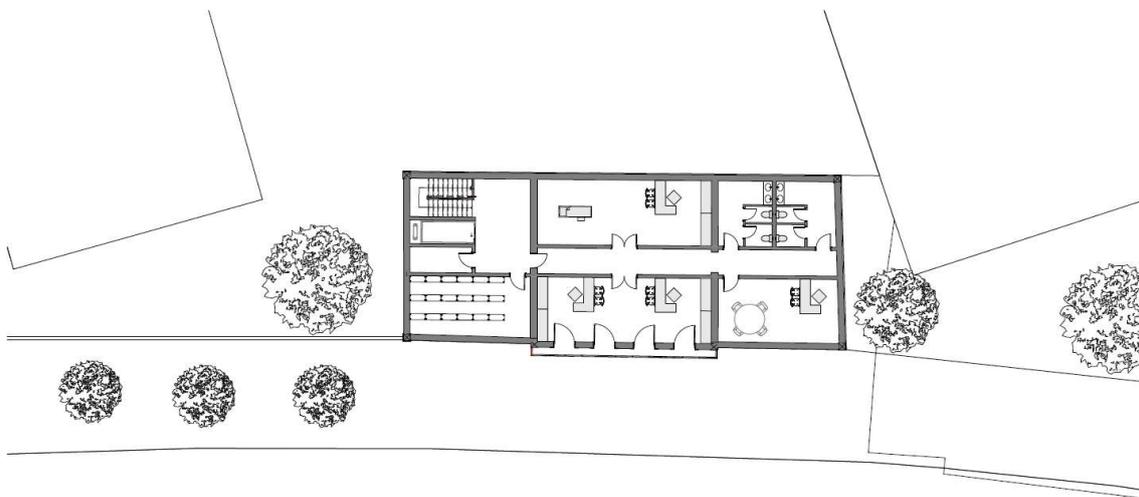
**Figura 42** - Foto da Maquete Geral

Na frente ribeirinha, na cota 6.00 ao nível da Rua do Ouro, está localizado o primeiro volume, já existente desde a construção da Fábrica de Gás. Este volume está dividido em 2 pisos, o inferior apresenta um pé direito de 3,50 metros que se estende ao longo de todo o piso e que funciona como porta de entrada para o Centro Náutico.

Neste piso existe uma receção, umas instalações sanitárias públicas e acesso ao piso superior com elevador. No piso superior encontra-se o arquivo, um gabinete médico, instalações sanitárias privadas e todas as áreas administrativas de todo o Centro Náutico: um Gabinete da Administração; um Gabinete Administrativo



**Figura 43** - Planta do Piso 0 do Edifício Central



**Figura 44** - Planta do Piso 1 do Edifício Central



**Figura 45** - Vista do Átrio de Entrada em 3D

Em termos construtivos, por questões de segurança e de forma a adequar-se a todo o programa, toda a estrutura do volume foi reconstruída. A antiga estrutura de alvenaria foi desmontada, os blocos de pedra foram laminados e posteriormente colocados sob uma estrutura em betão armado. Com a nova função de revestimento e após as transformações que sofreu, a pedra juntamente com o betão armado diminuiu a espessura da parede.

O segundo volume, implantado na cota 6.05, está dividido por 2 naves que possuem pés direitos diferentes. A nave interna é a que apresenta acesso direto ao pátio, ou seja, é onde está localizada a entrada para o centro de treinos. Esta nave tem no seu interior um volume quadrangular separado da pré-existência, que apresenta a função de balneários e funciona também como divisão entre o tanque de treinos e o ginásio.

Esta nave também tem um acesso direto à nave externa, onde se localiza toda a parte do armazenamento de canoas, assim como um acesso ao túnel subterrâneo com ligação direta ao Rio Douro. Este túnel foi idealizado com o objetivo de fazer chegar ao Rio Douro as canoas de forma rápida e segura, evitando a passagem das mesmas pela Rua do Ouro, uma rua muito movimentada e que dificultaria a chegada das mesmas ao rio.

