



2015



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Contributo da análise paleopatológica e paleoparasitológica na interpretação de indicadores de stress fisiológico: estudo de uma amostra Islâmica medieval exumada de Santarém (Portugal)

Contributo da análise paleopatológica e paleoparasitológica na interpretação de indicadores de stress fisiológico: estudo de uma amostra Islâmica medieval exumada de Santarém (Portugal)

Daniela Cunha

Daniela Patrícia Miranda da Cunha

2015



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Contributo da análise paleopatológica e paleoparasitológica na interpretação de indicadores de stresse fisiológico: estudo de uma amostra Islâmica medieval exumada de Santarém (Portugal)

Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Evolução e Biologia Humanas realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Luísa Santos (Universidade de Coimbra) e da Doutora Luciana Sianto (Universidade de Coimbra).

Daniela Patrícia Miranda da Cunha

2015

Tábua de Matérias

Lista de Figuras	III
Lista de Tabelas	V
Resumo	VI
Palavras-chave	VI
Abstract	VII
Key words	VII
Agradecimentos	VIII
1. Introdução	1
1.1. Indicadores de stresse fisiológico.....	2
1.1.1. Lesões poróticas cranianas	2
1.1.2. Hipoplasias lineares do esmalte dentário.....	5
1.2. Contributo da paleoparasitologia	6
1.3. <i>Shantarîn</i> medieval	8
2. Materiais e Métodos.....	10
2.1. Análise paleopatológica	10
2.2. Análise paleoparasitológica.....	11
2.3. Análise dos dados.....	13
3. Resultados	14
3.1. Perfil demográfico da amostra	14
3.2. Indicadores de stresse fisiológico.....	15
3.2.1. Lesões poróticas cranianas	15
3.2.2 Hipoplasias lineares do esmalte.....	18
3.3. Análise paleoparasitológica.....	21
3.4. Relação entre indicadores de stresse e parasitismo	23
4. Discussão	25
4.1. Indicadores de stresse fisiológico.....	26
4.1.1. Lesões poróticas cranianas	26
4.1.2. Hipoplasias lineares do esmalte.....	29

4.2. Análise paleoparasitológica.....	30
4.3. Relação entre indicadores de stresse e parasitismo	33
5. Conclusão.....	38
Referências Bibliográficas	40

Lista de Figuras

Figura 1. Distribuição da idade à morte por sexo, em que “F” representa o sexo feminino e “M” o masculino.	15
Figura 2. Distribuição de <i>cribra orbitalia</i> pelas órbitas preservadas em indivíduos de ambos os sexos.....	16
Figura 3. Cribra orbitalia de grau 2 no indivíduo 520. Note-se as lesões poróticas bem delimitada na superfície superior lateral da órbita com área inferior a 1 cm ²	17
Figura 4. Lesão de grau 3 na órbita direita do indivíduo 389. Note-se a extensão da lesão porótica no teto da órbita, superior a 1 cm ² e a atividade osteoblástica na região lateral.....	17
Figura 5. Presença de <i>cribra orbitalia</i> consoante o sexo e a idade à morte.	17
Figura 6 Preservação dentária e distribuição de presença de hipoplasias lineares no esmalte dentário por sexo e idade à morte nos indivíduos afetados.	19
Figura 7. Hipoplasias lineares no esmalte dentário do indivíduo 483. Exemplo de uma lesão de grau 3 presente no canino inferior direito e de uma lesão de grau 2 no incisivo lateral inferior esquerdo, assinaladas pelas setas.	20
Figura 8. Percentagem média de dentes afetados por hipoplasias lineares, por indivíduo, em ambos os sexos.....	20
Figura 9. Percentagem média de dentes afetados por hipoplasias lineares por indivíduo consoante à idade à morte.	21
Figura 10. Ovo da espécie <i>Trichuris trichiura</i> , identificado no sedimento da região sacral do indivíduo 136.	22
Figura 11. Ovo da espécie <i>Ascaris lumbricoides</i> , identificado no sedimento da região sacral do indivíduo 147.	22
Figura 12. Coocorrência de dos indicadores de stresse fisiológico nas diversas faixas etárias...	23
Figura 13. Exatidão e valor de <i>kappa</i> dos modelos de classificação para presença de parasitas a partir do grau dos indicadores de stresse fisiológico. na amostra de treino.....	24
Figura 14. Exatidão e valor de <i>kappa</i> dos modelos de classificação para presença de parasitas a partir do grau das hipoplasias lineares do esmalte dentário na amostra de treino.	25
Figura 15. Exatidão e valor de <i>kappa</i> dos modelos de classificação de parasitas através do grau de <i>cribra orbitalia</i> na amostra de treino.	25

Figura 16. Classificação da presença de parasitas intestinais (folhas) a partir do grau dos indicadores de stresse fisiológico (ramos) na amostra Islâmica de Santarém, dados pelo modelo J48.	35
Figura 17. Classificação da presença de parasitas (folhas) a partir do grau de hipoplasias lineares (ramos), dados pelo modelo J48.	36
Figura 18. Classificação da presença de parasitas (folhas) através do grau de <i>cribra orbitalia</i> (ramos).	37

Lista de Tabelas

Tabela 1. Preservação das órbitas e lateralidade das lesões de <i>cribra orbitalia</i> por sexo e idade à morte.	18
Tabela 2. Percentagem de hipoplasias lineares observadas no esmalte dentário de cada tipo de dente.	18
Tabela 3. Descrição demográfica dos indivíduos em que foram encontrados ovos de helmintes e respectiva concentração por grama de sedimento analisado.	22
Tabela 4. Descrição dos indivíduos exibindo simultâneamente <i>cribra orbitalia</i> e hipoplasias lineares no esmalte da dentição anterior.	23

Resumo

A presente dissertação pretende contribuir para a interpretação dos indicadores de stresse fisiológico em 30 esqueletos medievais exumados de uma necrópole Islâmica localizada no subsolo do Largo Cândido dos Reis (Santarém). Para isso foi analisada distribuição demográfica dos indicadores de stresse, as relações que se estabelecem entre estes a nível individual, e suas associações a infeções parasitárias.

Os esqueletos foram selecionados tendo em conta a sua preservação e o sedimento adjacente às áreas de interesse. Analisou-se macroscopicamente os crânios em busca de indicadores de stresse fisiológico: *cribra cranii*, *cribra orbitalia* e hipoplasias lineares do esmalte. Destes esqueletos recolheu-se também sedimento da região pélvica e craniana (amostra de controlo) para análise paleoparasitológica. As amostras de sedimento foram reidratadas com uma solução de Na₃PO₄ (0,5% concentração) e sedimentadas com um centrifuga a 2000 rotações por 1 minuto. Foram analisadas ao microscópio ótico pelo menos 20 lâminas de amostra para cada indivíduo em busca de vestígios de parasitas intestinais. As amostras de controlo foram observadas quando as respetivas amostras da zona ilíaca se mostraram positivas para helmintes.

