TIMELINE

EN

CONTACTOS / CONTACT

WWW.GEOPARQUELITORALVIANA.PT

GERAL@GEOPARQUELITORALVIANA.PT

258 821 091

RUA DE SÁ DE MIRANDA, 81 - 1º ANDAR
4900-529 VIANA DO CASTELO
PORTUGAL

SUPORTE/SUPPORT

REDE ESCOLAR DE CIÊNCIA E DE APOIO À INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA DE VIANA DO CASTELO

WWW.REDEESCOLARDECIENCIA.PT

CÂMARA MUNICIPAL VIANA DO CASTELO

GEOPARQUE LITORAL DE VIANA DO CASTELO

NORTE 2020

PORTUGAL 2020

UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

GEOPARQUE LITORAL DE VIANA DO CASTELO | *VIANA DO CASTELO LITTORAL GEOPARK*

Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO | Aspiring UNESCO Global Geopark

O LIVRO DE PEDRA

MONUMENTOS NATURAIS LOCAIS
DE VIANA DO CASTELO

THE STONE BOOK

VIANA DO CASTELO
LOCAL NATURAL MONUMENTS

CÂMARA MUNICIPAL VIANA DO CASTELO

GEOPARQUE LITORAL DE VIANA DO CASTELO

CATÁLOGO
2ª EDIÇÃO

Catalog
2ND EDITION

FRISO
CRONOLÓGICO

PT

GEOPARQUE LITORAL DE VIANA DO CASTELO

MONUMENTOS NATURAIS

1 ALCANTILADO DE MONTEDOR · 2 CANTO MARINHO · 3 PEDRAS RUIVAS · 4 ÍNSUAS DO LIMA · 5 RIBEIRA DE ANHA

TEMAS	O Oceano Primitivo	As Montanhas Litorais - Instalação e Evolução	Os Ambientes do Passado Recente	O Homem no Espaço Geológico

CICLOS E FASES OROGÉNICAS

CICLO VARISCO

sedimentogénese varisca

orogenia varisca (D1 D2 D3)

CICLO ALPINO

sedimentogénese alpina

orogenia alpina

Dias *et al.* (1998); Aguado *et al.* (2011)

REGISTOS (GEOFORMAS DE GRANDE ESCALA)

Sedimentação no Fosso Câmbrico e no *Rheic*
Fm. Desejosa (Câmbrico inferior)
Fm. Sta. Justa (Arenigiano)
Fm. Valongo (Landeiliano)

Estruturas sedimentares *fossilizadas*
ripple-marks (Arenigiano)
laminações (Arenigiano)

Paleobiodiversidade do Rheic
Cruziana sp. (Arenigiano)
Scolithus sp. (Arenigiano)

Magmatismo
plutonito de Bouça de Frade (D2), de Sta. Luzia (D2?)
plutonito de Afife (D3)
fluidalidades (D2) e filões aplito-pegmatíticos (D3)

Metamorfismo
metasedimentos do Fosso Câmbrico e do *Rheic* (D1)

Tectónica (fases de deformação D1 | D2 | D3)
dobras (isoclinais e *kink*) (D1) e outras dobras (D2)
sigmóides e dominós (D1)
cavalgamentos (D2)
filões aplito-pegmatíticos (controlo da instalação) (D3)

Tectónica
superfícies de aplanamento do relevo marginal
incisão do estuário do Lima
(Neogénico?)

Desmantelamento das vertentes
bolas | *tafoni* | pias | caneluras | pseudoestratificação | esfoliação
(Neogénico?)

Paleoambientes do Plistocénico superior
alvéolos de *P. lividus* (125ka)
sapas (entalhes basais) (125ka)
praias *fósseis* (400 - 125ka)
dunas *fósseis* (71ka)
lagoa *fóssil* (18 - 11ka)

Ação humana no Holocénico
ínsuas (<11ka)
insculturas pré-romanas (>5ka)
cambôas marítimas (Medieval?)
salinas (Medieval?)
dunas da Peq. Idade do Gelo (1780)
crime das Pedras Ruivas (1904)
veigas do litoral (<11ka)

REGISTOS (GEOFORMAS DE PEQUENA ESCALA)

encaixante metassedimentar

massas graníticas

plataformas de vertente
vertentes
rede hidrográfica
falha do Lima

paleoplataformas costeiras
lagoa da idade do gelo
falha das Ínsuas

cobertura dunar
salinas
ínsuas
veigas litorais

IDADE ABSOLUTA

Câmbrico - Ordovicico - Silúrico - Devónico - Carbónico - Pérmico								Triássico - Jurássico - Cretácico			Paleogénico - Neogénico			Plistocénico		Holocénico	
541 milhões de anos	485	443	419	359	299	252 milhões de anos		201	145	66 milhões de anos	23 Terciário	2,6 milhões de anos		Quaternário	11,7 mil anos	Quaternário	atualidade
PALEOZÓICO								MESOZÓICO			CENOZÓICO			CENOZÓICO		CENOZÓICO	

ALTITUDE DE REFERÊNCIA (METROS)

0 - 800 (estuário inferior) | 0 - 18 | 0 - 160

VIANA DO CASTELO LITTORAL GEOPARK

NATURAL MONUMENTS

1 ALCANTILADO DE MONTEDOR · 2 CANTO MARINHO · 3 PEDRAS RUIVAS · 4 ÍNSUAS DO LIMA · 5 RIBEIRA DE ANHA

SUBJECTS	The Ancient Ocean	The Coastal Mountains - Settle and Evolution	The Environments of a recent past	The Human Being in the Geological Environment

OROGENIC CYCLES AND PHASES

VARISCAN CYCLE

variscan sedimentogenesis

variscan orogeny (D1 D2 D3)

ALPINE CYCLE

alpine sedimentogenesis

alpine orogeny

Dias *et al.* (1998); Aguado *et al.* (2011)

GEOLOGICAL RECORD (GREAT SCALE GEOFORMS)

Cambrian trench and Rheic Ocean sedimentation
Fm. Desejosa (Lower Cambrian)
Fm. Sta. Justa (Arenigian)
Fm. Valongo (Landeilian)

Fossilized Sedimentary structures
ripple-marks (Arenigian)
laminations (Arenigian)

Rheic ocean paleodiversity
Cruziana sp. (Arenigian)
Scolithus sp. (Arenigian)

Magmatism
Bouça de Frade plutonite (D2), Sta. Luzia plutonite (D2?)
Afife plutonite (D3)
fluidalities (D2) and aplite-pegmatite dikes (D3)

Metamorphism
Cambrian Trench and Rheic ocean metassediments (D1)

Tectonics (deformation phases D1 | D2 | D3)
folding (isocline and *kink*) (D1) and other folds (D2)
sigmoidal and domino structures (D1)
thrust faults (D2)
aplite-pegmatite dikes (controlo da instalação) (D3)

Tectonics
marginal relief erosion surfaces
Lima estuary incision
(Neogene?)

Hillslopes erosion
rounded boulders | *tafoni* | sinks | grooves | pseudostratification | exfoliation
(Neogene?)

Upper pleistocene paleoenvironments
P. lividus alveoli (125ka)
notches (125ka)
fossil beaches (400 - 125ka)
fossil dunes (71ka)
fossil lake (<11ka)

Human activity on Holocene
fluvial longitudinal bars (<11ka)
pre-Roman insculptures (>5ka)
fishing grounds (Medieval?)
saltpans (Medieval?)
Little Ice Age dunes (1780)
Pedras Ruivas crime (1904)
coastal fertile plain (<11ka)

GEOLOGICAL RECORD (SMALL SCALE GEOFORMS)

metasedimentary rocks

granite rocks

hillslope erosion surfaces
hillslopes
hidrographic network
Lima inverse fault

costal paleoplatforms
ice age lake
Ínsuas fault

dune cover
saltpans
fluvial longitudinal bars
fertile coastal plain

ABSOLUTE AGE

Cambrian - Ordovician - Silurian - Devonian - Carboniferous - Permian								Triassic - Jurassic - Cretaceous			Paleogen - Neogen			Plistocénico		Holocene	
541 million years	485	443	419	359	299	252 million years		201	145	66 million years	23 Terciary	2,6 million years		Quaternary	11,7 thousand years	Quaternary	present
PALEOZOIC								MESOZOIC			CENOZOIC			CENOZOIC		CENOZOIC	

ALTITUDE (METERS)

0 - 800 (lower estuary) | 0 - 18 | 0 - 160

MENSAGEM DO PRESIDENTE
MESSAGE FROM THE MAYOR

Viana do Castelo é uma cidade abençoada pela Natureza. A tríade de elementos Mar-Rio-Montanha tem criado, desde a sua fundação, oportunidades de desenvolvimento humano, social e económico, que cabe aos responsáveis políticos saber interpretar e valorizar. A colaboração do Município de Viana do Castelo com o Centro de Ciências da Terra da Universidade do Minho, iniciada em 2010, firmou-se na procura da sistematização e aprofundamento do conhecimento sobre como evoluiu o substrato que serve de palco a este território. A avaliação e seleção dos locais mais representativos dos momentos-chave da nossa memória geológica conduziu à criação de um fundo cultural coletivo que o município coloca à disposição do tecido empresarial, em especial o que explora a fileira do turismo, mas também dos agrupamentos de escolas, que ganham exemplos de proximidade, um sentido de enraizamento absolutamente essencial à promoção de um dos principais desígnios da Educação – a construção e desenvolvimento do sentido de cidadania nos alunos.