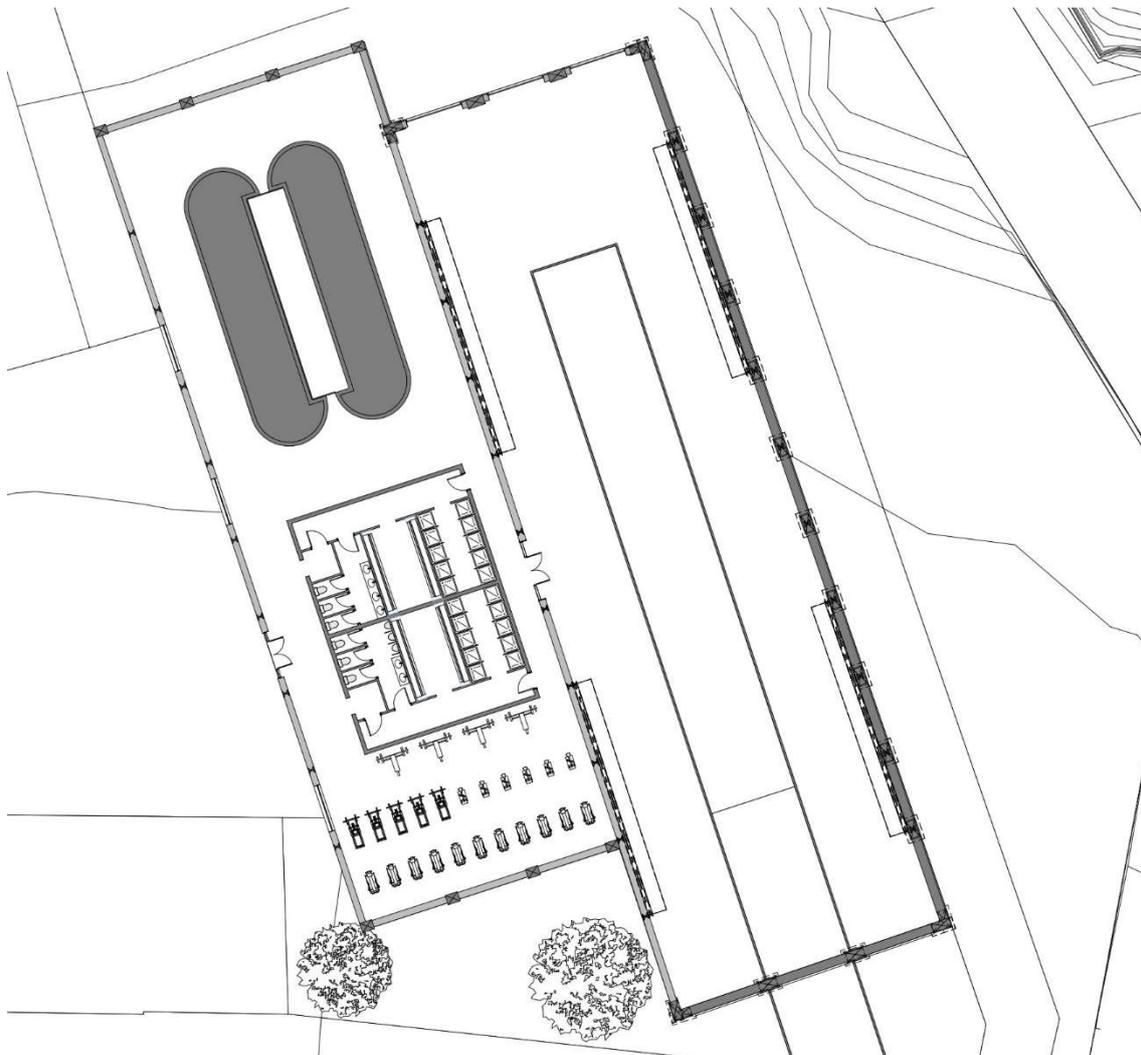
A nave externa dispõe ainda de um acesso externo, localizado no alçado posterior, que a liga diretamente a um pátio de dimensões consideráveis. Este facilita a manutenção das canoas ao ar livre e funciona ainda como local de carga e descarga de canoas.