Não foram encontrados lesões de *cribra cranii*, mas a *cribra orbitalia* foi identificada em 57,89% dos indivíduos. A prevalência da lesão não foi afetada pelo sexo nem pela idade à morte. As hipoplasias lineares do esmalte observaram-se em 46,67% dos indivíduos, ocorrendo predominantemente nos caninos e incisivos. Estes tipos de dentes têm idêntico período de formação (1 a 6 anos) o que sugere que devem resultar de stresse sistémico. Foram recuperados ovos de parasitas intestinais em 23% das amostras. Ovos das espécies *T. trichiura* e *A. lumbricoides* foram identificadas em concentrações relativamente baixas.

Os indicadores de stresse observaram-se simultaneamente em 21,05% dos indivíduos, todos do sexo masculino. Os indicadores de stresse revelaram-se positivamente correlacionados com infeções parasitárias, sendo que esta relação foi mais influenciada pelas hipoplasias lineares no esmalte. Estes resultados sugerem que os mesmos indicadores de stresse em diferentes indivíduos advêm de processos patológicos distintos: anemias adquiridas e congénitas, processos hemorrágicos, inflamatórios e infecciosos.

Palavras-chave

Hipoplasias lineares do esmalte; *cribra orbitalia*; helmintes; Muçulmanos; Idade Média

Abstract

The aim of this dissertation is to contribute to the interpretation of physiological stress indicators in 30 medieval skeletons, exhumed from the Islamic necropolis located under Largo Cândido dos Reis (Santarém). The demographic distribution of stress indicators was analyzed as well as the relationship between different stress indicators and its associations with parasitic infection.

The skeletons were selected by its preservation and the amount of sediment near the areas of interest. The skulls were analyzed macroscopically in search for stress indicators: *cribra cranii*, *cribra orbitalia* and linear enamel hypoplasias. Sediment from the pelvic and cranial (control samples) regions were collected from all skeletons for paleoparasitological analysis. The sediment samples were rehydrated in a 0.5% concentration solution of Na₃PO₄ and sedimented in a centrifuge at 2000 rotations for 1 minute. At least 20 lamina were analyzed by optical microscopy for each individual in search for traces of intestinal parasites. The control samples were observed when the pelvic samples of the same individual were positive for helminths.

It was not found any lesion of *cribra cranii*, but *cribra orbitalia* was identified in 57.89% of the individuals. The prevalence of this lesion was not affected by sex or age at death. The enamel hypoplasias were observed in 46.67% of the analyzed individuals, and occurred more commonly on canines and incisors. These tooth have similar period of formation (1 to 6 years), which suggest that these lesions should result from systemic stress. Parasites eggs were recovered from 23% of the analyzed samples. Eggs of the species *T. trichiura* and *A. lumbricoides* were identified in relatively small concentrations.

The different stress indicators were observed simultaneously in 21.05% of the individuals and always on males. The stress indicators appeared positively correlated to parasitic infection, with enamel hypoplasia being the most influential stress indicator in this relationship. These results suggests that the same stress indicators in different individual came from diverse pathological processes: acquired and congenital anemia, hemorrhagic, inflammatory and infectious processes.

Key words

Linear enamel hypoplasia; *cribra orbitalia*; helminths; Muslims; Middle Ages

Agradecimentos

Às minhas orientadoras de mestrado, Professora Doutora Ana Luísa Santos e Doutora Luciana Sianto pelos comentários, correções e orientação científica que muito contribuíram para o sucesso deste trabalho.

Ao João Coelho e David Navega pela ajuda nas técnicas de *sampling* e na seleção dos algoritmos utilizados.

À Câmara Municipal de Santarém e, em particular ao Doutor António Matias, por possibilitar o acesso ao material osteológico e pela visita guiada a Santarém.

Ao Centro de Investigação em Antropologia e Saúde (CIAS) por disponibilizar o laboratório e o material necessário para ao desenvolvimento das atividades laboratoriais.

Ao Filipe Monteiro, pelas constantes discussões e revisões.

Um especial agradecimento à Doutora Luciana Sianto por me ter ensinado as técnicas laboratoriais de paleoparasitologia, sem as quais a realização deste trabalho não teria sido possível.

1. Introdução

Os indicadores de stresse têm sido amplamente utilizados na antropologia biológica como forma de compreender perturbações implícitas à relação das populações humanas com o ambiente em que se inserem (Reitsema e Mcilvaine, 2014). O estudo destas lesões não-específicas fornece pistas acerca da saúde e doença mas também do padrão de atividade, nutrição, distribuição dos recursos e das condições de higiene nas populações do passado (Stuart-Macadam, 1985; Sullivan, 2005; Walker, 1986). Embora estas lesões tenham sido amplamente estudadas, até ao momento poucos estudos exploram a coocorrência entre os diferentes indicadores (Kozak e Krenz-Niedbala, 2002; Liebe-Harkort, 2012; Mittler et al., 1992; Obertová e Thurzo, 2008; Vance, 2014).

As lesões poróticas cranianas possam ter diversas etiologias, sendo as anemias adquiridas uma causa comumente apontada. Contudo, vários autores propõem que estas lesões só se desenvolvem como consequência de anemias adquiridas (por deficiências de ferro e/ou B₁₂) durante infância e que estas lesões podem persistir até à idade adulta (Kozak e Krenz-Niedbala, 2002; Stuart-Macadam, 1985; Walker et al., 2009). As hipoplasias lineares do esmalte também se desenvolvem sobretudo antes dos 6 anos de idade e, ambas os indicadores de stress, e parecem surgir como resposta ao mesmo tipo de perturbações do metabolismo relacionadas a carências alimentares e períodos de doença (Mittler et al., 1992; Obertová e Thurzo, 2008; Stuart-Macadam, 1985; Walker et al., 2009). A existência simultânea de ambos os indicadores de stresse pode surgir como uma resposta sistémica por diferentes vias metabólicas aos mesmos estímulos ambientais (Obertová e Thurzo, 2008; Stuart-Macadam, 1985). A análise conjunta de ambos os indicadores de stresse pode ajudar a clarificar se as lesões poróticas surgiram durante a amelogenese dentária e consequentemente apoiar na interpretação desta lesão (Mittler et al., 1992).

A exposição a stresse durante o desenvolvimento pode comprometer o metabolismo e o sistema imunitário dos indivíduos afetados, corrompendo a sua capacidade de lidar com stresse na idade adulta e tornando-os mais suscetíveis a infeções (Liebe-Harkort, 2012; Obertová e Thurzo, 2008). Contudo, o contrário também pode acontecer visto que alguns consideram a anemia ferropriva como uma resposta adaptativa a agentes patogénicos, ao inibir a disponibilidade de ferro que necessitam ao seu crescimento e reprodução (Kent et al., 1994; Mittler et al., 1992). O estudo de parasitas intestinais em populações do passado pode contribuir para este debate já que as

infecções parasitárias podem ser um bom indicador de geral de patologia infecciosa porque são potenciadas pelos mesmos fatores de risco – densidade populacional, condições de higiene e alimentação (Reinhard, 1988).

