



Universidade de  
Aveiro  
2015

Departamento de Geociências

**ANA LUÍSA  
SEBASTIÃO  
RODRIGUES  
DOS SANTOS**

# **GEOQUÍMICA, MINERALOGIA E LUMINESCÊNCIA DE UM MUNDO PRÉ-HISTÓRICO EM NEGATIVO**

**DO NEOLÍTICO À IDADE DO BRONZE  
REGIÃO DO ALENTEJO**







Universidade de  
Aveiro  
2015

Departamento de Geociências

**ANA LUÍSA  
SEBASTIÃO  
RODRIGUES  
DOS SANTOS**

# **GEOQUÍMICA, MINERALOGIA E LUMINESCÊNCIA DE UM MUNDO PRÉ-HISTÓRICO EM NEGATIVO**

## **DO NEOLÍTICO À IDADE DO BRONZE REGIÃO DO ALENTEJO**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Geociências - Recursos Geológicos e Geomateriais, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha, Professor Catedrático do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, da Doutora Maria Isabel Marques Dias, Investigadora Auxiliar com Agregação do Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares do Instituto Superior Técnico e do Doutor Christopher Ian Burbidge, Investigador Auxiliar do Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares do Instituto Superior Técnico.

Apoio financeiro da FCT no  
âmbito da Bolsa de  
Doutoramento  
SFRH/BD/62396/2009



À Clarinha, ao João Maria e ao Tiago,  
os amores da minha vida



## **o júri**

presidente

**Professor Doutor Joaquim Manuel Vieira**  
professor catedrático da Universidade de Aveiro

vogais

**Professor Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha**  
professor catedrático, Universidade de Aveiro (orientador)

**Doutor Iuliu Bobos Radu**  
professor associado com agregação, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto

**Doutora Maria Isabel Garrido Prudêncio**  
investigadora Principal com Agregação, Instituto Superior Técnico de Lisboa

**Doutora Agnès Le Gac**  
professora auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

**Doutora Maria Isabel Marques Dias**  
investigadora auxiliar com agregação, Instituto Superior Técnico de Lisboa  
(coorientadora)

**Doutor Paulo do Carmo Sá Caetano**  
professor auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

**Doutor António Carlos Valera**  
investigador da ERA Arqueologia S.A





## **agradecimentos**

O trabalho desenvolvido no âmbito deste estudo só foi possível com o apoio de diversas pessoas e instituições às quais expresso o meu sincero agradecimento.

Agradeço à Fundação para a Ciência e Tecnologia pela concessão da Bolsa de doutoramento, bem como pelo financiamento por meio dos projectos Convénio Bilateral FCT/CNR 2011-2012 (italia128584682220330), Vadose - PTDC/AAC-AMB/121375/2010 e PEst-OE/CTE/UI4035/2014.

Agradeço aos meus orientadores, ao Professor Doutor Fernando Rocha, à Doutora Isabel Dias e ao Doutor Christopher Burbidge, pela oportunidade de aprendizagem, pelo incentivo, disponibilidade, apoio, paciência e acompanhamento, desde o trabalho de campo à escrita da tese. Bem como terem-me facultado a apresentação dos resultados deste trabalho em congressos internacionais.

E porque a participação da Era-Arqueologia neste trabalho foi imprescindível, agradeço ao Doutor António Valera a possibilidade de recolha de amostras nos sítios arqueológicos estudados, bem como a disponibilidade para facultar toda a informação necessária à compreensão dos contextos estudados.

Ao Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares do Instituto Superior Técnico, em particular a todo o grupo de investigação anteriormente designado GeoLuC, agradeço a disponibilidade de laboratórios, equipamentos, materiais e, o mais importante, pessoas, imprescindíveis à execução de todo o trabalho de campo e de laboratório. Aos técnicos do laboratório de espectrometria gama e à Doutora Isabel Prudêncio pelo planeamento e execução de análises químicas por ativação neutrónica. O meu agradecimento também ao técnico do laboratório de Luminescência, pela ajuda na colheita e preparação das amostras.

Agradeço à Universidade de Aveiro, em especial ao Departamento de Geociências, pela execução das análises granulométricas de finos, análises por fluorescência de raios-X executadas pela técnica Cristina Sequeira.