**Figura 46** - Vista Interna do Edifício de Treinos em 3D

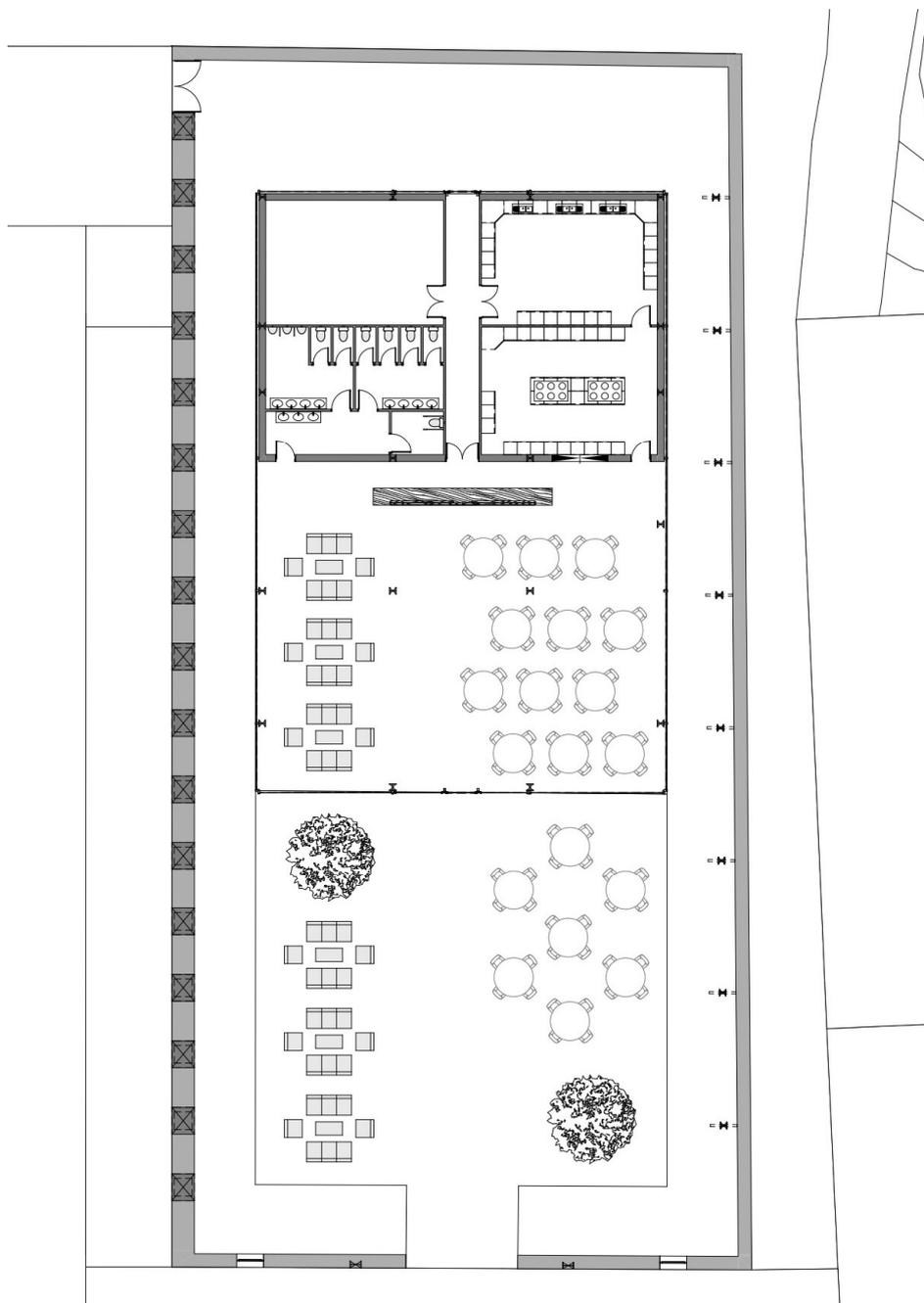


**Figura 47** - Vista Interna do Edifício de Treinos - Armazém em 3D

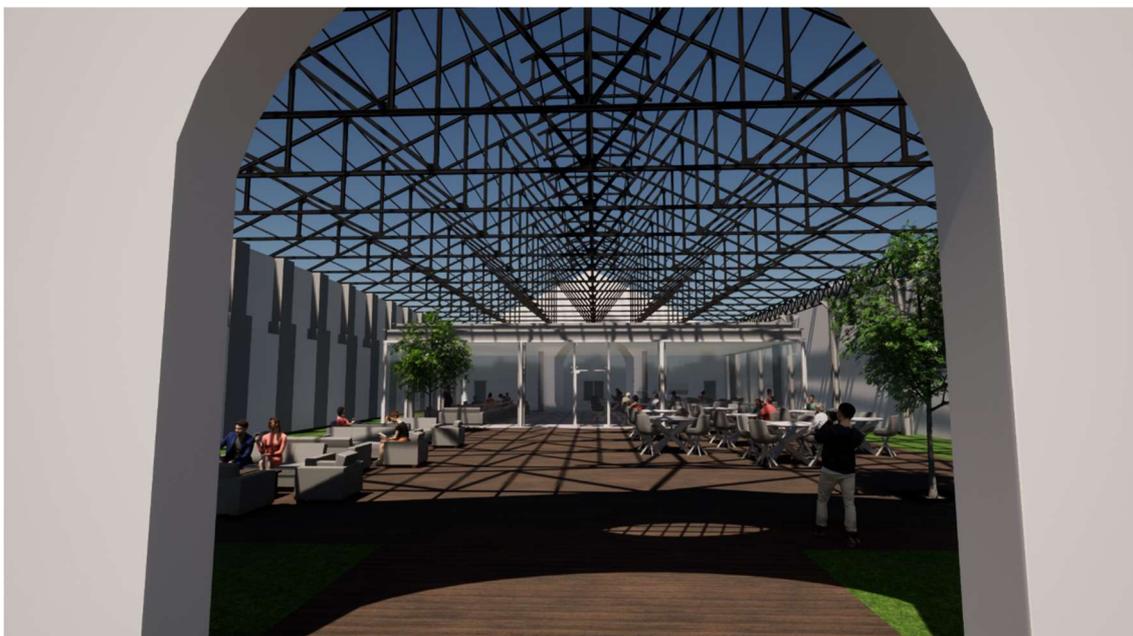


**Figura 48** - Planta do Edifício de Treinos

O edifício central, que se encontra na cota 6.20, representa a pré-existência que foi encontrada em ruínas. Procurou-se manter essa imagem, já que era característica do local, deste modo, toda a estrutura de asnas metálicas foi mantida, mas com um propósito decorativo e não estrutural. No seu interior projetou-se um volume central que funciona como restaurante e bar e onde toda a área externa, dentro do perímetro da pré-existência, funciona como esplanada. Na parte traseira deste volume funciona toda a parte técnica do restaurante e bar, desde cargas e descargas a depósitos de lixos, apresentando também uma entrada privada dos funcionários.



**Figura 49** - Planta do Edifício do Restaurante



**Figura 50** - Vista da entrada do Edifício do Restaurante para o Interior em 3D

O edifício localizado mais a poente, encontra-se dividido em dois pisos e a sua posição permitiu o encerramento do pátio. O piso térreo deste edifício, encontra-se na cota 6.10 e apresenta quatro aberturas de acesso ao seu interior. Duas destas estão localizadas no alçado norte, uma permite o acesso a funcionários da