O resultado do esforço de geoconservação do município foi reconhecido com a atribuição do prémio Geoconservação 2016 pelo grupo português da Associação Europeia para a Conservação do Património Geológico (ProGEO), sustentando o desenvolvimento do projeto Geoparque Litoral de Viana do Castelo.

Viana do Castelo is a city blessed by Nature. The triptych of elements Sea-River-Mountain has created since its foundation opportunities of human development as well as social and economic prospects which political leaders should be able to understand and value. The partnership between the Municipality and the University of Minho Earth Science Centre, in place since 2010, focused on systematizing and further developing the knowledge regarding the evolution of the substrate lying beneath this territory. The selection and assessment of the most representative areas of our most significant geological moments has led to the constitution of a collective cultural legacy the Municipality makes available to the business community, in particular to those exploring tourism in our region, but also to school clusters, thus contributing to develop a sense of proximity and rooting, absolutely vital to promote one of the main goals of education – to create and develop a sense of citizenship amongst pupils.

The outcome of our geoconservation efforts was recognized with the awarding of the 2016 Geo-Conservation Prize by European Association for the Conservation of the Geological Heritage (ProGEO, Portuguese group), which was the starting point of Viana do Castelo Littoral Geopark.

Trabalho de campo para colheita de amostras num dos geossítios inventariados.
Fieldwork: Sampling in one of the geosites where the inventory was taken.

ORGANIZAÇÃO DO CATÁLOGO
ORGANIZATION OF THE CATALOGUE

Este livro começa por apresentar, sumariamente, os pressupostos e princípios que estiveram na base do processo de inventariação e avaliação da geodiversidade do concelho de Viana do Castelo, e que permitiram apurar a grande variedade de interesses geológicos conservados nomeadamente, o residual, o tectónico, o litoral, o fluvial, o eólico, o periglaciário, o paleontológico, o mineralógico, o ecológico e o geocultural. Estes interesses enquadram-se em 4 grandes temas: – *O oceano primitivo* | *As montanhas litorais - instalação e evolução* | *Os ambientes do passado recente* | *O Homem no espaço geológico* – que foram assinalados, por ordem de relevância, em cada monumento natural apresentado.

Os 320 km^2 deste território enquadram-se em 2 grandes unidades territoriais, que correspondem a setores e subsetores com características geomorfológicas bem definidas: Setor 1 - plataforma litoral (1A - costa e 2B - planície aluvial) e Setor 2 - relevo marginal (2A - vertentes e 2B - superfícies culminantes). Para melhor compreender a forma como os vários temas e interesses se articulam em cada monumento natural, é apresentado um friso cronológico com referência à localização, à escala de observação e à altitude dos elementos conservados.

Esta obra dedica-se exclusivamente aos Monumentos Naturais conservados no Setor 1 e cujo interesse científico é explorado em catálogo ilustrado, e comentado. Estas 5 áreas constituem, juntamente com os restantes 8 monumentos naturais classificados em 2018 (Setor 1 e Setor 2) no território, o património geológico do Geoparque Litoral Viana do Castelo – geoparque aspirante à rede mundial da UNESCO.

This book begins with an introduction that briefly summarizes the prerequisites and principles on which inventory and assessment processes regarding the geodiversity of Viana do Castelo are based. These have allowed the identification of preserved geological interests, such as residual, tectonic, coastal, fluvial, aeolian, periglacial, paleontological, mineralogical, ecological and cultural interests. These interests fall into four broad categories – Ancient Ocean / Coastal Mountains – Settlement and Evolution / Environments of a Recent Past / Man in his Geological Environment – presented in each Natural Monument by relevance.

The 320 km^2 of this territory fit into two large territorial units, which correspond to sectors and subsectors with well-defined geomorphological features: Sector 1 - Littoral Platform (1A – coast and 2A - alluvial plain) and Sector 2 – Coastal Relief (2A – slopes and 2B – the topographic prominences). For a better understanding of how the different topics and interests are articulated in each Natural Monument, a timeline is presented with the location, observation scale and the altitude of the preserved elements.

This work is exclusively dedicated to Natural Monuments preserved in Sector 1, whose scientific interest is explored in an illustrated and descriptive catalogue. These 5 areas make up, along with the 8 natural monuments classified in 2018 (Sector 1 and 2) in the territory, the geological heritage of the Viana do Castelo Littoral Geopark – an aspiring UNESCO Global Geopark.

A CLASSIFICAÇÃO DOS 5 MONUMENTOS NATURAIS LOCAIS DE VIANA DO CASTELO ENCONTRA-SE PUBLICADA EM DIÁRIO DA REPÚBLICA, AVISO Nº4658/2016, 2ª SÉRIE – Nº 67, DE 6 DE ABRIL DE 2016.

THE CLASSIFICATION OF THE 5 NATURAL LOCAL MONUMENTS OF VIANA DO CASTELO WAS PUBLISHED IN THE NOTICE Nº 4658/2016 of SERIES II OF THE OFFICIAL GAZETTE OF PORTUGAL– Nº 67, APRIL 6, 2016.

Localização dos 5 Monumentos Naturais Locais de Viana do Castelo. Imagem do Google Earth. A escala varia de acordo com a perspetiva.
Location of the five Local Natural Monuments of Viana do Castelo. Google Earth image. The scale varies according to the perspective.

O QUE É UM MONUMENTO NATURAL?
WHAT IS A NATURAL MONUMENT?

Segundo o artigo 20º do Decreto-Lei 142/2008 de 24 de Julho, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei 242/2015 de 15 de Outubro, entende-se por Monumento Natural uma ocorrência natural contendo um ou mais aspetos que, pela sua singularidade, raridade ou representatividade em termos ecológicos, estéticos, científicos e culturais, exigem a sua conservação e a manutenção da sua integridade.

A classificação de um Monumento Natural visa a proteção dos valores naturais, nomeadamente ocorrências notáveis do património geológico, na integridade das suas características e nas zonas imediatamente circundantes, e a adoção de medidas compatíveis com os objetivos da sua classificação. O património geológico compreende as ocorrências naturais de elementos da geodiversidade – os geossítios – que possuem excepcional valor científico. Trata-se de locais onde os minerais, as rochas, os fósseis, os solos ou as geoformas possuem características próprias que nos permitem conhecer a história geológica do nosso planeta.

Os monumentos naturais devem ser entendidos como verdadeiros elementos patrimoniais, com várias características comuns aos monumentos construídos pelo ser humano, nomeadamente (Carvalhido, 2014): Ancestralidade | Identidade e sentido de pertença | Caráter icónico | Legibilidade e Semântica | Intemporalidade | Fundo cultural coletivo | Interculturalidade.

Os monumentos naturais, enquanto áreas de valor patrimonial com claro valor científico, podem ainda possuir valor educativo e turístico. O uso sustentado dos geossítios deve ser promovido e incentivado, acautelando o risco de degradação calculado para aquelas áreas.

As stated in article 20 of the decree-law 142/2008, of July 24, with the changes introduced by decree-law 242/2015 of October 15, a Natural Monument is a natural feature that, due to its outstanding or unique value, inherent rarity, ecological, aesthetic, scientific or cultural significance, requires the preservation of its integrity.

The main aim of the classification of a Natural Monument is to protect the natural values, namely outstanding features of our geological heritage, preserving the integrity of its characteristics and the areas in the immediate vicinity, and to take measures consistent with the goals of its classification. The geological heritage comprises natural features of geodiversity elements – geosites – with an exceptional scientific value. These are areas where minerals, rocks, fossils, soil or the landforms have specific characteristics, which allow us to uncover the geological history of our planet.

Natural Monuments must be acknowledged as true elements of our heritage with several features in common with the monuments built by mankind, namely (Carvalhido, 2014): Ancestry / Identity and Sense of Belonging / Iconic Character / Semantics and Legibility / Timelessness / Collective Cultural Background / Interculturality.

Natural Monuments as areas of valuable heritage with an obvious scientific relevance may also have an educational and touristic value. Therefore, their sustainable use ought to be encouraged to society's benefit.

Cadernos de campo e de laboratório do autor (2005-2012).
Some of the author's field and lab notebooks.

PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO
CLASSIFICATION PROCESS

O processo de classificação resultou da vertente aplicada dos trabalhos de doutoramento do autor deste livro (2005-2012), realizados no Centro de Ciências da Terra da Universidade do Minho (bolsa de doutoramento FCT - 16438/2004) e centrados no conhecimento sobre a evolução geológica do litoral norte de Portugal. Este trabalho, que se focou na identificação e caracterização de depósitos sedimentares, possibilitou uma revisão e avanço sobre as concepções tradicionais dos paleoambientes da fachada atlântica do norte de Portugal: foram obtidas as primeiras idades absolutas para as sequências sedimentares do Plistocénico do noroeste de Portugal e identificadas as principais fases climáticas desde há 400 mil anos, com grande detalhe a partir de há 125 mil anos (último interglaciário). A dimensão geomorfológica abordada a várias escalas de observação e sobre as principais unidades geomorfológicas locais – plataforma e montanhas litorais -, permitiu cartografar as principais superfícies de aplanamento e alinhamentos estruturais com importância para o conhecimento da evolução neotectónica da região do Minho. Foram ainda identificadas e caracterizadas as plataformas costeiras, que correspondem a níveis de praia antigos, contribuindo para a compreensão da evolução dos processos costeiros.

A primeira fase de inventário, caracterização e avaliação do património geológico incidiu sobre a Plataforma Litoral (Setor 1), e decorreu entre 2005 e 2012. O processo de classificação, decorreu entre 2014 e 2016, permitindo o enquadramento legal de 5 Monumentos Naturais (aviso n.º 4658/2016 publicado no DR n.º 67/2016, Série II de 6 de abril). A segunda fase de inventário incidiu essencialmente sobre o Relevo Marginal (Setor 2), decorreu entre 2012 e 2017 e permitiu a classificação de 8 Monumentos Naturais: Pavimentos Graníticos da Gatenha, Cascatas do Poço Negro, Cascatas da Ferida Má, Penedo Furado do Monte da Meadela, Planalto Granítico das Chãs de Sta. Luzia, Cristas Quartzíticas do Campo Mineiro de Folgadoiro-Verdes, Turfeiras das Chãs de Arga e Dunas Trepadoras do Faro de Anha (aviso n.º 1212/2018, publicado no DR n.º 18/2018, Série II de 25 de janeiro).

The classification process is the applied result of the PhD research carried out by the author of this book (2005-2012) at the University of Minho Earth Science Centre (PhD scholarship FCT – 16438/2004) focusing on the geological evolution of the northern Portuguese coast. This work, which focused on the identification and characterization of sediment deposits, allowed a review and improvement of the traditional conceptions of the paleoenvironments of the Atlantic coast of the north of Portugal. The first absolute dates of Pleistocene sedimentary sequences preserved on the northwest of Portugal were obtained and the main climatic phases of the past 400 thousand years identified, with a particular accuracy and detail of the past 125 thousand years (last interglacial period). The geomorphic dimension analysed with different scales of observation and the main local geomorphic units – platforms and coastal mountains – allowed the mapping of the main erosion surfaces and structural alignments relevant to the knowledge of Minho's neotectonic evolution. We also identified and characterized coastal platforms corresponding to ancient shorelines, thus contributing to a better understanding of the coastal evolution.

The first phase of the inventory, characterization and evaluation of the geological heritage focused on the Coastal Platform (Sector 1) and took place between 2005 and 2012. The classification process occurred between 2014 and 2016, allowing the legal framework of 5 Natural Monuments, according to DL 142/2008 and with the changes introduced by DL 242/2015 (Notice no. 4658/2016 published in the Official Gazette of Portugal no. 67/2016, Series II of April 6). The second inventory phase focused on the Coastal Relief (Sector 2), between 2012 and 2017, and led to the classification of 8 Natural Monuments: the granite pavements of Gatenha, Poço Negro Cascades, Ferida Má Cascades, Penedo Furado of Monte da Meadela, the granite plateau of Chãs in Santa Luzia, quarzitic ridges of Campo Mineiro in Folgadoiro-Verdes, Turf of Chãs de Arga and the climbing dunes in Faro de Anha (notice no. 1212/2018, published in the Official Gazette of Portugal, no. 18/2018, Series II of January 25).

GEOPARQUE LITORAL DE VIANA DO CASTELO

VIANA DO CASTELO LITTORAL GEOPARK

Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO / *Aspiring UNESCO Global Geopark*

A excecionalidade dos interesses geológicos preservados, bem como as múltiplas relações estabelecidas com áreas de relevante biodiversidade e património histórico-arqueológico, e outras em que o património imaterial tem uma forte ligação com a geodiversidade local, constitui uma oportunidade para o fortalecimento do desenvolvimento sustentado das vertentes socioeconómica e ambiental do concelho de Viana do Castelo. A estratégia que se está a implementar enquadra o desenvolvimento do Geoparque Litoral de Viana do Castelo. Pretende-se que este projeto constitua uma âncora da identidade de Viana do Castelo, impulsionando a atividade turística, criando oportunidades educativas e permitindo uma gestão eficaz das fontes de financiamento para a promoção e fortalecimento do desenvolvimento territorial.

Os 13 Monumentos Naturais de Viana do Castelo apresentam características excecionais para a valorização turística e educativa, nomeadamente:

1) 3500ha de elementos-chave para a compreensão da evolução geológica da região desde o Câmbrico inferior, em particular e com grande detalhe a partir do Plistocénico superior; **2)** a maioria apresenta um elevado potencial para uso educativo aplicado a todos os níveis de ensino e não distam mais de 20 km das instituições de ensino do concelho; **3)** têm elevado a muito elevado potencial para uso turístico; **4)** a maioria tem interesse geocultural mostrando que a geodiversidade imprimiu uma profunda influência sobre a ecologia, arqueologia e a história de Viana do Castelo; **5)** o acesso é garantido a partir de estradas nacionais e municipais; **6)** a visita não está sujeita a variações sazonais nem ao comportamento da fauna, pelo que são áreas utilizáveis todo o ano.

Apresentam-se de seguida os 5 Monumentos Naturais classificados no decorrer da primeira fase de inventariação, detalhando-se e ilustrando-se os principais aspetos científicos que estiveram na base da sua classificação.

O LIVRO DE PEDRA - *THE STONE BOOK*

VENCEDOR DO PRÉMIO GEOCONSERVAÇÃO 2016 ATRIBUÍDO PELA ASSOCIAÇÃO EUROPEIA PARA A CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO GEOLÓGICO (PROGEO, GRUPO PORTUGUÊS).

WINNER OF THE 2016 GEOCONSERVATION PRIZE BY THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR THE GEOLOGICAL HERITAGE CONSERVATION (PROGEO, PORTUGUESE GROUP).

The uniqueness of the preserved geological values and the multiple relationships established with significant biodiversity areas and historical / archaeological heritage - and others in which the intangible cultural heritage has a strong connection with the local geodiversity - is an opportunity to strengthen the sustainable development of social-economic and environmental aspects of Viana do Castelo county. This local development strategy that is being implemented entails the creation of the Viana do Castelo Littoral Geopark. This project is intended to be a basis of Viana do Castelo's identity, consolidating the tourism industry, creating educational opportunities and enabling the effective management of funding sources for the promotion and strengthening of territorial development.

The 13 Natural Monuments of Viana do Castelo have exceptionally good conditions for tourist and educational valorisation, namely:

1) 3500ha with key elements for understanding the geological evolution of the region since the Lower Cambrian, with an in-depth analysis from the Upper Pleistocene; 2) the LNM present high potential for educational purposes applied to all educational stages and are less than 20 km away from the local schools; 3) the LNM have high to very high potential for tourism purposes; 4) all LNM have geocultural relevance, which indicates that geodiversity has had a profound influence on ecology, archaeology and on the history of Viana do Castelo; 5) national and regional roads provide access to LNM; 6) the climate and fauna of the region is suitable to promote all-year visitations.

Presented below are the 5 Local Natural Monuments classified in the first phase of the inventory, with a specification and illustration of the main scientific aspects that served as basis for the classification.

Interesse tectónico: cavalgamento sin-D2 entre o Plutonito de Bouça de Frade (Carbónico superior), a Fm. de Sta Justa (Arenigiano) e Fm. de Valongo (Landeiliano).
Tectonic interest: thrust fault between the plutonic rock in Bouça of Frade (Upper Carboniferous), Santa Justa Formation. (Arenigian) and the Valongo Formation. (Landeillian) (syn-D2).

ALCANTILADO DE MONTEDOR 1

Temas: As montanhas litorais – instalação e evolução | Os ambientes do passado recente | O Homem no espaço geológico

Topics: Coastal Mountains – Settlement and Evolution | Environments of a Recent Past | Man in the Geological Environment

O Monumento Natural Local do Alcantilado de Montedor é o mais diversificado em termos de interesses geomorfológicos preservados, destacando-se o residual, o tectónico e o litoral. Identificaram-se outros interesses como o fluvial, o eólico, o periglaciário e o geocultural.