Neste estudo pretende-se analisar e interpretar as relações entre indicadores de stresse fisiológico e parasitas intestinais em 30 indivíduos exumados da necrópole Islâmica medieval, situada no subsolo do Largo Cândido dos Reis (LCR), em Santarém. Para isso será observada a distribuição dos indicadores de stresse – *cribra cranni* (CC), *cribra orbitalia* (CO) e hipoplasias lineares do esmalte dentário (HLED) – nos diferentes sexos e idades à morte e será realizada uma análise paleoparasitológica do sedimento adjacente à região pélvica desses indivíduos. Analisar-se-á a coocorrência de indicadores de stresse fisiológico a nível individual e as relações que se estabelecem entre estes e as infecções por parasitas intestinais observadas nos mesmos indivíduos.

1.1. Indicadores de stresse fisiológico

1.1.1. Lesões poróticas cranianas

As lesões poróticas cranianas *cribra cranii* e *cribra orbitalia* são caracterizadas por porosidade fina no osso trabecular, muitas vezes acompanhada de um aumento na espessura do osso esponjoso adjacente, consequência da expansão do *diploe* (Carlson et al., 1974; Stuart-Macadam, 1985). Consoante a severidade, a lesão pode variar em tamanho e aspeto, exibindo desde porosidade fina e organizada até ao aspeto de “colmeia” na área ocupada normalmente por tecidos moles (Carlson et al., 1974). A hiperostose porótica nos parietais (*cribra cranni*) e nas órbitas (*cribra orbitalia*) ocorrem comumente associadas (Schultz, 2001). Estas derivam dos mesmo processos patológicos que podem ser causados por diversas formas de anemia, inflamações, processos hemorrágicos, infecções, neoplasias e patologias metabólicas (Schultz, 2001). Dado que estas lesões podem estar associadas a diversas patologias, são atualmente aceites como indicadores de stresse fisiológico não-específico (Grauer, 2012).

A *cribra orbitalia* afirma-se bastante mais comum em populações Europeias que a hiperostose porótica (Walker et al., 2009). Alguns autores sugerem que a presença de porosidade

nas órbitas sem o envolvimento da calote craniana pode resultar de uma forma mais ligeira dos processos patológicos que estiveram na base deste tipo de lesões (Blom et al., 2005; Walker et al., 2009). Por exemplo, na Europa existia maior disponibilidade de recursos alimentares de origem animal, prevenindo o desenvolvimento de casos severos de anemia megaloblástica e ferropriva, o que se traduz num menor envolvimento dos parietais nestas populações (Blom et al., 2005; Walker et al., 2009)

Anemia não é uma doença específica, mas antes um sintoma patológico caracterizado pela redução de hemoglobina e/ou eritrócitos no sangue (Walker et al., 2009). Anemia por deficiência de ferro tem sido a causa mais apontada para o desenvolvimento de lesões poróticas cranianas (Blom et al., 2005; Carlson et al., 1974; Stuart-Macadam, 1985). A anemia ferropriva pode ser exacerbada por diversos fatores como alimentação, infeções e stresse reprodutivo (menstruação, gravidez, parto) (Blom et al., 2005; Holland e O'Brien, 1997; Sullivan, 2005; Walker, 1986). Embora esta forma de anemia possa surgir durante toda a vida do indivíduo, é pouco provável que na idade adulta cause lesões poróticas cranianas (Blom et al., 2005; Stuart-Macadam, 1985). A medula óssea vermelha existe no *diploe* durante a infância mas é progressivamente substituída por medula óssea amarela sem função hematopoiética (Gurevitch et al., 2007). Em crianças, a expansão do *diploe* ocorre na eventual necessidade de produzir e armazenar glóbulos vermelhos associada a anemias quando a sua capacidade é esgotada (Lewis, 2007). As lesões poróticas cranianas ativas são mais frequentes e agressivas em não adultos (Beňuš et al., 2010; Obertová e Thurzo, 2008) o que parece favorecer esta hipótese, levando alguns investigadores a concluir que estas lesões, quando associadas a anemias adquiridas, se desenvolvem exclusivamente durante a infância (Blom et al., 2005; Stuart-Macadam, 1985).

Walker e colaboradores (2009) contestaram este diagnóstico afirmando que a anemia ferropriva é caracterizada, pelo menos em parte, pela redução na produção de glóbulos vermelhos e que por esse motivo não podem provocar a expansão do *diploe*. Estes autores propõem que as lesões poróticas nas parietais, bem como algumas que afetam órbitas, resultam mais provavelmente de anemia megaloblástica adquirida durante a fase de amamentação ou desmame por insuficiência de vitamina B₁₂. Visto que a carências de ambos os nutrientes (ferro e B₁₂) são causadas pelos mesmos fatores – carência de recursos alimentares de origem animal, condições sanitárias insuficientes e períodos de doença – estas podem, muitas vezes, ocorrer no mesmo indivíduo o que impossibilita seu diagnóstico (Mcilvaine, 2013).

Outras formas de anemia de origem hereditária como a anemia falsiforme e a talassemia podem causar o mesmo tipo de lesões (Schultz, 2001). Embora algumas das lesões poróticas cranianas possam advir de anemias hereditárias, a baixa prevalência e/ou especificidade geográfica destas condições não explica a elevada prevalência e disseminação das lesões ósseas observadas em contexto arqueológico (Sullivan, 2005). Estudos da prevalência de anemias hereditárias em Santarém identificaram o gene responsável por talassemia em 0,94% da amostra e o gene para anemia falsiforme em 0,71% (Martins et al., 1993).

Além de anemias, outras patologias metabólicas que podem originar lesões poróticas cranianas são raquitismo e escorbuto. O escorbuto é causado por deficiência de vitamina C, e caracteriza-se pela redução na formação de osteóide e enorme fragilidade dos vasos sanguíneos, resultando em processos hemorrágicos crônicos (Aufderheide e Rodríguez-Martín, 1998; Grauer, 2012). Esta doença manifesta-se sobretudo em crianças e resulta em porosidade e hipertrofia de ossos com rápido crescimento, especialmente o fémur, a tíbia e o crânio (Ortner, 2003). A remodelação destas lesões são processos lentos e mantêm-se visíveis durante vários anos (Ortner, 2003). O raquitismo também ocorre sobretudo em subadultos e é resultado da insuficiência de vitamina D (Grauer, 2012). Esta deficiência nutricional resulta na mineralização insuficiente do osteóide que consequentemente provoca hemorragias e deformação especialmente em ossos sujeitos à ação de elevadas forças mecânicas (Grauer, 2012; Ortner, 2003). Esta patologia causa deformações severas nos ossos longos, no crânio e nos ilíacos (Ortner, 2003).