empresa distribuidora de eletricidade ao posto de transformação e a outra permite a realização de cargas e descargas de material, assim como o acesso dos funcionários. As restantes localizam-se nas laterais do edifício, permitindo o acesso do público ao seu interior e a passagem direta do pátio ao parque de estacionamento. Neste piso encontra-se ainda uma receção, uma sala polivalente, uma sala de apoio, um auditório e instalações sanitárias públicas.

O piso inferior, localizado na cota 2.30, é constituído por duas salas de aula, uma sala de segurança, uma sala de servidores e toda a área técnica do Centro Náutico: duas Unidades de Tratamento de Águas (UTA); um chiller; uma caldeira; dois depósitos de água; um gerador de emergência. Devido à necessidade de luz natural nos espaços internos e de ventilação natural na área técnica, foram construídos pátios internos que permitiram a resolução dessas necessidades, assim como a concretização dos requisitos impostos pelo programa. Os arcos presentes neste edifício apresentam 15 metros de vão, e recorreram ao uso de alvenaria de pedra pré-esforçada com cabos de aço, este método construtivo oferece uma elevada segurança a nível sísmico. As bases de apoio a estes arcos, recorreram ao uso de betão armado. A cobertura deste edifício foi totalmente construída em madeira e apresenta um acabamento exterior em Zinco.