A colina de Montedor constitui uma interrupção da plataforma litoral, geologicamente explicada pelo extravasamento para oeste, na direção do oceano atual, de uma lâmina de magma a partir do corpo principal do Plutonito de Bouça de Frade. Esta massa granítica forma, em conjunto com a dos plutonitos de Sta. Luzia e Afife, o maciço de Viana do Castelo-Caminha (Pamplona *et al*, 2006). O magma peraluminoso que originou este maciço tem origem na fusão crustal da litosfera dos supercontinentes Laurentia e Gondwana, que colidiram entre o Devónico e o Carbónico inferior (era paleozóica), e que terá resultado no fecho do oceano primitivo *Rheic* (Nance *et al*., 2012). Os volumes de magma gerados na colisão migraram entre os sedimentos do *Rheic*, metamorfizando-os (a mais de 5 km de profundidade) em xistos e meta-conglomerados da Fm. da Desejosa (Complexo Xisto-Grauváquico, Câmbrico inferior), em quartzitos da Fm. de Sta. Justa (Arenigiano, Ordovícico Inferior) e em xistos da Fm. de Valongo (Landeiliano, Ordovícico Inferior).

The Local Natural Monument Alcantilado de Montedor is the most diversified one in terms of preserved geomorphic interests, specifically residual, tectonic and coastal interests. Fluvial, aeolian, periglacial and geocultural interests have also been identified.

Montedor hill constitutes a gap in the littoral platform, geologically explained by the extrusion of magma from the main plutonic rock in Bouça de Frade, in a western direction, towards our present ocean. This granitic mass constitutes, along with the plutonic rocks in Santa Luzia and Afife, the Viana do Castelo-Caminha massif (Pamplona et al, 2006). The peraluminous magma on the genesis of this massif was created when the supercontinents Laurentia and Gondwana collided, between the Devonian and the Carboniferous (Paleozoic Era). This process resulted in closure of the Rheic Ocean (Nance et al., 2012). The magma produced by the collision travelled through the sediments of this ocean, metamorphosing them (more than 5 km deep) into schist and metaconglomerates - Desejosa Formation (Schist-Greywacke Complex - Lower Cambrian), into quartzites - Sta. Justa Formation (Arenigian, Lower Ordovician) and into schist - Valongo Formation. (Landeilian, Lower Ordovician).

ALCANTILADO DE MONTEDOR

A combinação da erosão das rochas do *Rheic,* que rodeavam as câmaras magmáticas consolidadas (plutonitos), com os processos de levantamento a que o território esteve sujeito desde o final da era mesozóica (orogenia alpina), revelaram à superfície as profundezas paleozóicas deste território. Os efeitos do aquecimento e da conquista de espaço dos plutonitos sobre as rochas do *Rheic*, e a geometria de colisão dos supercontinentes paleozóicos (colisão oblíqua e diacrónica - fases de deformação varísca - D1, D2 e D3) podem ser interpretados em aspetos geológicos de grande interesse e beleza, como os carreamentos, os dobramentos ou as paragéneses mineralógicas, que hoje podemos contemplar, por exemplo, em Montedor.

São portanto os materiais e estruturas da herança paleozóica que controlam a geologia e geomorfologia quaternária, por interação com os processos de geodinâmica externa como os costeiros ou os decorrentes da evolução climática. Neste contexto e numa análise a grande escala, a existência de plataformas moldadas no granito exumado, permite-nos conhecer a posição altimétrica de 5 níveis de praias antigas (plataformas costeiras) conservados acima da praia atual (<1,8 m): Plataforma I (~18 m), Plataforma II (~13 m), Plataforma III (~8 m), Plataforma IV (4,5-5,5 m) e Plataforma V (2,0-3,5 m) (valores n.m.m.). Algumas destas plataformas ainda conservam restos de atividade biológica como os alvéolos de ouriço-do-mar (icnofósseis) e outros indícios da dinâmica de praia, como as sapas ou os campos dunares *fossilizados*. Noutras localizações, onde o maciço de Viana do Castelo se coloca à margem e deixa desenvolver a plataforma litoral, as plataformas costeiras permanecem ocultas sob os sedimentos areno-lodosos que lhe dão forma aplanada.

Este monumento é também especial para percebermos como evoluem e são desmanteladas as vertentes, processo registado nas geoformas residuais como os *tafoni*, as pias e exutórios, as caneluras, a pseudoestratificação, os pedúnculos, os pavimentos ondulados e a exfoliação.

The erosion of the rock surrounding the magma chambers (plutons) in the Rheic Ocean and the uplifting processes of the territory since the end of the Mesozoic era (Alpine Orogeny) revealed on the surface the Palaeozoic origins of this territory. The heat transfer and the space that plutonic rocks won over Rheic rocks, as well the geometry of the collision between the Palaeozoic supercontinents (oblique and diachronic collision – phases of Hercynian deformation - D1, D2 e D3) may be interpreted in geological aspects of great interest and beauty, such as the thrust faults, geological folds or mineral paragenesis, possible to see nowadays in Montedor, for instance.

Therefore, the materials and structures of Palaeozoic heritage control the quaternary geology and geomorphology, by interacting with external geodynamic (coastal and climatic) processes. In this context and in a large-scale analysis, the existence of outcropping granitic coastal platforms allows us to determine the spot elevation of 5 levels of ancient beaches (coastal platforms) preserved above the present beach (<1.8 meters): Platform I (18 m), Platform II (13 m), Platform III (8 m), Platform IV (4.5-5.5 m) and Platform V (2.0-3.5 m) (m.a.s.l. values). A few of these platforms still preserve traces of ancient biological activity such as alveoli of sea-urchin (ichnofossils) and other records of the coastal dynamics, in the form of notches and fossil dune fields. In other locations, where the massif allowed the evolution of the littoral platform, the coastal platforms remain occult under the sandy-muddy sediments, giving them a flattened shape.

This monument also plays an important role in understanding how the slopes evolve and are dismantled, a process seen in the residual geoforms like tafoni, potholes, grooves, pseudostratification, peduncles, pavements with ripple marks and exfoliation.

Interesse ecológico: urzal de Montedor, comunidade costeira com pouca representação em Portugal continental. Habitat de conservação prioritária Rede Natura 2000, Código 1230.
Ecological interest: Montedor moorland, a coastal biological community poorly represented in Continental Portugal. Priority Conservation Habitat, Natura 2000 network, code 1230.

Interesse residual: 3 fases de evolução dos pavimentos graníticos.
Fase I - *Kluftkarren.*
Residual interest: granite pavement evolution in 3 stages.
Stage I - Kluftkarren.

Interesse geocultural: pias salineiras pré-romanas, talhadas no granito de Bouça de Frade.
Geocultural interest: pre-Roman saltpans in Bouça de Frade granite.

Fase II - Peduncular.
Stage II - Peduncle.

Fase III - Ondulação.
Stage III - Ondulated.

Interesse tectónico: falha ENE-OSO ativada durante o MIS5 (rejeito do fundo da marmita).
Tectonic interest: ENE-WSW fault activated during MIS5 (pothole bottom displacement).

ALCANTILADO DE MONTEDOR

Interesse eólico: campo dunar do MIS4 (~71000 anos) - *Areias da Ronca de Montedor.*
Aeolian interest: dune field from MIS4 (~71,000 years) - Ronca de Montedor Sand.

Interesse residual: pia e *tafoni* desenvolvidos no granito de Bouça de Frade.
Residual interest: pothole and tafoni developed in Bouça de Frade granite.

Interesse cultural: cambôa do Morgado (Idade Média?).
Cultural interest: Morgado fishing ground (Middle Ages).

Interesse litoral: sapa do Eemiano (MIS5e~124100 anos) à cota aproximada de 5,1 m (n.m.m.).
Coastal Interest: Eemian notch (MIS5e ~ 124,100 years) at 5.1 m (m.a.s.l.).

Interesse litoral: sapas e plataforma costeira atual (<1,7 m - T6) e eemianas (2,0-3,5 m - T5 e 4,5-5,5 m - T4; valores n.m.m.).
Littoral interest: notches and present coastal platform (<1,7 m - T6), and Eemian platform (2,0-3,5 m - T5 and 4,5-5,5 m - T4;M. (m.a.s.l.).

Interesse tectónico: dobras em bainha (sin-D1) nos quartzitos da Fm. de Sta Justa (Arenigiano - Ordovícico Inferior).
Tectonic interest: sheath folds (syn-D1) at St. Justa Fm. quartzites (Arenigian - Lower Ordovician).

CANTO MARINHO 2

Temas: As montanhas litorais – instalação e evolução | O Homem no espaço geológico

Topics: Coastal Mountains – Settlement and evolution | Man in the Geological Environment

O Monumento Natural Local do Canto Marinho apresenta alguns dos aspetos mais exclusivos do litoral de Viana do Castelo, quer ao nível do património arqueológico, quer ao nível de elementos geológicos com interesse residual, mineralógico e tectónico.