Inflamações do escalpe, das glândulas lacrimais, dos sinos nasais e das meninges bem como periostites, ostites e osteomielites podem também resultar em *cribra cranni* ou *cribra orbitalia*, dependendo da sua localização (Schultz, 2001). Processos hemorrágicos decorrentes de trauma e hematoma subperiosteal podem também exibir as mesmas características poróticas nos frontais e parietais (Schultz, 2001). Outros processos hemorrágicos podem advir de infeções parasitárias intestinais sobretudo por espécies dos géneros *Ancylostoma* e *Schistosoma* (Crompton, 2000; Temple, 2010).

Algumas neoplasias podem causar lesões idênticas. O efeito de hiperostose porótica nos parietais pode advir de estágios iniciais do meningioma pela necessidade de vascularização do tumor nos tecidos moles adjacentes (Aufderheide e Rodríguez-Martín, 1998; Ortner, 2003). Embora este tumor ocorra com alguma frequência, encontrar as manifestações iniciais que podem ser interpretadas como *cribra cranni* é bastante raro (Schultz, 2001). O hemangioma cavernoso

pode resultar no mesmo aspeto dos parietais no entanto, este tumor é extremamente raro em qualquer parte do esqueleto (Ortner, 2003; Schultz, 2001).

1.1.2. Hipoplasias lineares do esmalte dentário

As hipoplasias do esmalte podem ser definidas como deficiências na espessura do esmalte resultantes de perturbações fisiológicas durante a fase secretória da amelogénese (Goodman e Rose, 1990). Embora existam vários defeitos hipoplásicos no esmalte (Hillson e Bond, 1997), aqui considera-se apenas as hipoplasias lineares horizontais que são o defeito mais comum e mais estudado em paleopatologia (Goodman e Rose, 1990). A aparência da lesão é caracterizada por sulcos lineares bem definidos em circunferência à volta da coroa dentária, geralmente visíveis na face bucal do esmalte (Aufderheide e Rodríguez-Martín, 1998). Estas lesões registam períodos de stresse que decorreram durante o processo de formação do esmalte, isto é, até aos 12 anos (Reid e Dean, 2006), mas preservam-se durante toda a vida do indivíduo devido à impossibilidade de remodelação do esmalte (Wood et al., 1992). Dada a sensibilidade do esmalte às perturbações sistémicas, várias causas podem estar na base da formação das hipoplasias dentárias e por isso são consideradas indicadores de stresse não-específicos (Goodman e Rose, 1990).

De uma forma geral as possíveis etiologias destas lesões podem ser agrupada em três categorias: hereditárias, traumáticas e perturbações sistémicas (Goodman e Rose, 1990). Defeitos na espessura do esmalte hereditários afetam todos os dentes enquanto que a hipocalcificação localizada ocorre apenas em um ou alguns dentes adjacentes (Stewart e Poole, 1982; Weinmann et al., 1945). Hipoplasias lineares resultantes de perturbações sistémicas afetam um conjunto de dentes com período similar de formação (Weinmann et al., 1945). Assim, o padrão de envolvimento dentário ajuda a esclarecer o tipo etiologia que esteve na base da formação da linha hipoplásica (Goodman e Rose, 1990).

A etiologia hereditária desta lesão pode estar associada a outras patologias hereditárias raras, como epidermólise bolhosa, pseudohipoparatiroidismo, síndrome thrico-dento-osseum, síndrome de Ehlers-Danlos ou ocorrer isoladamente (Hillson, 2005; Wong, 2014). Quando ocorrem isoladamente são classificadas como amelogénese imperfeita (Weinmann et al., 1945) e afetam cerca de 1 em cada 14 000 indivíduos (Witkop, 1957). As lesões hipoplásicas derivadas de

processos traumáticos ou inflamatórios localizados (Wong, 2014) são também bastante raras e terão sido ainda mais no passado (Goodman e Rose, 1990). Na maioria das vezes, as hipoplasias lineares no esmalte resultam de stresse sistémico causado por inadequação nutricional (May et al., 1993), e/ou doenças infecciosas comuns na infância como sarampo, varicela, escarlatina, papeira (Wong, 2014), diarreia crónica (Nikiforuk e Fraser, 1981), entre outras. O sistema cultural pode também impor perturbações fisiológicas, especialmente em alguns segmentos da população (Goodman e Armelagos, 1989). Em muitas sociedades medievais as mulheres e crianças não tinham o mesmo acesso a recursos alimentares que os indivíduos adultos do sexo masculino (Slaus et al., 1997).

Perturbações sistémicas que resultam na formação das hipoplasias lineares do esmalte são normalmente decorrentes de stresse episódico, levando ao ímpeto de determinar o período e a duração do stresse (Goodman e Rose, 1990; Hillson e Bond, 1997). Contudo, esta determinação a nível macroscópico tem suscitado muita controvérsia. Estudos histológicos revelam uma resistência diferencial dos ameloblastos em diferentes estágios secretórios (Hillson e Bond, 1997) o que interfere com a interpretação do período da sua formação. Segundo estes autores a duração do episódio de stresse também não apresenta qualquer relação com a extensão da lesão, pois esta está condicionada pelo espaçamento natural dos *perikymata*.

1.2. Contributo da paleoparasitologia

A paleoparasitologia é o estudo de parasitas provenientes de material arqueológico (Gonçalves et al., 2003). A relação parasita-hospedeiro-ambiente é um sistema dinâmico em que mudanças em qualquer parte deste sistema interage e influencia os restantes componentes (Araújo et al., 2003). Assim o estudo de parasitas provenientes de contexto arqueológico contribui para o conhecimento de vários aspetos do comportamento do hospedeiro e do ambiente em que coabitam (Reinhard, 1992).

Parasitas podem ser recuperados de diversos tipos de material arqueológico como coprólitos, sedimentos proveniente de latrinas, tecidos mumificados (Bouchet et al., 2003a) artefactos (Harter et al., 2003), concheiros (Bathurst, 2005) e do sedimentos associados a esqueletos (Fugassa et al., 2006; Reinhard et al., 1992). Este último recurso de informação

paleoparasitológica possui vantagens em relação aos restantes (Fugassa et al., 2006). Indivíduos esqueletizados são comuns em sítios arqueológicos e oferecem a possibilidade de conhecer não só os parasitas como o seu hospedeiro. A possibilidade de conhecer o sexo e idade à morte destes indivíduos bem como encontrar outros vestígios de patologia no esqueleto permitem estudos epidemiológicos e populacionais, à medida que mais indivíduos vão sendo analisados (Fugassa et al., 2006). Por outro lado, o estudo de parasitas provenientes de enterramentos tem também algumas desvantagens. Ao contrário do que acontece com coprólitos, os ovos de parasitas tendem a estar mais dispersos no sedimento (Fugassa et al., 2006) o que diminui a probabilidade de encontrar vestígios de parasitas. Além disso, é necessário garantir que os parasitas recuperados advêm do indivíduo e não da contaminação do solo (Reinhard et al., 1992; Seo et al., 2010). Estas limitações podem ser ultrapassadas pela metodologia aplicada ao implementar técnicas de quantificação e examinar amostras de controlo (Fugassa et al., 2006).

