



**André Rodrigues Pereira**  
Licenciado em Conservação e Restauro

**Paços Novos do Castelo de Leiria:  
Estudo multidisciplinar dos elementos  
de cantaria**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Conservação e Restauro

Orientador: Maria Amélia Dionísio, Professora Doutora,  
Instituto Superior Técnico, Universidade de  
Lisboa

Co-orientador: Anabela Carvalho, Doutora,  
Câmara Municipal de Leiria, Divisão  
de Ação Cultural, Museus e Biblioteca

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria João Melo

Arguente: Prof. Doutor António Manuel Álvares Serrão Maurício



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro 2013



Universidade Nova de Lisboa  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Conservação e Restauro



# Paços Novos do Castelo de Leiria: Estudo multidisciplinar dos elementos de cantaria

**André Rodrigues Pereira**

Dissertação de Mestrado em Conservação e Restauro  
Área de especialização: Conservação e Restauro

**Orientador Científico:**

Professora Doutora Maria Amélia Alves Rangel Dionísio

**Co-Orientador Científico:**

Doutora Anabela Gomes Carvalho

**Presidente do Júri:** Professora Doutora Maria João Melo

**Arguente:** Professor Doutor António Álvares Serrão Maurício

Setembro 2013

# **Paços Novos do Castelo de Leiria: Estudo multidisciplinar dos elementos de cantaria**

Copyright © 2013

André Rodrigues Pereira

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade Nova de Lisboa

## **Direitos de cópia**

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

## **Agradecimentos**

A realização desta dissertação assinala uma importante etapa da minha vida. Gostaria de agradecer a todos aqueles que contribuíram para a sua concretização.

Em primeiro lugar quero expressar o meu maior agradecimento à minha orientadora Professora Doutora Maria Amélia Alves Rangel Dionísio (Instituto Superior Técnico/ Universidade de Lisboa e Faculdade de Ciências e Tecnologia/ Universidade Nova de Lisboa) pela orientação, colaboração, conhecimentos transmitidos e pelo seu apoio incondicional, que estimulou o meu desejo e ambição de querer fazer melhor.

Um agradecimento especial á minha co-orientadora Doutora Anabela Carvalho (Câmara Municipal de Leiria, Divisão de Ação Cultural, Museus e Biblioteca), pela ajuda, confiança e disponibilidade sempre que, por mim foi solicitada.

Agradeço igualmente às pessoas que trabalham na Casa dos Pintores em Leiria, nomeadamente aos arqueólogos Vânia Carvalho e Augusto Aveleira, à Doutora Sofia Carreira pela entreatajuda, troca de conhecimentos; e a todos os trabalhadores do Castelo de Leiria e do Mimo (Museu da Imagem em Movimento) pela forma amável, aberta e atenciosa como fui recebido; à Professora Doutora Anabela Veiga (Instituto Politécnico de Leiria), ao senhor José Moreira da Costa e ao Senhor Duarte pelos seus contributos que enriqueceram esta dissertação.

Por último, e não menos importantes, agradeço á minha Família (mãe, pai e irmão), namorada, amigos e colegas de casa em Leiria pelo apoio incondicional, compreensão nos momentos de maior indisponibilidade minha, e por estarem sempre presentes.

Obrigado a todos!



## Resumo

Os Paços Novos do Castelo de Leiria são um dos mais importantes palácios testemunhos do gótico joanino e também das correntes de restauro praticadas em finais do séc. XIX até metade do séc. XX. Os objetivos deste trabalho são: (i) levantar bibliograficamente as intervenções de conservação e restauro levadas a cabo neste monumento; (ii) caracterizar o material pétreo e argamassas aplicadas nos diferentes períodos; (iii) diagnosticar as principais formas de degradação dos materiais constitutivos e (iv) tecer considerações sobre propostas de conservação, manutenção e que se julga necessário aplicar. Foram recolhidas amostras, quer no monumento, quer em pedreiras antigas (Reixida e Martinela) para análise laboratorial.

Os materiais pétreos utilizados na (re) edificação dos Paços Novos são fundamentalmente rochas calcárias e em menor escala rochas doleríticas. As amostras dos Paços Novos e da zona de Reixida revelaram grande similitude petrográfica. As argamassas são predominantemente à base de cal, ainda que com traço e granulometria do agregado silicioso variáveis.

As formas de degradação identificadas, com maior desenvolvimento nas Câmaras e Ante Câmaras, foram a colonização biológica, as pátinas e desagregação granular. Várias ações deverão ser equacionadas em futura intervenção envolvendo operações de limpeza e consolidação das superfícies pétreas, assim como substituição de argamassas não funcionais.

**Palavras-chave:** material pétreo, argamassas, pedreiras antigas, formas de degradação, conservação e restauro, Paços Novos.

## Divulgação do trabalho

Para esta dissertação foi desenvolvido uma investigação sobre os Paços Novos do Castelo de Leiria: Estudo multidisciplinar dos elementos de cantaria, dos quais resultou:

PEREIRA, André., DIONÍSIO, Amélia., CARVALHO, Anabela., CARVALHO, Vânia - « Paços Novos do Castelo de Leiria: Análise multidisciplinar dos elementos de cantaria: Call for paper 9th Internacional Masonry Conference, Guimarães, 2014». Campus-Guimarães: Universidade do Minho and Internacional Masonry Society (IMS), aceite resumo. Em fase de submissão até Dezembro de 2013.

PEREIRA, André, DIONISIO, Amélia, Carvalho, Anabela – Redescoberta dos Paços Novos do Castelo de Leiria (Portugal): Intervenções e materiais aplicados, Internacional Journal of Architectural Heritage, Scholar and Manuscript central, nº \_\_\_\_,201\_\_, em fase de submissão.

Orador convidado no Ciclo de Conferências, organizado pela Câmara Municipal de Leiria no âmbito da apresentação dos trabalhos arqueológicos e de conservação e restauro, relativos ao Concelho de Leiria, a realizar em maio de 2014.

Realização de uma atividade de divulgação científica no âmbito da Semana da Ciência e Tecnologia 2013, organizado pela Agência Ciência Viva intitulada: A redescoberta dos Paços Novos do Castelo de Leiria, no dia \_\_de \_\_de 201\_\_, nos Paços Novos do Castelo de Leiria.

## **Abstract**

The Paços Novos do Castelo de Leiria is one the most important palaces of the Joanino Gothic, as well as of the restoration techniques used between the end of the 19<sup>th</sup> century and mid 20<sup>th</sup> century.

The aims of this paper are: (i) present the results of a bibliographic survey regarding the origin and conservation and restoration interventions; (ii) characterize stone materials and mortars applied in the different periods of this historical building; (iii) identify the main kinds of degradation of the building materials and (iv) consider necessary ways to conserve, restore and maintenance. Samples were taken from the monument, as well as from historical quarries (Reixida and Martinela) for laboratorial analysis. The stone materials used in the (re)construction of the Paços Novos are mainly limestone and dolerite. The samples from the Paços Novos and from the quarry in Reixida showed petrographic similarity. Most of the mortars used in Paços Novos have been found to be constituted by lime binders, but with variable binder to aggregate ratios.

The degradation forms found, especially in the chambers and antechambers, were biological colonization, patina and granular disaggregation. Several actions should be taken on a future intervention, involving cleaning and consolidation of stone surfaces, and the substitution of non functional mortars.

**Keywords:** stone, mortars, historical quarries, degradation, conservation and restoration, Paços Novos

## **Publications**

In the context of this dissertation several studies was developed Paços Novos do Castelo de Leiria: a multidisciplinary analysis of stone and masonry elements, resulting in the submission of a publication:

PEREIRA, André., DIONÍSIO, Amélia., CARVALHO, Anabela., CARVALHO, Vânia - « A multidisciplinary analysis of stone and masonry elements of Paços Novos do Castelo de Leiria: Call for paper 9th Internacional Masonry Conference, Guimarães, 2014». Campus-Guimarães: Universidade do Minho and Internacional Masonry Society (IMS), nº \_\_. \_\_ 2014. Abstract accepted. In process of submission.

PEREIRA, André, DIONISIO, Amélia, Carvalho, Anabela – Rediscovery of Paços Novos do Castelo de Leiria (Portugal) : Interventions and applied materials, Internacional Journal of Arquitectural Heritage, Scholar and Manuscript central, nº \_\_, 201\_\_, in process of submission.

Guest speaker in Lecture Series, organized by the Municipality of Leiria during the presentation of archaeological and conservation and restoration works, on the board of Leiria, to be held in May 2014.

Performing na activity of scientific within the Science and Technology Week 2013, organized by Ciência Viva entitled: The rediscovery of Paços Novos do Castelo de Leiria, in the day \_\_ to \_\_, 201\_\_.



## Índice

<b>RESUMO</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS</b> .....	<b>XV</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. OBJETIVOS E ÂMBITO DO TRABALHO .....	1
1.2. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....	2
<b>2. BREVE DESCRIÇÃO HISTÓRICA E ARQUITETÓNICA</b> .....	<b>3</b>
2.1. ENQUADRAMENTO GERAL .....	3
2.2. ENQUADRAMENTO DAS INTERVENÇÕES .....	5
2.3. ESTRATÉGIA E METODOLOGIA DA INTERVENÇÃO DE ERNESTO KORRODI .....	6
2.4. ESTRATÉGIA E METODOLOGIA DA INTERVENÇÃO PELA DIREÇÃO GERAL DE EDIFÍCIOS E MONUMENTOS NACIONAIS .....	8
<b>3. PEDREIRAS HISTÓRICAS</b> .....	<b>9</b>
3.1. ENQUADRAMENTO GERAL .....	9
3.2. LEVANTAMENTO DOCUMENTAL .....	11
<b>4. AMOSTRAGEM E METODOLOGIA EXPERIMENTAL</b> .....	<b>12</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>14</b>
5.1. MATERIAIS PÉTREOS .....	14
5.2. ARGAMASSAS .....	15
5.3. REGISTO, INTERPRETAÇÃO E LEVANTAMENTO DAS FORMAS DE DEGRADAÇÃO, TIPOS LITOLÓGICOS E INTERVENÇÕES .....	21
<b>6. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>26</b>
7.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	26
7.2. PERSPETIVAS FUTURAS .....	28
<b>8. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>29</b>
<b>9. ANEXOS</b> .....	<b>31</b>
ANEXO 1 – LEVANTAMENTO DAS MARCAS DE CANTEIRO .....	32
ANEXO 2 – DESCRIÇÃO HISTÓRICA-ARQUITETÓNICA DOS PAÇOS NOVOS .....	33
ANEXO 3 – BIOGRAFIA ERNESTO KORRODI .....	34
ANEXO 4 – FOTOGRAFIAS E LEVANTAMENTOS DA CAMPANHA DE RECONSTRUÇÃO DE ERNESTO KORRODI .....	35
ANEXO 5 – SÍNTESE DAS INTERVENÇÕES REALIZADAS PELA DIREÇÃO GERAL DOS EDIFÍCIOS E MONUMENTOS NACIONAIS .....	38
ANEXO 6 – LOCALIZAÇÃO (COORDENADAS UTM) DAS PEDREIRAS HISTÓRICAS .....	40
ANEXO 7 - MAPEAMENTO DA LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DO MATERIAL PÉTREO NO ALÇADO NORTE .....	41
ANEXO 8 - MAPEAMENTO DA LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ARGAMASSA .....	42
ANEXO 9 – METODOLOGIA DE CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, MINERALÓGICA E MICROESTRUTURAL E DAS CONDIÇÕES DE ANÁLISE .....	44
ANEXO 10 – IMAGENS DO MATERIAL PÉTREO AO MICROSCÓPIO ÓTICO .....	46
ANEXO 11 – REGISTO DA IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS CORES DAS AMOSTRAS DE ARGAMASSA DE ACORDO COM A MUNSSELL SOIL COLOR CHART (1992). .....	48
ANEXO 12 – IMAGENS DAS AMOSTRAS DE ARGAMASSA AO MICROSCÓPIO ÓTICO .....	49
ANEXO 13 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO RESÍDUO INSOLÚVEL RETIDO E CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA .....	50
ANEXO 14 – LEVANTAMENTO E MAPEAMENTO DAS FORMAS DE DEGRADAÇÃO .....	52
ANEXO 15 – LEVANTAMENTO E MAPEAMENTO DOS TIPOS LITOLÓGICOS .....	54
ANEXO 16 – LEVANTAMENTO E MAPEAMENTO DAS INTERVENÇÕES .....	56



## Índice de figuras

Figura 2.1-- Proposta de designação de Saul Gomes (1988) para os três núcleos amuralhados (A, B e C) do Castelo de Leiria (adaptado de: Gomes, 2004:97).....	3
Figura 2.2 - Plantas dos Paços Novos: 1º Piso (1); 2º Piso (2); 3º Piso (3) e 4º Piso (4) (retirado de: SIPA, Foto C.10-09-12/002-28, 29, 30 e 31, retirada 23-2-2013). Assinalados a vermelho os locais de estudo.....	4
Figura 2.3 - Acontecimentos marcantes das intervenções nos Paços Novos no século XX.....	5
Figura 2.4 - Paços Novos (A) levantamento da ruína por E. Korrodi, (B) Projeto de reconstrução proposto por E.Korrodi (de: Saul Gomes, 2009, pp VI.) (C) Estado atual.....	7
Figura 3.5 - Localização das pedreiras visitadas (Adaptada de: Carta geológica de Portugal - Notícia explicativa da Folha 23-C Leiria à escala 1:50 000).....	10
Figura 4. 6 - Metodologia utilizada na análise do material pétreo e argamassas.....	13
Figura 5.7 – Imagens microestruturais (microscópio ótico) das amostras calcárias coligidas nas pedreiras (A) e Paços Novos (B). .....	15
Figura 5.8 -Imagens à lupa binocular das amostras de argamassa de secção polida ( AGK?1 e AGD1).....	16
Figura 5.9 – Imagens microestruturais (Microscópio óptico) das amostras AGO3, AGKI6 e AGD2, .....	16
Figura 5.10 - Imagens à lupa binocular dos agregados presentes nas amostras AGO1, AGKI1 e AGD1, após realização de ataque químico com HCl.....	16
Figura 5. 11 - Valores médios do traço e das % de agregado e ligante: a) Argamassas Original (AGO), b) Argamassas em dúvida (AG?), c) Argamassas Korrodi Igreja Nossa Senhora da Pena (AGKI), d) Argamassas DGEMN (AGD), .....	17
Figura 5.12 - Curvas granulométricas médias dos conjuntos de argamassas estudadas. ....	19
Figura 5.13 - Espectro Infravermelho das amostras AGO1, AGD2, AGKI1 e AG?1. A Nomenclatura usada foi :Qz- Quartzto (SiO <sub>2</sub> ); Cc – Calcite (CaCO <sub>3</sub> ); Gy – Gesso (CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O); H <sub>2</sub> O – Água.....	20
Figura 6.14 – Imagens das principais formas de degradação existentes: desagregação granular e esfoliação (A,B,C e D), colonização biológica e biofilmes (B e E), alveolização (F), perfurações (G), fissuras (H) e crostas (I).....	24
Figura 6.15 - Imagens das principais formas de degradação existentes: depósitos superficiais (A) e colonização biológica (B e C).....	24
Figura 6.16 - Imagens das principais formas de degradação existentes: ações mecânicas (A e F), desagregação granular (B), colonização biológica e biofilmes (C, F e G), alveolização (D) colonização biológica e biofilmes (B e E), alveolização (F), pátinas (G).....	25
Figura 9.17 – Composição de imagens relativas às reconstruções realizadas por Ernesto Korrodi (de: SIPA, retirada 11-11-2012).(A) Ruína parcial do alçado Nordeste; (B) vista sudoeste dos Paços Novos; (C) Loggia em ruína; (D); (D e G) câmara reconstruída do 4º piso; (E) vista alçado interior Norte em ruína; (F) vista Loggia reconstruída; (H) vista da cidade para os Paços Novos reconstruídos; (I) vista da Torre de Menagem para os Paços Novos, parcialmente reconstruídos; (J) vista para o 4º piso; (K) vista do telhado parcialmente reconstruído da Loggia; (L) vista do 3º piso; (M) alçado Nordeste dos Paços Novos reconstruídos. ....	36
Figura 9.18 - Levantamento do estado de ruína e estado atual, séc XXI: (A) galeria Nordeste dos torreões, (B) a Loggia, (C) câmaras e ante câmaras (adaptado de: Saul Gomes, 2009).....	37
Figura 9.19 – Intervenções DGEMN: Remoção do antigo pavimento e colocação do novo em tijoleira na Loggia (imagem A, B e C) e remoção de canalizações e preenchimentos com argamassa (imagem D), capeamento (Imagem E) colocação do pavimento novo em tijoleira na galeria Sudeste dos Paços Novos (imagem e G) (De: SIPA FOTO0090 (5075), (5169), (5269), (5072), (5236), (5025)), vistas a 22-10-2012. ....	39
Figura 9.20 - Locais das amostras coligidas na zona dos torreões junto ao alçado Nordeste dos Paços Novos, para análise petrográfica.....	41
Figura 9.21 – Planta do 4º piso dos Paços Novos , onde se coligiram as amostras.....	42
Figura 9.22 - Pormenores de algumas amostras coligidas na zona A.....	42
Figura 9.23 - Pormenores de algumas amostras coligidas na zona B.....	42
Figura 9.24 - Pormenores de algumas amostras colhidas na zona C. ....	43

Figura 9.25 – Locais de amostragem de argamassas num dos alçados exteriores da Igreja da Nossas Senhora da Pena. ....	43
Figura 9.26 – Pormenor da amostragem de algumas amostras de argamassa recolhidas na Igreja da Nossa Senhora da Pena. .....	43
Figura 9.27 – Imagens microestruturais da amostra AM5 (dolerito): presença de feldspatos(1) e anfíbulas (2) na sua matriz .....	46
Figura 9.28 - Imagens microestruturais da amostra AM6 (dolerito): observou-se um grão menos grosseiro que a amostra anterior. .....	46
Figura 9.29 - Imagens microestruturais da amostra AM9 (calcário): observaram-se óxidos de ferro (1) difundidas na matriz.....	46
Figura 9.30 - Imagens microestruturais da amostra AM10 (calcário): observaram-se óxidos de ferro difundidas na matriz. ....	46
Figura 9.31 - Imagens microestruturais da amostra AM11 (calcário): observaram-se uma calcite espática muito grosseira. ....	47
Figura 9.32 - Imagens microestruturais da amostra AM12 (calcário): observou-se muitos óxidos de ferro na sua matriz. ....	47
Figura 9.33 - Imagens microestruturais da amostra AM13 (calcário) .....	47
Figura 9.34 - Imagens microestruturais das amostras AM14 e AM16 (calcários). ....	47
Figura 9.35 – Imagens microestruturais de uma amostra de cada época reconstrutiva (AGO3, AGKI6 e AGD2). ....	49
Figura 9.36 - Curvas de distribuição granulométrica obtidas através da pesagem do resíduo insolúvel retido para três amostras de cada uma das argamassas (valores médios).....	51
Figura 9.37 - Levantamento e mapeamento das formas de degradação das câmaras e ante câmaras (zona A e B).....	52
Figura 9.38 - Levantamento e mapeamento das formas de degradação da galeria do torreão Nordeste (zona C) e Loggia (zona B). ....	52
Figura 9.39 - – Mapeamentos dos vários tipos litológicos no alçado principal (Loggia) dos Paços Novos. ....	54
Figura 9.40 - Mapeamentos dos vários tipos litológicos no alçado Norte dos Paços Novos.....	55
Figura 9.41 – Levantamento das intervenções realizadas no alçado principal (Loggia). ....	56
Figura 9.42 – Levantamento das intervenções realizadas no Alçado Norte. ....	57

## Índice de tabelas

Tabela 5.1 - Composição granulométrica médias do conjunto de amostras estudadas. ....	19
Tabela 9.2 – Levantamento de marcas de canteiro .....	32
Tabela 9.3 – Levantamento das intervenções levadas a cabo pela DGEMN (adaptado de: SIPA) .....	38
Tabela 9.4 – Localização das Pedreiras históricas visitadas. ....	40
Tabela 9.5 – Classificação das argamassas coligidas segunda a sua finalidade. ....	48
Tabela 9.6 - Caracterização granulométrica das amostras de argamassas coligidas .....	50



## **Lista de abreviaturas, siglas e símbolos**

**DGEMN** – Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais

**FCT-UNL** – Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Nova de Lisboa

**FTIR** – Espectroscopia de Absorção de Raios Infravermelho com transformada de Fourier

**HCl** - Ácido Clorídrico

**ICOMOS** – Conselho Internacional dos Monumentos e Sítios

**ICCROM** – Centro Internacional para o Estudo da Preservação e Restauro de Bens Culturais

**IHRU** – Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana

**ISCS** – Comité Científico Internacional da Pedra

**IST-UL** – Instituto Superior Técnico / Universidade Lisboa

**MO** – Microscópio ótico (Optical Microscope)

**SIPA** – Sistema de Informação para o Património Arquitetónico

**UNESCO** – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

**AGO** – Argamassas Originais

**AGKI** – Argamassas Korrodi Igreja

**AG?** – Argamassas em dúvida

**AGD** – Argamassas DGEMN

## **1. Introdução**

A presente dissertação procura contribuir para uma maior sensibilização e consciencialização da necessidade de salvaguarda e preservação do património cultural construído, em pedra.

As ações de conservação e restauro que foram sendo realizadas, ao longo dos tempos, sobre o património cultural, nomeadamente arquitetónico, compreenderam diferentes princípios e metodologias de intervenção que foram sendo adaptadas em função da história, da estética e do conhecimento disponível em cada momento. [1]

É reconhecido que a(s) prática(s) de intervenção foram sendo um reflexo das políticas públicas culturais, das correntes de pensamento e formas de intervenção de uma determinada época. O objeto de estudo, os Paços Novos do Castelo de Leiria também é memória das correntes de conservação e restauro em Portugal, ao longo do séc. XX.

O presente estudo resultou do estágio curricular final para obtenção do Grau de Mestre em Conservação e Restauro, na Câmara Municipal de Leiria, mais precisamente na Casa dos Pintores e no Castelo de Leiria, entre Outubro de 2012 e Abril de 2013.

### **1.1. Objetivos e âmbito do trabalho**

Os Paços Novos do Castelo de Leiria, doravante designado Paços Novos, durante a sua existência, sofreu várias intervenções, mas para algumas não foram encontrados registos documentais. [2-5]

O estudo dos Paços Novos foi efetuado tendo por base uma perspetiva interdisciplinar tentando aliar contribuições no domínio da Conservação e Restauro com contribuições específicas dos domínios do estudo histórico-arquitetónico, arqueológico e geológico. Assim, um dos objetivos deste trabalho foi efetuar um levantamento e reflexão crítica às intervenções realizadas ao longo do séc. XX, nos Paços Novos. Constituiu igualmente objetivo desta dissertação o estudo dos elementos de cantaria (colunatas, arcarias e vãos), bem como de alvenaria dos Paços Novos, quer os datados da sua fundação, quer os que resultaram das duas grandes campanhas de “intervenção”, levadas a cabo pelo Arquiteto Ernesto Korrodi e pela Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais.

Na prossecução destes objetivos foram analisadas as técnicas construtivas e os materiais utilizados na produção dos elementos de cantaria e de alvenaria, ou seja, pedra e argamassa, procurando igualmente avaliar o seu estado de conservação.