Na área deste monumento ocorrem mais de 700 pias salineiras (Costa *et al*., 2012) cuja importância, para além da arqueológica, se estende ao facto de servirem como indicadores da paleolinha de costa no período pré-romano. A situação particular destes achados, vários em situação de submersão durante a preia-mar, indica que há cerca de 4 a 5 mil anos o nível do mar estaria, provavelmente, cerca de 1 a 2 metros abaixo da posição atual. A área preserva também a mais importante coleção de pesqueiros (Magalhães & Baptista, 2006) sem par no contexto do litoral noroeste e com representação das três tipologias conhecidas - as cegas, os caxuxos e as cambôas propriamente ditas (de maiores dimensões) - construídos aproveitando o enrocamento natural. Estes elementos, de elevado valor geocultural, são também importantes na reconstituição da posição relativa do nível do mar durante o período medieval.

The Local Natural Monument Canto Marinho has some of the most unique aspects of Viana do Castelo coast, regarding the archaeological heritage and geological elements of residual, mineral and tectonic interest.

In the area of this monument there are more than 700 saltpans (Costa et al., 2012). Beyond their archaeological relevance, they can also be used as shoreline indicators (of the coastline position) during the pre-Roman period. The submersion of some of these remains during high tides indicates that 4 to 5 thousand years ago the sea level would have probably been around 1 to 2 meters below its current position. The area also presents the most important collection of fishing grounds (Magalhães & Baptista, 2006), an unparalleled area along the north-western coastline, with examples of the three-known typologies – Cegas, Caxuxos and Cambôas (of larger dimensions) – fishing spots created taking advantage of the natural rocky landscape. These valuable geocultural elements are also relevant in the reconstitution of the relative sea level during the medieval period.

Em termos de interesse mineralógico, destaca-se a ocorrência de paragéneses típicas de metamorfismo de contacto de grau médio, como a granada e a estaurolite, e que são exclusivas desta zona da costa de Viana do Castelo. São indicadores, juntamente com os da tectónica - ocorrência de dobras com planos axiais muito inclinados - da pressão e da importante transferência de calor resultantes da proximidade à intrusão do plutonito de Bouça de Frade (afloramento costeiro principal no Alcantilado de Montedor).

Com interesse residual assinala-se a ocorrência de blocos de granito em bola e que constituem um excelente exemplo de um dos mecanismos de instalação magmática regional, nomeadamente a migração pervasiva (difusa) de magma. É ainda de nota e com interesse geocultural, que este afloramento de blocos graníticos chegou a ser interpretado como um depósito (tsunamito) gerado pelo tsunami mais antigo de que há registo nos catálogos sísmicos portugueses (cf. Baptista & Miranda, 2009), tendo afetado a costa noroeste da Península Ibérica, nomeadamente a Galiza e o Norte de Portugal.

– *"Por eftes annos [60 AC] fuccedeu na Coftas de Portugal, e Galiza, hum Terremoto horrivel, que arruinou muitos edificios, e lugares inteiros. O mar excedendo os feus ordinarios limites cobriu muitas terras, defcobrindo tambem outras o retiro das fuas agoas. A gente fe retirou a habitar nos campos, e montanhas"* (Mendonça, 1758).

In terms of mineralogical interest, it is worth noticing the occurrence of typical parageneses of contact metamorphism (medium grade) - garnet and staurolite - which are restricted to this coastal area of Viana do Castelo. They reveal (as well as the tectonic evidences such as folding occurrences with a very high angle dip) the pressure and the very significant heat transfer resulting from the proximity to the plutonic rock in Bouça (main coastal outcrop at Alcantilado de Montedor).

Of residual interest is the occurrence of round granite boulders, which serve as an excellent example of one of the mechanisms of regional magmatic migration, namely the pervasive migration. Also relevant and of geocultural interest is the fact that this outcrop of granite boulders was interpreted as a deposit produced by the most ancient tsunami ever registered in Portuguese earthquake catalogues (cf. Baptista & Miranda, 2009), which had an impact on the north-western coast of the Iberian Peninsula, primarily in Galicia and in the north of Portugal.

– *"Back then, around [60 BC] in the Portuguese coast and Galicia, a terrible earthquake occurred, which destroyed lots of buildings and whole areas. The sea water rose and covered lots of villages, uncovering some others with the water withdrawal. The inhabitants left towards the mountains and fields" (Mendonça, 1758).*

Interesse geocultural: a hipótese do tsunamito gerado pelo tsunami do sismo de 60 AC.
Geocultural interest: possible tsunami deposit created by the tsunami triggered by the earthquake in 60 BC.

Interesse tectónico: migração difusa de magma do plutonito da Bouça de Frade (sin-D1) encaixado na Fm. de Sta Justa (Arenigiano).
Tectonic interest: diffused migration of Bouça de Frade magma (syn- D1) within the Sta Justa Fm. (Arenigian).

Interesse mineralógico: ocorrência exclusiva de granada (Fm. de Valongo) na costa de Viana do Castelo.
Mineralogical interest: the only garnet occurrence (Fm. Valongo) in Viana do Castelo coast.

Interesse geocultural: pias salineiras pré-romanas do Canto Marinho talhadas sobre a Fm. de Valongo (Landeiliano).
Geocultural interest: pre-Roman saltpans preserved at Canto Marinho (Valongo Fm. - Landeilian).

Interesse residual: contraste altimétrico por resistência diferencial à erosão da Fm. de Sta Justa (quartzitos do Arenigiano) e da Fm. de Valongo (xistos quiastolíticos do Landeiliano).
Residual interest: altimetric contrast between St. Justa Fm. (Arenigian quartzites) and Valongo Fm. (Landeilian chiastolite schist) due to different resistance to erosion.

PEDRAS RUIVAS 3

Temas: O oceano primitivo | As montanhas litorais – instalação e evolução | Os ambientes do passado recente | O Homem no espaço geológico

Topics: The Ancient Ocean | Coastal Mountains – Settlement and Evolution | Environments of a Recent Past | Man in the Geological Environment

O Monumento Natural Local das Pedras Ruivas apresenta vários interesses geomorfológicos principais como o residual e o tectónico, e outros, como o periglaciário, o paleontológico, o geocultural, o mineralógico e o ecológico. Esta é uma área-chave que preserva elementos essenciais à interpretação da hidrodinâmica do *Rheic,* nomeadamente os processos sedimentares operados no seu fundo areno-lodoso (marcas de ondulação e laminações *fossilizadas*) e da paleobiodiversidade instalada (icnofósseis de arenícolas - *Scolithus* sp. e de trilobites - *Cruziana* sp.).

Da forma como se processou e evoluiu o fecho do *Rheic* (cf. Monumento Natural Local do Alcantilado de Montedor) conservam-se alguns registos invariavelmente marcados pela sobreposição de vários episódios da tectónica tangencial dominante, em especial durante as fases de deformação varisca D1 e D3 (Pamplona, 2001). Estes eventos foram responsáveis pelos principais aspetos da geometria de deformação dos metassedimentos, como a estrutura em dominó e sigmoidal, e as dobras isoclinais dos quartzitos da Fm. de Sta Justa, e das dobras em *kink* dos xistos da Fm. de Valongo (cisalhamento sinestrógiro sin-D1). O cisalhamento dextrógiro sin-D3 foi responsável pelo controlo da instalação de corpos filonianos por distensão local.

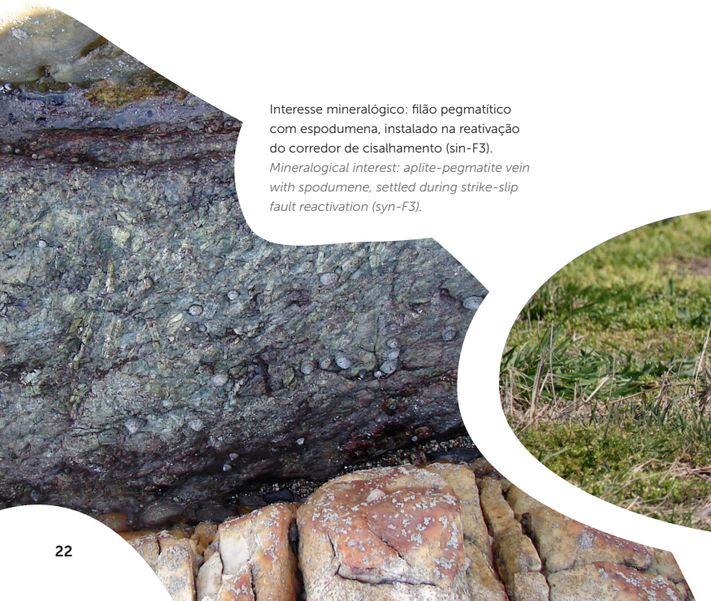
Apart from the geomorphological residual and tectonic interest, Pedras Ruivas is also a Local Natural Monument of periglacial, paleontological, geocultural, mineralogical and ecological interest. It is a key location that preserves vital elements to the interpretation of Rheic hydrodynamic, namely sedimentary processes operating at the sandy-muddy bottom of this ancient ocean (ripple marks and fossilized laminations) and to the interpretation of paleobiodiversity (trace fossils of arenicola – Scolithus species- and trilobites species – Cruziana species).