A preservação do material orgânico, inclusive ovos de parasitas, é sempre limitada pela ação de fatores tafonómicos (Bouchet et al., 2003a). Alguns ovos são naturalmente mais resistentes à ação tafonómica, como é caso dos geohelmintes que possuem estruturas protetoras, adaptadas aos seus estágios da vida no solo (Araújo e Ferreira, 2000; Wharton, 1980). Consequentemente, os geohelmintes apresentam-se frequentemente preservados em contexto arqueológico e são muito comuns sobretudo na Europa (Bouchet et al., 2003b; Gonçalves et al., 2003). Estes parasitas contribuem para a interpretação da dieta e das condições e hábitos de higiene em populações do passado (Bouchet et al., 2003b).

As infeções por parasitas intestinais podem ser ainda um bom indicador geral da exposição a patologias infecciosas, uma vez que estão diretamente relacionadas a microparasitismo porque são potenciadas pelos mesmos fatores de transmissão: a densidade populacional, alimentação, condições sanitárias e de higiene (Reinhard, 1988).

Alguns parasitas intestinais são também indicados como um dos agentes causadores e/ou potenciadores de anemia ferropriva e megaloblástica (Schultz, 2001; Sullivan, 2005; Temple, 2010; Walker et al., 2009). A presença de algumas espécies de helmintes suprime o sistema imunitário e os recursos disponíveis no organismo, podendo potenciar ou inibir a infeção por parte de outros microrganismos no mesmo hospedeiro (Graham, 2008). Além dos recursos diretamente consumidos pelo parasita, este pode causar diarreias crónicas que limitam a capacidade de absorção de nutrientes pelo intestino (Sullivan, 2005). A infeção por parasitas dos géneros

Ancylostoma, *Necator*, *Schistosoma*, *Trichuris* e *Diphillobothrium*, em quantidades suficientes, causam hemorragias intestinais levando diretamente a condições anémicas no hospedeiro (Galvão et al., 2011; Rodriguez-Guardado et al., 2013; Walker, 1986).

Alguns investigadores sugerem mesmo que a anemia constitui uma resposta adaptativa do hospedeiro para a presença de microrganismos infetantes através da inibição da disponibilidade de ferro que eles necessitam para crescer e se reproduzir (Kent et al., 1994). Contudo, esta hipótese é bastante contestada e vista como uma vulgarização do conceito de “adaptação” já que, entre outras razões, a insuficiência de ferro, mesmo que em pequenas quantidades, tem efeitos muito negativos no sistema imunitário podendo mesmo intensificar a atividade de agentes patogénicos, em vez de os reprimir (Holland e O’Brien, 1997).

1.3. *Shantarîn* medieval

O material osteológico aqui estudado provém de uma intervenção arqueológica, efetuada pela Secção de Arqueologia do Serviço de Património Cultural da Câmara Municipal de Santarém, que teve lugar entre 2004 e 2005 (Matias, 2009a, 2007). O sítio arqueológico encontra-se no subsolo do Largo Cândido dos Reis, em Santarém (Matias, 2007). O seu período de ocupação insere-se entre os séculos VIII e XII (Matias, 2009a, 2009b). No decorrer da escavação foram identificados um total de 639 enterramentos, dos quais 422 foram sepultados segundo o ritual Islâmico (Matias, 2009b). Neste estudo foi analisada uma fração de 30 esqueletos Islâmicos proveniente deste local.

Estes enterramentos foram efetuados em sepulturas individuais e estreitas, escavadas diretamente no substrato rochoso, de modo a restringir a deslocação do esqueleto após a decomposição dos tecidos moles (Matias, 2009a). Geologicamente, esta necrópole insere-se num maciço de calcário margoso (Matias, 2009a). No entanto, no enchimento das sepulturas foi usado solo de origem argilosa, proveniente de zonas periféricas (Matias, 2009c). As sepulturas apresentavam uma orientação sudoeste (cabeça) – nordeste (pés) (Matias, 2009a). Os indivíduos foram depositados segundo os princípios da doutrina *Maliki*, em decúbito lateral direito com a face voltada na direção de Meca (Matias, 2009a, 2009b). No interior das sepulturas não se observou

qualquer espólio associado (Matias, 2009c), o que, segundo a cultura Islâmica assegura a igualdade dos crentes no tratamento sepulcral (Gonçalves, 2009).

Esta *Maqbara* estava associada à *Medina de Shantarîn*, localizada no exterior das muralhas deste polo urbano (Matias, 2009a). A cidade, situada numa região planáltica na margem norte do rio Tejo, era um centro político, administrativos e militar (Santos, 2011). Esta área esteve sob domínio Muçulmano entre 714 e 1147 (Ramos et al., 2009). Apesar de várias conquistas e reconquistas desta *Maqbara* durante o período mencionado, estas ocorreram muitas das vezes por capitulação do território (Ramos et al., 2009) pelo que os conflitos armados não terão sido parte do quotidiano destas populações.

A subsistência destas populações assentaria na agricultura, pastorícia e no comércio de excedentes e outros bens, dada a sua localização no centro das rotas comerciais do *Gharb-al-Andalus* (Santos, 2011). Em textos históricos é enfatizada a riqueza agrícola deste território, como consequência das inundações periódicas do Tejo, salientando-se a abundante produção cerealífera (especialmente de trigo), de leguminosas e árvores de fruto (Conde, 1997; Santos, 2011).

A criação de gado incluiria-se também nas principais atividades económicas da região (Conde, 1997). A escavação de 4 silos provenientes do Convento de São Francisco em Santarém, datados dos finais do séc. X e início do séc XI, revelaram restos faunísticos com marcas de corte e de ação de fogo em diversas espécies, provavelmente consumidas por estas populações (Moreno-García e Davis, 2001; Ramalho et al., 2001). As espécies mais representadas pertencem a gado ovicaprino, coelho e vaca (Moreno-García e Davis, 2001; Ramalho et al., 2001). Foram também recuperados restos de galinhas e perdizes, peixe (espécies de água doce e salgada) e moluscos de água salgada (Moreno-García e Davis, 2001). A maioria das espécies recuperadas são domésticas, corroborando que a criação de gado era uma atividade importante na subsistência desta população (Ramalho et al., 2001). Além disso, o facto de, se observarem muitas vezes a presença de juvenis, principalmente no caso gado ovicaprino, indica que se trataria de uma comunidade humana com produção relativamente excedentária (Moreno-García e Davis, 2001; Ramalho et al., 2001). A presença de espécies de ambiente marinho são ainda indicativas de que a atividade comercial com as zonas costeiras era habitual (Ramalho et al., 2001).