Neste âmbito, mais especificamente procurou-se que o trabalho referente à caracterização do material pétreo e das argamassas, da fundação dos Paços Novos e das reconstruções de que este foi alvo, contribuísse para o aprofundamento do conhecimento sobre:

- Os materiais pétreos empregues nos Paços Novos, suas características petrográficas;
- As argamassas empregues nos Paços Novos, suas características (ligantes e agregados);
- A definição dos diferentes períodos de intervenção das estruturas em estudo;
- As principais formas de degradação e anomalias a fim de contribuir no apoio à decisão da equipa de conservadores-restauradores responsáveis pela sua conservação.

Com o intuito de identificar e caracterizar os materiais pétreos e argamassas, suas particularidades e o seu estado de conservação utilizou-se um conjunto de técnicas laboratoriais de caracterização química, mineralógica e microestrutural, destacando-se a espectroscopia de absorção de raios infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), o microscópio ótico (MO), a estereomicroscopia, a determinação da proporção da fração solúvel: resíduo insolúvel das amostras de argamassas e a análise granulométrica dos agregados por separação mecânica.

Para além da caracterização dos materiais pétreos empregues nos Paços Novos, procurou-se igualmente identificar a sua proveniência tendo por base um levantamento bibliográfico e posterior visita aos locais para recolha de amostras para estudos laboratoriais comparativos.

## **1.2. Organização da dissertação**

Com os objetivos atrás mencionados, foi elaborada a presente dissertação que se encontra dividida em quatro partes que se complementam. A primeira parte, que corresponde ao Capítulo 2 foi dedicada ao conhecimento do objeto de estudo do ponto de vista histórico e arquitetónico; às estratégias e metodologias de intervenção promovidas, nomeadamente no decorrer do século XX nos Paços Novos. Para tal efetuou-se o levantamento das intervenções documentadas ocorridas sobre o objeto de estudo.

Na segunda parte, Capítulo 3, foram abordadas as pedreiras históricas, o enquadramento geológico e o levantamento documental das pedreiras, possivelmente utilizadas na construção e nas intervenções deste edificado.

A terceira parte corresponde ao Capítulos 4 (Amostragem e metodologia experimental) e Capítulo 5 (Resultados e discussão) onde se aprofundou a descrição da metodologia usada, os resultados obtidos, quer para o material pétreo quer para as argamassas e o estudo das anomalias, tipos litológicos e intervenções ocorridas nos Paços Novos.

A quarta parte corresponde ao Capítulo 6 (Proposta de intervenção) foi dedicado à apresentação de algumas propostas de conservação e de restauro para as zonas de estudo dos Paços Novos, ou seja, *Loggia*, galeria do torreão nordeste, câmaras e ante câmaras.

Estas quatro partes foram antecedidas de um capítulo introdutório e finalizadas com as conclusões e considerações finais onde foi apresentado o contributo de todo o trabalho até agora desenvolvido e mencionadas algumas perspetivas futuras de investigação para um melhor conhecimento dos Paços Novos.

## 2. Breve descrição histórica e arquitetónica

### 2.1. Enquadramento geral

Os Paços Novos situam-se no interior do cerco amuralhado do Castelo de Leiria, mais propriamente no núcleo A dos três núcleos, conjuntamente com a Torre de Menagem, a Igreja da Nossa Senhora da Pena e ainda três cisternas (Figura 2.1). [2,3-5]

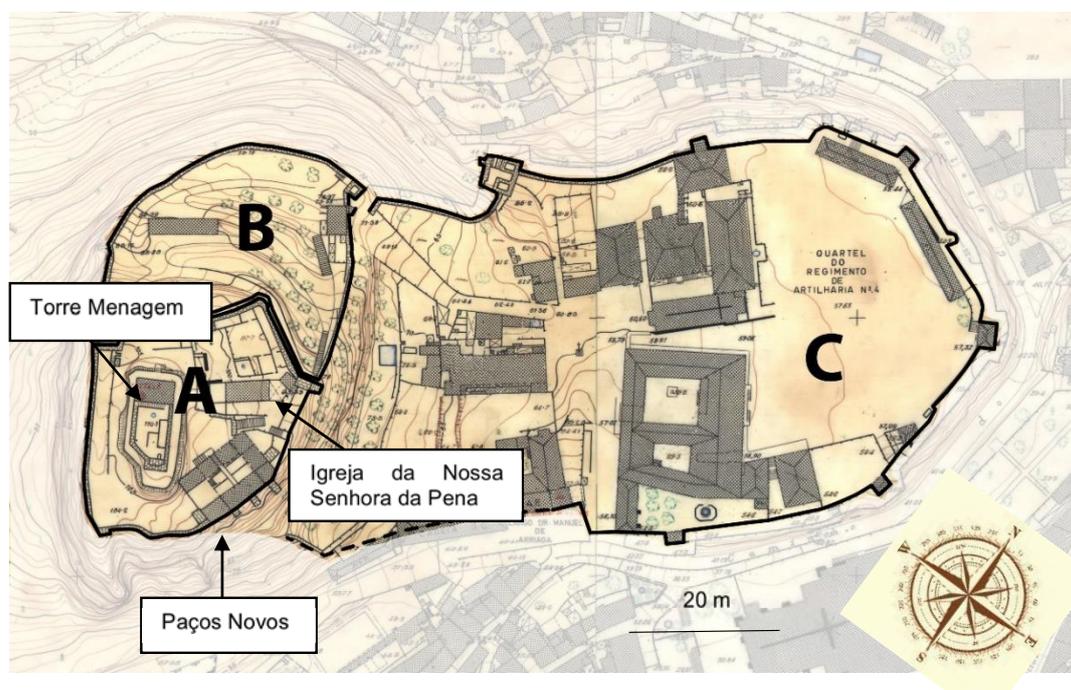


Figura 2.1-- Proposta de designação de Saul Gomes (1988) para os três núcleos amuralhados (A, B e C) do Castelo de Leiria (adaptado de: Gomes, 2004:97)

De referir que o Castelo de Leiria, classificado com Monumento Nacional em 1910, foi edificado em 1135, no período da reconquista cristã, para defesa territorial face às invasões dos muçulmanos. Por volta de 1145, iniciaram-se as primeiras edificações no Castelo de Leiria, de que foi exemplo a Igreja da Nossa Senhora da Pena, inicialmente, de carácter românico e, mais tarde, a Torre de Menagem. [2-6]

O Castelo de Leiria sofreu diversas alterações arquitetónicas no reinado de D. João I (1385-1433) e as ações de maior carácter estrutural e estético, foram a construção dos Paços Novos e a reedificação da Igreja da Nossa Senhora da Pena. [2-6]

A construção dos Paços Novos, nos finais do século XIV, foi seu mandatário o rei D. João I (1385-1433), segundo vários documentos históricos. A presença do brasão real do visível no alçado Nordeste dos Paços Novos e na Igreja da Nossa Senhora da Pena é disso testemunho. [2-7]

Na análise histórico-arquitetónica aos dois edifícios, outra das curiosidades associada aos Paços Novos e reconstrução da Igreja de Nossa Senhora da Pena é o facto de segundo Gomes (1988) e Pereira (1995), os arquitetos responsáveis e estaleiro de obras serem comuns. Neste domínio houve

igualmente preocupação de efetuar o levantamento de marcas de canteiro de cada um destes edifícios históricos e, compará-las inclusive com outras existentes no Mosteiro da Batalha, conforme tabela 9.2, do anexo 1. A inclusão do Mosteiro da Batalha neste estudo, surgiu após o levantamento documental realizado, e referido anteriormente.[8-10]

Assim, do trabalho de campo realizado verificou-se que das dezoito marcas de canteiro registadas nos Paços Novos, sete observaram-se igualmente na Igreja de Nossa Senhora da Pena e sete no Mosteiro da Batalha, o que indiciou a grande probabilidade de estes três edifícios históricos terem sido construídos pelos mesmos arquitetos e estaleiro (s).

Os Paços Novos (figura 2.2), de carácter medieval de habitação: câmara-ala-câmara apresenta uma planta quadrilátera de 33 x 21 m, composta por duas paredes longitudinais internas e outras duas transversais. [3, 6] Provavelmente a estrutura e a função deste edifício estaria relacionado com a necessidade de acolher o rei no acompanhamento das obras do Mosteiro da Batalha. [3, 5,12]

Apresentou-se em anexo 2 uma breve descrição do interior dos Paços Novos.

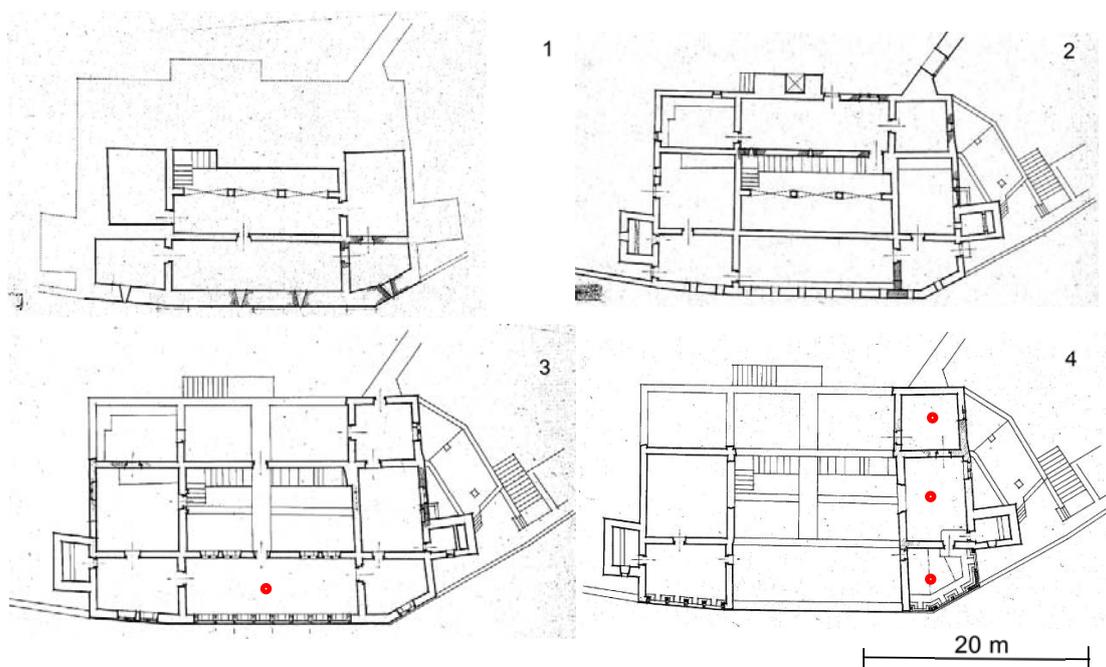


Figura 2.2 - Plantas dos Paços Novos: 1º Piso (1); 2º Piso (2); 3º Piso (3) e 4º Piso (4) (retirado de: SIPA, Foto C.10-09-12/002-28, 29, 30 e 31, retirada 23-2-2013). Assinalados a vermelho os locais de estudo.

## 2.2. Enquadramento das intervenções

Os Paços Novos apresentando-se muito adulterados do seu traço gótico original, a sua “história” encontra-se associada às intervenções realizadas no Castelo de Leiria. De referir que após o terramoto de 1755 o Castelo de Leiria foi classificado em estado de ruína. [3,5]

De entre as campanhas de intervenção nos Paços Novos destacou-se os trabalhos de restauro revivalistas, efetuados no início do século XX, nomeadamente com a intervenção conduzida pelo Arquiteto Ernesto Korrodi (1915-1931) e, posteriormente, uma intervenção de reabilitação levada a cabo pela DGEMN, que se iniciou por volta de 1931, em parceria com o Arquiteto Ernesto Korrodi, e que foi retomada mais tarde, em 1959 e finalizada em 2000. [3,13]

Apresentou-se em anexo 3 uma breve nota biográfica sobre este arquiteto suíço, desconhecido da maioria dos portugueses. [12]

Na figura 2.3, identificou-se cronologicamente alguns dos acontecimentos associados às intervenções dos Paços Novos. [3,12,13]

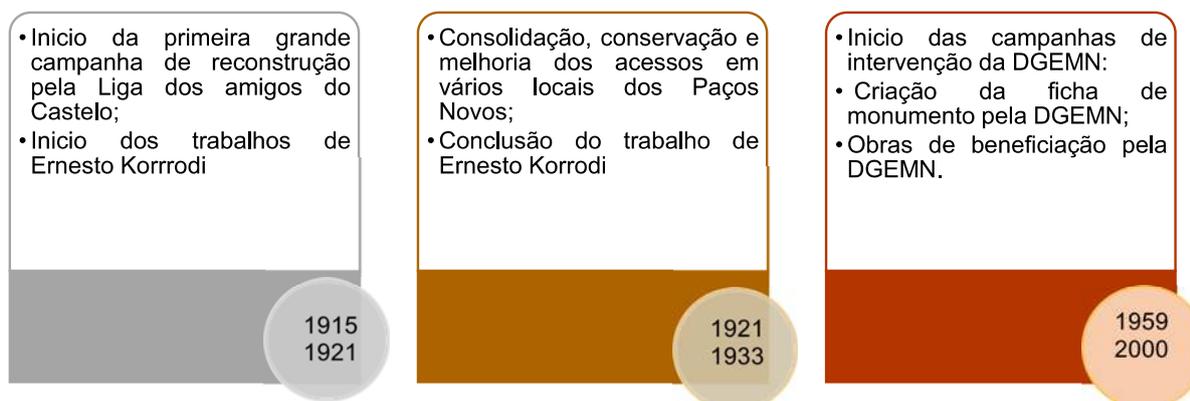


Figura 2.3 - Acontecimentos marcantes das intervenções nos Paços Novos no século XX

Ernesto Korrodi procurou sempre a reutilização de materiais originais nas suas reconstruções, não seguindo fielmente o original mas sim melhorando as diversas divisões que constituem este espaço. [3,12]

A DGEMN procurou, na maioria das suas intervenções, a utilização de materiais mais modernos no domínio da intervenção de conservação e restauro. [3,13,14,15]

A campanha de intervenção levada a cabo por Ernesto Korrodi foi influenciada pelos princípios enunciados por Viollet le Duc (1814-1879)<sup>1</sup> e, a campanha de intervenção levada a cabo pela DGEMN já teve em atenção os princípios e políticas de conservação expostos na Carta de Atenas (1931) e a Carta de Veneza (1964). [14-18]

<sup>1</sup> Personalidade polémica, arquiteto, desenhador, escritor, crítica e historiador de arte, influenciou as ideias ocidentais acerca do restauro no século XIX.

### **2.3. Estratégia e Metodologia da intervenção de Ernesto Korrodi**

Ernesto Korrodi (1870-1944), arquiteto, apaixonado pela ciência e pela técnica como alicerces do progresso, foi o elemento chave e catalisador para a reconstrução de muitos edifícios em Leiria, nomeadamente os Paços Novos. [12]

Na década de 1890, Ernesto Korrodi propôs um plano de reconstrução para o Castelo de Leiria. O seu projeto assentava num conhecimento histórico aprofundado que se baseava em estudos históricos e documentais, nomeadamente no levantamento dos materiais construtivos que foram utilizados na construção do conjunto edificado que compõe o Castelo de Leiria, a fim de garantir uma maior autenticidade na reconstrução deste monumento. [12]

No seguimento do levantamento da planta conjectural do Castelo de Leiria (1895) foi publicado um livro sobre as reconstruções do Castelo de Leiria, por volta de 1898, onde inclui várias ilustrações que permitiu observar comparativamente, o estado de ruína presenciado pelo autor, e a sua proposta de reconstrução. Os estudos de Korrodi tiveram o grande mérito de consciencializar quer os amantes do património, quer os cidadãos para a necessidade de preservar e conservar o património edificado. A importância do trabalho deste arquiteto foi destacado por Saúl António Gomes, em 1995, com o estudo *Introdução à História do Castelo de Leiria*, na reedição do próprio livro de Korrodi que versava sobre as suas reconstruções. [12,13]

Como se pôde verificar da observação das figuras 2.4 (A e B) em comparação com a imagem C da figura 2.4 dos Paços Novos na atualidade, parte do projeto de Ernesto Korrodi não foi concretizado na sua época. A título de exemplo, os telheiros de resguardos das *loggias* não foram feitos, os telhados dos torreões laterais foram rebaixados (ou nem sequer foram construídos) e os telhados dos caminhos de ronda que não foram executados, entre outros. [3,12,13]

Apresentou-se no anexo 4 alguns registos fotográficos de alguns espaços dos Paços Novos, após a intervenção de Ernesto Korrodi (figuras 9.17), bem como os levantamentos do estado de ruína e estado atual (figura 9.18).

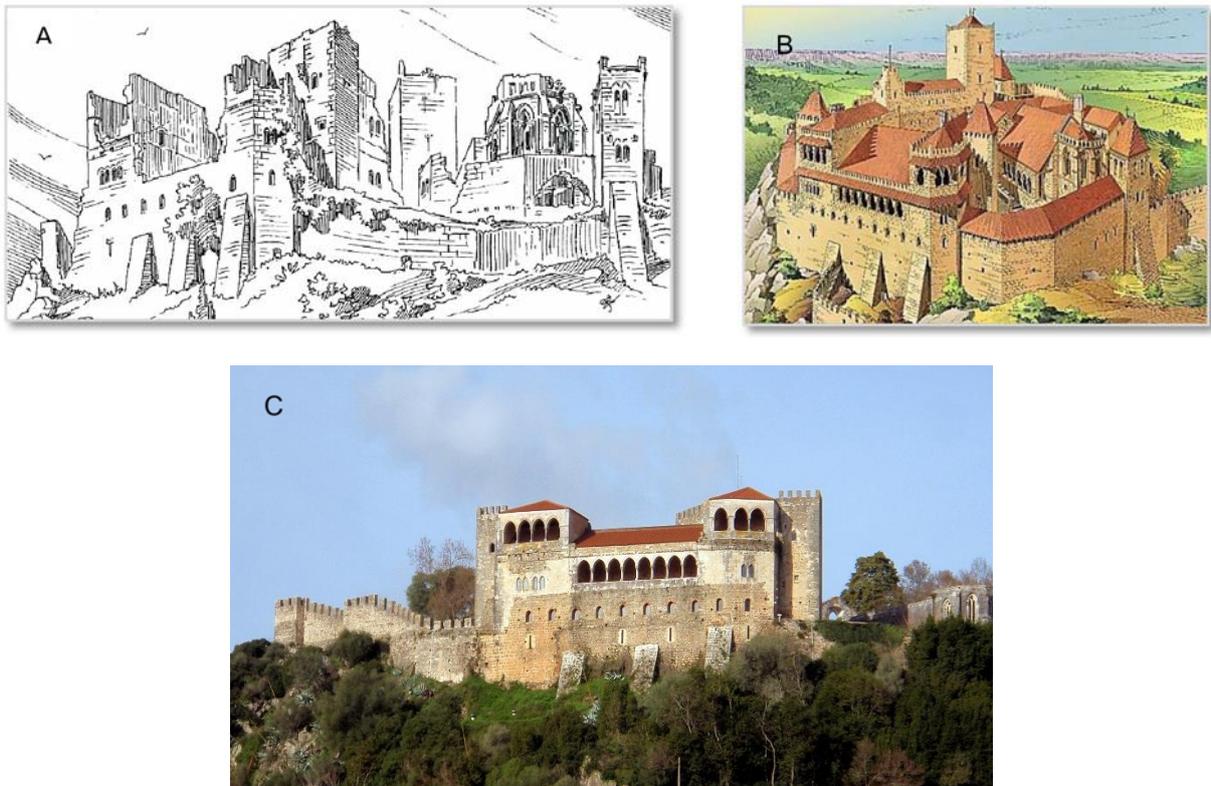


Figura 2.4 - Paços Novos (A) levantamento da ruína por E. Korrodi, (B) Projeto de reconstrução proposto por E.Korrodi (de: Saul Gomes, 2009, pp VI.) (C) Estado atual.

A *loggia*, foi quase totalmente reconstruída, sobrando apenas as colunatas duplas laterais de ambos os lados, onde Korrodi procurou o uso do mesmo tipo de material pétreo com o mesmo tipo de acabamento (figura 9.18, em anexo 4), colocando-se a hipótese de que poderá ter utilizado nas suas reconstruções o mesmo material pétreo original (pedreira). [3,12]

Segundo algumas fontes documentais (Saul Gomes, 1995) apenas três vãos da *loggia* foram restaurados, no entanto, fotografias existentes na página eletrónica do SIPA, da ruína dos Paços Novos e observáveis na figura 9.17 (imagem A, C e F) do anexo 4, bem como os levantamentos gráficos de Ernesto Korrodi comprovaram o contrário: a par da *loggia*, também as galerias dos torrões e zonas de habitação (câmaras e ante câmaras) foram profundamente reconstruídas quer ao nível dos vãos, quer também ao nível da alvenaria tendo-se em alguns casos removido e acrescentado material.

A campanha promovida por Korrodi foi a intervenção mais importante e completa a que os Paços Novos assistiram, pelo detalhe e precisão, o poder de concretização e a memória dos espaços. Este arquiteto proporcionou às gerações futuras, através dos seus desenhos e levantamentos de pormenor, um conhecimento histórico e arquitetónico dos Paços Novos transportando-nos a um passado que perdura na memória.

## **2.4. Estratégia e Metodologia da Intervenção pela Direção Geral de Edifícios e Monumentos Nacionais**

A ação desenvolvida pela DGEMN, criada em 1929, sobre o património edificado em Portugal, representou de forma prática, ao longo de mais de 75 anos, a evolução dos próprios critérios de intervenção. [3,14,15-19]

A sua metodologia de intervenção, concertava, nomeadamente até ao início da década de 1960 com os valores nacionalistas do Estado Novo, em que as intervenções realizadas davam realce ao valor simbólico de determinados monumentos. [15-19]

Na década de 1970 assistiu-se a uma nova tomada de consciência, que origina uma alteração concetual das intervenções, onde a autenticidade e os contributos das várias épocas de vivência do objeto e da interdisciplinaridade necessária, da História, da Arte e da Arqueologia, entre outros foram sendo assimilados nos critérios de intervenção deste organismo.

No caso específico dos Paços Novos, a DGEMN procurou adaptar este espaço para seus visitantes. [3,13] As obras de intervenção pela DGEMN iniciaram-se em 1959 (figura 2.3) ainda que já tivesse participado nas intervenções anteriores a esta data. As intervenções promovidas por este organismo foram esquematizadas de forma sintética na tabela 9.3 em anexo 5, sendo o resultado da consulta à documentação disponível nos serviços de arquivo sediado na fortificação de Sacavém e, também no sítio eletrónico (<http://www.portaldahabitacao.pt>).

Em suma, as intervenções levadas a cabo por esta entidade, ao longo do séc. XX, tiveram fundamentalmente como objetivo a consolidação estrutural e reparação de coberturas, como se pode observar na figura 9.19 do anexo 5. [3,14]

### **3. Pedreiras Históricas**

Sendo um dos objetivos o estudo dos elementos de cantaria, foi considerado de extrema importância o estudo de pedreiras históricas, enquanto património geológico e histórico. A identificação das pedreiras que forneceram a matéria-prima nos dois períodos a que esta dissertação aludiu (construção e restauros), foi uma tarefa deveras complexa, nomeadamente no que se refere às pedreiras que foram utilizadas na fase inicial da construção dos Paços Novos. Tanto quanto foi possível verificar não existem muitos estudos, ao nível da origem do material pétreo aplicado na (re) edificação deste monumento. Todavia autores como Pereira de Sousa (1903) e Soares (2001), personalidades que se preocuparam em estudar as pedreiras históricas, forneceram alguma informação sobre a proveniência dos materiais pétreos para os Paços Novos.