There are some traces related to the way Rheic closure has taken place and evolved (cf. Alcantilado de Montedor) such as the overlapping of various episodes regarding dominant tangential tectonics, specifically during the phases of Hercynian deformation D1 & D3 (Pamplona et al., 2006). These events were responsible for the main aspects of geometrical deformation of the meta-sediments, such as the domino and sigmoidal structures and the isoclinal folding of the quartzite in Sta. Justa Formation, as well as for the kink folding in shales of Valongo Formation (sinistral strike-slip fault syn-D1). The dextral strike-slip fault syn-D3 was responsible for the settlement of veins and dykes by local distention.

PEDRAS RUIVAS

Nesta área também se conservam testemunhos, que à escala de tempo geológico, são muito recentes. Para além dos topos aplanados dos rochedos e que são os restos das praias que existiam por altura do último período interglaciar (há cerca de 125 mil anos), estão conservados os sedimentos de uma antiga lagoa que perdurou na paisagem por cerca de 7 mil anos (de há 18000 a 11000 anos), alimentada das águas de fusão primaveril das neves das encostas locais. São estes sedimentos que cobrem e ocultam as paleoplataformas costeiras e rochedos sob a plataforma litoral, tornando-a numa rampa suave em direção ao Atlântico. Este aplanamento, de origem continental, contém as veigas cuja origem se deve à impermeabilização, humidade e nutrientes proporcionados pelos finos sedimentos que subjazem da antiga lagoa. Estes sedimentos lacustres possuem um património microscópico constituído por pólenes e esporos de algas de água doce, que prova a existência de um meio confinado afastado da influência marinha direta, permitindo reconstituir a vegetação da altura, essencialmente pinhal e vegetação do estrato herbáceo.

In this area, very recent testimonies in a geologic time scale are also conserved. In addition to the flattened clifftops which are the remains of the beaches existing in the last interglacial period (125 thousand years ago), the sediments of an old lagoon that lasted in the landscape for about 7 thousand years are still preserved (18000 to 11000 years). This lagoon is fed from the spring melting waters of the snow in the local slopes. These sediments cover and hide paleo-platforms and cliffs beneath the coastal platform, making of it a moderate ramp towards the Atlantic. This flattened surface, of continental origin, contains the wetlands whose origin is due to the waterproofing, humidity and nutrients provided by the fine sediments that underlie the old lagoon. These lake sediments have a microscopic heritage consisting of pollens and spores of freshwater algae, which proves the existence of a confined environment away from the direct marine influence. This allows to reconstitute the vegetation of this period, essentially pines and vegetation of the herbaceous stratum.



Interesse mineralógico: filão pegmatítico com espodumena, instalado na reativação do corredor de cisalhamento (sin-F3).
Mineralogical interest: aplite-pegmatite vein with spodumene, settled during strike-slip fault reactivation (syn-F3).

Interesse ecológico: manchas de *Salix* sp. em plena praia, enraizados nos *Siltes da Cambôa do Marinheiro* (sedimentos lacustres do MIS2~18000 a 11000 anos) e que também permitem a manutenção de zonas húmidas nas veigas, importantes para a avifauna).
Ecological interest: Salix sp. on the beach rooted in Cambôa do Marinheiro Silts (lake sediments MIS2~18000 to 11000 years). This deposit also enables the maintenance of wetlands in the coastal fertile plains, vital for birdlife.

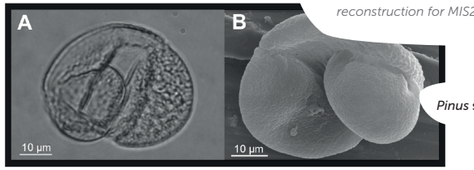
Interesse paleontológico: *Scolithus* sp., *Cruziana* sp. e marcas de ondulação nos quartzitos da Fm. de Sta Justa (Arenigiano, Ordovício Inferior).
Paleontological interest: Scolithus sp., Cruziana sp. and quartzites ripple marks of St. Justa Fm. (Arenigian, Lower Ordovician).

Scolithus sp.

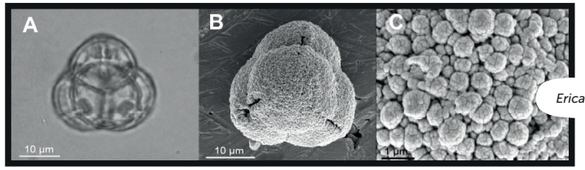
Cruziana sp.

Interesse paleontológico: alvéolos de *Paracentrotus lividus* (icnofósseis) em poça de maré da plataforma costeira do MIS5e (~124000 anos).
Paleontological interest: Paracentrotus lividus alveoli (ichnofossils) in the tide pool of the coastal platform (MIS5e ~ 124,000 years).

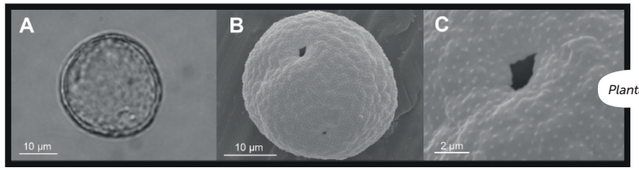
Interesse paleontológico: conteúdo palinológico dos *Siltes da Cambôa do Marinheiro*, que permitiu a reconstituição paleoambiental e paleoecológica do MIS2. Microscopia (A) ótica e (B)/(C) eletrónica.
Palaeontological interest: palynological content of the Cambôa do Marinheiro Silts, which allowed paleoenvironmental and paleoecological reconstruction for MIS2. (A) optical and (B) / (C) electron microscopy.



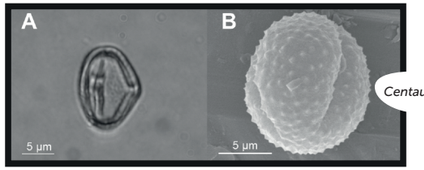
Pinus sp.



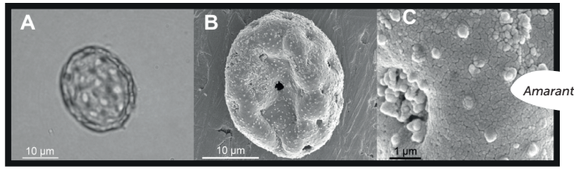
Ericacea



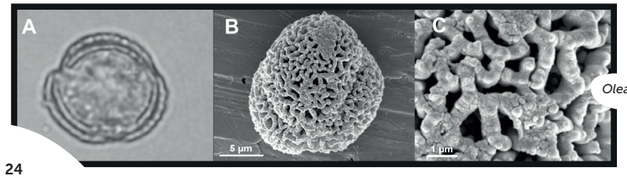
Plantago sp.



Centaurea sp.

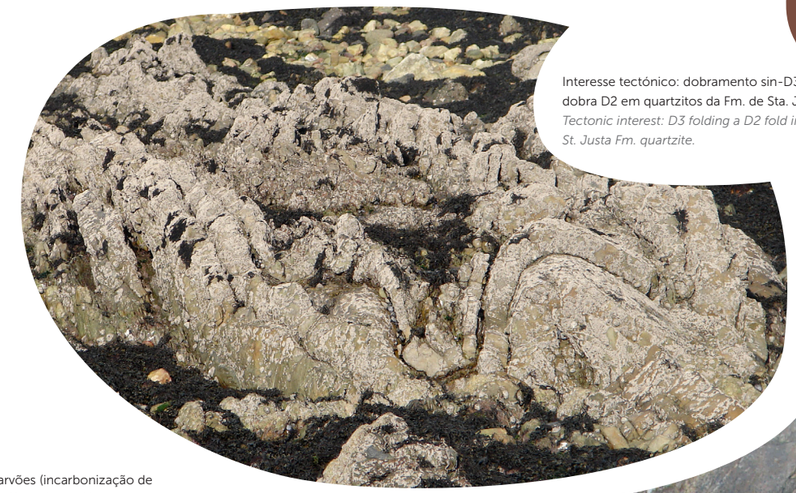


Amaranthaceae



Oleacea

Interesse tectónico: dobramento em *kink* dos xistos quiastolíticos da Fm. de Valongo.
Tectonic interest: chiastolite schist kink folding (Valongo Fm.).



Interesse tectónico: dobramento sin-D3 de dobra D2 em quartzitos da Fm. de Sta. Justa.
Tectonic interest: D3 folding a D2 fold in the St. Justa Fm. quartzite.

Interesse periglaciário: sedimentos da lagoa instalada no decorrer da última deglaciação *(Siltes da Cambôa do Marinheiro,* MIS2~18000 a 11000 anos).
Periglacial interest: sediments of the lake formed during the last deglaciation (Cambôa do Marinheiro Silts, MIS2~18000 to 11000 years).

Interesse paleontólogico: carvões (incarbonização de restos vegetais) dos *Siltes da Cambôa do Marinheiro*, usados na datação radiométrica por ^{14}C.
Paleontological interest: charcoal (from plant remains) preserved at Cambôa do Marinheiro Silt and used in radiometric ^{14}C dating.