**Figura 51** - Vista Geral do Edifício Público em 3D



**Figura 52** - Vista da Entrada do Edifício Público em 3D



**Figura 53** - Vista da Sala Polivalente para o Pátio do Edifício Público em 3D

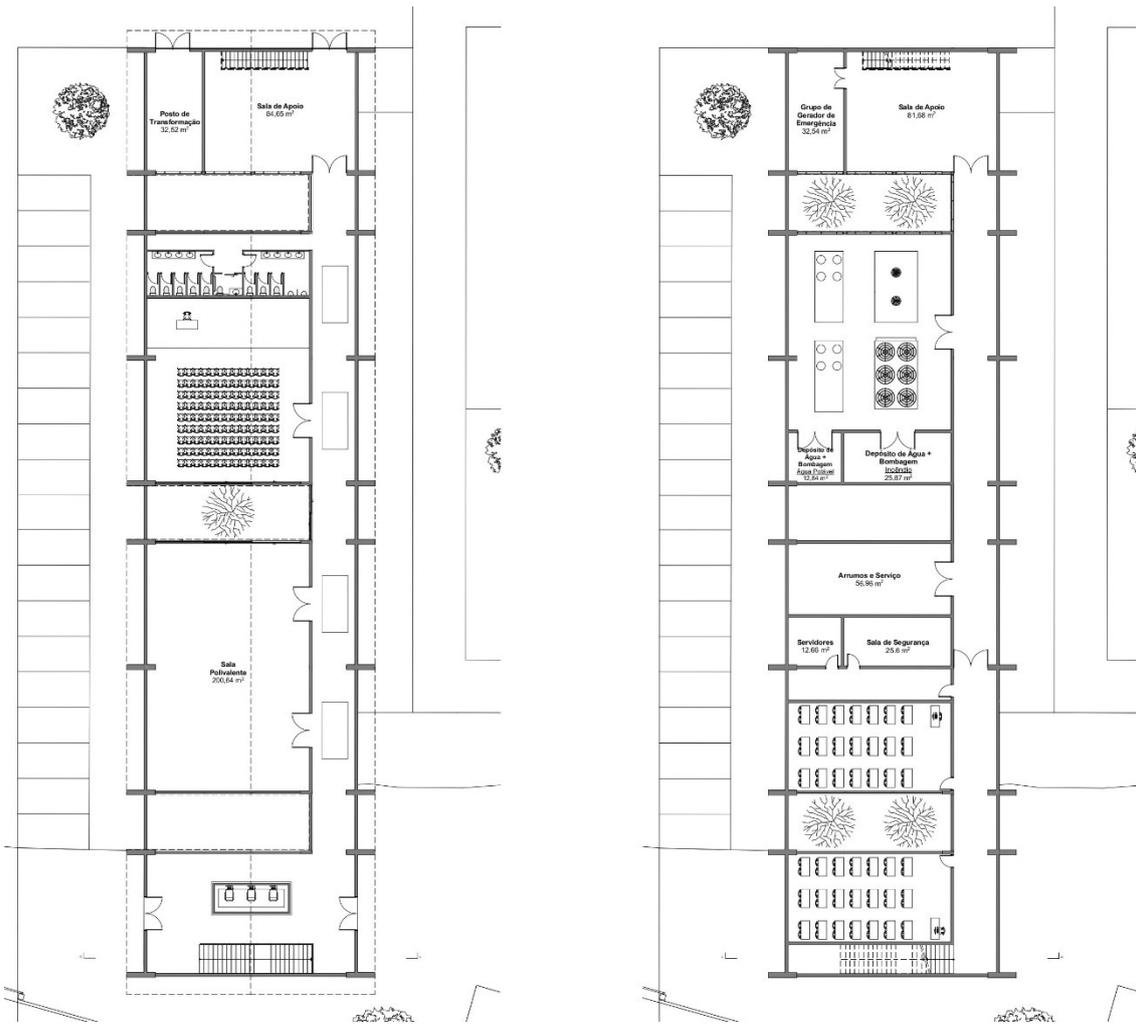


Figura 54 - Planta do Piso 0 e -1 do Edifício Público

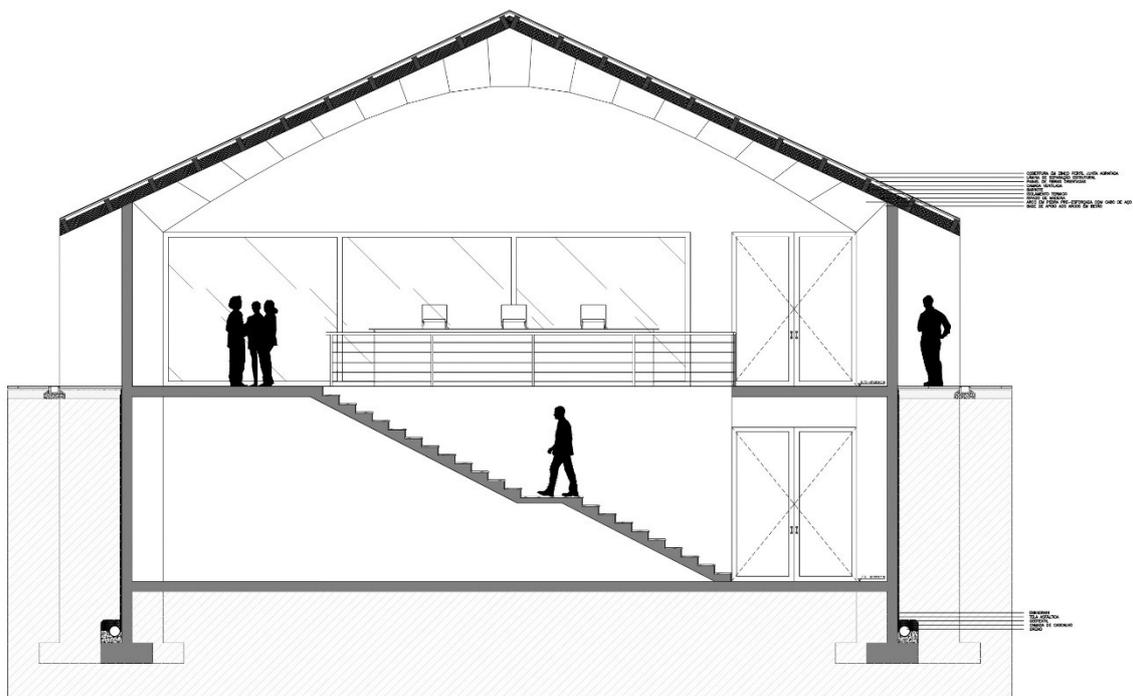


Figura 55 - Corte Construtivo do Edifício Público



**Figura 56** - Vista da Entrada do Edifício Público -Maquete 1:50



**Figura 57** - Vista para o Pátio do Edifício Público - Maquete 1:50



**Figura 58** - Vista do Pátio para o Auditório do Edifício Público - Maquete 1:50



**Figura 59** - Vista da Sala Polivalente para o Pátio do Edifício Público - Maquete 1:50

**CAPÍTULO VII**  
**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O principal objetivo desta dissertação era demonstrar e dar a conhecer as aplicações contemporâneas da pedra a partir dos anos 80 até à atualidade, visando a sua promoção na construção, mas também a ampliação de conhecimentos pessoais. Esta dissertação pretende ser uma ferramenta útil para futuros e atuais arquitetos, no auxílio à conceção da utilização da pedra no contemporâneo. Por fim, também pretendeu a aplicação dos conhecimentos adquiridos na projeção de um Centro Náutico para a Unidade Curricular de Projeto V.

Numa análise mais detalhada, ao panorama atual do uso da pedra no contemporâneo, podemos referir que a sua utilização está presente nas construções atuais, mas apresenta uma menor relevância e a sua aplicação difere. Outrora utilizada apenas para fins estruturais, atualmente a pedra é mais utilizada