Face às dificuldades que haveria para o transporte da pedra pela questão de acessibilidade ao Castelo de Leiria supõem-se que o material pétreo tenha sido extraído em pedreiras relativamente próximas. Assim para este estudo, recorreu-se às fontes documentais, nomeadamente a Revista de Engenharia Militar (1903-1906) e a Soares (2001), assim como à análise da Carta Geológica de Leiria (Folha 23-C da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000) e respetiva notícia explicativa. [20]

#### **3.1. Enquadramento geral**

O Castelo de Leiria, no interior do qual se encontram os Paços Novos, está situado num local estratégico em termos de altitude, à cota de 112 metros. Sob o ponto de vista geológico, o Castelo de Leiria emerge de um domo dolerito ofítico (algo meteorizado) que se encontra rodeado por formações hetangianas. Apresentou-se na figura 3.5, um extrato adaptado da folha 23-C de Carta Geológica de Portugal, onde foi identificado o Castelo assim como, as pedreiras visitadas.

A envolvente do Castelo de Leiria é constituída, fundamentalmente, por formações Jurássicas (J) e Cretácicas (C). A estas acresce depósitos modernos aluvionares e depósitos de terraços (P,Q). A maior distância ocorre afloramentos Miocénicos. [20]

Do ponto de vista geral trata-se de unidades onde predominam calcários dolomíticos, calcários margosos, margas, arenitos e argilas. [20]

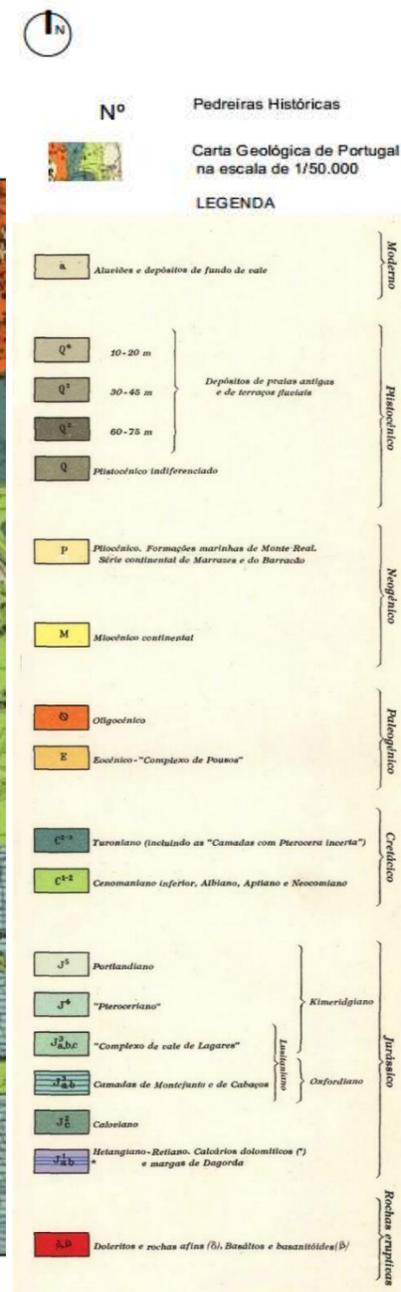
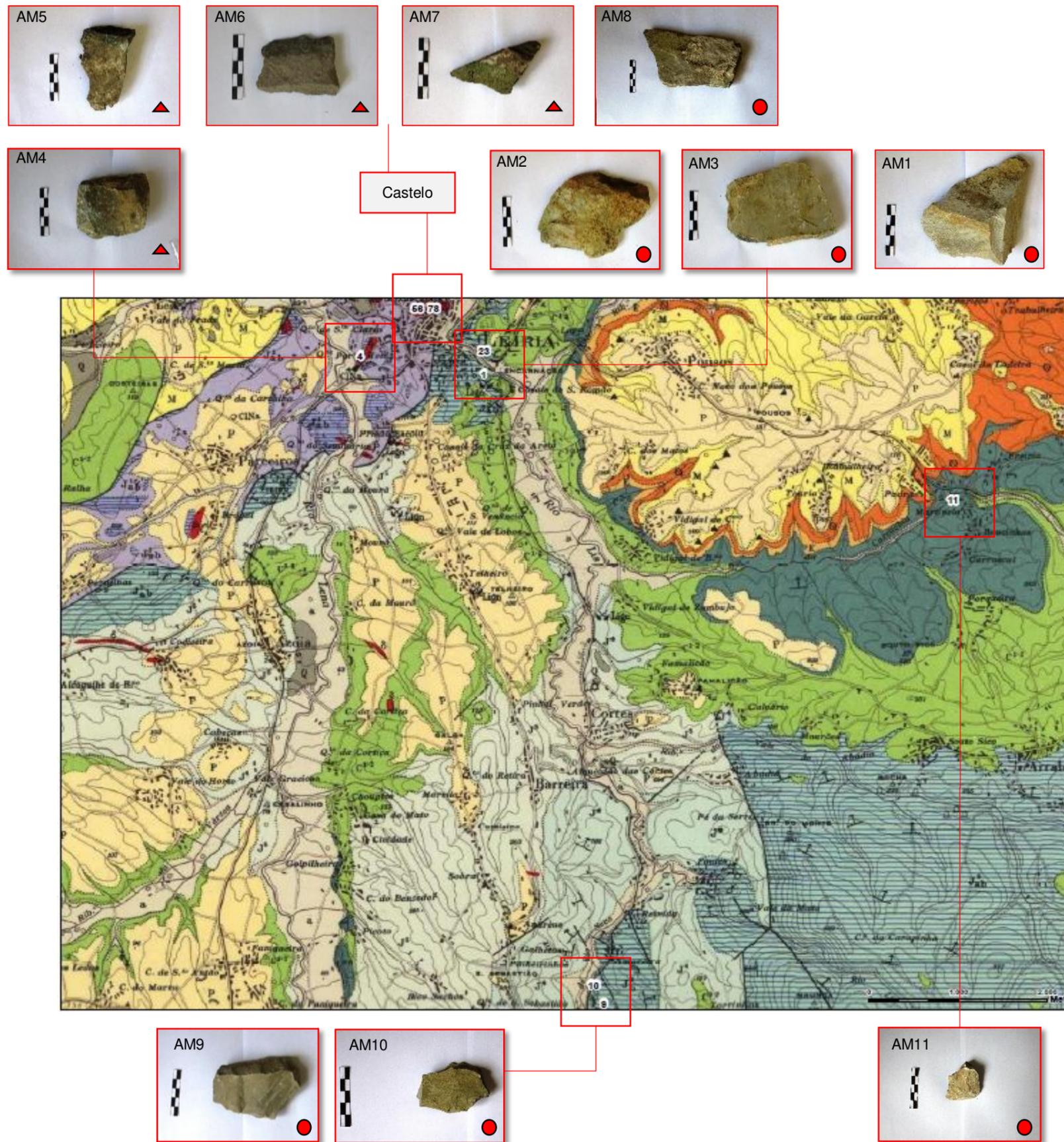


Figura 3.5 - Localização das pedreiras visitadas (Adaptada de: Carta geológica de Portugal - Notícia explicativa da Folha 23-C Leiria à escala 1:50 000). O símbolo triangular representa as pedras de dolerito, e o símbolo circular as pedras calcárias.

### 3.2. Levantamento documental

O engenheiro militar Pereira de Sousa fez, em 1903, [21] um levantamento dos calcários e pedreiras do distrito de Leiria. É nesse contexto que mencionou várias pedreiras de onde terá sido extraída pedra para obras várias neste concelho, assim como referiu outras onde se terá feito a exploração para cantaria e alvenaria na reconstrução e, possível construção, dos próprios Paços Novos. Foram encontradas nesta situação as pedreiras situadas em Alto do Vieiro, Freiria (referência da amostra aí coligida: AM11) e Reixida (referência das amostras aí coligidas: amostras AM9 e AM10), conforme figura 3.5.

Sobre estes materiais pétreos referiu Pereira de Sousa (1903) que as rochas calcárias extraídas nas pedreiras do Alto do Vieiro e da Reixida são calcários mais duros que os aflorantes na margem esquerda e direita do rio Liz. Este autor afirmou que a pedra proveniente da Rachida seria usada para cantaria grosseira e que terá sido utilizada no almofadado nos Paços Novos. [21]

Relativamente às formações geológicas do Alto do Vieiro, Pereira de Sousa (1903), referiu que as pedras se encontram *muito fraturadas e encontra-se num filão de rocha eruptiva, daí a sua aparência negra, pelo que não podem ser empregues em cantaria.* (Pereira de Sousa, 1903, pp. 232-235).

O autor ainda afirmou que *a Reixida é um calcário muito compacto, vidrarento, argiloso, branco amarelado.* Devido às características da rocha de Alto do Vieiro apontadas por este autor, esta pedreira foi excluída da fase de amostragem.

Os calcários do vale de Opeia, segundo Pereira de Sousa (1903), encontravam-se divididos em duas vertentes (direita e esquerda do vale) : *Na vertente direita do valle, encontra-se a pedreira do Zambujal que apresenta um calcário subcristalino, quase cristalino, branco amarelado, muito manchado de um vermelho vivo (...) e na vertente esquerda, pedreira do Sr.Korrodi, encontramos em bancadas inferiores um calcário subcristalino semelhante ao anterior mas mais amarelo e menos vermelho que a anterior pedreira. Na bancada superior apresenta um calcário ordinário mais delgado, subcristalino, vidrarento, amarelado (muito apreciado pela cor) e foi empregue nos Paços Novos (...) têm sido usados como mármore, em cantaria e alvenaria, brita e fabrico de cal. Em geral são amarelados e com veios rosados* (Pereira de Sousa, 1903, p. 232-235).

Neste contexto houve ainda o estudo desenvolvido por Soares (2001), que enumerou duas outras pedreiras históricas que terão sido usadas para os trabalhos de restauro nos Paços Novos: a pedreira de Reguengos do Fetal e de Carvalhos, estas já localizadas no concelho da Batalha. [21] Segunda esta autora terá sido destas pedreiras que terá vindo o calcário oolítico responsável por grande parte das reconstruções nos Paços Novos, possivelmente, para às três galerias existentes. [21] Para a realização deste trabalho não houve a oportunidade de visitar estas pedreiras mas considerou-se relevante a sua abordagem em estudos futuros, a fim de se confirmar ou não a hipótese da utilização destas pedreiras. Foram também coligidas amostras em afloramentos/ pedreiras próximas do Castelo de Leiria, por questões de proximidade ao edifício em questão, nomeadamente na margem esquerda do rio Liz, na encosta norte da Nossa Senhora da Encarnação (amostra AM1), na encosta do Cemitério (amostras AM2 e AM3) e, na margem direita, do rio, nos Capuchos (amostra AM4). Foram ainda coligidas na

envolvente do Castelo, possíveis, pedreiras fornecedoras de dolerito (amostra AM5, AM6, AM7 e AM8). Todavia neste estudo foi dada prioridade às amostras de calcário e as enunciadas por Pereira de Sousa (1903). As pedreiras acima referidas foram assinaladas na figura 3.5 e descritas na tabela 9.4 do anexo 6.

#### 4. Amostragem e Metodologia Experimental

A amostragem desenvolveu-se a dois níveis: (i) por um lado o edifício histórico, onde se procedeu à recolha de amostras de pedra e argamassa e (ii) amostragem de materiais pétreos nas supostas pedreiras fornecedoras de material para a construção e obras de restauro do monumento.

Importa referir os constrangimentos físicos na recolha de amostras de material pétreo nos Paços Novos, isto é, os locais que apresentavam grande diversidade de tipos litológicos não eram facilmente acessíveis, o que de alguma forma justificou a discrepância existente no número de amostras coligidas no monumento e nas pedreiras. Neste contexto, foi feita a análise comparativa de amostras de pedra provenientes de pedreiras históricas (onze amostras) assim como amostras coligidas nos Paços Novos (cinco amostras).

Assim, decidiu-se pela amostragem na zona dos torreões, junto ao alçado Nordeste dos Paços Novos (figura 9.21, Anexo 7), tanto mais que algumas zonas já se encontravam em destacamento e a quantidade de amostra permitia a execução de lâminas delgadas para observação a Microscópio ótico. Houve a preocupação, na recolha das amostras em termos de quantidade e dimensão, e certificando-se que esta recolha seria o menos invasiva possível; limitada a um número de amostras que fosse representativo, não descuidando os requisitos de conservação das estruturas e do impacto estrutural e estético das diferentes zonas de amostragem. A recolha deste tipo de amostras foi feita com recurso a bisturi e, em algumas zonas escopros de pequenas dimensões e maceta. As amostras foram depois colocadas em embalagens de plástico transparente, devidamente identificadas e acondicionadas, e procedeu-se a realização de pequenos furos para a entrada e saída do ar. Todo este processo foi acompanhado por registo fotográfico.

Relativamente ao estudo das argamassas foram coligidas vinte e uma amostras que abrangeram não só os Paços Novos (treze amostras) como também a Igreja de Nossa Senhora da Pena (três amostras), situada igualmente no interior do Castelo de Leiria, para análise comparativa. Procurou-se realizar a amostragem em zonas onde mais se fizeram sentir as diversas campanhas de reconstrução. Teve-se em atenção a necessidade de recolher amostras supostamente originais (**AGO**) e amostras relativas a cada uma das campanhas de intervenção Ernesto Korrodi (**AGKI**) e da DGEMN (**AGD**), entre outras cuja identificação levanta dúvidas como **AG?** e **AGK?**. De referir que as amostras coligidas foram agrupadas em três conjuntos consoante a sua finalidade: argamassas de assentamento (amostras AGO, AG?3, AGKI3 e AGD), argamassas de refechamento de juntas (amostras AG?2) e argamassas cuja função é reforçar uma pré-existente ( AG?1, AGKI1 e AGKI2). De referir igualmente, que de cada

amostra de argamassa coligida foram preparadas três sub-amostras com vista à determinação do seu traço e também para análise granulométrica do agregado.

Os levantamentos das diversas zonas de amostragem foram identificados nas figuras 9.22 a 9.27, em anexo 8.

Na figura 4.6 encontra-se esquematizada a metodologia adotada para a caracterização química, mineralógica e microestrutural do material pétreo e das argamassas. [23-28] Nesta mesma figura identificaram-se as técnicas laboratoriais aplicadas e a sua finalidade. No anexo 9, apresentou-se alguma informação sobre os métodos e técnicas utilizadas fazendo referência às condições de trabalho.

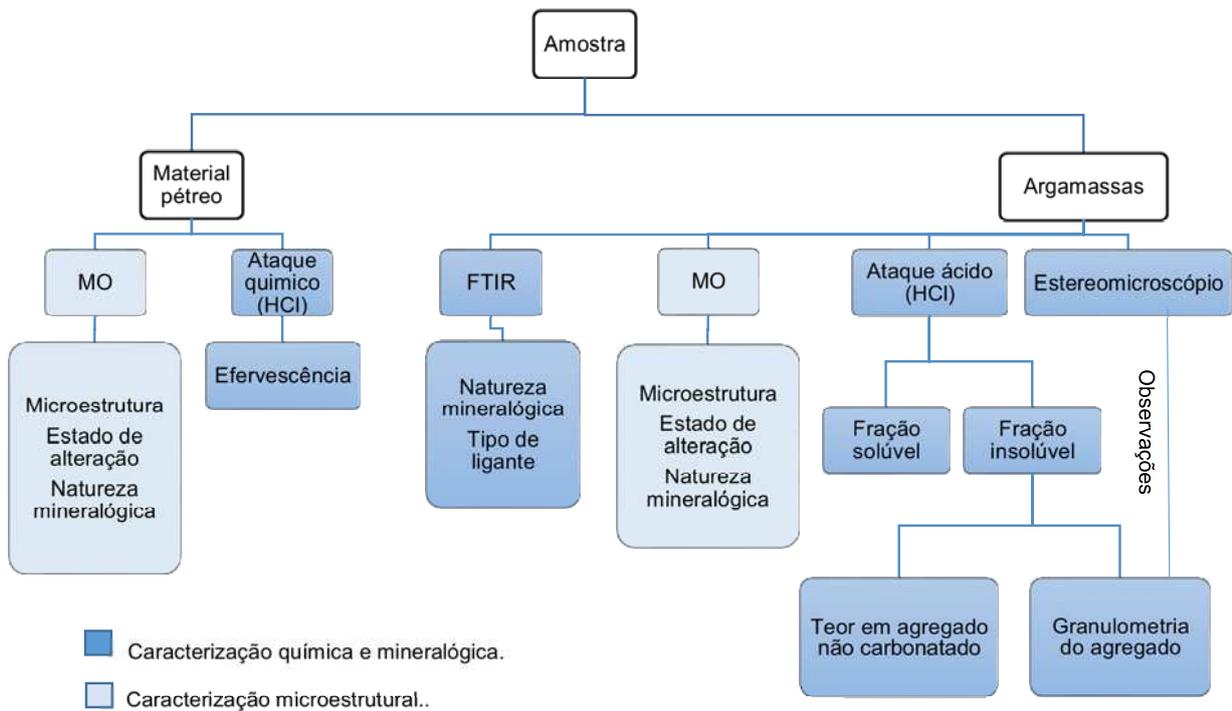


Figura 4. 6 - Metodologia utilizada na análise do material pétreo e argamassas

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1. Materiais pétreos

Do estudo petrográfico feita às amostras de material pétreo, quer dos Paços Novos (AM12, AM13, AM14 e AM16), quer nas pedreiras (AM 9, AM10 e AM11) verificou-se que:

- As amostras coligidas nos Paços Novos, figura 5.7, são calcários de cor clara, creme-amarelada, algo friáveis. Macroscopicamente não foi observada a presença significativa de fósseis, nem de estruturas estilolíticas. Quando observados ao microscópio ótico de luz polarizada verificou-se que se tratam calcários cuja matriz é micrítica. A componente aloquímica presente, em quantidade variável consoante a amostra em questão, é bioclástica, constituída fundamentalmente por fragmentos de fósseis e fósseis completos, heterométricos, alguns dos quais se encontram parcialmente recristalizados, observou-se nesses casos, cristais de calcite espática em mosaico. Exceção ao anteriormente descrito foi a amostra AM13 que diferiu das restantes por apresentar matriz mais rica em componente espática.

Os óxidos de ferro estão disseminados por toda a rocha, ainda que em quantidades variáveis consoante a amostra considerada. Tendo por base a classificação proposta por Folk, estas rochas classificaram-se em termos petrográficos como micritos fossilíferos; [29-31]

- Relativamente às amostras das pedreiras verificou-se que as coligidas na zona de Reixida, seja em Amoreira, seja em Rio Seco (AM 9 e AM10) são calcários de cor creme, acastanhada, bastante brandos. Macroscopicamente não foi observada a presença de fósseis. Quando observados ao microscópio ótico de luz polarizada verificou-se que se trata de calcários de matriz micrítica, apesar de por vezes existirem zonas espáticas. Pontualmente em ambas as amostras, encontraram-se zonas de cal recristalizada, mosaicos de calcite espática. Tal como nas amostras coligidas nos Paços Novos e segundo Folk, estas rochas classificam-se em termos petrográficos como micritos fossilíferos. No que se refere à amostra coligida na região da Martinela (amostra AM11) verificou-se um tipo de calcário mais compacto do que os restantes. Macroscopicamente é um calcário de cor clara, rosado e fossilífero. Quando observado ao microscópio ótico verificou-se que se trata de um calcário cuja matriz é fundamentalmente espática. [29-31]

As amostras coligidas nos Paços Novos apresentaram similitude relativamente às coligidas em pedreiras, com exceção da amostra coligida na pedreira da Martinela.

As amostras de Amoreira e Rio Seco apresentaram semelhança a nível petrográfico com as dos Paços Novos. Haverá no futuro que aprofundar outros aspetos como sejam propriedades petrofísicas e mecânicas. No anexo 10 (figuras 9.26 a 9.35 ) vêm-se algumas imagens microestruturais que complementam a figura 5.7, que incluíram as amostras AM5 e AM6 (pedreiras de dolerito no Castelo).

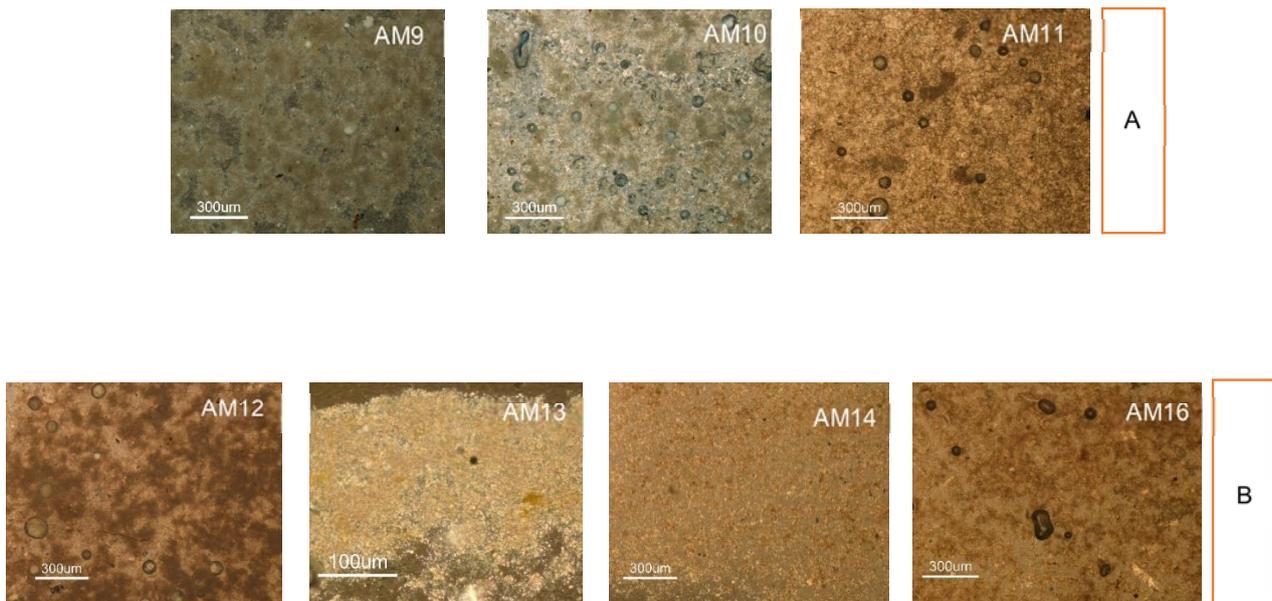


Figura 5.7 – Imagens microestruturais (microscópio ótico) das amostras calcárias coligidas nas pedreiras (A) e Paços Novos (B).

## 5.2. Argamassas

A observação das amostras coligidas ao estereomicroscópio e ao microscópio ótico permitiu verificar que se trata de argamassas apenas constituídas por uma camada, cujo ligante apresentava maioritariamente tonalidade clara. Estas amostras eram bastante coesas (o que dificultou o próprio processo de amostragem) não evidenciaram sinais de segregação dos agregados (figura 5.8), Em alguns casos pontuais foram observados pequenos nódulos de cal os quais podem ser indicativos da não carbonatação completa ou extinção incompleta do ligante.