Interesse tectónico: dobramento isoclinal e estrutura em dominó do quartzito da Fm. de Sta. Justa, resultado da instalação do corredor de cisalhamento sinestrógiro sin-D1. Por trás deste afloramento ocorreu o célebre *Crime das Pedras Ruivas* (Carvalho, 2007).
Tectonic interest: sinistral strike-slip fault (syn-D1) resulting from isocline quartzite folding and domino structure (Sta. Justa Fm.). Behind this outcrop we can find the place where the crime in Pedras Ruivas was committed (Carvalho, 2007).

Interesse tectónico: ampla planície aluvial do estuário inferior do Lima controlada pela falha das ínsuas (panorâmica sobre a margem esquerda); em 2º plano o topo aplanado dos maciços de Roques (superfície de S. Mamede~270 m) e Padela (superfície de Sta. Luzia~470 m).
Tectonic interest: the broad alluvial plain at Lima lower estuary is controlled by Ínsuas Fault (panoramic photograph of the left bank); in the background, the erosion surfaces of Roques massif (S. Mamede surface, ~270 m) and Padela (St. Luzia surface ~ 470 m).

ÍNSUAS DO LIMA 4

Temas: As montanhas litorais – instalação e evolução | O Homem no espaço geológico

Topics: Coastal Mountains – Settlement and Evolution | Man in the Geological Environment

O Monumento Natural Local das Ínsuas do Lima destaca-se na sua importância geomorfológica associada à atividade inversa da falha das Ínsuas (NNO-SSE) e da falha do Lima (ENE-OSO) (Carvalhido, 2012; Carvalhido *et al*., 2014; Carvalhido *et al*., 2016). Estas estruturas estão envolvidas no controlo da ampla depressão que constitui o troço vestibular do Lima, prolongada na planície aluvial que se desenvolve a diferentes altitudes de referência consoante a margem, formando dois compartimentos: o norte, mais soerguido, preserva o importante couto salineiro de Portuzelo-Meadela (altitude média de 2.6 a 3 metros n.m.m.); o sul, com altitude de referência mais baixa (0.1 a 2.3 metros n.m.m.), onde ocorrem as zonas húmidas da Veiga de S. Simão e as Lagoas de Vila Franca, bem como a área salineira de Darque e Mazarefes.

Relativamente ao encaixe do troço estuarino do rio Lima e com relação à atividade da falha das Ínsuas, observam-se importantes diferenças, nomeadamente no padrão – retilíneo *vs.* entrançado – nas principais formas de acumulação presentes no leito – barras laterais *vs.* barras longitudinais (ínsuas) – e na largura do canal – 300 m *vs.* 1100 m (embora com condicionamento artificial das margens), tendo por referência os setores a montante e a jusante do troço Mazarefes-Vila Franca.

The Local Natural Monument Ínsuas do Lima stands out for its geomorphological significance associated with the activity of Insuas reverse fault (NNW-SSE) and Lima fault (ENE-WSW) (Carvalhido, 2012; Carvalhido et al., 2014; Carvalhido et al., 2016). These structures are involved in the control of the broad depression of Lima estuary, expanded by the alluvial plain at different reference altitudes according to the river banks, thus forming two compartments: the north, at a higher elevation, preserving the important saltmarsh area of Meadela-Portuzelo (with an average altitude of 2.6 to 3 meters m.a.s.l.); the south, with a lower reference altitude (0.1 to 2.3 meters m.a.s.l.), the wetlands in Veiga de S. Simão and the lagoons in Vila Franca, as well as the saltpans in Darque and Mazarefes.

In Lima estuary and regarding the Ínsuas fault activity, we can observe important differences, namely in the pattern – rectilinear vs. braided – in the main forms of accumulation in the riverbed – lateral bars vs. longitudinal bars – and in the channel width – 300 m vs. 1100 m (despite the artificial constraints of the river banks), having as a reference the upriver and downriver sections of Mazarefes -Vila Franca area.

Este monumento natural constitui ainda uma área privilegiada para observação de outros detalhes da paisagem geológica, nomeadamente aspetos de menor escala, como a ocorrência das principais superfícies de aplanamento do relevo marginal (Arga – 800 m, Sta. Luzia – 470 m, S. Mamede – 270 m, Além do Rio – 160 m, Faro de Anha – 100 m e Ola – 70 m, Carvalhido *et al*., 2014) e a forma como se dispõem nos compartimentos (Lima-norte e Lima-sul) e blocos tectónicos (Sta Luzia, Arga, Galeão, Roques e Padela).

É também uma área com indiscutível importância ecológica.

This Natural Monument is also a privileged area for the observation of other landscape geological details, namely aspects of a smaller scale, such as the main coastal erosion surfaces (Arga – 800 m, Sta. Luzia – 470 m, S. Mamede – 270 m, Além do Rio – 160 m, Faro de Anha – 100 m and Ola – 70 m, Carvalhido et al., 2014) and the way they are distributed in the compartments (North-Lima and South-Lima) and tectonic blocks (Sta Luzia, Arga, Galeão, Roques and Padela).

It is also an area of undisputable ecological relevance.

Interesse fluvial: barras fluviais longitudinais instaladas no pós Dryas-recente, no decurso no final da última glaciação.
Fluvial interest: longitudinal bars installed at the end of the last deglaciation (Post Younger Dryas - MIS1).

Interesse geocultural: talhos (separados por muretes e fundo forrado de barro incrustado com seixos miúdos - Almeida, 2005), couto salineiro dos sapais de Portuzelo-Meadela.
Geocultural interest: plots (divided by small walls and bottom made of clay and small pebbles – Almeida, 2005), Portuzelo-Meadela salt marshes.

"a posse de salinas era algo de tão importante que chegavam a atingir preços proibitivos, como é o caso de dois talhos em Darque que foram trocados em 1085 por uma égua (...) o preço habitual de uma égua equivalia ao de um casal"

Inquirições de 1220 (in Almeida, 2005)

"Saltmarshes were such an important possession, that they were sold at exorbitant prices, as in the case of two plots in Darque exchanged for a mare in 1085 (...) at the time, a mare would approximately cost the same as small farm."

Enquiries from 1220 (in Almeida, 2005)

Interesse litoral: marmita de praia do penúltimo interglaciar (MIS7~245000 anos).
Littoral interest: penultimate interglacial beach pothole (MIS7 ~ 245,000 years).

RIBEIRA DE ANHA 5

Temas: As montanhas litorais – instalação e evolução | Os ambientes do passado recente | O Homem no espaço geológico

Topics: Coastal Mountains – Settlement and Evolution | Environments of a Recent Past | Man in the Geological Environment

O Monumento Natural Local da Ribeira de Anha preserva como interesses geomorfológicos principais o estratigráfico, o tectónico e o residual, e outros como o geocultural.

Destaca-se a preservação de um conglomerado clasto-suportado que se deduz, pela relação estratigráfica, posição altimétrica (+0,9 m, n.m.m) e fácies, constituir o resto de uma praia de seixos do último interglaciar (MIS5e), com idade absoluta próxima de 125 mil anos (Eemiano). Este depósito é, até ao momento, registo sedimentar único do Eemiano na costa de Viana do Castelo, surgindo também a norte do rio Lima, no setor costeiro da Gelfa-Forte do Cão (concelho de Caminha). Neste local, estes testemunhos, tal como as plataformas costeiras do último interglaciar (que normalmente ocorrem a 2,0-3,5 m e a 4,5-5,5 m n.m.m.), posicionam-se até cerca de 1 metro acima dos mesmos registos (depósito de praia e plataformas costeiras) identificados na Ribeira de Anha. Carvalhido (2012) interpretou estas observações como o resultado da atividade inversa da Falha do Lima (levantamento da margem norte do Lima), estimada à taxa média para os últimos 125 mil anos, de até 0,008 mm/ano.

O interesse residual está também representado em geoformas da dinâmica costeira, nomeadamente sapas e marmitas, interpretadas como relativas ao penúltimo interglaciar (MIS7, idade absoluta aproximada de 245 mil anos). Na área deste monumento estão preservadas salinas de idade pré-romana.

Ribeira de Anha is a Local Natural Monument of geocultural interest and, geomorphologically speaking, of stratigraphic, tectonic and residual interest.

The preservation of a clast-supported conglomerate suggests, given the stratigraphic relationship, spot elevation (+0.9 m, m.a.s.l) and facies, the presence of a remaining pebble beach of the last interglacial period (MIS5e), with an absolute dating around 125 thousand years (Eemian). This deposit is, so far, a unique Eemian relict in Viana do Castelo coastal area, also present at the Gelfa-Forte do Cão coastal sector (Municipality of Caminha). In this area, these ancient beach geoforms, such as coastal platforms of the last interglacial period (normally occurring at 2.0-3.5 m and at 4.5-5.5 m m.a.s.l.), are preserved more or less 1 m above the same records (beach deposits and coastal platforms) identified at Ribeira de Anha. Carvalhido (2012) interpreted these observations as the result of the Lima reverse fault activity, (Lima north bank uplift) at the estimated 0.008 mm/year average rate, for the last 125 thousand years.