para fins decorativos, tendo-se como exemplo a Igreja Pius em Meggen que recorreu à extenuação de pedra. Também é utilizada como revestimento, tendo-se como exemplo o Pavilhão da Alemanha na Expo de Barcelona que recorreu à fixação direta de placagens de pedra no revestimento de paredes e pavimento. Em escassos casos é ainda utilizada a nível estrutural, tal como o exemplo do Pórtico do Pavilhão do Futuro na Expo 92, que recorreu à pedra pré-esforçada com cabos de aço e tirantes.

Os métodos construtivos contemporâneos em pedra permitem manter um valor ornamental das construções comparativamente a outros materiais. Estes métodos não só atingem as necessidades impostas para uma construção contemporânea, ou seja, mostram-se eficazes em todas as suas diferentes aplicações, como são menos dispendiosos e mais ecológicos comparativamente a outros materiais, por utilizarem um material natural e não ser necessária uma extração excessiva do mesmo.

Ao longo da investigação, obteve-se também um maior conhecimento do desenvolvimento tecnológico no tratamento da pedra, assim como as vantagens e desvantagens das diferentes aplicações possíveis. Tem-se como exemplo o jato de água, que permite o corte da pedra, não só com uma espessura reduzida, mas também com linhas curvas ou complexas permitindo uma maior liberdade no manuseamento da pedra.

Com base nos resultados obtidos nesta investigação, e na análise de três referências arquitetónicas, foi possível a implementação de métodos contemporâneos da pedra na projeção de um Centro Náutico na Rua do Ouro no Porto, para a Unidade Curricular de Projeto V.