Aos colegas do “gab dos G’s”, pelo apoio, amizade e partilha, o meu muito obrigado. E, porque durante a gravidez da Clarinha, muito do trabalho “perigoso” foi feito pelo Gui, pela Dulce e pela Rosa, mais uma vez obrigada.

E por último, agradeço aos primeiros...Muito obrigada à minha família e amigos pelo amor, compreensão, amizade e paciência. Agradeço por todos os momentos em que demonstraram que este projeto, por ser importante para mim, também o é para vós.



**palavras-chave** Estruturas negativas arqueológicas, calcretos, luminescência e datação, análise instrumental por activação neutrónica, geoquímica, mineralogia, paleoambientes, geoarqueologia, Alentejo /Sul de Portugal), Pré-História

**resumo**

Os trabalhos de investigação arqueológica realizados nos últimos anos no Sul de Portugal têm revelado a existência de estruturas arqueológicas negativas com arquiteturas e funcionalidades inéditas, que levantaram questões quanto à sua dinâmica de preenchimento e cronologia. Estas estruturas (fossos, fossas e hipogeus) estão associadas a sociedades Pré-Históricas, do Neolítico à Idade do Bronze, e foram escavadas em formações carbonatadas e materiais de alteração de granitos, e de dioritos e gabros associados.

Neste trabalho estudaram-se diferentes fracções granulométricas de materiais de preenchimento das estruturas negativas e contexto geológico com uma nova abordagem: (i) composição química (ativação neutrónica e fluorescência de raios-X), (ii) composição mineralógica (difração de raios-X), (iii) estudos de luminescência estimulada ópticamente e termicamente, e (iv) datação por luminescência dos materiais de preenchimento.

As diferenças encontradas na granulometria, composição química e mineralógica, nomeadamente da fração argilosa das diferentes formações estudadas, permitiram definir condições paleoambientais para os materiais de preenchimento das estruturas negativas, bem como diferenciar as formações carbonatadas: (i) calcretos freáticos, (ii) calcretos lacustes (jovens/maduros e pobres/ricos em Mg) e (iii) formações detríticas carbonatadas. Os resultados da luminescência combinados com os da mineralogia e geoquímica (complementando os da arqueologia) permitiram contribuir para a identificação de diferentes fases na sequência de preenchimento das estruturas, a proveniência dos materiais e o tipo de relação com o substrato geológico, destacando-se o papel dos elementos traço, particularmente das terras raras. A datação por luminescência confirmou em alguns casos a sequência cronológica estabelecida pela interpretação arqueológica. Contudo, verificou-se que em outras situações a idade de luminescência foi afectada por uma grande contribuição de materiais geológicos e/ou pela presença de calcite. Para atenuar o efeito da calcite propõe-se uma nova abordagem metodológica para o cálculo da taxa de dose, permitindo re-interpretar as idades determinadas.

Desta forma, contribuiu-se para o conhecimento da composição e comportamento de amostras de natureza geológica sujeitas a processos de meteorização naturais e antrópicos, numa perspectiva interdisciplinar para uma melhor compreensão de um “mundo Pré-Histórico negativo” na região do Alentejo.



**keywords** Negative archaeological structures, calcretes, luminescence and dating, instrumental neutron activation analysis, geochemistry, mineralogy, paleoenvironments, geoarchaeology, Alentejo (South of Portugal), Prehistory

**abstract** Archaeological research developed in recent years in South Portugal has revealed negative archaeological structures with original architectures and features, posing questions related to their chronology and fill dynamics. These structures (ditches, pits and hypogeum) have been excavated in carbonate-rich rocks and materials derived by weathering of granites, diorites and associated gabbros. They are related with Pre-Historic societies, from the Neolithic through the Bronze Age.

In this work, different granulometric fractions of the fill materials of the negative structures and geological contexts have been studied by an innovative approach comprising: (i) chemical composition (neutron activation analysis and X-ray fluorescence), (ii) mineralogical composition (X-ray diffraction), (iii) thermo and optically stimulated luminescence profiling, and (iv) luminescence dating of fill materials.