As argamassas foram classificadas, em termos de cor, utilizando a escala de *Munsell soil color charts* como cinzentas, brancas e amarelo pálido, conforme tabela 9.5 do anexo 11. [32]

Da observação macroscópica verificou-se igualmente que os diferentes conjuntos de amostras coligidas diferiam essencialmente na proporção de ligante e no calibre do agregado. Resultado confirmado aquando da determinação do traço (em massa) e da análise granulométrica do agregado. A observação de secções transversais das amostras correspondentes às intervenções da DGEMN e das amostras correspondente à, suposta, intervenção de Korrodi nos Paços Novos, permitiu verificar que os agregados (angulosos e arredondados) apresentaram variação na cor e tamanho.

Os agregados entre 4,75mm e 2 mm apresentavam granulometria, esfericidade e morfologia variável e maioritariamente a sua composição quartzosa, conforme figuras 5.8, 5.9 e 5.10 e AGO3\_3 e AGKI6\_5, em anexo 12). Foram também observados fragmentos de rocha dolerítica (imagens AGO3\_2 e AGO3\_7 e AGKI6\_2, em anexo12), presença de feldspatos alterados (imagem AGO3\_4 e AGD2\_6 em anexo

12) e, pontualmente óxidos de ferro, quer na fronteira dos agregados, quer os difundidos na matriz do ligante (imagem AGO3\_6, em anexo 12), também foram observadas algumas palhetas de moscovite (imagem AGD2\_5 em anexo 12).

A realização do ataque químico, com HCl, sobre as amostras de argamassa e posterior observação à lupa binocular, confirmou a destruição total do ligante, resultando como material residual, grãos de natureza siliciosa extremamente límpidos (figura 5.10).

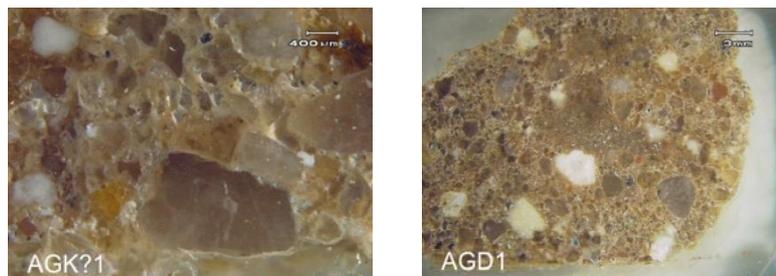


Figura 5.8 -Imagens à lupa binocular das amostras de argamassa de secção polida ( AGK?1 e AGD1).

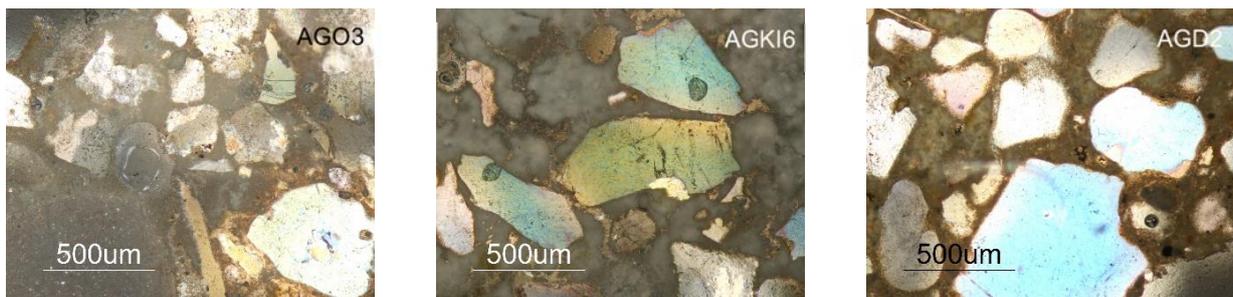


Figura 5.9 – Imagens microestruturais (Microscópio óptico) das amostras AGO3, AGKI6 e AGD2,



Figura 5.10 - Imagens à lupa binocular dos agregados presentes nas amostras AGO1, AGKI1 e AGD1, após realização de ataque químico com HCl.

Em termos de traço (% em massa) verificou-se que os quatro conjuntos de amostras consideradas (conjuntos correspondentes a épocas de aplicação) possuíram algumas diferenças (figura 5.11), segundo a finalidade da argamassa: de assentamento (+); de refechamento de juntas (\*) e de proteção (\*\*).

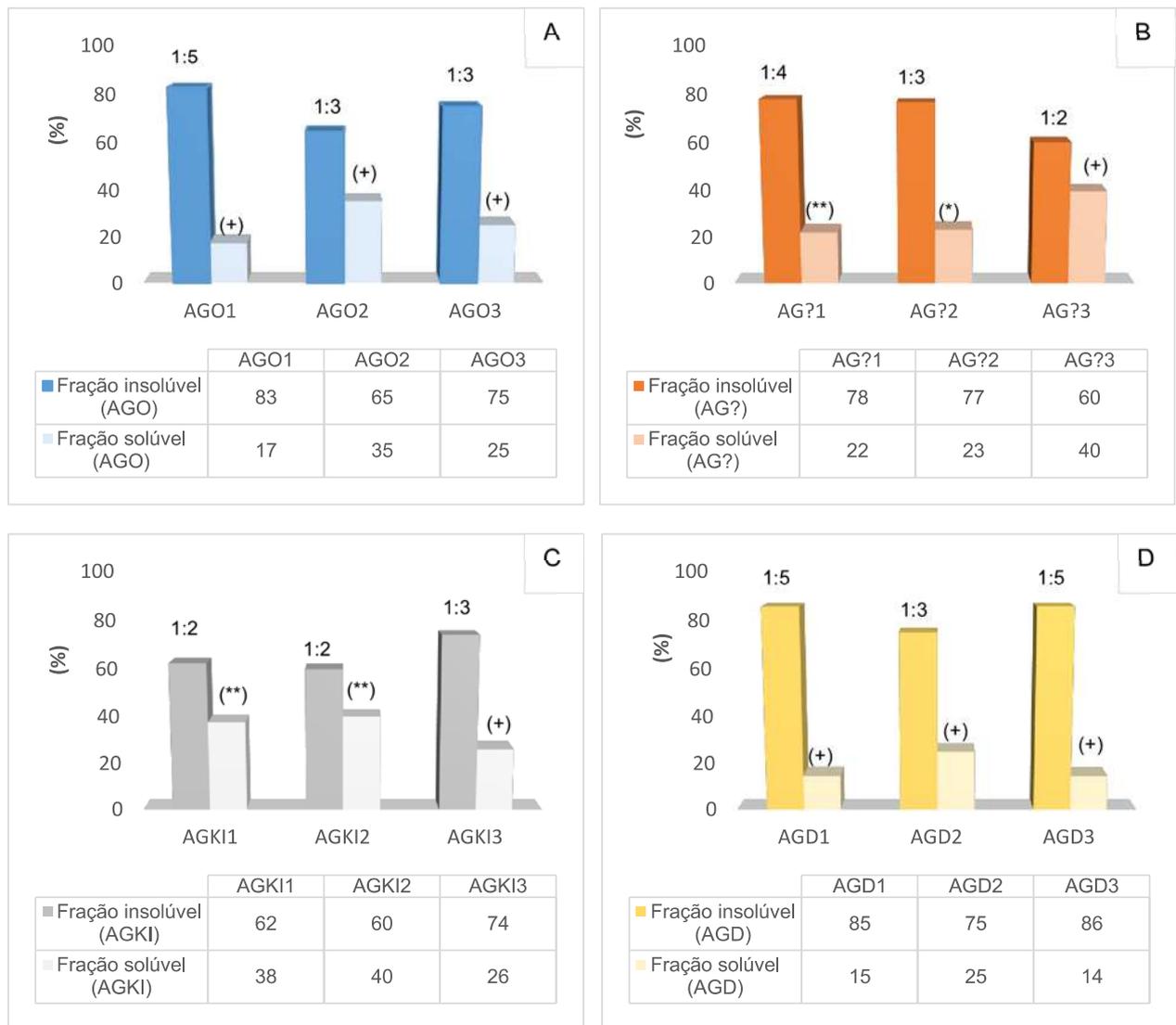


Figura 5. 11 - Valores médios do traço e das % de agregado e ligante: a) Argamassas Original (AGO), b) Argamassas em dúvida (AG?), c) Argamassas Korrodi Igreja Nossa Senhora da Pena (AGKI), d) Argamassas DGEMN (AGD).

Dos resultados obtidos, teceram-se algumas considerações:

- No conjunto de amostras AGO, recolhidas numa zona possivelmente original, os traços variaram entre 1:3 (AGO2 e AGO3) e 1:5 (AGO1);
- As amostras AG? (traço 1:4, 1:3 e 1:2) foram argamassas recolhidas em três locais diferentes, conforme figuras 9.24 e 9.25 no anexo 8. As primeiras duas (AG?1 e AG?2) embora pertencendo ao mesmo alçado, as suas finalidades foram diferentes: AG?1 (argamassa de proteção) e AG?2 (refechamento de junta). As zonas de estudo onde se recolheram estas amostras (câmaras e ante câmaras) foram locais intervencionadas por Ernesto Korrodi figura 9.18 (imagens H, I, J, L) do anexo II, e mais tarde reforçadas pela DGEMN (tabela 9.3) e figura 9.19 do anexo 5. Foi colocado como hipótese de estas amostras corresponderem a uma destas campanhas de reconstrução. A Argamassa AG?3 é uma argamassa de assentamento foi recolhido num troço do alçado nordeste dos Paços Novos que apresentou várias fases de construção e que poderiam pertencer a qualquer uma das fases;
- O conjunto de amostras AGKI1 e AGKI2 (argamassas de proteção) obtiveram resultados semelhantes, ou seja, traço 1:2. A amostra AGKI3, correspondente a uma argamassa de assentamento apresentou um traço, ligeiramente mais enriquecido em agregado, ou seja, 1:3, conforme figura 9.27 do anexo 8;
- O conjunto de amostras AGD relativas às argamassas de assentamento colocadas pela DGEMN, aquando da intervenção no pavimento, foram recolhidas em três alçados diferentes das câmaras e ante câmaras. Apresentaram maioritariamente um traço de 1:5 (AGD1 e AGD3).

Em suma, o conjunto de amostras AGO serão semelhantes em termos de traço às amostras AGD2 e AGKI3, todas elas argamassas de assentamento. As amostras AGKI1 e AGKI2 apresentaram traço semelhante, contrariamente à amostra AG?1 de proteção, pelo que indiciam pertencer, a épocas diferentes.

Os resultados revelam igualmente que a maioria das argamassas estudadas apresentaram uma granulometria variada, ou seja, tinham na sua constituição agregados grossos médios, e finos o que tornou mais compactas. Ter em atenção que uma argamassa que não seja constituída por uma granulometria variada é considerada uma argamassa frágil que com o tempo acaba por fissurar e fraturar. [25,33,34]

No que diz respeito à distribuição granulométrica dos agregados constitutivos das amostras de argamassa coligadas (AGO, AG?, AGKI e AGD) e segundo a tabela 5.1 e figura 5.12, os agregados classificaram-se como areia na medida em que apresentaram dimensões inferiores a 4,75 mm. Os diferentes conjuntos de amostras estudadas distinguiram-se fundamentalmente a nível da fração de grãos médios (granulometria entre 0,600 mm e 2 mm) e grãos finos (inferior a 0,600 mm).

Tabela 5.1 - Composição granulométrica médias do conjunto de amostras estudadas.

Argamassa	Finalidade	Fração granulométrica			Porcentagem (%)
		Finos	Médios	Grossos	
		(<0,6mm)	(entre 0,6 e 2mm)	(>2mm)	
<b>Original (AGO)</b>	Assentamento	60	26	14	
<b>Dúvida (AG?)</b>	Proteção	49	39	12	
	Refechamento	43	36	21	
	Assentamento	27	44	29	
<b>Korrodi, Igreja (AGKI)</b>	Proteção	44	47	9	
	Assentamento	33	40	27	
<b>DGEMN (AGD)</b>	Assentamento	56	29	15	

Da análise granulométrica das amostras estudadas verificou-se que mais de 80% dos agregados apresentaram dimensões superiores a 0,425 mm.

O conjunto de amostras referentes à construção original (AGO) e as amostras da campanha da DGEMN (AGD) apresentaram uma granulometria semelhante, conforme tabela 5.1 e figura 5.12. Estas amostras apresentaram maior proporção de grãos finos (aproximadamente 58%) comparativamente aos dois outros conjuntos de argamassas (AG? e AGKI) (aproximadamente 40%), e estas duas últimas apresentaram enriquecimento em granulometrias médias (aproximadamente 42%).

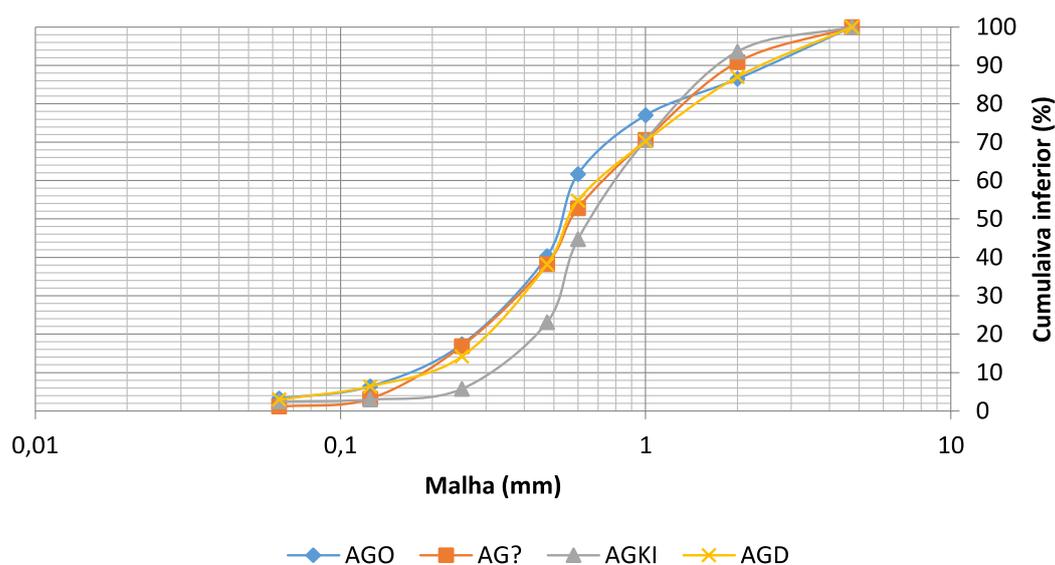


Figura 5.12 - Curvas granulométricas médias dos conjuntos de argamassas estudadas.

As curvas granulométricas médias de cada uma das argamassas foram apresentadas na figura 9.37, em anexo 13.

A análise semi-quantitativa pela técnica de FTIR confirmou quer a natureza do ligante, quer dos agregados utilizados nestas argamassas (figura 5.13). Verificou-se assim que o ligante mais utilizado foi a cal, identificada pelas vibrações características da calcite ( $\nu_1=1087 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu_2=837/75 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu_3=1432/80 \text{ cm}^{-1}$  e  $\nu_4=712/30 \text{ cm}^{-1}$ ). [35-37]

Ao contrário do que era de esperar, a amostra AGD2, referente às argamassas de assentamento produzidas pela DGEMN, não se verificou a presença da vibração do cimento (portlandite número de onda por volta dos  $3676 \text{ cm}^{-1}$ ) [35-37]. De referir que apenas se tratou de uma zona pontual, da intervenção da DGEMN, e que o resultado obtido contrariou a ideia pré estabelecida que as argamassas da DGEMN eram constituídas por cimento. Apesar disso, é notório em diversas zonas dos Paços Novos, principalmente na *Loggia* e zona dos torreões, o uso de cimento em juntas, cercaduras, entre outras funções.

A argamassa AG?1, cuja datação levantou dúvidas neste estudo revelou-se uma argamassa diferente das restantes, pois apresentou gesso na sua constituição, identificado pelas suas principais bandas vibracionais ( $\nu_1=1140 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu_3=1117 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu_4=604/69 \text{ cm}^{-1}$ ), conforme figura 13. [35]

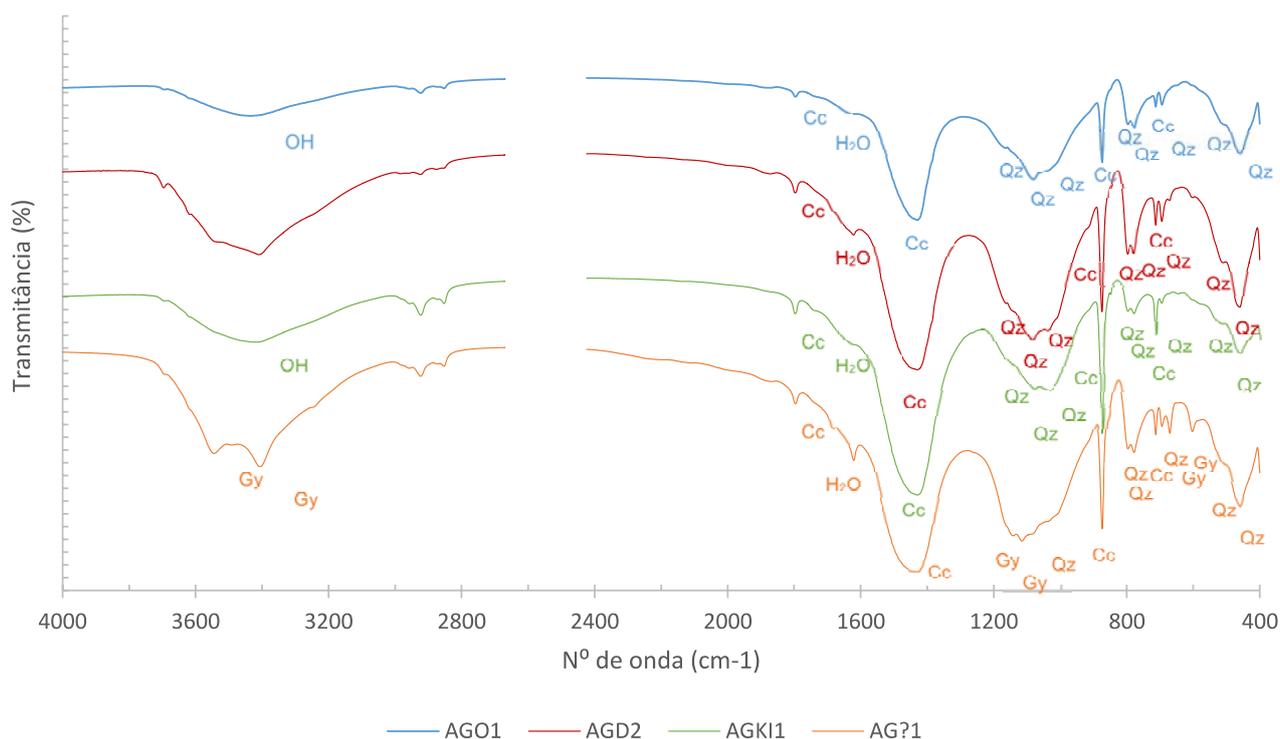


Figura 5.13 - Espectro Infravermelho das amostras AGO1, AGD2, AGK1 e AG?1. A Nomenclatura usada foi :Qz-Quartzto (SiO<sub>2</sub>); Cc – Calcite (CaCO<sub>3</sub>); Gy – Gesso (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O); H<sub>2</sub>O – Água.

### **5.3. Registo, interpretação e levantamento das formas de degradação, tipos litológicos e intervenções**

A maioria das zonas intervencionadas é constituída por alçados de grandes dimensões ou de diversas composições (cantaria e alvenaria) existindo grande dificuldade, por exemplo, em estudar os alçados na sua totalidade. Optou-se pelo estudo das colunatas, arcarias e vãos (*Loggia* e galeria do torreão nordeste) mas, no caso das paredes de alvenaria e cantaria analisaram-se os alçados na sua totalidade (câmara e ante câmaras subjacente, e alçado exterior norte).

À data de elaboração deste trabalho, a Câmara Municipal de Leiria, não dispunha de um levantamento arquitetónico e topográfico completo das diversas zonas dos Paços Novos, apenas existindo o alçado nordeste, onde se encontra o brasão de D.João I.

Assim procedeu-se à execução de um levantamento à escala e respetivo mapeamento das formas de degradação, tipos litológicos e intervenções nas várias zonas de estudo.

Ter em atenção que o reconhecimento das formas de degradação que afetam o material pétreo e argamassas nos edifícios históricos e a sua caracterização espacial implica um levantamento e mapeamento que devem fazer parte de qualquer diagnóstico do estado de conservação de monumentos.

Nos diversos mapeamentos das formas de degradação, tipos litológicos e intervenções utilizou-se a metodologia seguida por Aires-Bairros (2001), e a nomenclatura proposta pelo ICOMOS - ISCS (2008). [23,38]

Após a análise visual e o reconhecimento das principais formas de degradação nos Paços Novos, verificou-se a existência de zonas que começam a necessitar de alguma atenção, pelas patologias existentes dos materiais construtivos e a sua intensidade. Observou-se o mesmo tipo de formas de degradação, independentemente das fases de reconstrução, tais como seja: a colonização biológica, as pátinas e a desagregação granular, conforme figuras 9.37 e 9.38 em anexo 14.

Estas anomalias superficiais deverão ser alvo de uma manutenção periódica e regular pois apesar de não por em risco as estruturas, colocam em causa a conservação das superfícies.

Em suma, os mapeamentos realizados (Figuras 9.37 e 9.38 do anexo 14) indicaram a presença de:

- Fissuras e deformações: Danos físicos observados nos vãos nos Paços Novos. **As fissuras**, em geral, encontraram-se em zonas onde houve impacto mecânico causado pela presença de elementos metálicos ou em zonas muito utilizadas no passado, como é o caso dos assentos existentes nas galerias; As **fraturas** foram encontradas, pontualmente nos assentos e em diversas paredes, dividindo o material pétreo em duas partes.
- Colonização Biológica: Presença muito acentuada e em larga escala, encontrando-se as superfícies pétras cobertas de diferentes tipos de organismos (**líquenes e musgos**) e microrganismos (**algas e biofilmes**), bem como **pequenos arbustos e ervas** sobre todas as áreas de estudo, nas zonas internas e externas. A sua presença foi detectada com maior intensidade na fachada nordeste e nudoeste dos Paços Novos o que pode ser explicado pela

exposição solar, a proximidade ao do rio e às intempéries que combinadas com as propriedades intrínsecas do material poderão criar danos significativos no material pétreo.