2. Materiais e Métodos

2.1. Análise paleopatológica

Entre os vestígios humanos provenientes do LCR, atualmente ao abrigo do Departamento de Ciências da Vida da Universidade de Coimbra, foram selecionados 30 indivíduos Islâmicos, tendo em conta a preservação óssea da região pélvica e a quantidade de sedimento aderida à mesma. Estes esqueletos foram alvo de limpeza prévia, o que limitou a quantidade de sedimento disponível para a realização da análise parasitológica. Foi também tida em conta a preservação óssea do crânio, que possibilita-se a análise de indicadores de stresse fisiológico.

O perfil demográfico de uma população é informação necessária à interpretação de evidências patológicas (Roberts e Manchester, 2005). Por este motivo procurou-se determinar o sexo e idade à morte destes indivíduos. A diagnose sexual efetuou-se a partir dos ilíacos segundo os critérios morfológicos e métricos propostos por Bruzek (2002, 1991). Para a estimativa da idade à morte realizou-se análise da translucidez de dentes mono-radiculares (Lamendin et al., 1992) da metamorfose da sínfise púbica (Brooks e Suchey, 1990), da superfície auricular (Lovejoy et al., 1985) e do acetábulo (Calce, 2012). Estes indivíduos foram posteriormente estratificados em 3 categorias etárias: jovem adulto (18-34), adulto de meia idade (35-49) e adulto idoso (50+). O uso destas categorias mais amplas prende-se com a dificuldade de estimar com precisão à idade morte a partir de esqueletos, sobretudo em contexto arqueológico, constituindo uma medida conservadora para limitar possíveis erros de interpretação.

Os 30 crânios foram analisados macroscopicamente procurando-se indicadores de stresse fisiológico. Em casos cujo diagnóstico da lesão que suscitássem dúvida a nível macroscópico, a lesão foi observada através de uma lupa de mesa articulada com iluminação. A consistência metodológica e a replicabilidade dos resultados são essenciais na descrição paleopatológica pois permitem a comparação com dados provenientes de outros contextos (Grauer, 2012). Por isso, os dados foram recolhidos segundo os critérios e as escalas propostas pelo *The Global History of Health Project* (Steckel et al., 2006).

Procuraram-se sinais de reações poróticas nos parietais e no teto da órbitas consistentes com *cribra cranii* e *cribra orbitalia*, respetivamente (Grauer, 2012). Registou-se o estado de

preservação das regiões ósseas de interesse. Aplicaram-se as escalas de recolha de dados Steckel et al. (2006) para lesões poróticas cranianas. Segundo estes autores o grau 0 foi atribuído quando não existiam órbitas presentes para observação; grau 1 corresponde à ausência da lesão; grau 2 e 3 identificam reações poróticas consoante a menor ou maior abrangência da lesão.

Contabilizou-se a perda dentária, *ante e post-mortem*, bem como os dentes presentes cuja deficiente preservação da coroa não permitiu o diagnóstico da lesão, atribuindo-lhes grau 0, segundo as escalas de Steckel et al.(2006). Na análise das hipoplasias lineares procurou-se a presença de estrias horizontais na superfície bucal do esmalte dentário (Goodman e Rose, 1990). Segundo as normas adotadas, os dentes sem sinais de lesões hipoplásicas categorizaram-se com grau 1. Quando uma linha hipoplásica foi visível no esmalte classificou-se com grau 2, e caso duas ou mais linhas fossem visíveis no mesmo dentes classificou-se a lesão com grau 3 (Steckel et al., 2006).

Estas lesões não ocorrem equitativamente em todos os tipos de dentes por isso a localização das lesões foi registada. A análise do padrão de envolvimento dentário fornece pistas acerca da etiologia das lesões (Goodman e Rose, 1990) e do intervalo de idade em que ocorreu a sua formação (Reid e Dean, 2006).

A cada crânio foram feitas duas observações macroscópicas distintas. Para o caso das lesões poróticas, foi ainda efetuada uma terceira observação por parte de um segundo observador. As lesões foram ainda fotografadas e descritas nas respetivas fichas individuais para que possam ser consultadas por outros investigadores.

2.2. Análise paleoparasitológica

Para a análise dos parasitas intestinais associados a estes indivíduos foram recolhidas amostras do sedimento aderente às fossas ilíacas e aos foramina sacrais. Dada a posição de inumação dos esqueletos, este é o local mais provável de deposição das vísceras aquando da decomposição do cadáver (RácZ et al., 2015; Reinhard et al., 1992; Sianto e Santos, 2015). A recolha de amostras de controlo é importante pois assegura que os parasitas identificados não resultam da contaminação parasitária do solo (Reinhard et al., 1992; Sianto e Santos, 2015). Nesse sentido, foram recolhida amostras de controlo do sedimento adjacente ao crânio.

O processo laboratorial iniciou-se com a numeração e inventariação das amostras. Antes de iniciar o processo de reidratação do material, a quantidade de sedimento que constituiu cada amostra foi pesada (Maher, 1981). Dado que o material para análise foi retirado de esqueletos previamente limpos a quantidade de sedimento disponível foi relativamente pequena por isso, optou-se por usar o conteúdo total das amostras na análise parasitológica. Ao sedimento adicionou-se um tablete comercial de *Lycopodium* sp. Batch 3862. Este procedimento permite a posterior quantificação de micro-fósseis por gramas de sedimento (Maher, 1981; Reinhard et al., 1992; Warnock e Reinhard, 1992).

Submeteu-se o material a um processo de reidratação com uma solução aquosa de trifosfato de sódio (Na₃PO₄) com 0,5% de concentração, em quantidade suficiente para submergir completamente o sedimento (Callen e Cameron, 1960). As amostras permaneceram em repouso nesta solução durante um período de 72 horas. Homogeneizou-se a amostra com o auxílio de uma vareta de vidro e procedeu-se à sua filtração. O sedimento microscópico foi filtrado através de um funil com duas gases de 17 fios para um copo de Becker. O sedimento microscópico ficou em sedimentação durante 2 horas (Warnock e Reinhard, 1992).

Após este período, o sedimento retido na gase foi observado à lupa binocular com ampliação 2X e 4X para identificação de vestígios biológicos macroscópicos (Reinhard et al., 1992). O conteúdo microscópico foi transferido para tubos cónicos de centrifuga de 15ml e concentrado a 2000 rotações/minuto durante 1 minuto (Warnock e Reinhard, 1992).