Results found for granulometry, chemical and mineralogical composition, particularly of the clay fraction, enable differentiation of the paleoenvironments of the fill materials, as well as classification of the carbonate-rich materials: (i) phreatic calcretes, (ii) lacustrine calcretes (young/mature and poor/rich in Mg) and (iii) carbonate detrital formations. Luminescence together with geochemical and mineralogical results (complementing archaeological ones) contributed to the identification of different phases in the stratigraphic sequence, materials provenance and relation with the geological background, with particular emphasis in the role of trace elements, namely rare earth elements. Luminescence dating is often in accordance with archaeological interpretations of stratigraphy. Nevertheless calcite and/or the contribution of geological materials disturb the obtained age. In order to attenuate the effect of calcite, a new methodological approach is proposed in this work for the dose rate estimation, allowing a re-interpretation of the obtained age.

Thus this work contributes to better establish behaviour of geological materials subjected to natural and anthropogenic weathering effects, in an interdisciplinary point of view, and better understanding the “negative Pre-Historical world” in the Alentejo region.



## Abreviaturas

AAN	Análise por ativação neutrónica
aMPr	Amostra adjunta de material de preenchimento para datação
CIA	Chemical index of alteration – Índice Químico de Alteração
CTN	Campus Tecnológico e Nuclear
C2TN	Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares do IST
d.e.e.	Diâmetro esférico equivalente
dMPr	Amostra de material de preenchimento para datação
DRX	Difração de raios-X
EGER	Espectrometria gama de elevada resolução
EGIS	Espectrometria gama <i>in situ</i>
EQZG	Fração enriquecida em quartzo grosseiro
FRX	Fluorescência de raios-X
GeoBioTec	Centro de Geobiociências, Geoengenharias e Geotecnologias da Univ. De Aveiro
GeoLuc	Geoquímica aplicada e luminescência no património cultural (designação inicial do grupo de investigação onde desenvolvi este trabalho)
IRSL	Infrared stimulated luminescence – luminescência estimulada por infravermelhos
IST	Instituto Superior Técnico
MGeo	Amostra de material geológico
MIA	Mineralogical index of alteration – Índice mineralógico de alteração
OSL	Optically stimulated luminescence – Luminescência estimulada opticamente
PIA	Plagioclase index of alteration – Índice de alteração da plagioclase
PMF	Poliminerais finos
PMG	Poliminerais grosseiros
pMPr	Amostra de perfil de material de preenchimento
QZF	Quartzo grosseiro
QZG	Quartzo fino
R	Índice Ruxton
RD	Razão de dolomitização
REE	Rare earth elements – Terras raras
RC	Razão de calcificação
RL	Radioluminescência
SAR	Single aliquot regenerative protocol - Protocolo regenerativo de alíquotas simples
TSL	Thermally stimulated luminescence – Luminescência estimulada termicamente
UCC	Upper continental crust – Crosta continental superior





## Índice geral

<b>1</b>	<b>Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1	Enquadramento do trabalho e objetivos.....	1
1.2	Organização do trabalho .....	7
<b>2</b>	<b>O contexto geográfico, arqueológico e geológico</b> .....	<b>9</b>
2.1	Os sítios arqueológicos estudados - localização, descrição e problemáticas .....	14
2.1.1	Monte Carrascal .....	14
2.1.2	Monte de Cortes, Covas, Outeiro Alto e Horta dos Quarteirões .....	19
2.1.2.1	Monte de Cortes .....	22
2.1.2.2	Covas.....	24
2.1.2.3	Outeiro Alto.....	26
2.1.2.4	Horta dos Quarteirões .....	31
2.1.3	Malhada da Orada .....	33
2.1.4	Recinto de fossos dos Perdigões .....	39
2.2	Classificação de materiais carbonatados.....	49
2.2.1	Os materiais carbonatados do Baixo Alentejo.....	59
<b>3</b>	<b>Os materiais estudados</b> .....	<b>61</b>
3.1	Metodologia da amostragem .....	61
3.2	Amostragem .....	67
3.2.1	Monte do Carrascal .....	67
3.2.2	Monte de Cortes .....	70
3.2.3	Covas.....	76
3.2.4	Outeiro Alto .....	81
3.2.5	Horta dos Quarteirões .....	86
3.2.6	Malhada da Orada .....	94
3.2.7	Recinto de fossos dos Perdigões .....	97
<b>4</b>	<b>Métodos</b> .....	<b>108</b>
4.1	Protocolos para preparação das amostras .....	111
4.1.1	Para a determinação da composição e da granulometria.....	111
4.1.2	Para estudos de luminescência.....	113
4.2	Determinação da granulometria .....	116
4.3	Determinação da mineralogia por difração de raios-X.....	117
4.3.1	Índices mineralógicos .....	119
4.4	Determinação da composição química .....	120
4.4.1	Fluorescência de raios-X.....	120
4.4.2	Determinação das perdas por ignição.....	121
4.4.3	Análise química por ativação neutrónica.....	121
4.4.4	Normalização aos valores médios da crosta continental .....	125
4.4.5	Normalização dos elementos terras raras aos condritos .....	125
4.4.6	Índices químicos .....	126
4.4.7	Análise estatística .....	127
4.4.8	Espectrometria gama <i>in situ</i> .....	127
4.4.9	Espectrometria gama de elevada resolução no laboratório .....	128
4.5	Datação por luminescência .....	129
4.5.1	Estudos de comportamento: testes iniciais e perfis .....	131
4.5.2	Determinação da dose absorvida.....	133
4.5.3	Dosimetria - determinação da taxa de dose.....	136
4.5.3.1	Determinação do teor em humidade .....	137