- Destacamento: A **esfoliação e/ou lascagem** observou-se com destaque total ou parcial em forma de lascas, onde se denotou a perda avançada da coesão, através do destaque na forma de grânulos ou pó. Esta forma de degradação foi notória em quase todas as zonas estudadas podendo, em alguns casos de maior gravidade, causar a dissolução dos minerais que constituem o material pétreo; A **desagregação granular** (pulverização) existente foi visível, em geral, nos vãos e arcarias dos Paços Novos e poderá ter sido causada pelos agentes físicos e químicos naturais, devido à variação de temperatura e humidade relativa existente no Castelo de Leiria. O caso de maior gravidade observou-se no vão que se situa no alçado nordeste dos Paços Novos, quarto piso, na zona das câmaras e ante câmaras onde começou a haver uma perda de pormenor, um arredondamento das arestas, um esboroamento e adoçamento de formas.
- Perda de Material: A **alveolização** surge associada à acumulação de sais e esta ocorreu em locais onde as características de porosidade são mais suscetíveis e, pela ação da chuva criou concavidades onde se alojam os sais. Esta forma de degradação observou-se nos vãos das zonas ao descoberto (câmaras e antecâmaras) dos Paços Novos; **erosão** surge devido à ação do vento que carrega ou não particulado. Dado que em todas as zonas de estudo existe mais do que um vão e, em algumas delas se encontram ao descoberto foi notório em algumas colunatas, arcarias e vãos efeito do vento pelas marcas que deixaram no material pétreo; **ações mecânicas** foram desencadeadas pela ação humana com recurso a objetos cortantes sobre o material pétreo nos vãos e arcarias existentes nas galerias (*Loggia*) e câmaras e ante câmaras; **perda de material (as lacunas)** foram visíveis nos vãos das câmaras e ante câmaras do quarto piso; A **perfuração** associada a pequenas perfurações no material pétreo criadas por organismos. O tamanho da concavidade pode variar de milímetros a centímetros. Esta patologia foi visível na galeria nordeste dos Paços Novos.
- Descoloração e depósito: As **crostas**, manifestaram-se nas zonas abrigadas dos vãos e não diretamente expostas às intempéries, e são efeito da interação dos materiais carbonatados com atmosferas contaminadas por efeito da combustão de combustíveis fósseis que se combinam com a temperatura e com a humidade do ar criando uma camada rugosa e enegrecida no material pétreo; Os **depósitos** encontraram-se maioritariamente nas zonas de arcarias e vãos potenciais locais de abrigo de aves. Estes depósitos são, no geral, excrementos de pombos; A **patina** (oxalatos), fenómeno que se manifesta pela alteração cromática (a cor varia de castanho a laranja) no material. A presença deste tipo de pátinas foi visível na zona da *Loggia* e galeria nordeste.
- Preenchimento com argamassa: Observou-se algumas lacunas e troços de alvenaria nos Paços Novos que foram posteriormente preenchidos com argamassas devido: a sua inexistência, e/ou remoção de canos e/ou a colocação do pavimento nas zonas das câmaras e

antecâmaras. Na campanha da DGEMN, houve o refechamento de juntas em diversos elementos de cantaria.

Estas formas de degradação foram registadas na forma de levantamentos fotográficos e mapeamento das zonas de estudo: nas câmaras e antecâmaras (figura 9.37, anexo 14) galeria principal dos Paços Novos (figura 9.38, anexo 14), e na galeria do torreão sudeste (figura 9.38, anexo 14). O mapeamento dos tipos litológicos encontram nas figuras 9.39 e 9.40, do anexo 15.

No estudo deste tipo de edifícios históricos é igualmente importante o conhecimento das reconstruções a que este esteve sujeito ao longo do tempo. O levantamento e mapeamento foram realizados na zona do alçado principal e alçado nordeste dos Paços Novos, devido à grande variabilidade de fases de construção que estas zonas estiveram sujeitas. O registo das diferentes reconstruções encontram-se nas figuras 9.41 e 9.42, em anexo 16 onde se dividiu zonas por cores (Original - vermelho; E. Korrodi - azul; Original + E.Korrodi - amarelo).

## **6. Proposta de intervenção**

Dos resultados apresentados neste trabalho sobre o estudo de materiais pétreos e argamassas, levantamento de formas de degradação podem tecer-se algumas considerações sobre as medidas de intervenção que são necessárias levar a cabo, tendo em vista a conservação e restauro dos Paços Novos, respeitando os princípios éticos atualmente utilizados na conservação e restauro, nomeadamente, a metodologia com os princípios da UNESCO, ICCROM, ICOMOS e da Comissão Europeia.

Não se pretende ser exaustivo na listagens dos trabalhos que venham a ser necessários executar em futuras intervenções, referem-se, todavia, algumas intervenções que urge se realizar.

Como visto no Capítulo 5, e nas figuras 9.37 e 9.38 em anexo 14, as formas de degradação ocorrentes nos materiais pétreos variam significativamente nos diferentes elementos arquitetónicos.

Assim, nas figuras 6.14, 6.15 e 6.16 apresentadas abaixo apresentam-se alguns casos particulares, que poderão necessitar no futuro de alguma atenção.

### Câmaras e ante câmaras



Figura 6.14 – Imagens das principais formas de degradação existentes: desagregação granular e esfoliação (A,B,C e D), colonização biológica e biofilmes (B e E), alveolização (F), perfurações (G), fissuras (H) e crostas (I).

### Galeria do Torreão Nordeste



Figura 6.15 - Imagens das principais formas de degradação existentes: depósitos superficiais (A) e colonização biológica (B e C).

## Loggia

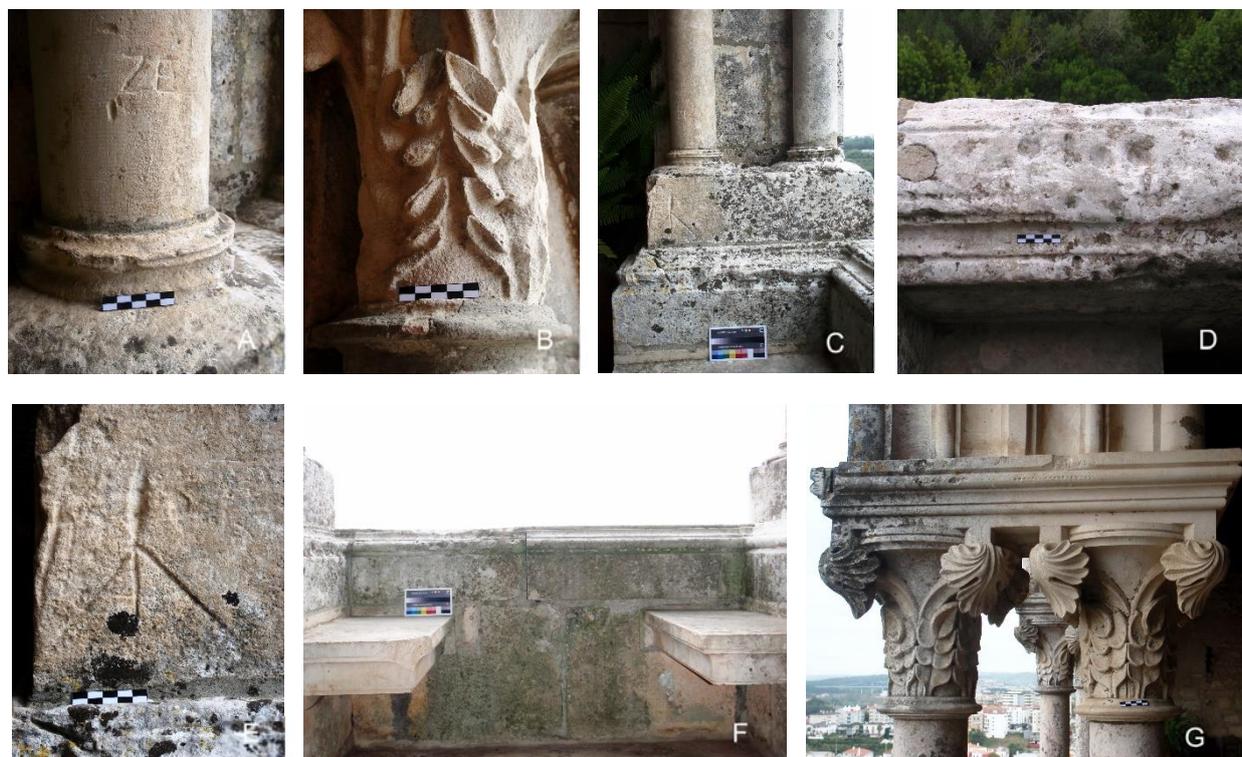


Figura 6.16 - Imagens das principais formas de degradação existentes: ações mecânicas (A e F), desagregação granular (B), colonização biológica e biofilmes (C, F e G), alveolização (D) colonização biológica e biofilmes (B e E), alveolização (F), pátinas (G).

Em suma, algumas ações que poderão ser necessárias realizar num futuro próximo são:

- Desinfestação da vegetação superior, que se desenvolve em juntas de blocos, sobretudo em áreas onde há maior concentração de humidade, através da utilização de herbicidas, seguida de refechamento das juntas com material adequado. Esta vegetação é nociva pela pressão que as suas raízes exercem nas juntas onde se desenvolvem podendo levar ao seu alargamento e à fracturação do material pétreo;
- Aplicação de biocidas apenas em áreas dos alçados que não apresentem outras formas de decaimento associadas;
- Redireccionamento do escoamento das águas pluviais por forma a evitar o contacto direto e prolongado destas com os materiais pétreos;
- Remoção dos depósitos de guano tão nocivos para os materiais pétreos calcários, pelo enriquecimento que apresentam em ácido fosfórico e nítrico e em amónia;
- Limpeza das pátinas de sujidade e/ou crostas acastanhadas que se desenvolvem nas galerias (*Loggia* e galeria do torreão nordeste), conjugando processos mecânicos e químicos;

- Operações de consolidação nos blocos de cantaria das colunatas, arcarias e vãos das câmaras e ante câmaras por forma a aumentar a resistência mecânica do material pétreo e minimizar as perdas que se têm vindo a verificar;
- Eliminação das argamassas à base de cimento que se observaram sobrepostas a superfícies em pedra (fundamentalmente no alçado nordeste e galerias) e que para além de serem inestéticas, apresentam fraca adesão ao substrato pétreo, não são funcionais e provocam fenómenos de alteração diferencial no material pétreo na área próxima da interface entre ambos os materiais;

A estas medidas acresce a implementação de uma política de controlo e manutenção do edifício, realizando inspeções periódicas com o objetivo de determinar o comportamento e a evolução dos materiais e dos eventuais tratamentos aplicados.

## **7. Considerações Finais**

### **7.1. Considerações gerais**

O estudo desenvolvido nos Paços Novos pretende contribuir para a conservação e restauro deste monumento. Os objetivos propostos basearam-se na metodologia de conservação de um monumento apresentada por Aires Barros (1991). Segundo esta metodologia existem vários aspetos que devem ser abordados por forma a permitirem a correta avaliação e o controlo das causas de decaimento dos materiais pétreos em monumentos e a perspetivar medidas adequadas à sua conservação, restauro e preservação. Assim pretendeu-se, com base num levantamento bibliográfico e documental aprofundado, determinar a origem e a situação dos materiais pétreos e argamassas neste monumento. Constitui igualmente objeto de estudo a caracterização petrográfica dos materiais pétreos e seu enquadramento geológico, assim como a determinação de algumas características das argamassas. A localização e caracterização macroscópica, as formas de degradação, relacionando-as, sempre que possível, com os aspetos arquiteturais peculiares, foram igualmente tomadas como aspeto de extrema relevância.

Foram ainda tecidas algumas considerações sobre ações de conservação, restauro e manutenção que se julga necessário aplicar neste monumento, tendo por base a investigação efetuada ao longo de este estudo.

O estudo do material pétreo permitiu concluir que maioritariamente os Paços Novos e os locais que sofreram reconstruções nos períodos referentes às (re) edificações do monumento o material pétreo mais utilizado corresponde a rochas carbonatadas e, em menor escala rochas doleríticas (quer em cantaria, quer em alvenaria).

O estudo das argamassas pertencentes aos diferentes períodos demonstrou que todas as amostras de argamassas aparentam ser muito semelhantes, constituídas por ligante à base de cal. Exceção ao anteriormente afirmado foi um conjunto de amostras, cuja integração num dado período de obras levantou dúvidas (denominadas AG?) e que revelaram apresentar na sua composição gesso

(CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O). Levantando assim a dúvida se a presença deste composto se deveria à argamassa em si (ligante), ou a produtos de alteração que se formaram após a sua aplicação.

Os mapeamentos das principais formas de degradação presentes nas zonas de estudo dos Paços Novos, nomeadamente as câmaras e ante câmaras, *Loggia* e galeria do torreão nordeste, forneceram informação detalhada de toda a superfície pétreo das colunatas, arcarias e vãos e permitiram concluir que este edifício histórico está, de um modo geral, em razoável estado de conservação.

A situação que mais se destaca nos Paços Novos é a colonização biológica, as pátinas, a desagregação granular e esfoliação, depósitos superficiais como sendo os agentes de deterioração que maior atuam sobre as fachadas estudadas nos Paços Novos.

Em suma, com este estudo foi possível obter algumas informações relevantes sobre a composição de grande parte do material pétreo existente nos Paços Novos e a composição de grande parte de argamassas usadas na fundação e reconstrução deste edifício histórico que podem servir como informação preciosa na tomada de decisão em futuras intervenções estruturais no edifício. De qualquer forma haverá a necessidade de aprofundar as análises a novas amostras e a novos locais que terão sido alvo de intervenções.

A problemática da manutenção de fachadas externas e internas que compõem um edifício histórico, fazem levantar a questão da utilização ou não da conservação de técnicas tradicionais, que incorporam materiais esteticamente, fisicamente e quimicamente compatíveis aos originais. Partindo desse princípio, a intervenção em edifícios antigos e, neste caso particular dos Paços Novos, deve procurar manter a aparência original, tendo em consideração os valores históricos e estéticos. Estando nós em presença de um edifício histórico que integra uma diversidade de materiais, por vezes, a aplicação do princípio de reversibilidade pode não ser satisfeito.

## 7.2. *Perspetivas futuras*

A continuidade desta investigação científica agora iniciada e que constitui tanto quanto é do conhecimento do autor, o primeiro estudo multidisciplinar sobre os Paços Novos, deverá desenvolver-se por diferentes áreas:

- Apesar de se ter conseguido estudar algumas amostras indicadas nos estudos de Pereira de Sousa (1903) e de Clara Soares (2001), num futuro próximo, considerou-se de extrema importância, a visita a outras pedreiras na proximidade para análise comparativa, a par de uma nova amostragem nos Paços Novos;
- A continuidade deste estudo irá obrigar a recorrer a outro tipo de recursos, nomeadamente de uma equipa especializada em escalada para a extração de amostras em zonas de difícil acesso (por exemplo, no alçado exterior da *Loggia* e das galerias dos torreões) e que não foi possível recorrer no âmbito desta dissertação;
- Recolha de amostras em outras pedreiras, nomeadamente as pedreiras enunciadas por Soares (2001) – Reguengos e Carvalhos – e de onde terá sido extraída pedra para as reconstruções nos Paços Novos, e sua comparação com amostras coligidas na *Loggia* e as galerias dos torreões, onde segundo a mesma fonte terá sido aplicada pedra com esta proveniência.
- Caracterização química e petrofísica dos materiais pétreos, quer do monumento, quer das pedreiras. Este aspeto levanta a questão da dimensão da amostra, fundamentalmente para aquelas que serão coligidas no monumento.
- Algumas das amostras argamassas analisadas poderão pertencer a uma das campanhas levadas a cabo nos Paços Novos, quer por Korrodi quer pela DGMEN, e que neste estudo não se conseguiu diferenciar. Como perspetiva futura e na continuidade deste estudo, poder-se-á proceder à extração de novas amostras nas zonas estudadas e noutras áreas dos Paços Novos, tendo em conta a finalidade e a época reconstitutiva, através da observação de fotografias antigas e dos levantamentos aqui realizados relativos às campanhas de reconstrução.

## 8. Bibliografia

- [1] – ROCHA, Manuela – **Intervenção de Conservação e Restauo da Capela-mor da Igreja da Nossa Senhora da Purificação, Bucelas: Critérios e problemáticas de intervenção**. Lisboa: Escola Superior de Artes Decorativas da Fundação Ricardo Espírito Santo Silva, 2011. Dissertação apresentada à para obtenção do grau Mestre em Conservação e Reabilitação de interiores, p. 9
- [2] CARVALHO, Anabela – **Sistema de Áudio-Guias Portáteis: Castelo de Leiria**. Leiria: Câmara Municipal de Leiria, Divisão de Ação Cultural – Museus e Bibliotecas, 2012, p. 1-2.
- [3] CARVALHO, Vânia. – Projeto de Valorização e Requalificação do Castelo de Leiria. Leiria: Câmara Municipal de Leiria, 2009, p. 33-53. [Não publicado]
- [4] GOMES, Saul António – **Castelo de Leiria: Roteiro Histórico**. Leiria: Câmara Municipal de Leiria, 1997, p. 1-4.
- [5] GOMES, Saul António – **Introdução à História do Castelo de Leiria**. 2ª ed. Leiria: Câmara Municipal de Leiria, 2004. ISBN 972-8043-43-0, p. 21-207.
- [6] GIL, Júlio., CABRITA, Augusto – **Os mais belos Castelos de Portugal**. 1ª ed. Lisboa/São Paulo: Verbo, 1986, ISBN 9972211358. p. 124-127.
- [7] MONTEIRO, João Gouveia – **Os Castelos Portugueses dos Finais da Idade Média: Presença, perfil, conservação, vigilância e comando**. Lisboa: Colibri, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 1999, ISBN 972-772091-9, p. 47-49.
- [8] GANDRA, Manuel – **Cadernos da tradição: Siglas e Marcas lapidares**. nº2. Lisboa: Publicação semestral Ano I, , 2001, ISBN 198N-1615-1139. p. 124-127
- [9] PEREIRA, Paulo – **História da Arte Portuguesa**. Lisboa: Circulo de Leitores e Autores, 2004, ISBN 972-42-1143-6, Vol.I, p. 345-405.
- [10] DIAS, Pedro – **A Arquitetura Gótica Portuguesa**. Lisboa: Estampa, Coleção Teoria da Arte, 1994, ISBN 9789723309843, p. 187-188.
- [11] PRIKRYL, Richard, TOROK, Akos – Current methods and future trends in testing durability analysis and provenance studies of natural stones used in historical monuments. **Journal of Cultural Heritage**. Hungary, Volume 115, Issues 3-4 (2010), p. 139-142.
- [12] GOMES, Saul António – **Estudos de reconstrução sobre o Castelo de Leiria: Ernesto Korrodi, reed.do caderno de 1898**. Leiria: Imagens & Letras, 2009. ISBN 978-989-8153-15-9. p. III- XVIII.
- [13] Costa, Lucília Verdelho da – **Ernesto Korrodi: Arquitectura, Ensino e Restauo do Património**. Lisboa: Universidade de Lisboa, FSCH,1985. Dissertação apresentada para a obtenção do Grau Mestre em História de Arte.
- [14] Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana - Sistema de Informação para o Património Arquitetónico [Em linha]. Forte de Sacavém: Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana, [Consultado 23 Jan.2013]. Disponível em [http://www.monumentos.pt/Site/APP\\_PagesUser/SIPA.aspx?id=3312](http://www.monumentos.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=3312).
- [15] CORREIA, Luís Miguel – **Restauo versus Conservação: Castelo em Portugal no Estado Novo: Breve nota sobre o papel da DGEMN**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2012, p. 47-61.
- [16] MARADO, Catarina Almeida, CORREIA, Luís Miguel – O contexto do Património Arquitetónico: Projeto de investigação. **The Setting of Architectural Heritage**. Lisboa, nº2 (2010),p. 85-89.
- [17] CORREIA, Luís Miguel – **Castelos em Portugal: Retrato do seu perfil Arquitetónico**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010, p. 334-335.
- [18] CORDEIRO, Filipa Raposo – **Problemas em intervenções de Conservação e Restauo. Como evitá-los?**. Ge-Conservacion/Conservação [em linha]. nº1 (2010). [Consultado. 12 Dez.2012]. Disponível em <http://www.slideshare.net/BorisMarceloGoitiaClaros/problemas-em-restauo>. ISSN:1989-8568, p. 154.
- [19] MEDEIROS, José Maria – **Recuperação das Muralhas do Castelo dos Mouros**. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa/ Instituto Superior Técnico, 2010. Dissertação apresentada para obtenção do Grau Mestre em Engenharia Civil, p. 4-34.
- [20] TEIXEIRA et al. – Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000, Noticia explicativa da folha 23-C, Leiria. Lisboa: Ministério da Economia, Direção geral de minas e serviços geológicos, 1968, p. 69.
- [21] PEREIRA DE SOUSA, Luis – **Os Calcários do Distrito de Leiria**. Lisboa: Revista de Engenharia Militar, Tipografia do Comércio, n.º 8 (1903), Cota: QE955.S68 1903, p. 239-275.
- [22] SOARES, Clara Moura – **O Restauo do Mosteiro da Batalha: Pedreiras Históricas, Estaleiro de Obras e Mestres Canteiros**, Leiria: Magno, Coleção História e Arte, nº 7 (2001), ISBN 972-8345-28-3, p. 128-148

- [23] AIRES-BARROS, Luís – **As Rochas dos Monumentos Portugueses**. Lisboa: Instituto Português do Património Arquitectónico, Coleção Cadernos, volume I e II (2001), ISBN 972-8087-81-0.
- [24] STUART, Barbara – **Analytical Techniques in Materials Conservation**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2007, ISBN 978-0-470-01280-2, p. 54-133.
- [25] KANAN, Maria Isabel – **Manual de Conservação e Intervenção em Argamassas e Revestimentos à Base de Cal**. Brasília: Iphan / Programa Monumenta- Caroline Soudant, Cadernos técnicos, nº 8 (2008), ISBN 978-85-7334-077-8, p. 19-171.
- [26] PRIKRYL, Richard., SMITH, Bryan John – **Building Stone Decay : From Diagnosis to Conservation**. United Kingdom: Geological Society Special Publication 271, 2007, ISBN 978-1-86239-218-2, p. 1-50.
- [27] – JANA, Dipayan – **Application of Petrography in Restoration of Historic Masonry Structures**. Scotland. In Euro Seminar on Microscopy Applied to Building Materials, 10<sup>th</sup>, 2005.
- [28] – CANDEIAS, Estevão A. et al. – **Characterization of ancient mortars: present methodology and future perspectives**. Évora. In Workshop on Chemistry in the Conservation of Cultural Heritage: present and future perspective, 2006.
- [29] SCHOLLE, Petter A., SCHOLLE, Dana S. Ulmer – **A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures, Porosity, Diagenesis**, 2<sup>a</sup> ed. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, 2003, ISBN 0891813586, Vol. 14-20, p. 227-291.
- [30] FOLK, Robert L. – **Practical Petrographic Classification of Limestones**. In American Association of Petroleum Geologists Bulletin, nº43 (1959), p. 1-38.
- [31] FOLK, Robert L. – **Spectral subdivision of Limestones types: Classification of Carbonate Rocks**. In W.E.Ham, nº1 (1962), p. 62-84.
- [32] MUNSELL, Color Company. – **Soil Color Charts**. New Windsor: Washable edition 617 Little Britain Road, Macbeth Division, NY12553, 2000.
- [33] – MARQUES, Sofia – **Estudo de Argamassas de Reabilitação de Edifícios Antigos**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2005. Dissertação apresentada à para obtenção do Grau Mestre em Engenharia de Materiais, p. 1-79
- [34] – COUTINHO, Joana – **Agregados para Argamassas e Betões**, 2<sup>o</sup> ed, In DEC, FEUP, , 1999, p. 1-36.
- [35] – CARRASCO, Lúcia Fernández, et al. – **Infrared Spectroscopy in the Analysis of Building and Construction Materials, Infrared Spectroscopy: Material Science, Engineering and Technology**. In Prof. Theophanides Theophile, 2012, ISBN 978-953-51-0537-4 [Consultado 18 Mar.2013] , Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/infrared-spectroscopy-materials-science-engineering-and-technology/infrared-spectroscopy-of-cementitious-materials>.
- [36] – RAMASAMY, V, SURESH, G. – Mineral Characterization and Crystalline Nature of Quartz in Ponnaiyar River Sediments. **American-Eurasian Journal of Scientific Research**. Tamilnadu. ISSN 1818-6785, nº4 (2009), p. 103-106.
- [37] – MADEJOVÁ, J. – **FTIR techniques in clay mineral studies, Vibrational Spectroscopy**. In Elsevier Science, 2002, [Consultado 18 Mar.2013]. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/vibspec](http://www.elsevier.com/locate/vibspec).
- [38] ICOMOS-ICS – **Illustrated Glossary on Stone Deterioration patterns**. [Em linha]. Monuments and Sites XV. France: V.Vergès-Belmin., 2008. [Consultado 8 Dez.2012]. Disponível em [http://www.icomos.org/publications/monuments\\_and\\_sites/15/pdf/Monuments\\_and\\_Sites\\_15\\_ISCS\\_Glossary\\_Stone.pdf](http://www.icomos.org/publications/monuments_and_sites/15/pdf/Monuments_and_Sites_15_ISCS_Glossary_Stone.pdf). ISBN 979-2-918086-00-0.