Montaram-se as lâminas para análise microscópica com uma gota do sedimento concentrado e uma gota de glicerol (Warnock e Reinhard, 1992). Foram preparadas pelo menos 20 lâminas com o sedimento de zona pélvica de cada indivíduo. Para cada amostra positiva para helmintes, analisaram-se as respetivas amostras de controlo. As lâminas foram observadas ao microscópio ótico com ampliação 100X.

Foi contabilizado o número total de esporos de *Lycopodium* presenciados em cada amostra (Maher, 1981). A quantificação é essencial no estudo de parasitas pois permite estudos comparativos e epidemiológicos (Reinhard et al., 1986). A concentração de ovos de parasitas por grama de sedimento foi obtida através da fórmula proposta por Maher (1981):

$$\frac{\frac{n^{\circ} \text{ de ovos de parasita contados}}{n^{\circ} \text{ de esporos contados}} \times \text{total de esporos adicionados}}{\text{peso do sedimento}} = \text{concentração de ovos/gr.}$$

Quando se detetou a presença de um ovo de parasita, a sua morfologia foi analisada, descrita, desenhada e fotografada numa ampliação de 400X. Os ovos de helmintes foram medidos em comprimento e largura com o auxílio de uma lente ocular com escala micrométrica. Na lâmina, o local em que se encontrou o ovo foi marcado com caneta de tinta permanente e a lâmina selada com verniz. Todas as lâminas em que se identificaram helmintes foram arquivadas para permitir consulta posterior.

2.3. Análise dos dados

Todos os dados demográficos, paleopatológicos e paleoparasitológicos foram compilados numa tabela em Microsoft Excell™ e exportados em formato .csv para o R Studio™ onde foram analisados em R™ 3.2. Realizou-se a análise exploratória da variação da presença de parasitas e indicadores de stresse fisiológico consoante sexo e idade à morte. Para a análise de possíveis relações entre os indicadores de stresse e infeções parasitárias observadas neste contexto recorreu-se a técnicas de *supervised machine learning*.

Os dados recolhidos foram compostos por 30 casos, e existia desequilíbrio na representatividade das diversas classes nas variáveis de interesse. Estas características podem comprometer a performance dos diversos algoritmos disponíveis para classificação (Bhaskar et al., 2006; Chawla et al., 2004; Maimon e Rokach, 2005), constituindo os principais critérios de seleção dos métodos a adotar. Para controlar o desequilíbrio entre classes optou-se por utilizar uma amostragem aleatória com reposição a partir dos dados recolhidos, controlando o tamanho para as variáveis de interesse. Esta técnica é extensamente utilizada no balanço de dados e é capaz de aumentar o desempenho dos algoritmos de classificação, apresentando resultados idênticos ao uso de outras técnicas mais sofisticadas de *data mining* (Japkowicz, 2001, 2000a, 2000b). O N por classe foi definido como 60, já que este parece ser um número suficiente para produzir resultados estáveis e precisos (Li et al., 2014).

Os algoritmos de classificação foram treinados com uma amostra aleatória constituída por 75% dos dados, aplicando-se os modelos aos restantes 25% (Maletic e Marcus, 2005). A validação dos dados foi efetuada com base em validação cruzada de 10 dobras e repetida 10 vezes,

assegurando a robustez dos métodos utilizados quando o N é pequeno (Alpaydin, 2010; Maimon e Rokach, 2005)

Apresentar resultados de vários testes contribui para a validação e interpretação da consistência dos resultados (Cruz e Wishart, 2006). Selecionou-se um conjunto de 6 algoritmos do *package caret* (Kuhn, 2008) que foram utilizados em todas as análises efetuadas, permitindo a comparação dos resultados obtidos nas diversas variáveis. A seleção dos modelos teve em conta a adequação aos dados que se pretendiam comparar (Hastie et al., 2009) e a sua robustez ao tamanho da amostra e à presença de *outliers*, de modo a evitar *overfitting* (Li et al., 2014). Os algoritmos utilizados foram: *support vector machine (svmRadial)*; *rule based classifier (JRip)*; *boosted logistic regression (LogitBoost)*; *radial basis function network (rbfDDA)*; *logistic model tree (LMT)* e *C4.5-like trees (J48)*. Dada a interpretabilidade dos modelos baseados em árvores de decisão (J48), estes foram selecionados para ilustrar a classificação efetuada (Bhaskar et al., 2006; Cruz e Wishart, 2006).

O desempenho dos algoritmos aplicados foi avaliado com base na exatidão e no valor de *kappa* (Omary e Mtenzi, 2010). A exatidão refere-se à percentagem de classificações corretas sobre o número total de classificações efetuadas (Kotsiantis, 2007). O valor de *kappa*, é uma medida quantitativa da magnitude de concordância inter-observador, dada pela diferença entre a concordância observada e a concordância esperada aleatoriamente (Cohen, 1960; Viera e Garrett, 2005). O valor de *kappa* é uma medida mais robusta que a exatidão ao balanço e número de dados (Kuhn, 2008; Omary e Mtenzi, 2010).

3. Resultados

3.1. Perfil demográfico da amostra

A diagnose sexual permitiu identificar 14 (14/30=46,67%) indivíduos do sexo feminino e 16 (16/30=53,33%) do sexo masculino. Quanto à idade à morte, 9 (9/30=30%) indivíduos foram classificados como jovens adultos, 16 (16/30=53,33%) como adultos de meia idade e 5

(5/30=16,67%) como adultos idosos. Na distribuição da idade à morte, a faixa etária dos adultos de meia idade é a mais representada (16/30=53,33%). Ambos os sexos estão igualmente representados nesta categoria (8/16=50%) (Figura 1).

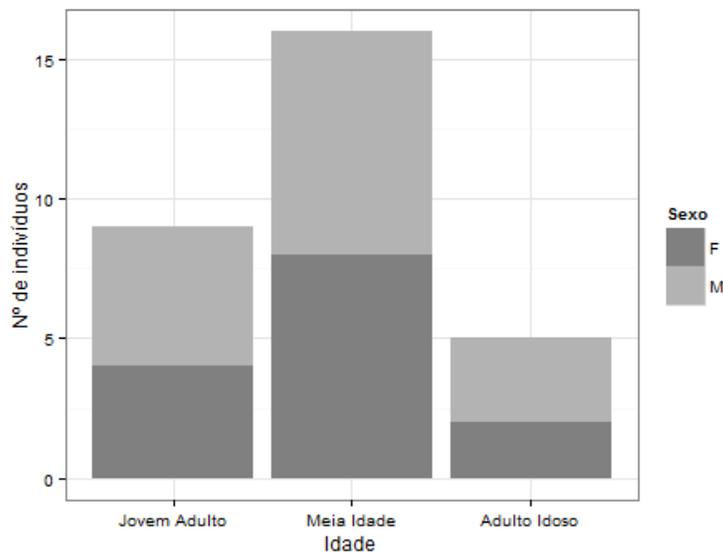


Figura 1. Distribuição da idade à morte por sexo, em que “F” representa o sexo feminino e “M” o masculino.