4.5.3.2	Proposta de protocolo de avaliação dos efeitos de calcite e matéria orgânica na taxa de dose .....	138
4.5.3.3	Determinação da eficácia da radiação alfa .....	138
4.6	Radioluminescência.....	139
<b>5</b>	<b>Materiais geológicos e arqueológicos – resultados e discussão .....</b>	<b>141</b>
5.1	Monte Carrascal .....	141
5.1.1	Granulometria .....	141
5.1.2	Mineralogia .....	143
5.1.2.1	Amostra total.....	143
5.1.2.1.1	Índices mineralógicos .....	144
5.1.2.2	Fração argilosa .....	146
5.1.3	Composição química .....	148
5.1.3.1	Materiais representativos da geologia local .....	148
5.1.3.1.1	Índices químicos .....	150
5.1.3.1.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	150
5.1.3.2	Materiais de preenchimento – amostra total .....	153
5.1.3.2.1	Índices químicos .....	159
5.1.3.2.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	160
5.1.3.3	Materiais de preenchimento – fração argilosa.....	165
5.1.3.3.1	Comportamento dos elementos terras raras .....	169
5.1.4	Comportamento dos sinais de luminescência dos materiais de preenchimento..	171
5.1.4.1	Estudos em perfil .....	171
5.1.4.2	Sensibilidade dos grãos de quartzo grosseiro.....	178
5.1.4.3	Radioluminescência.....	179
5.1.5	Datação dos materiais de preenchimento .....	180
5.1.5.1	Determinação da dose absorvida.....	180
5.1.5.1.1	Testes iniciais nos grãos de quartzo grosseiro.....	180
5.1.5.1.2	SAR – OSL nos grãos de quartzo grosseiro.....	181
5.1.5.2	Determinação da taxa de dose.....	184
5.1.5.3	Estimativa da idade – Interpretação .....	184
5.1.6	Síntese dos resultados obtidos vs contexto arqueológico.....	186
5.2	Monte de Cortes .....	190
5.2.1	Granulometria .....	190
5.2.2	Mineralogia .....	193
5.2.2.1	Amostra total.....	193
5.2.2.1.1	Índices mineralógicos .....	195
5.2.2.2	Fração argilosa .....	197
5.2.3	Composição química .....	199
5.2.3.1	Materiais representativos da geologia local – Amostra total .....	199
5.2.3.1.1	Índices químicos .....	201
5.2.3.1.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	202
5.2.3.2	Materiais representativos da geologia local – Fração argilosa .....	204
5.2.3.2.1	Comportamento dos elementos terras raras .....	206
5.2.3.3	Materiais de preenchimento da fossa – Amostra total .....	208
5.2.3.3.1	Índices químicos .....	209
5.2.3.3.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	210
5.2.3.4	Materiais de preenchimento do fosso – Amostra total .....	211
5.2.3.4.1	Índices químicos .....	215
5.2.3.4.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	216
5.2.3.5	Materiais de preenchimento da fossa e do fosso – Fração argilosa .....	219
5.2.3.5.1	Comportamento dos elementos terras raras .....	222
5.2.4	Comportamento dos sinais de luminescência dos materiais de preenchimento..	224
5.2.4.1	Estudos em perfil – materiais de preenchimento do fosso.....	224
5.2.4.2	Sensibilidade dos grãos de quartzo grosseiro.....	230
5.2.4.3	Radioluminescência.....	231
5.2.5	Datação dos materiais de preenchimento .....	232
5.2.5.1	Determinação da dose absorvida.....	232
5.2.5.1.1	Testes iniciais nos grãos de quartzo grosseiro.....	232