## **9. Anexos**

## Anexo 1 – Levantamento das marcas de canteiro

Tabela 9.2 – Levantamento de marcas de canteiro

Marcas	Paços Novos	Igreja Nossa da Pena	Mosteiro da Batalha
†			
∩			
†			
⤴			
∂			
Z			
+			
†			
†			
†			
∂			
⤴			
⤴			
∂			
∇			
†			
⊠			
∩			
∩			
∩			
∩			
H			

Legenda:



Marcas de canteiro iguais a dois ou três monumentos.



Marcas de canteiro iguais a dois ou três monumentos, encontradas em fontes documentais [8] mas, quando oi realizado os levantamentos não foram observadas no local.

## **Anexo 2 – Descrição histórica-arquitetónica dos Paços Novos**

Os Paços Novos apresentam um corpo central de dezanove metros de comprimento composto por três pisos sendo que os dois últimos pisos superiores se destinavam a habitação. É ladeado por dois torreões, constituindo os dois corpos laterais, de quatro pavimentos com os cimeiros compostos por galerias (arcadas). Estes dois torreões ainda são flanqueados por duas torres. As plantas dos três pisos apresentam grandes salas centrais, sendo a das torres de menores dimensões, visível na figura 2.2 (imagem 2 e 3). [2-7]

O primeiro piso (imagem 1 da figura 2.2), abaixo do nível do solo, encontra-se a “sala dos arcos” com três possantes arcos ogivais, já intervencionados (Arquiteto Ernesto Korrodi), e cuja dimensão alcança a altura do terceiro piso. Este piso, possivelmente, servia como adega ou celeiro e/ou quarto para os criados. [2-7]

No segundo piso (imagem 2 da figura 2.2), junto ao lado Noroeste dos Paços Novos, situa-se a entrada principal. Esta entrada é feita por baixo de uma escada de pedra (ainda original) que dava acesso a dois salões. O primeiro, salão de entrada, de pouca iluminação, e um segundo salão com iluminação dos dez vãos góticos intervencionados (Arquiteto Ernesto Korrodi). Este lado da fachada (virada a sul), é suportado por três contrafortes. [2-7]

O terceiro piso (imagem 3 da figura 2.2) exhibe uma galeria no corpo central, *loggia* de oito vãos emoldurados por arcos ogivais, assentes sobre capitéis geminados onde cada vão de arco abrigava uma varanda com dois bancos. Trata-se de uma das magníficas *loggias* presentes na nossa arquitetura, revelando um gótico trecentista (flamejante), um pouco semelhante ao existente na Igreja de Nossa Senhora da Pena. [2-7] Estas oito arcarias ogivais, refletem a elegância e originalidade que esta edificação teve para época, apesar de que, atualmente, se observe apenas “reconstruções” levadas a cabo pelo Arquiteto Ernesto Korrodi. Neste piso, encontra-se o salão nobre, local onde se realizavam os festejos e onde, por vezes, se reunia o conselho de estado. [2-7]

O quarto e último piso (imagem 4 da figura 2.2) são semelhantes ao piso inferior e denomina-se, atualmente, a zona dos torreões. Pode-se observar que, comparativamente aos outros pisos, este foi o menos reconstruído sendo cada torreão composto por galerias de arcaria ogival e colunata simples com madeiramento no telhado. Uma das galerias é constituída por quatro vãos e outra por apenas três, voltados a sul. Nas zonas laterais deste piso encontram-se as câmaras de dormir e as respetivas antecâmaras, ainda com lareiras que se supões serem originais. Na antecâmara do lado nordeste ainda permanece a ruína de um corredor que dava acesso ao coro-alto da Igreja Nossa Senhora da Pena. [2-7]

Os Paços Novos, possivelmente foram rebocados, restando ainda alguns vestígios no alçado Sudeste (alçado principal, onde se encontra a *loggia*) contendo zonas construídas em pedra aparelhada (bocais) e em tijolo (chaminés e lareiras). Os pavimentos eram cobertos por ladrilhos policromos (amarelos, castanhos e verdes) de gosto mudéjar (Ainda se podem encontrar alguns dos ladrilhos originais na reserva arqueológica de Leiria). [2-7]

### **Anexo 3 – Biografia Ernesto Korrodi**

*Ernesto Korrodi nasceu em Zurique, na Suíça, no dia 31 de Janeiro De 1870. Em 1885, aos 15 anos de idade (...) o jovem E.Korrodi entrou para a Escola de Arte Industrial daquela cidade, nela vindo a concluir (...) o curso de escultor decorador e o de professora de Desenho. Para Ernesto Korrodi, a sua vida anterior à chegada a Portugal era tudo quanto podia haver de mais simples. Ele próprio o recorda, em carta que dirigiu, em 9 de Julho de 1901, a Sousa Viterbo, nela invocando a impressão profunda que lhe deixara uma digressão em Itália (...) A motivação italiana acabaria por lhe acalentar a opção portuguesa, pátria de memórias graníticas nortenhas, as primeiras a despertarem E.Korrodi como estudioso do património arquitetónico nacional, dos calcários góticos do litoral estremenho, laços definitivos do Artista entre nós, e dos ricos mármorens renascença meridionais, cujos castelos, igrejas e vilas apreciou.*

*Leiria era, ao tempo em que Korrodi nela se fixou, uma pequena cidade de província, orgulhosa do seu passado histórico que lhe garantia o estatuto de capital distrital e o estabelecimento de alguns serviços públicos, civis e militares. Residindo já Ernesto Korrodi em Leiria (...) um decreto de 13 de junho de 1888 instituiu a Escola de Desenho Industrial de Domingos Sequeira, em Leiria (...) juntando, em 1894, Ernesto Korrodi.*

*Leiria era um lugar de forte espírito histórico, superiormente marcado pelo arruinado castelo e cerca antiga, enriquecido, ainda pelas suas igrejas, santuários e conventos, edifícios públicos e solares nobres, ruas e praças antigas. A Leiria chegou, como escrevíamos, Ernesto Korrodi correndo o ano de 1894. No ano seguinte, já o castelo leiriense era alvo de investigação por parte do ilustre Professor de Desenho. Não se interessou Korrodi, aliás, somente pelo vetusto monumento, porquanto também o atraiu a arqueologia antiga desta região. O castelo de Leiria tornou-se o palco de eleição intelectual e artística para Ernesto Korrodi. Estudou-o pela observação direta das suas ruínas, pela leitura das suas marcas arqueológicas, pela compreensão da relação entre a orografia do sítio e a construção. Levantou as plantas da cerca amuralhada e da alcáçova castelã, esboçou apontamentos e pormenores, fotografou de longe e de perto o monumento, definiu as cronologias dos diferentes espaços edificados, observou antigas gravuras e pinturas em que apontava a fortaleza, para, finalmente, recompor, pelo desenho e pela descrição história e arquitetónica, todo o portentoso imaginário românico e gótico por que se apaixonara. O mais apurado de todo o trabalho traduziu-se na edição, em 1898, do seu precioso trabalho intitulado Estudos de Reconstrução sobre o Castelo de Leiria (Reconstituição gráfica de um notável exemplo de construção civil e militar portuguesa). Verdadeiro álbum, na senda do mais apurado legado e método reconstitutivo estabelecido por Viollet le Duc e sua escola, contém, ao longo de vinte e três páginas de grande formato, 26 estampas, de reproduções fotolitográficas dos desenhos originais,*

*Esta obra teve um profundo impacto quer no País, quer, de modo muito especial, entre os leirienses, O despertar do interesse pelo Castelo citadino tornava-se, desde aí, numa questão maior na vida intelectual e cívica local. Os Estudos de Reconstrução do Castelo de Leiria, obra de aprimorada inteligência visual (...) é um álbum de apontamentos e desenhos ao natural, mas com preocupações de objetividade científica, inserindo plantas gerais de todo o complexo e particulares do paço e da capela gótica, sempre com escala, para além de cortes, alçados, perfis, secções, trechos e pequenos detalhes arquitetónicos e escultóricos. As reconstruções que se propõe nestas laudas revelam a riqueza do imaginário do Autor que descobre nas ruínas castelãs um cenário de eleição e de combate cívico e cultural. Korrodi lê o monumento no pormenor do vestígio arqueológico construtivo, dos aparelhos e das suas funcionalidades, atentando nos mais pequenos indícios para os restituir à sua forma primigénia e matricial.*

*No dia 30 de Setembro de 1915 procedeu-se ao ato da fundação da Liga dos Amigos do Castelo de Leiria (...) presidida à Liga o Dr. Afonso Zúquete, assessorado por Ernesto Korrodi (...) deu-se pouco tempo depois, início às obras de reconstrução orientadas pelas propostas de E.Korrodi. A Korrodi foi atribuída a posição de pretender reconstruir integralmente, e de acordo com os conhecidos planos(...)as obras seriam dirigidas por Ernesto Korrodi até 1933. Entretanto, E.Korrodi tivera conhecimento dos desenhos de Jean Noel, de 1780, sobre o Castelo, os quais permitiram reconstituir a fisionomia da fachada do paço real voltada para o pátio interior.*

*Ernesto Korrodi granjeou justo reconhecimento e prestígio na sociedade portuguesa que o acolheu. Em 1898 era já socio da Real Associação dos Arquitetos e Arqueólogos e da Associação dos Engenheiros Civis Portugueses (...) a memória de Ernesto Korrodi permanece, de Norte a Sul do País, em todos os projetos que imaginou e que teve o mérito de conseguir edificar. Ernesto Korrodi faleceu no dia 3 de Fevereiro de 1944, tendo sido tumulado no cemitério de Leiria, em campa voltada para a colina do Castelo, conforme desejo seu.*

**Fonte:** Saul António Gomes, 2009

**Anexo 4 – Fotografias e levantamentos da campanha de reconstrução de Ernesto Korrodi**



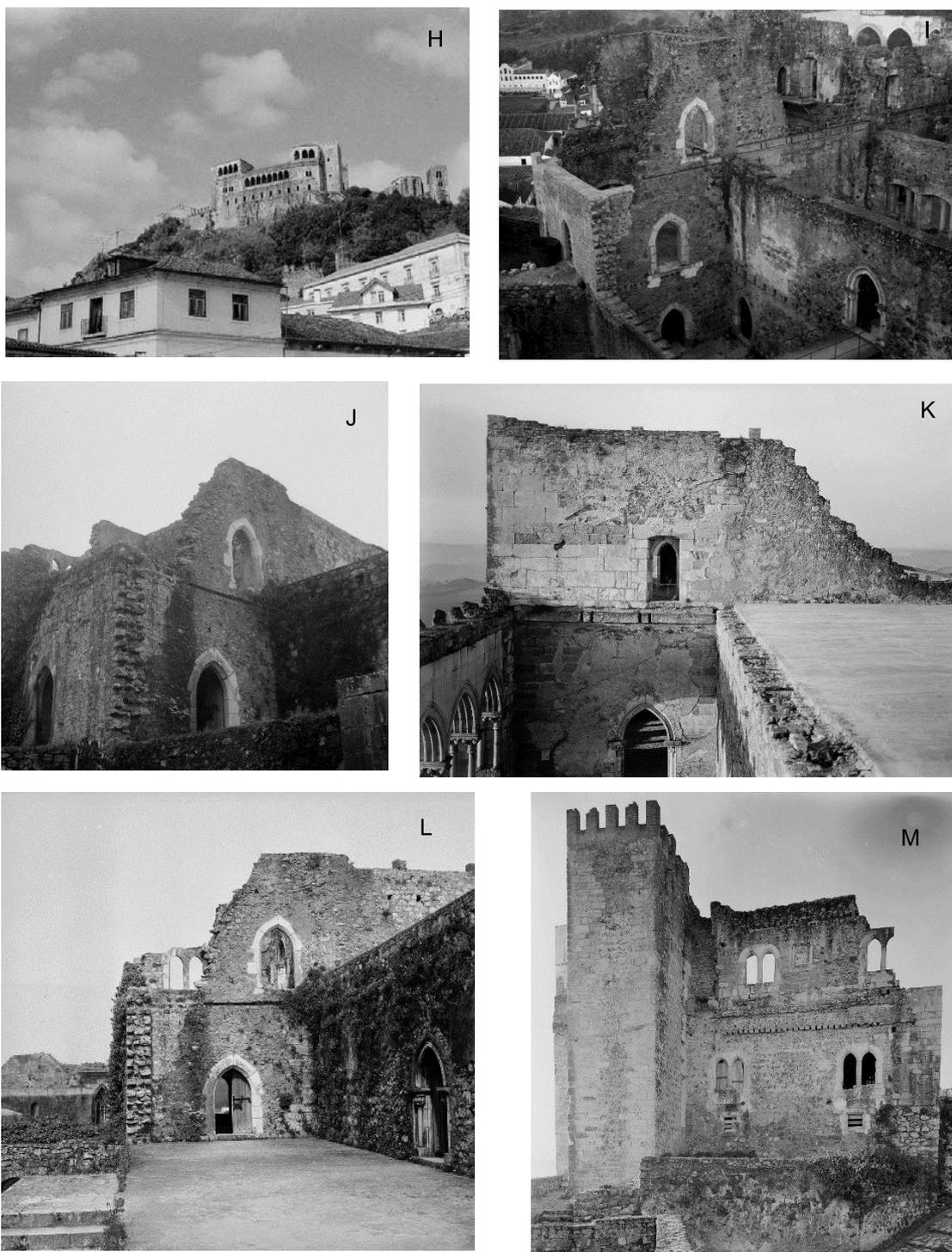


Figura 9.17 – Composição de imagens relativas às reconstruções realizadas por Ernesto Korrodi (de: SIPA, retirada 11-11-2012). (A) Ruína parcial do alçado Nordeste; (B) vista sudoeste dos Paços Novos; (C) Loggia em ruína; (D); (D e G) câmara reconstruída do 4º piso; (E) vista alçado interior Norte em ruína; (F) vista Loggia reconstruída; (H) vista da cidade para os Paços Novos reconstruídos; (I) vista da Torre de Menagem para os Paços Novos, parcialmente reconstruídos; (J) vista para o 4º piso; (K) vista do telhado parcialmente reconstruído da Loggia; (L) vista do 3º piso; (M) alçado Nordeste dos Paços Novos reconstruídos.

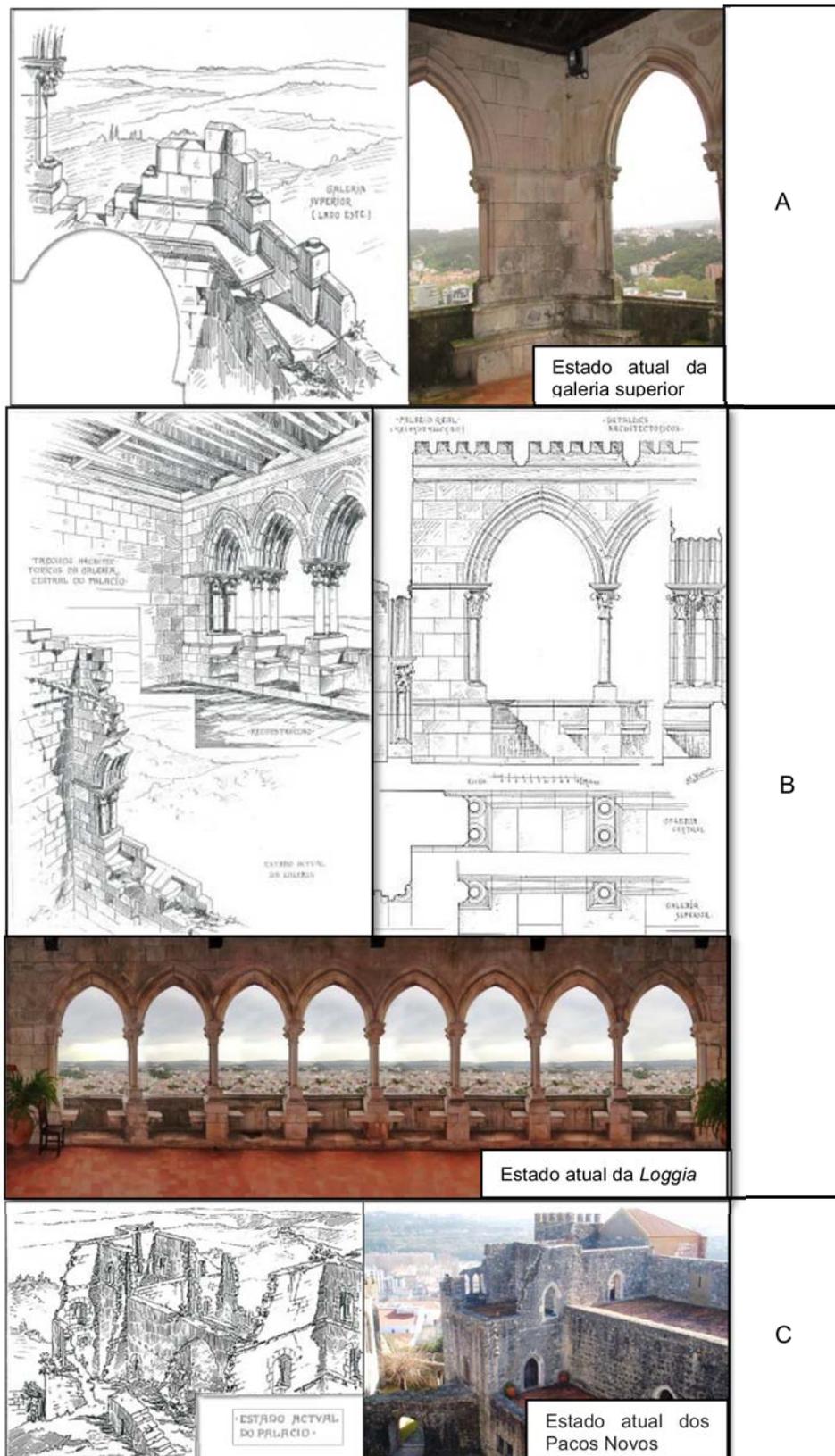


Figura 9.18 - Levantamento do estado de ruína e estado atual, séc XXI: (A) galeria Nordeste dos torrões, (B) a Loggia, (C) câmaras e ante câmaras (adaptado de: Saul Gomes, 2009)

## **Anexo 5 – Síntese das intervenções realizadas pela Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais**

Tabela 9.3 – Levantamento das intervenções levadas a cabo pela DGEMN (adaptado de: SIPA)

<b>DATA</b>	<b>TIPO DE INTERVENÇÃO</b>
<b>1959</b>	Beneficiação das instalações sanitárias, colocação de portas novas e pintura das existentes; limpeza de pavimentos; beneficiação de paramentos, disfarce dos elementos em betão.
<b>1968</b>	Revestimento a tijoleira do pavimento nos três pisos, cantarias nas soleiras das portas, degraus, rodapé da escada, restauro de pavimentos em cantaria, limpeza de paramentos de paredes interiores, nova alvenaria para regularizar paredes e tapar vãos, limpeza e consolidação do fogão de sala, pintura de tetos, beneficiação de instalações sanitárias, revestimentos de tetos vigados com madeira, incluindo barrotes entre vigas, construção de portas e caixilhos para janelas.
<b>1969</b>	Reconstrução de merlões de enchimento das torres e muralhas, incluindo consolidação dos cunhais e parapeitos com cintas de betão.
<b>1970</b>	Impermeabilização dos terraços sobre os Paços Novos, construção de muretes em alvenaria para remate dos mesmos, limpeza das paredes de alvenaria e refechamento de juntas; Criação de cintas na torre anexa aos paços, reparação de alvenaria de pedra e substituição de alvenaria de tijolo por alvenaria de pedra, limpeza de ervas.
<b>1973</b>	Construção de novas instalações sanitárias nos Paços com demolição prévia das que se encontravam mal situadas; Ligação interna entre o 2º e 3º piso com demolição prévia de escada em betão existente.
<b>1975</b>	Instalação elétrica no interior dos Paços Novos.
<b>1985</b>	Escoramento de dois arcos, um na <i>loggia</i> e outro no piso superior do corpo lateral esquerdo.
<b>1987</b>	Continuação de reparações nos Paços Novos: transformação das instalações sanitárias do 2º piso, impermeabilização, regularização e revestimento dos terraços, vedação a vidro dos vãos do 2º piso, elevação do nível do pavimento junto á entrada para assentamento de guarda-vento.
<b>2000</b>	Projeto de revitalização e recuperação dos Paços Novos



Figura 9.19 – Intervenções DGEMN: Remoção do antigo pavimento e colocação do novo em tijoleira na *Loggia* (imagem A, B e C) e remoção de canalizações e preenchimentos com argamassa (imagem D), capeamento (Imagem E) colocação do pavimento novo em tijoleira na galeria Sudeste dos Paços Novos (imagem e G) (De: SIPA FOTO0090 (5075), (5169), (5269), (5072), (5236), (5025)), vistas a 22-10-2012.

## Anexo 6 – Localização (coordenadas UTM) das pedreiras históricas

Tabela 9.4 – Localização das Pedreiras históricas visitadas.

A cinzento estão assinaladas as que foram estudadas.

Amostra	Lugar	Freguesia	Recurso	Coord. X	Coord. Y	Distância Castelo de Leiria
1	Encosta N / Encarnação	Leiria	Calcário	-57248	8170	2,3 Km
2	Urb. Encosta / Cemitério	Leiria	Calcário	-57250	8426	2,2 Km
3	Urb. Encosta / Cemitério	Leiria	Calcário	-57247	8452	2,2 Km
4	Encosta SW / Capuchos	Leiria	Dolerito	-58640	8393	1,9 Km
5	Castelo	Leiria	Dolerito	-57973	8933	2,2 Km
6	Castelo	Leiria	Dolerito	-57995	8963	2,2 Km
7	Castelo	Leiria	Dolerito	-57920	8959	2,2 Km
8	Castelo	Leiria	Calcário	-57943	8900	2,2 Km
9	Rio Seco / Menezes	Reguengo do Fetal / Batalha	Calcário	-55902	598	31,2 Km
10	Amoreira	Cortes	Calcário	-56020	835	30,2 Km
11	Padrão / Martinela	Arrabal	Calcário	-51995	6659	21,2 Km

**Anexo 7 - Mapeamento da localização das amostras do material pétreo no alçado Norte**



Figura 9.20 - Locais das amostras coligidas na zona dos torreões junto ao alçado Nordeste dos Paços Novos, para análise petrográfica.