Considero que esta dissertação irá contribuir para o desenvolvimento das

aplicações contemporâneas da pedra assim como na promoção dos mesmos em Portugal, apresentando uma especial relevância para mim, enquanto futuro arquiteto. Os arquitetos não devem limitar a utilização deste material, dado que está apto a solucionar qualquer requisito imposto pela construção e apresenta inúmeras vantagens quando comparado com outros materiais.

Atualmente a pedra apresenta um potencial construtivo bastante elevado devido à evolução tecnológica e ao aparecimento de novos métodos construtivos. A combinação destes aumenta, cada vez mais, a liberdade de manuseamento da pedra, que quando combinada com outros materiais, amplifica ainda mais o leque de possibilidades criativas.

## Referências Bibliográficas

- Andrade, S. (1998). *A arquitetura invisível de Souto de Moura*. Obtido em 22 de Abril de 2022
- Arêde, A., Costa, A., Guedes, J., & Paupério, E. (s.d.). Reforço de Estruturas de Alvenaria de Pedra Contribuições do NCREP - FEUP. *2º Jornadas de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro - Avaliação e Reabilitação das Construções Existentes*. Obtido em 28 de Maio de 2022
- Branco, J. P. (1981). *Manual do Pedreiro*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Obtido em 3 de Março de 2022
- Camposinhos, R. d. (2009). Revestimento de Fachadas com Pedra Natural por Fixação Mecânica. *1ª*, 43-67. (M. Robalo, Ed.) Lisboa, Portugal: Edições Sílabo, Lda. Obtido em 13 de Maio de 2022
- Candeias, S. E. (4 de Junho de 2014). *Arquitetura em Pedra: Construção, Revestimento e Relação com a Paisagem*. Lisboa: Universidade Lusíada de Lisboa. Obtido em 20 de Maio de 2022
- Carvalho, A. A. (2018). *Mecanismos de degradação das fachadas ventiladas*. Porto: Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto. Obtido em 28 de Maio de 2022
- Carvalho, D. d. (2012). *Casas Senhoriais de Celorico de Basto. O Entendimento Para a Estratégia de Reabilitação de Uma Casa Nobre*. Porto: Universidade Lusófona do Porto. Obtido em 22 de Maio de 2022
- Chiffre, L. (s.d.). *Some Thoughts On Visiting The Stone House At Tavole*. 40-43. Obtido em 5 de Junho de 2022
- Costa, J. L. (2020). *Materialidades e Arquitetura. Um Projeto na Aldeia de Negrões, Montalegre*. Porto: Universidade Lusíada do Porto. Obtido em 8 de Junho de 2022
- Cruz, F. N., Borba, G. L., & Abreu, L. R. (2005). *A Terra - Iitosfera e Hidrosfera. Ciências da Natureza e Realidade*. UFRN. Obtido em 30 de Março de 2022

- Dias, A. G., Freitas, M. C., Guedes, F., & Bastoso, M. C. (Outubro a Dezembro de 2013). Estrutura interna da Terra. *Ciência Elementar, 1*. (Departamento de Geociências, M. Marques, & O. U., Edits.) Obtido em 30 de Março de 2022
- Fallacara, G. (8 de Junho de 2017). Architectural Stone Elements . *Research, Design and Fabrication*. Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées. Obtido em 5 de Junho de 2022
- Fallacara, G., & Stigliano, M. (Setembro de 2012). Stereotomy: Modern Stone Architecture and Its Historical Legacy. Peter Bilak. Obtido em 5 de Junho de 2022
- Fitzsimons, J. (1995). Architectural Form and the Body "Impropre". *4*, 93-99. Obtido em 5 de Junho de 2022
- León, J. H., Collovà, R., & Fontes, L. (30 de Junho de 2001). Santa Maria do Bouro. Construir uma pousada com as pedras de um Mosteiro – Eduardo Souto de Moura. White & Blue. Obtido em 3 de Junho de 2022
- Manual da Técnica Construtiva*. (1989). Barcelona: Edições CETOP. Obtido em 3 de Março de 2022
- Martins, D. M. (Setembro de 2011). Estrutura Geral de Custos em Obras de Reabilitação de Edifícios em Alvenaria de Pedra Existentes. Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu. Obtido em 28 de Maio de 2022
- Miranda, F. d. (s.d.). Centro Contemporâneo de Arquitetura - Reabilitação da Antiga Fábrica do Ouro. Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto. Obtido em 10 de Junho de 2022
- Moura, E. S. (1 de Janeiro de 2005). Eduardo Souto de Moura 1995-2005 The Naturalness of Things. El Croquis. Obtido em 14 de Maio de 2022
- Moura, E. S. (s.d.). Eduardo Souto De Moura (2009-2014): Domesticar La Arquitectura. Croquis. Obtido em 28 de Maio de 2022
- Oliveira, C. F. (2018). Pedra: Matéria, Método e Materialização. Porto: Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto. Obtido em 20 de Maio de 2022