	5.2.5.1.2 SAR – OSL nos grãos de quartzo grosseiro .....	233
	5.2.5.2 Determinação da taxa de dose.....	234
	5.2.5.3 Estimativa da idade – Interpretação .....	235
5.2.6	Síntese dos resultados obtidos vs contexto arqueológico .....	237
5.3	Covas.....	241
5.3.1	Granulometria .....	241
5.3.2	Mineralogia .....	244
	5.3.2.1 Amostra total.....	244
	5.3.2.1.1 Índices mineralógicos .....	246
	5.3.2.2 Fração Argilosa.....	247
5.3.3	Composição química .....	250
	5.3.3.1 Materiais representativos da geologia local – Amostra total.....	250
	5.3.3.1.1 Índices químicos .....	252
	5.3.3.1.2 Comportamento dos elementos terras raras .....	252
	5.3.3.2 Materiais representativos da geologia local – Fração argilosa .....	254
	5.3.3.2.1 Comportamento dos elementos terras raras .....	255
	5.3.3.3 Materiais de preenchimento da fossa – Amostra total .....	258
	5.3.3.3.1 Índices químicos .....	263
	5.3.3.3.2 Comportamento dos elementos terras raras .....	265
	5.3.3.4 Materiais de preenchimento da fossa - Fração argilosa .....	268
	5.3.3.4.1 Comportamento dos elementos terras raras .....	269
5.3.4	Comportamento dos sinais de luminescência dos materiais de preenchimento .	272
	5.3.4.1 Estudos em perfil – materiais de preenchimento do fosso.....	272
	5.3.4.2 Sensibilidade dos grãos de quartzo grosseiro .....	280
5.3.5	Datação dos materiais de preenchimento .....	280
	5.3.5.1 Determinação da dose absorvida.....	280
	5.3.5.1.1 Testes iniciais nos grãos de quartzo grosseiro .....	280
	5.3.5.1.2 Testes iniciais nos grãos de quartzo fino .....	281
	5.3.5.1.3 SAR – OSL nos grãos de quartzo grosseiro .....	282
	5.3.5.1.4 SAR – OSL nos grãos de quartzo fino.....	284
	5.3.5.2 Determinação da taxa de dose.....	286
	5.3.5.3 Estimativa da idade - interpretação .....	286
5.3.6	Síntese dos resultados obtidos vs contexto arqueológico .....	288
5.4	Outeiro Alto.....	293
5.4.1	Granulometria .....	293
5.4.2	Mineralogia .....	295
	5.4.2.1 Amostra total.....	295
	5.4.2.1.1 Índices mineralógicos .....	298
	5.4.2.2 Fração Argilosa.....	298
5.4.3	Composição química .....	299
	5.4.3.1 Materiais representativos da geologia local .....	299
	5.4.3.1.1 Índices químicos .....	301
	5.4.3.1.2 Comportamento dos elementos terras raras .....	301
	5.4.3.2 Materiais de preenchimento das estruturas negativas – Amostra total	302
	5.4.3.2.1 Índices químicos .....	307
	5.4.3.2.2 Comportamento dos elementos terras raras .....	307
	5.4.3.3 Materiais de preenchimento das estruturas negativas - Fração argilosa	310
	5.4.3.3.1 Comportamento dos elementos terras raras .....	311
5.4.4	Comportamento dos sinais de luminescência dos materiais de preenchimento .	314
	5.4.4.1 Estudos em perfil – materiais de preenchimento do fosso.....	314
	5.4.4.2 Sensibilidade dos grãos de quartzo grosseiro .....	319
5.4.5	Datação dos materiais de preenchimento .....	319
	5.4.5.1 Determinação da dose absorvida.....	319
	5.4.5.1.1 Testes iniciais nos grãos de quartzo grosseiro .....	319
	5.4.5.1.2 Testes iniciais nos grãos de quartzo fino .....	320
	5.4.5.1.3 SAR – OSL nos grãos de quartzo grosseiro .....	321
	5.4.5.1.4 SAR – OSL nos grãos de quartzo fino.....	324
	5.4.5.2 Determinação da taxa de dose.....	326