## Anexo 8 - Mapeamento da localização das amostras de argamassa

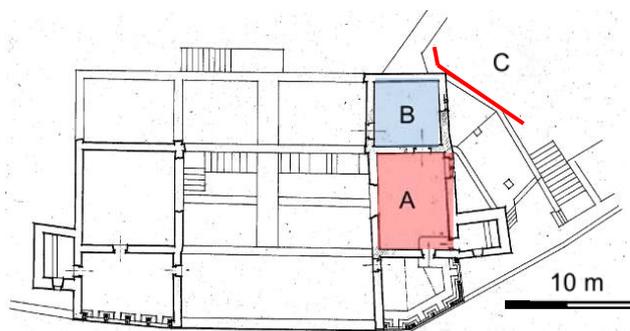


Figura 9.21 – Planta do 4º piso dos Paços Novos , onde se coligiram as amostras.

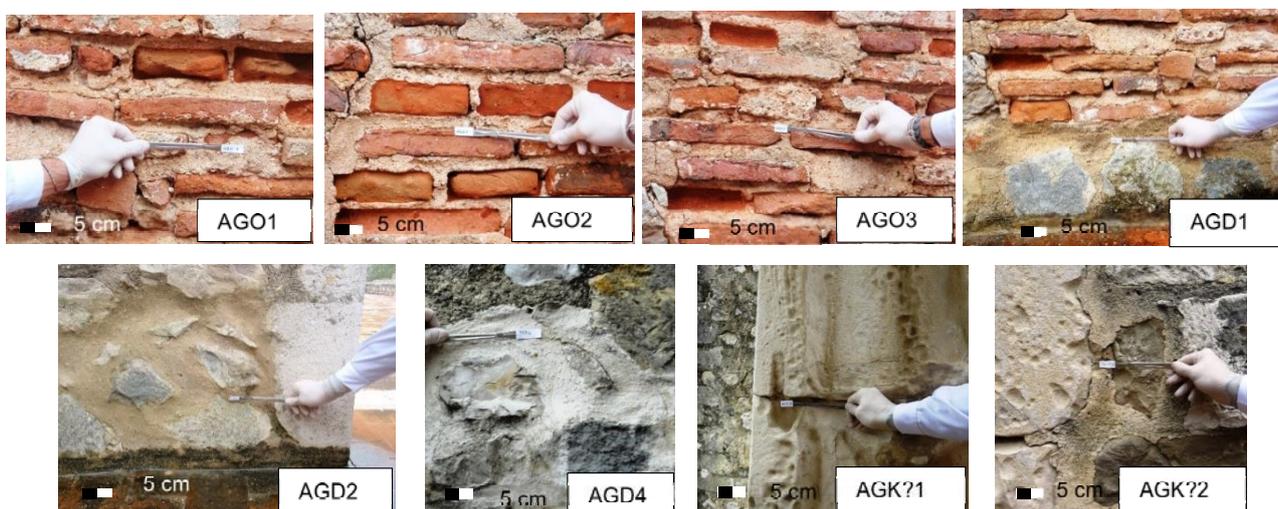


Figura 9.22 - Pormenores de algumas amostras coligidas na zona A.

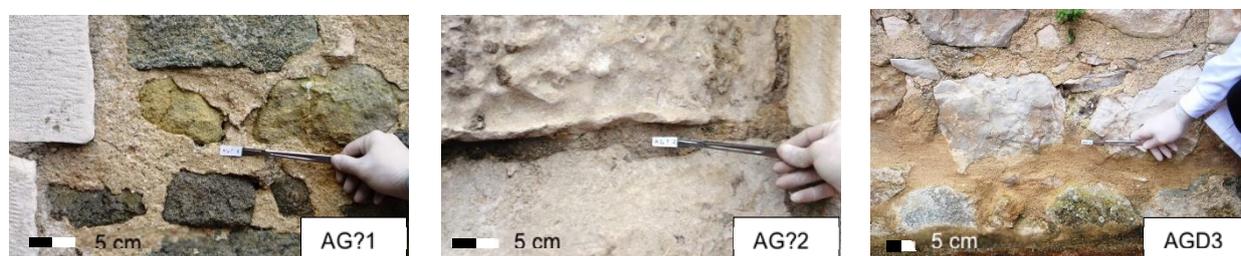


Figura 9.23 - Pormenores de algumas amostras coligidas na zona B.

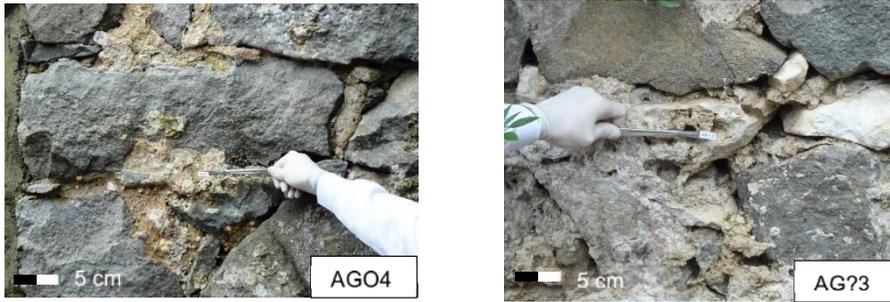


Figura 9.24 - Pormenores de algumas amostras colhidas na zona C.

### Igreja da Nossa Senhora da Pena



Figura 9.25 – Locais de amostragem de argamassas num dos alçados exteriores da Igreja da Nossa Senhora da Pena.

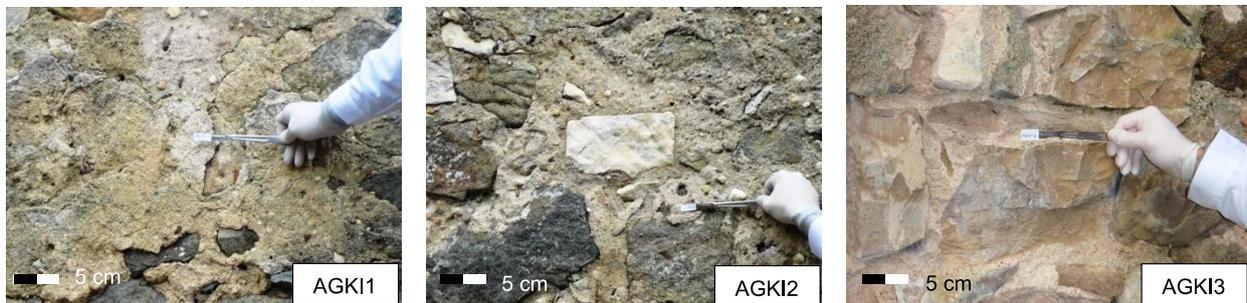


Figura 9.26 – Pormenor da amostragem de algumas amostras de argamassa recolhidas na Igreja da Nossa Senhora da Pena.

## **Anexo 9 – Metodologia de caracterização química, mineralógica e microestrutural e das condições de análise**

Com vista à caracterização química, mineralógica e microestrutural foram aplicadas diferentes técnicas laboratoriais:

- i. **Observação visual e preparação das amostras** – Esta etapa compreendeu a realização de um registo fotográfico de todas as amostras quer através da máquina fotográfica (Canon Powershot A2300 HD), para o material pétreo, quer à lupa binocular (Olympus SZH, com aquisição de imagem pela câmara fotográfica Leica KL1500 LCD e equipada com iluminação externa por fibra ótica) para as argamassas. Nas amostras referentes ao material pétreo e referentes as argamassas, antes de qualquer análise, procedeu-se à limpeza de cada amostra, com recurso a escovas/pinceis para a remoção de sujidades, tais como, vestígios de terra e colonização biológica.  
As amostras de material pétreo e de argamassas foram cortadas com uma serra diamantada a uma velocidade constante.
- ii. **Microscopia ótica (MO)** – Identificação de minerais pelas suas propriedades óticas. Utilização da luz transmitida para análise de minerais transparentes e, luz refletida para análise de minerais opacos. Foram criadas lâminas delgadas (secção extremamente fina de uma rocha, com a mesma espessura) para observação sob luz polarizada com nicóis cruzados. Esta análise foi realizada tanto no material pétreo como nas argamassas. As amostras foram observadas num microscópio Zeiss Axionplan 2 com câmara de alta resolução Nikon DXM 1200F. Este equipamento existe no Laboratório de Pintura do Departamento de Conservação e Restauro da FCT-UNL;
- iii. **Lupa Binocular (Estereomicroscópio)** – A observação das amostras de argamassa à lupa binocular permitiu, primeiramente, caracterizá-las relativamente ao número de camadas constituintes, cor, tipo e morfologia e o seu estado de conservação (grau de coesão, adesão, danos físicos, colonização biológica, perda de material, entre outros). Após a realização das superfícies polidas, conseguiu-se descrever a dimensão dos agregados, ligante, a existência ou não de aditivos, a presença de nódulos de cal e óxidos de ferros, porosidade, textura, cor dos agregados e a sua morfologia. A observação e o registo foram feitos com a recurso à lupa binocular Olympus SZH, com aquisição de imagem pela câmara fotográfica Leica KL1500 LCD e equipada com iluminação externa por fibra ótica e, realizadas no Laboratório de Metais do Departamento de Conservação e Restauro da FCT-UNL;
- iv. **Espectroscopia de raios infravermelhos com transformada de Fourier (FTIR)** – Usou-se um espectrómetro de transformada de Fourier (Perkin Elmer Spectrum 65) equipado com detetor Lita 03 e fonte MIR com um número de onda espectral entre 4000 e 400  $\text{cm}^{-1}$ . As amostras foram previamente moídas com brometo de potássio (KBr) e posteriormente comprimidas, na forma de "pastilha". Os espectros foram obtidos em transmissão, adquiridos

a  $4 \text{ cm}^{-1}$  de resolução e 10 varrimentos. O equipamento utilizado foi o existente no Laboratório de Mineralogia e Petrologia do IST-UTL;

v. **Determinação do traço (em massa) das argamassas (análise do traço e granulometria)** –

Na totalidade das amostras de argamassas recolhidas realizaram-se ataques com ácido clorídrico 20% até finalização da reação química e secagem do resíduo. O resíduo do ataque químico foi posteriormente filtrado sob vácuo de modo a obter uma eficaz separação entre o resíduo insolúvel e a fração solúvel. O resíduo do ataque químico foi posteriormente lavado para a remoção de qualquer excesso de ácido e seco em estufa ( $60^{\circ}\text{C}$ ) até massa constante. A fração solúvel não foi analisada, pois não faziam parte do objetivo do trabalho. O equipamento utilizado foi o existente no Laboratório de Mineralogia e Petrologia do IST-UTL;

vi. **Análise granulométrica do agregado por separação mecânica** – A distribuição das

partículas de um dado agregado, segundo as dimensões dessas partículas, ou seja, a sua granulometria, é de extrema importância nas propriedades das argamassas.

A análise granulométrica consistiu na separação mecânica, por via seca, uma amostras desse agregado em frações, cada uma contendo partículas com dimensão entre limites correspondentes à abertura dos respetivos peneiros. Foram utilizados peneiros normalizados ASTM, de malha quadrada com as seguintes aberturas: 4,75 mm; 2 mm; 1 mm; 0,6 mm; 0,425 mm; 0,250 mm; 0,125 mm e 0,063 mm.

Para esta análise foram utilizadas as amostras resultantes do ataque químico com HCl (ponto v).

**Anexo 10 – Imagens do material pétreo ao Microscópio ótico**

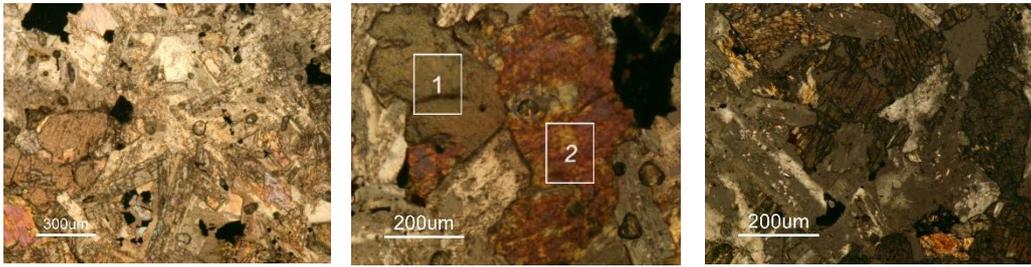


Figura 9.27 – Imagens microestruturais da amostra AM5 (dolerito): presença de feldspatos(1) e anfíbolos (2) na sua matriz

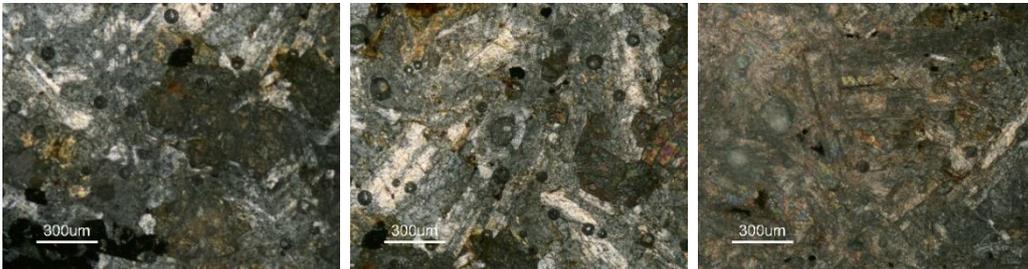


Figura 9.28 - Imagens microestruturais da amostra AM6 (dolerito): observaram-se um grão menos grosseiro que a amostra anterior.

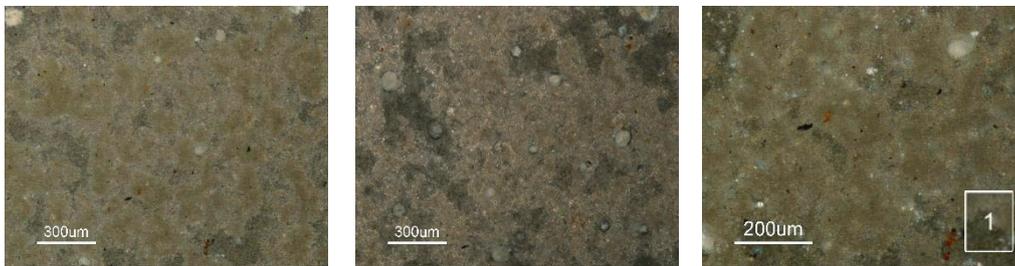


Figura 9.29 - Imagens microestruturais da amostra AM9 (calcário): observaram-se óxidos de ferro (1) difundidas na matriz.

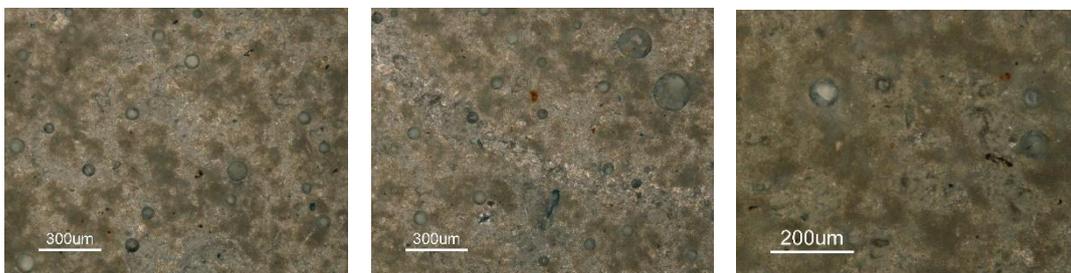


Figura 9.30 - Imagens microestruturais da amostra AM10 (calcário): observaram-se óxidos de ferro difundidas na matriz.

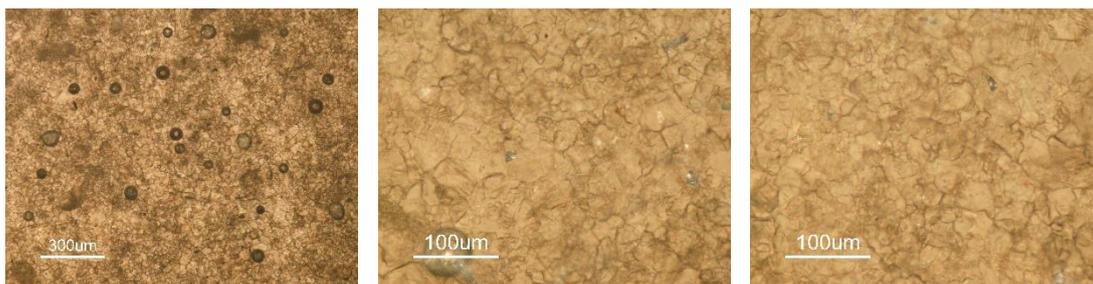


Figura 9.31 - Imagens microestruturais da amostra AM11 (calcário): observaram-se uma calcite espática muito grosseira.

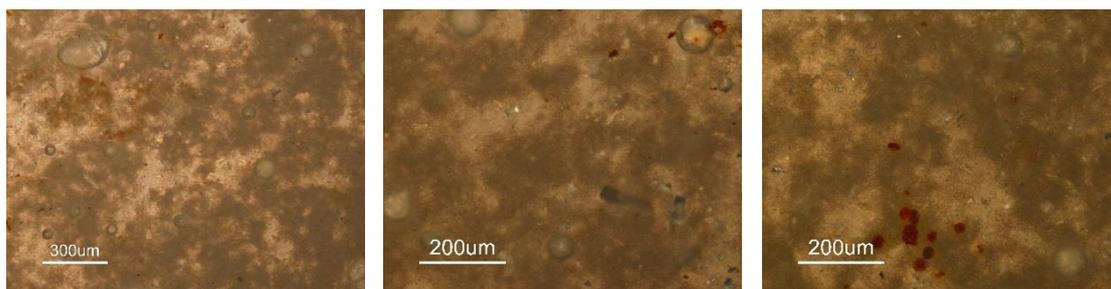


Figura 9.32 - Imagens microestruturais da amostra AM12 (calcário): observaram-se muitos óxidos de ferro na sua matriz.



Figura 9.33 - Imagens microestruturais da amostra AM13 (calcário)

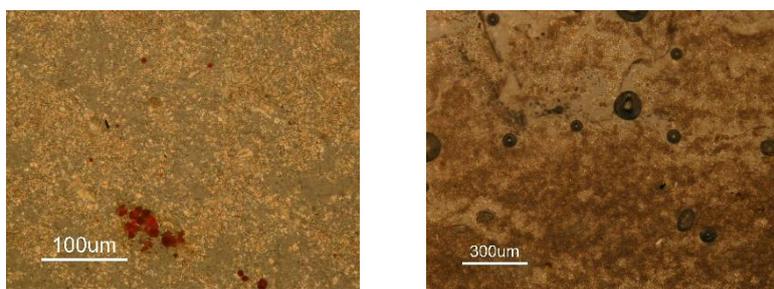


Figura 9.34 - Imagens microestruturais das amostras AM14 e AM16 (calcários).

**Anexo 11 – Registo da identificação e descrição das cores das amostras de argamassa de acordo com a Munsell Soil Color Chart (1992).**

Tabela 9.5 – Classificação das argamassas coligidas segunda a sua finalidade.

A zona cinzenta apresenta as amostras para análise comparativa.

Amostras	Função	Fração Global	
		Cor	Hue Value/Chroma
AGO1	Assentamento	Pale Yellow	2,5YR 8/3 8/4
AGO2		Pale Yellow	2,5YR 8/3 8/4
AGO3		Pale Yellow	2,5YR 7/4
AG?1	Proteção	Pale Yellow	2,5YR 8/2
AG?2	Refechamento	Pale Yellow	2,5YR 8/2
AG?3	Assentamento	Pale Yellow	2,5YR 8/2
AGK?1	Refechamento	Light gray	2,5YR 7/2
AGK?2	Proteção	Light gray	2,5YR 7/2
AGKI1	Proteção	White	2,5YR 8/1
AGKI2		White	2,5YR 8/1
AGKI3	Assentamento	Pale Yellow	2,5YR 8/2
AGD1	Assentamento	Pale Yellow	2,5YR 7/4
AGD2		Pale Yellow	2,5YR 7/4
AGD3		Pale Yellow	2,5YR 7/4

**Legenda:**

\*Pale Yellow\* - Amarelo pálido

\*Light gray\* - Cinzento claro

\*White\* - Branco

**Anexo 12 – Imagens das amostras de argamassa ao Microscópio ótico**

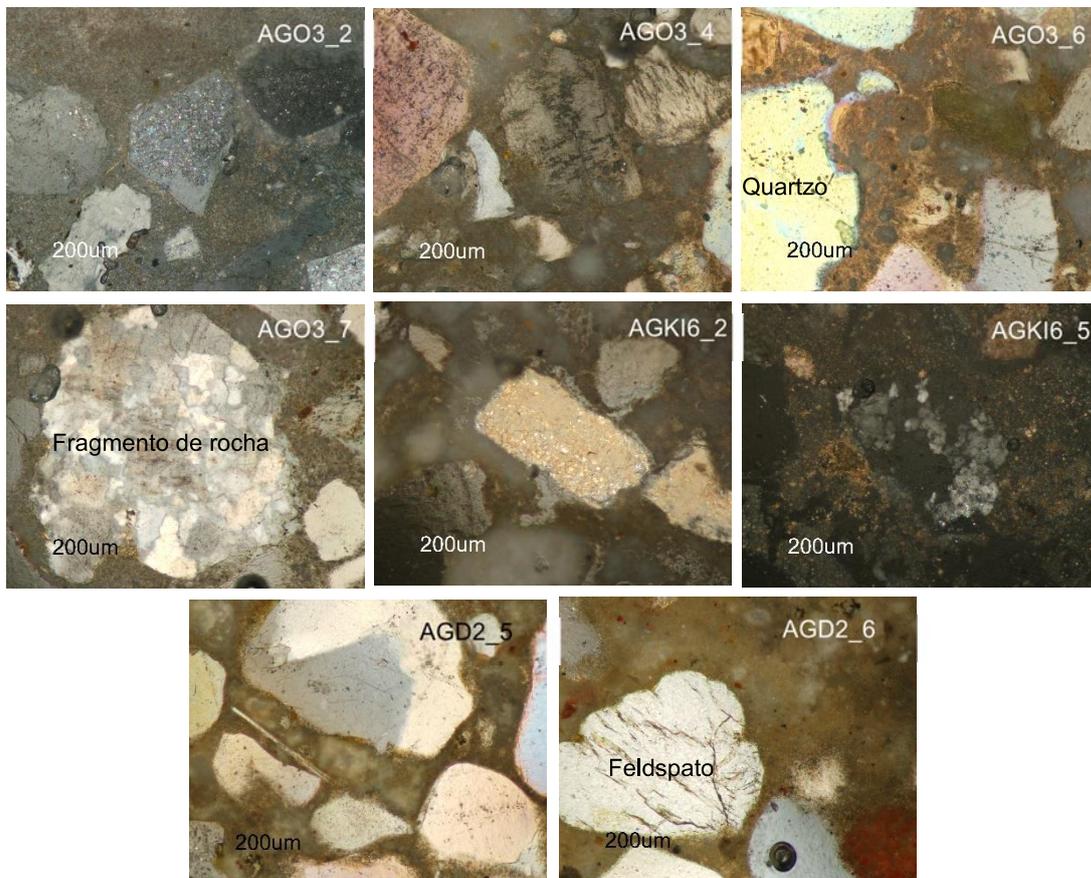


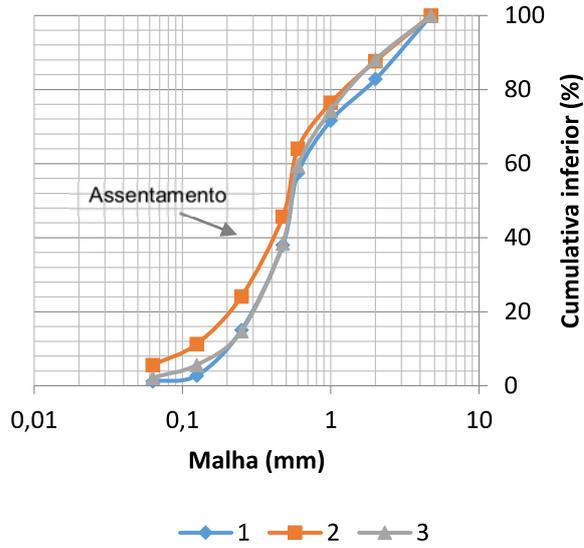
Figura 9.35 – Imagens microestruturais de uma amostra de cada época reconstrutiva (AGO3, AGK16 e AGD2).