The residual interest is also represented in geoforms of the coastal dynamics, namely coastal potholes and notches dating back to the penultimate interglacial period (MIS7, absolute approximate dating of 245 thousand years). In the area of this local monument some pre-roman saltpans have also been preserved.

RIBEIRA DE ANHA

Interesse litoral: entalhe basal (sapa) do penúltimo interglaciar (MIS7~245000 anos).
Littoral interest: penultimate interglacial notch (MIS 7 ~ 245,000 years).

Interesse litoral: conglomerado clastro-suportado gerado em ambiente de praia de elevada energia, durante o último interglaciário (MIS5).
Littoral interest: clast-supported conglomerate generated in high energy beach environment, during the last interglacial (MIS5).

Interesse residual: desmantelamento dos afloramentos de praia por coalescência de marmitas.
Residual interest: dismantling of the beach outcrops by coalescence of potholes.

Interesse geocultural: pias salineiras pré-romanas talhadas no granito de Sta. Luzia.
Geocultural interest: pre-Roman saltpans carved in St. Luzia granite.

GEOSSITÍOS
GEOSITES

LEGENDA / *LEGEND*

Portas do Geoparque
Gates to the Geopark

Sítios da geodiversidade
Geodiversity Sites

Arqueossítios / Núcleos Museológicos
Archaeological Sites/ Museological Centres

Monumentos Naturais Locais
Áreas classificadas (1ª fase)
Local Natural Monuments
Classified Areas (1st Phase)

Monumentos Naturais Locais
Áreas classificadas (2ª fase)
Local Natural Monuments
Classified Areas (2nd phase)

1. Pavimentos Graníticos da Gatenha
   Granite Pavements of Gatenha
2. Cascatas da Ferida Má
   Ferida Má Cascades
3. Turfeiras das Chãs de Arga
   Turf of Chãs de Arga
4. Planalto Granítico das Chãs de Sta. Luzia
   Granite Plateau of Chãs in Santa Luzia
5. Cristas Quartzíticas do Campo Mineiro de Folgadoiro-Verdes
   Quarzitic ridges of Campo Mineiro in Folgadoiro-Verdes
6. Cascatas do Poço Negro
   Poço Negro Cascades
7. Penedo Furado do Monte da Meadela
   Penedo Furado of Monte da Meadela
8. Dunas Trepadoras do Faro de Anha
   Climbing Dunes in Faro de Anha

1. Cemitério de Praias Antigas do Alcantilado de Montedor
   Ancient beaches of Alcatilado de Montedor
2. Gotas Magmáticas do Canto Marinho
   Magmatic Drops in Canto Marinho
3. Relíquias do Rheic das Pedras Ruivas
   Rheic Remains in Pedras Ruivas
4. Falha das Ínsuas do Lima
   Insuas Fault
5. Praia Eemiana da Ribeira de Anha
   Eemian Beach of Ribeira de Anha

1. Mina de Cassiterite do Rexisco
   Cassiterite do Rexisco Mine
2. Falha da Pedra Negra
   Pedra Negra Fault
3. Ruinas Mineiras de Meixedo
   Mining Ruins in Meixedo
4. Zona Húmida de S. Simão Lagoas de Vila Franca
   Wetlands in S. Simão and Vila franca Lagoons
5. Blocos em Casca de Cebola da Vacaria
   Blocks in Casca de Cebola da Vacaria
6. Dunas de S. João de Ester
   S. João de Ester Dunes
7. Troncos Fósseis das Barreiras de Vila Fria - Alvarães
   Fossil Trunks in the Barriers of Vila Fria - Alvarães
8. Terraços Fluviais de Lanheses
   Fluvial Terraces

1. Laje da Churra
   Churra Slab
2. Mamoa de Afife
   Tumulus in Afife
3. Gandra de Montedor
   Gandra de Montedor
4. Praia de Fornelos
   Fornelos Beach
5. Praia Norte
   Norte Beach
6. Citânia de Santa Luzia
   Pre-roman village Citânia de Santa Luzia
7. Castro de S. Silvestre de Cardielos
   S. Silvestre de Cardielos Castro
8. Casa dos Nichos
   Niche House
9. Núcleo Museológico de Santa Maria de Geraz do Lima
   Museological Centre in Santa Maria de Geraz do Lima
10. Núcleo Museológico do Castelo do Neiva
    Museological Centre in Castelo do Neiva

1. Porta do Atlântico
   Atlantic Gateway
2. Porta das Argas
   Argas Gateway
3. Porta do Neiva
   Neiva Gateway

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
REFERENCES

Baptista, M. & Miranda J. (2009). Revision of the Portuguese catalog of tsunamis. Natural Hazards and Earth System Sciences, 9, pp. 25-42.

Carvalhido, R. (2014). Os 5 Monumentos Naturais Locais de Viana do Castelo. Comunicação proferida na sessão pública de apresentação do processo de classificação (24/setembro). Sala Couto Viana, Biblioteca Municipal de Viana do Castelo.

Carvalhido, R.; Pereira, D.; Cunha, P.; Buylaert, J. & Murray, A. (2014). Characterization and dating of coastal deposits of NW Portugal (Minho-Neiva area): A record of climate, eustasy and crustal uplift during the Quaternary. Quaternary International 328-329, pp. 94-106.

Carvalhido, R.; Brilha, J. & Pereira, D. (2016). Designation of Natural Monuments by the Local Administration: the Example of Viana Do Castelo Municipality and its Engagement with Geoconservation (NW Portugal). Geoheritage-Springer, 8, DOI:10.1007/s12371-016-0183-2.

Carvalho, A. (2007). O Crime das Pedras Ruivas. Cadernos Vianenses, 39, 257-274.

Carvalhido (2012). O Litoral Norte de Portugal (Minho-Neiva): evolução paleoambiental quaternária e proposta de conservação do património geomorfológico. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, 560 p.

Costa, M.; Machado, J.; Lopes, H. & Almeida, T. (2012). Pias Salineiras da Praia do Canto Marinho: Inventário Arqueológico. Cadernos Vianenses, 46, 95–111.

Lima, F. (2008). Proposta Metodológica para a Inventariação do Património Geológico Brasileiro. Tese de Mestrado, Universidade do Minho, Braga, 94 pp.

Magalhães, I. & Baptista, J. (2006). Pesqueiras do mar: as cambôas de Carreço. In Ardentia n.3 p. 55; Federacion Galega pela Cultura Marítima e Fluvial, Pontevedra.

Mendonça, Joaquim (1758). História Universal dos Terramotos. Offic. A.V. da Silva, Lisboa, 272p.

Nance, R.D., Gutiérrez-Alonso, G.,Keppie, J.D., Linnemann, U., Murphy, J.B., Quesada, C., Strachan, R.A. & Woodcock, N.H. (2012). A brief history of the Rheic Ocean. Geoscience Frontiers, v. 3, 125-135.

Pamplona, J. (2001). Tectónica do antiforma de Viana do Castelo - Caminha (ZCI): regime de deformação e instalação de granitóides. Tese de doutoramento, Dep. Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga, 197 p.

Pamplona, J.; Gutiérrez-Alonso, G. & Ribeiro, A. (2006). Superposition of shear zones during orogenic development: an example from the NW Variscan Belt (Viana do Castelo, NW Portugal). Journal Structural Geology, 28, pp. 1327-1337.

FICHA TÉCNICA / *CREDITS*

TÍTULO / *TITLE*: Livro de Pedra, Monumentos Naturais Locais de Viana do Castelo - Catálogo
AUTOR / *AUTHOR*: Ricardo J. Carvalhido (Centro de Ciências da Terra da Universidade do Minho)
NOTA DE ABERTURA / *FOREWORD*: José Maria Costa (Presidente da Câmara Municipal de Viana do Castelo)
FOTOGRAFIA / *PHOTOGRAPHY*: Ricardo J. Carvalhido (Centro de Ciências da Terra da Universidade do Minho)
DESIGN E IMPRESSÃO / *DESIGN AND PRINTING*: Blisq Creative
TRADUÇÃO (TEXTOS) / *TRANSLATION (TEXTS)*: Lia Cunha
TRADUÇÃO (FRISO, LEGENDAS) / *TRANSLATION (TIMELINE, CAPTIONS)*: Ricardo J. Carvalhido
EDIÇÃO / *PUBLISHED BY*: Câmara Municipal de Viana do Castelo
TIRAGEM / *PRINT RUN*: 1000 exemplares / 1000 un.
DATA E LOCAL DA 2ª EDIÇÃO / *DATE AND PLACE OF THE 2ND EDITION*: Abril de 2018, Viana do Castelo / April, 2018, Viana do Castelo
DEPÓSITO LEGAL / *LEGAL DEPOSIT*: 439859/18