	5.4.5.3	Estimativa da idade - interpretação .....	326
	5.4.6	Síntese dos resultados obtidos vs contexto arqueológico.....	330
5.5		Horta dos Quarteirões .....	332
	5.5.1	Granulometria .....	332
	5.5.2	Mineralogia .....	335
	5.5.2.1	Amostra total.....	335
	5.5.2.1.1	Índices mineralógicos .....	339
	5.5.2.2	Fração Argilosa.....	340
	5.5.3	Composição química .....	342
	5.5.3.1	Materiais representativos da geologia local – Amostra total.....	342
	5.5.3.1.1	Índices químicos .....	345
	5.5.3.1.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	347
	5.5.3.2	Materiais representativos da geologia local – Fração argilosa .....	349
	5.5.3.2.1	Comportamento dos elementos terras raras .....	352
	5.5.3.3	Materiais de preenchimento – Amostra total .....	354
	5.5.3.3.1	Índices químicos .....	356
	5.5.3.3.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	357
	5.5.3.4	Materiais de preenchimento - Fração argilosa .....	360
	5.5.3.4.1	Comportamento dos elementos terras raras .....	362
	5.5.4	Comportamento dos sinais de luminescência dos materiais de preenchimento..	364
	5.5.4.1	Estudos em perfil – materiais de preenchimento do fosso.....	364
	5.5.4.2	Sensibilidade dos grãos de quartzo grosseiro.....	370
	5.5.4.3	Radioluminescência.....	370
	5.5.5	Datação dos materiais de preenchimento .....	371
	5.5.5.1	Determinação da dose absorvida .....	371
	5.5.5.1.1	Testes iniciais nos grãos de quartzo grosseiro.....	371
	5.5.5.1.2	SAR – OSL nos grãos de quartzo grosseiro.....	372
	5.5.5.2	Determinação da taxa de dose.....	373
	5.5.5.3	Estimativa da idade – Interpretação .....	374
	5.5.6	Síntese dos resultados obtidos vs contexto arqueológico.....	376
5.6		Malhada da Orada.....	380
	5.6.1	Granulometria .....	380
	5.6.2	Mineralogia .....	382
	5.6.2.1	Amostra total.....	382
	5.6.2.1.1	Índices mineralógicos .....	383
	5.6.2.2	Fração Argilosa.....	383
	5.6.3	Composição química .....	385
	5.6.3.1	Amostra total.....	385
	5.6.3.1.1	Índices químicos .....	388
	5.6.3.1.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	389
	5.6.3.2	Fração argilosa .....	392
	5.6.3.2.1	Comportamento dos elementos terras raras .....	394
	5.6.4	Comportamento dos sinais de luminescência dos materiais de preenchimento - Sensibilidade dos grãos de quartzo grosseiro .....	396
	5.6.5	Datação dos materiais de preenchimento .....	396
	5.6.5.1	Determinação da dose absorvida.....	396
	5.6.5.1.1	Testes iniciais nos grãos de quartzo grosseiro.....	396
	5.6.5.1.2	SAR – OSL nos grãos de quartzo grosseiro.....	397
	5.6.5.2	Determinação da taxa de dose.....	398
	5.6.5.3	Estimativa da idade – Interpretação .....	398
	5.6.6	Síntese dos resultados obtidos vs contexto arqueológico.....	398
5.7		Recinto de fossos dos Perdígões .....	399
	5.7.1	Granulometria .....	399
	5.7.1.1	Fossos 5 e 12 e contexto geológico envolvente.....	399
	5.7.1.2	Fosso 8 e contexto geológico envolvente .....	400
	5.7.1.3	Estrutura circular.....	401
	5.7.2	Mineralogia .....	404
	5.7.2.1	Amostra total.....	404
	5.7.2.1.1	Fossos 5 e 12 e contexto geológico envolvente.....	404