**Anexo 13 - Análise granulométrica do resíduo insolúvel retido e curvas de distribuição granulométrica**

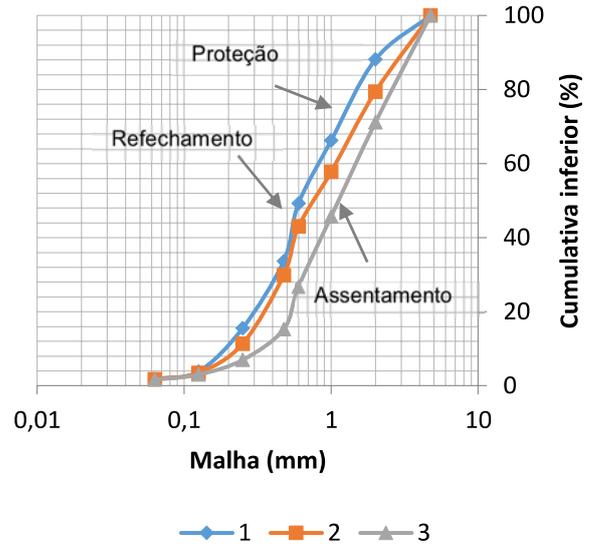
Tabela 9.6 - Caracterização granulométrica das amostras de argamassas coligidas

AM	Função	Abertura da malha (mm)									Material retido (%)
		>4,75	[4,75-2]	[2-1]	[1-0,600]	[0,600-0,425]	[0,425-0,250]	[0,250-0,125]	[0,125-0,063]	<0,063	
AGO1	Assentamento	0	16	12	14	19	23	13	2	1	
AGO2		0	13	13	13	19	22	13	5	5	
AGO3		0	11	14	15	21	24	10	2	2	
AGO4		0	12	12	18	14	18	14	6	5	
AG?1	Reforço	0	21	18	16	18	12	2	2	2	
AG?2	Refechamento	0	11	21	18	16	18	12	2	2	
AG?3	Assentamento	0	29	25	19	12	8	4	2	2	
AGK?1	Refechamento	0	0	16	23	17	14	26	2	2	
AGK?2	Reforço	0	14	23	19	17	15	10	1	1	
AGK11	Reforço	0	0	1	26	34	20	6	1	12	
AGK12	Reforço	0	0	1	30	34	27	8	1	0	
AGK13	Assentamento	0	0	2	38	24	20	10	3	3	
AGD1	Assentamento	0	17	18	16	18	23	3	3	2	
AGD2	Assentamento	0	12	17	15	18	23	9	3	3	
AGD3	Assentamento	0	14	12	13	21	30	13	2	2	
AGD4	Assentamento	0	30	23	9	6	9	9	8	5	

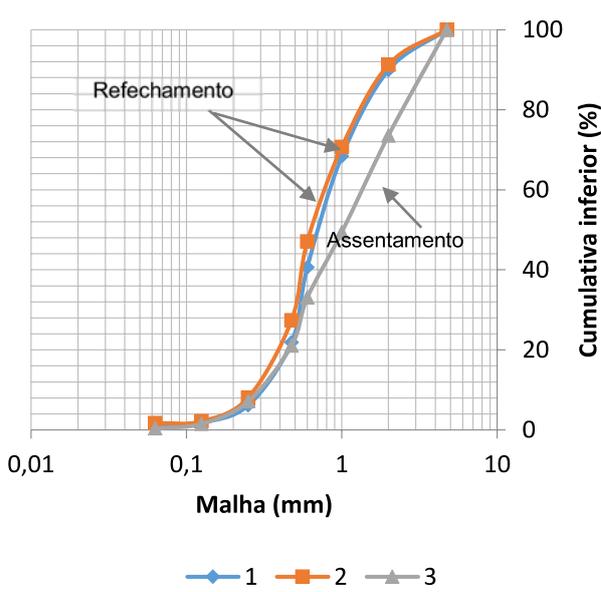
**Amostra de argamassa AGO**



**Amostra de argamassa AG?**



**Amostra de argamassa AGKI**



**Amostra de argamassa AGD**

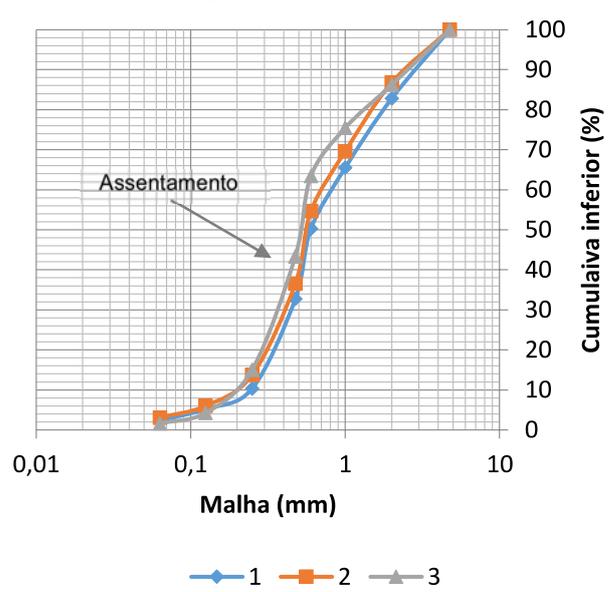
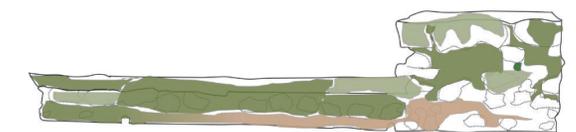
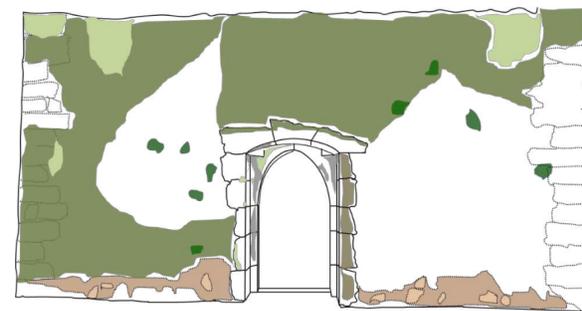
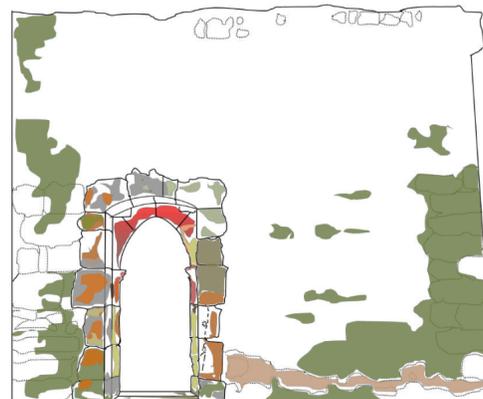
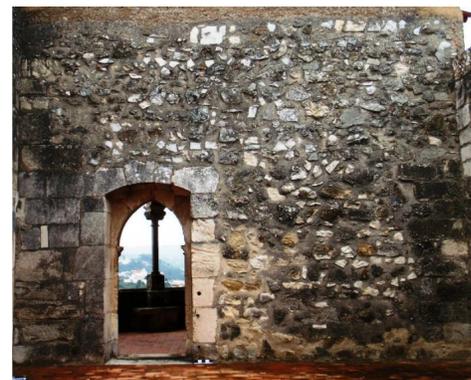
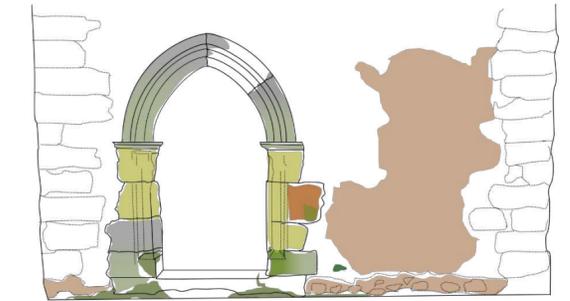
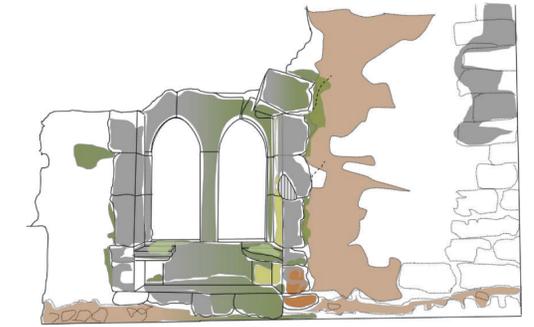


Figura 9.36 - Curvas de distribuição granulométrica obtidas através da pesagem do resíduo insolúvel retido para três amostras de cada uma das argamassas (valores médios).

# Anexo 14 – Levantamento e mapeamento das formas de degradação

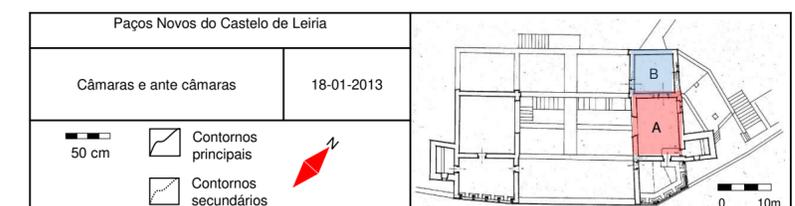
## Zona A

## Zona B

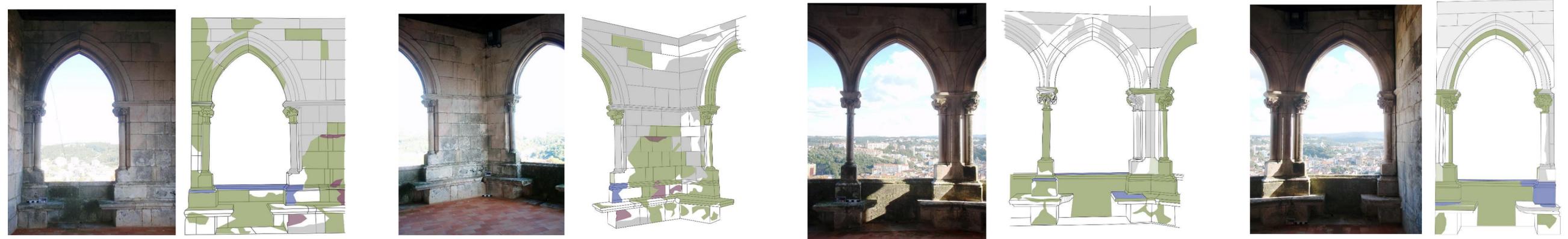


- Colonização Biológica (Líquenes e/ou musgos)
- Colonização Biológica (Pequenos arbustos e ervas)
- Preenchimento com argamassa
- Alveolização
- Crosta
- Esfoliação e Colonização Biológica
- Fissura
- Colonização biológica (algas e outros microorganismos)
- Biofilme
- Desagregação granular
- Esfoliação e/ou lascagem
- Erosão e/ perda de material
- Vandalismo
- Fractura
- Lacuna

Figura 9.37 – Levantamento e mapeamento das formas de degradação das câmaras e ante câmaras (zona A e B).



## Galeria Nordeste

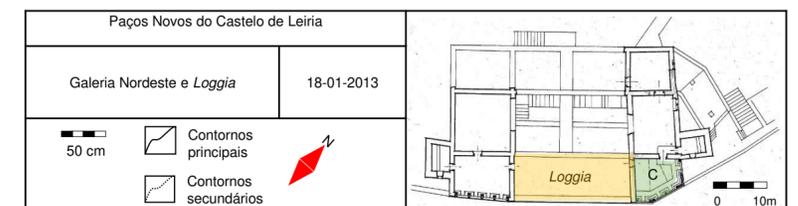


## Loggia



Colonização Biológica (Líquenes e/ou musgos)	Colonização Biológica (Pequenos arbustos e ervas)	Preenchimento com argamassa	Alveolização	Crosta	Esfoliação e Colonização Biológica	Depósito
Colonização biológica (algas e outros microorganismos)	Pátina	Desagregação granular	Esfoliação e/ou lascagem	Erosão e/ perda de material	Vandalismo	Perfuração
						Lacuna

Figura 9.38 – Levantamento e mapeamento das formas de degradação da galeria do torreão Nordeste (zona C) e Loggia (zona B).



**Anexo 15 – Levantamento e mapeamento dos tipos litológicos**

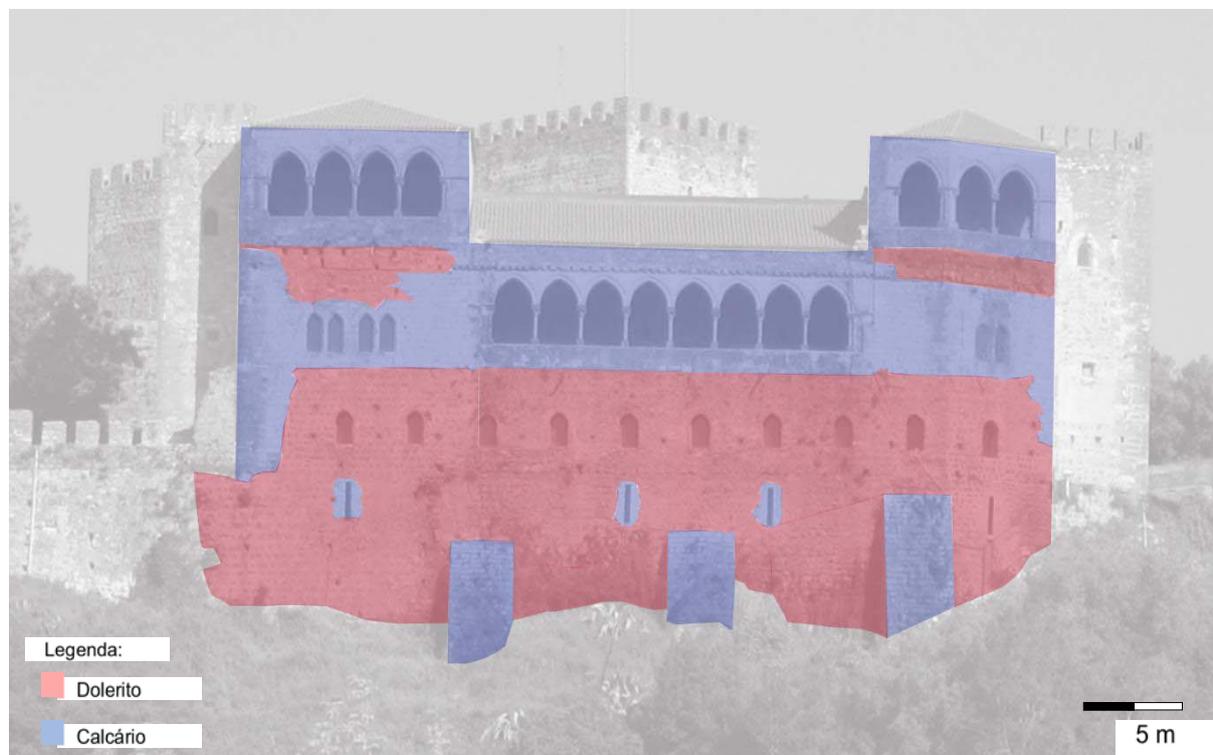


Figura 9.39 - – Mapeamentos dos vários tipos litológicos no alçado principal (Loggia) dos Paços Novos.

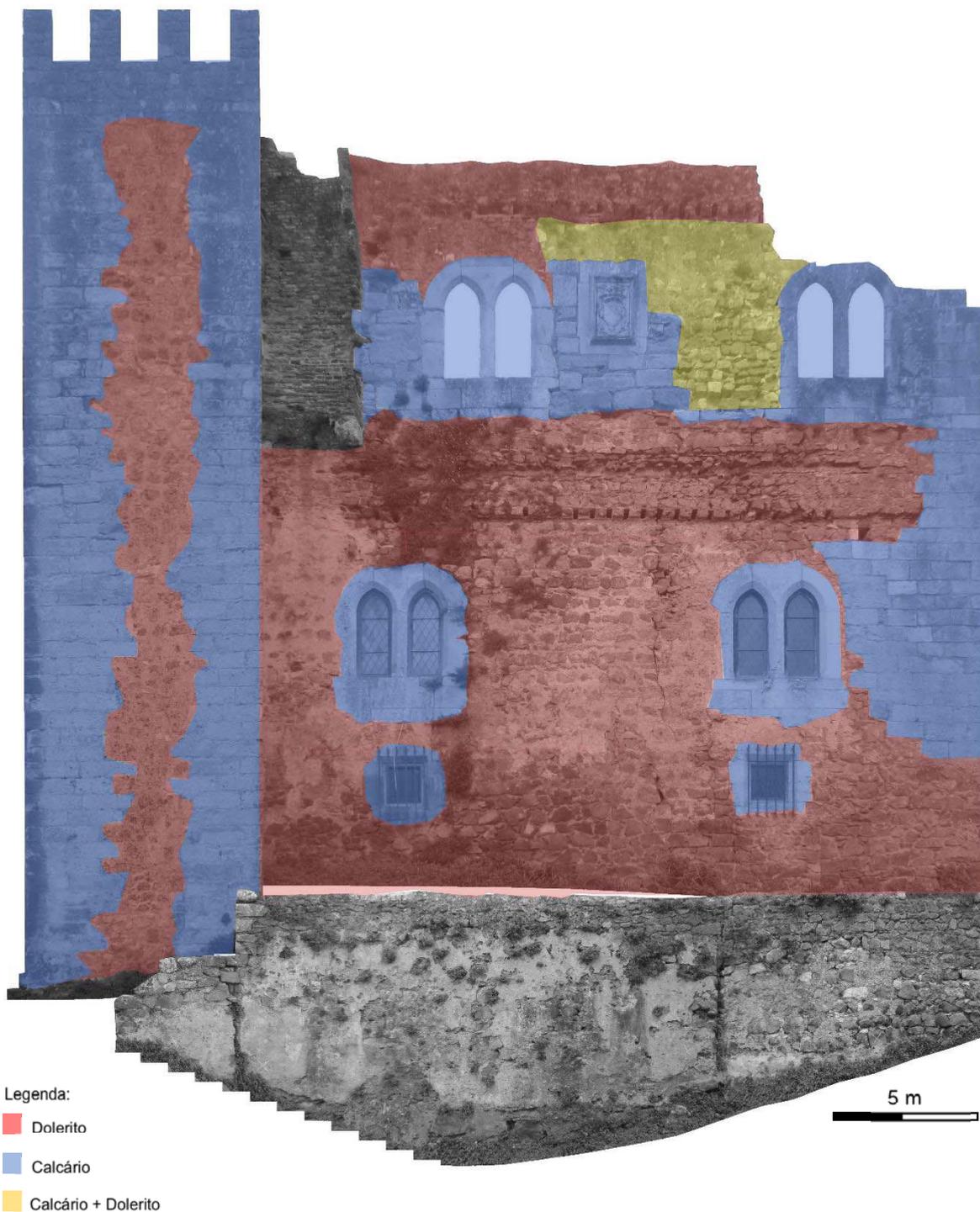


Figura 9.40 - Mapeamentos dos vários tipos litológicos no alçado Norte dos Paços Novos.

**Anexo 16 – Levantamento e mapeamento das intervenções**

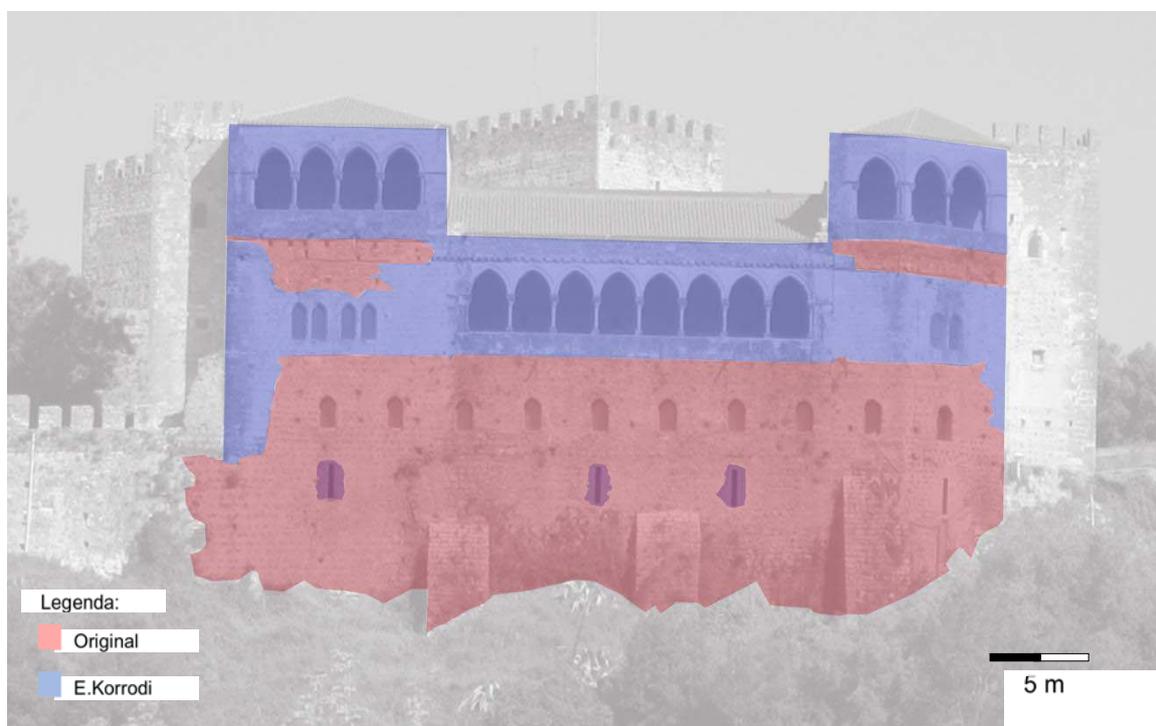


Figura 9.41 – Levantamento das intervenções realizadas no alçado principal (Loggia).



Figura 9.42 – Levantamento das intervenções realizadas no Alçado Norte.