- Pinto, A. C., Alho, A. d., Moura, A. C., Henriques, A. E., Carvalho, C. P., Ramos, J. F., . . . Mestre, V. (Novembro de 2006). Manual da Pedra Natural para a Arquitectura. Lisboa: Direcção Geral de Geologia e Energia. Obtido em 3 de Março de 2022
- Pinto, A. R. (2014). Evolução da Pedra Natural | Novas Tecnologias. *Revista Arquitectura Lusíada*, 6. Obtido em 25 de Abril de 2022
- Réalisation. (Junho de 2016). Giuseppe Fallacara et S.N.B.R. - Hissent la Voile. Obtido em 5 de Junho de 2022
- Santa Maria do Bouro. Construir uma pousada com as pedras de um Mosteiro – Eduardo Souto de Moura. (2001). Em J. H., R. C., & L. F.. Santa Maria do Bouro: White & Blue. Obtido em 22 de Abril de 2022
- Sigmund Freud. (1 de Outubro de 2001). The Complete Psychological Works of Sigmund Freud, Volume 6 : The Psychopathology of Everyday Life. Londres, Inglaterra: Vintage Publishing. Obtido em 3 de Junho de 2022
- Simonett, D., & Kessler, M. (s.d.). Herzog & de Meuron 001–500 - Index of The Work of Herzog & de Meuron 1978 – 2019. Simonett & Baer. Obtido em 1 de Junho de 2022
- Vale, C. P. (Maio de 2016). Revestimentos Por Placagem de Pedra Serrada. Análise Qualitativa dos Processos de Degradação Estética e Construtiva. *Rehabend 2016 Euro-American Congress*. Burgos, Espanha. Obtido em 28 de Maio de 2022
- Wang, W. (26 de Janeiro de 2000). Jacques Herzog & Pierre de Meuron. (G. Gili, Ed.) Obtido em 6 de Junho de 2022

## Webgrafia

<https://stone-pt.com/pt/>  
<http://www.assimagra.pt/project/stonept/>  
[https://it.wikipedia.org/wiki/Santuario\\_di\\_San\\_Pio\\_da\\_Pietrelcina](https://it.wikipedia.org/wiki/Santuario_di_San_Pio_da_Pietrelcina)  
<http://www.pousadas.pt>  
<https://recil.ensinolusofona.pt/>  
<https://repositorio-aberto.up.pt/>  
<http://repositorio.ulusiada.pt/>  
[https://repositorio.ul.pt/?locale=pt\\_PT](https://repositorio.ul.pt/?locale=pt_PT)  
<https://www.uc.pt/bguc/LigacoesUteis/Teses>  
<https://bdigital.ufp.pt/>  
<https://ria.ua.pt/>  
<http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/museus-e-monumentos/>  
[http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP\\_PagesUser/Default.aspx](http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/Default.aspx)  
<https://opendata.porto.digital/>  
<http://pesquisa.adb.uminho.pt/details?id=1002626>  
<https://gisaweb.cm-porto.pt/>  
<https://arquivos.rtp.pt/conteudos/santa-maria-do-bouro/>  
<http://www.atelierfallacara.it/>  
<https://divisare.com/projects/329813-giuseppe-fallacara-gaz-blanco-snbr-s-bureaux-hypargate>  
<https://www.herzogdemeuron.com/index/projects/complete-works/001-025/017-stone-house.html>  
<https://www.archdaily.com.br/br/769336/reconversao-do-convento-de-santa-maria-do-bouro-numa-pousada-eduardo-souto-de-moura-plus-humberto-vieira>  
[https://www.snbr-stone.com/index.php?utm\\_medium=website&utm\\_source=archdaily.com](https://www.snbr-stone.com/index.php?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com)  
<https://www.natgeo.pt/assunto/temas/ciencia/espaco/planeta/terra>  
[https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$litosfera](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$litosfera)  
<https://ensina.rtp.pt/artigo/o-ciclo-das-rochas/>  
<https://cast-in.pt/fixacao-para-pedras-naturais-halfen/>  
<https://www.archdaily.com/523080/from-facades-to-floor-plates-and-form-the-evolution-of-herzog-and-de-meuron>