5.7.2.1.2	Fosso 8 e contexto geológico envolvente .....	407
5.7.2.1.3	Fosso 6 .....	408
5.7.2.1.4	Estrutura circular .....	410
5.7.2.1.5	Índices mineralógicos .....	411
5.7.2.2	Fração argilosa .....	415
5.7.3	Composição química .....	415
5.7.3.1	Materiais representativos da geologia local – Amostra total - Fossos 5 e 12 .....	415
5.7.3.1.1	Índices químicos .....	418
5.7.3.1.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	419
5.7.3.2	Materiais representativos da geologia local – Fração argilosa – Fossos 5 e 12 .....	421
5.7.3.3	Materiais de preenchimento – Amostra total – Fossos 5 e 12 .....	422
5.7.3.3.1	Índices químicos .....	427
5.7.3.3.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	427
5.7.3.4	Materiais de preenchimento - Fração argilosa – Fosso 12 .....	430
5.7.3.4.1	Comportamento dos elementos terras raras .....	431
5.7.3.5	Materiais representativos da geologia local – Amostra total – Fosso 8 .....	432
5.7.3.5.1	Índices químicos .....	434
5.7.3.5.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	435
5.7.3.6	Materiais de preenchimento – Amostra total – Fosso 8 .....	437
5.7.3.6.1	Índices químicos .....	440
5.7.3.6.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	441
5.7.3.7	Materiais representativos da geologia local – Amostra total – Fosso 6 .....	443
5.7.3.7.1	Índices químicos .....	446
5.7.3.7.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	447
5.7.3.8	Materiais de preenchimento – Amostra total – Fosso 6 .....	450
5.7.3.8.1	Comportamento dos elementos terras raras .....	452
5.7.3.9	Materiais de preenchimento – Amostra total – Estrutura circular .....	454
5.7.3.9.1	Índices químicos .....	456
5.7.3.9.2	Comportamento dos elementos terras raras .....	459
5.7.4	Comportamento dos sinais de luminescência dos materiais de preenchimento .....	461
5.7.4.1	Estudos em perfil – materiais de preenchimento da estrutura circular .....	461
5.7.4.2	Sensibilidade dos grãos de quartzo grosseiros .....	466
5.7.5	Datação dos materiais de preenchimento .....	466
5.7.5.1	Determinação da dose absorvida .....	467
5.7.5.1.1	Testes iniciais nos grãos de quartzo grosseiro .....	467
5.7.5.1.2	SAR – OSL nos grãos de quartzo grosseiro .....	469
5.7.5.2	Determinação da taxa de dose .....	474
5.7.5.3	Estimativa da idade – Interpretação .....	474
5.7.6	Síntese dos resultados obtidos vs contexto arqueológico .....	477
5.8	Síntese comparativa dos resultados obtidos para os sete sítios arqueológicos .....	481
5.8.1	Mineralogia e geoquímica dos materiais estudados. Considerações paleoambientais .....	481
5.8.1.1	Materiais Geológicos .....	481
5.8.1.2	Materiais geológicos vs materiais de preenchimento .....	487
5.8.2	Medidas de Luminescência .....	488
5.8.2.1	Sensibilidade do quartzo dos materiais de preenchimento .....	488
5.8.2.2	Taxa de dose e dose absorvida .....	490
5.8.3	Idades obtidas vs idades esperadas .....	492
<b>6</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>495</b>
<b>7</b>	<b>Bibliografia .....</b>	<b>501</b>
<b>8</b>	<b>Trabalhos apresentados no âmbito da tese .....</b>	<b>520</b>
8.1	Publicações .....	520
8.2	Comunicações orais .....	520

8.3	Comunicações em painel .....	520
-----	------------------------------	-----

**Anexos em formato digital (em CD)**

Anexo I – Formulários de amostragem para estudos de luminescência

Anexo II – Resultados das análises de granulometria

Anexo III – Difractogramas e semiquantificação obtidos por DRX

Anexo IV – Resultados das análises químicas

Anexo V – Cálculos intermédios para a determinação da taxa de dose