3.2. Indicadores de stresse fisiológico

3.2.1. Lesões poróticas cranianas

Os parietais foram uma região óssea com muito boa preservação. Dos 30 indivíduos analisados 27 (27/30=90%) apresentavam ambos os parietais em bom estado de conservação. Apenas o indivíduo 544 não apresentou qualquer parietal preservado pois a parte superior do crânio não foi recuperada por estar fora dos limites da escavação arqueológica. Contudo, nenhum dos 56 parietais observados revelou sinais de hiperostose porótica.

Os processos tafonômicos destruíram as 2 órbitas em 11 (11/30=36,67%) indivíduos. A estes indivíduos (4 do sexo masculino e 7 do sexo feminino) foi atribuído grau 0 para a presença de *cribra orbitalia*. Dos 19 indivíduos em que foi possível realizar o diagnóstico para esta lesão,

12 (12/19=63,16%) pertenciam ao sexo masculino e 7 (7/19=36,84%) ao sexo feminino. A conservação de ambas as órbitas verificou-se em 10 (10/19=52,63%) casos, destes apenas 20% (2/10) ocorreram em indivíduos do sexo feminino (Figura 2).

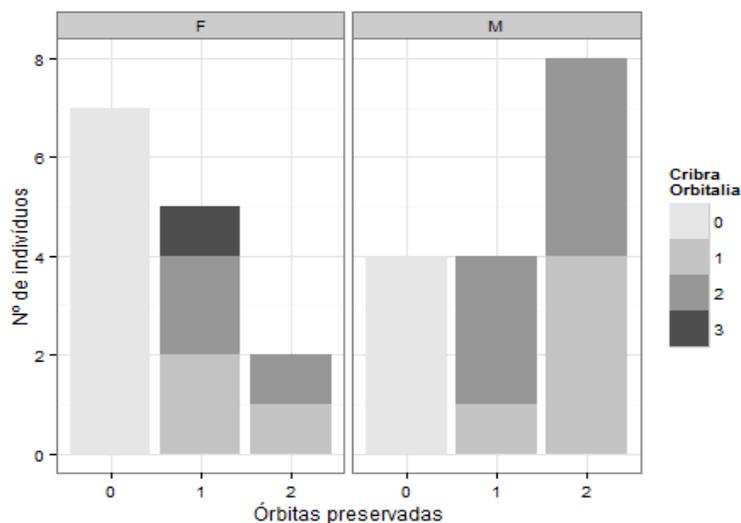


Figura 2. Distribuição de *cribra orbitalia* pelas órbitas preservadas em indivíduos de ambos os sexos.

A *cribra orbitalia* foi identificada em 11 (11/19=57,89%) indivíduos, 7 (7/12= 58,33%) do sexo masculino e 4 do sexo feminino (4/7= 57,14%) (Figura 2). Nos indivíduos do sexo masculino que apresentavam a lesão, esta manifestou-se em grau moderado (grau 2), exibindo sinais de reação porótica em áreas bem delimitadas, inferiores a 1cm² (Figura 3). No sexo feminino, foi diagnosticado um caso mais agressivo (grau 3), que se verificou no indivíduo 389. Esta mulher de meia idade, além de apresentar porosidade numa área mais vasta da órbita, exibe ainda sinais de proliferação óssea na região lateral (Figura 4).

Nos indivíduos com mais de 50 anos, todos os que preservavam as órbitas manifestaram *cribra orbitalia* (4/4=100%) (Figura 5). Nesta faixa etária apenas 1 (1/4=25%) indivíduo pertencia ao sexo feminino, sendo os restantes do sexo masculino (3/4=75%). A faixa etária com menor percentagem de *cribra orbitalia* registou-se nos adultos de meia idade afetando 40% (4/10) dos indivíduos deste grupo, com ambos os sexos igualmente representados nesta categoria (2/4=50%). Nos jovens adultos a lesão registou-se em 60% (3/5) dos casos (Figura 5). Nesta categoria apenas 1 (1/3=33,33%) indivíduo pertence ao sexo feminino, no entanto, este é o único jovem adulto feminino que conservou pelo menos uma órbita.

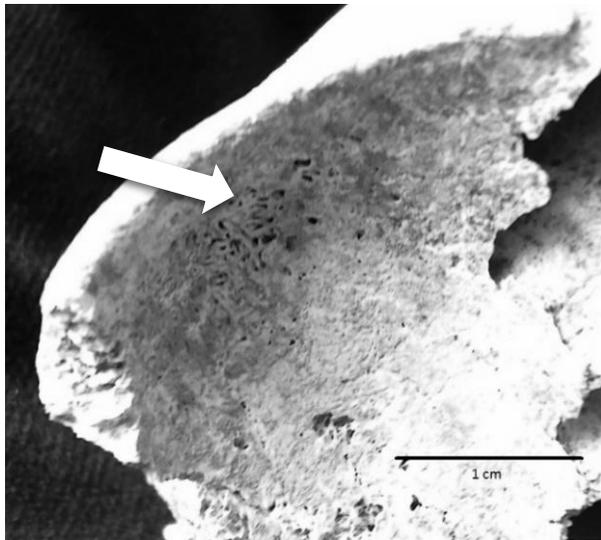


Figura 3. *Cribra orbitalia* de grau 2 no indivíduo 520. Note-se as lesões poróticas bem delimitadas na superfície superior lateral da órbita com área inferior a 1 cm².

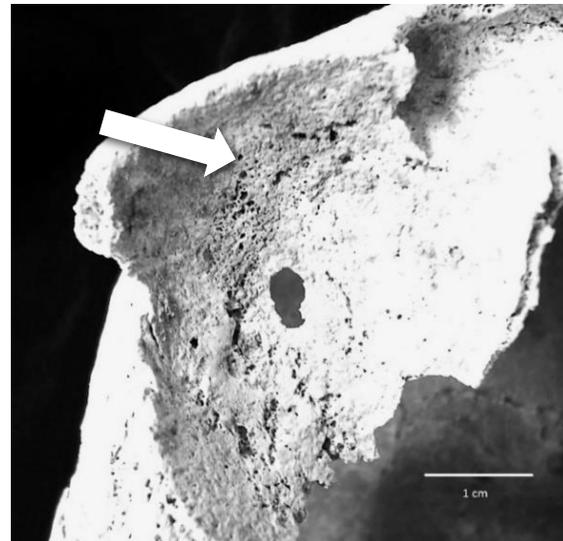


Figura 4. Lesão de grau 3 na órbita direita do indivíduo 389. Note-se a extensão da lesão porótica no teto da órbita, superior a 1 cm² e a atividade osteoblástica na região lateral.

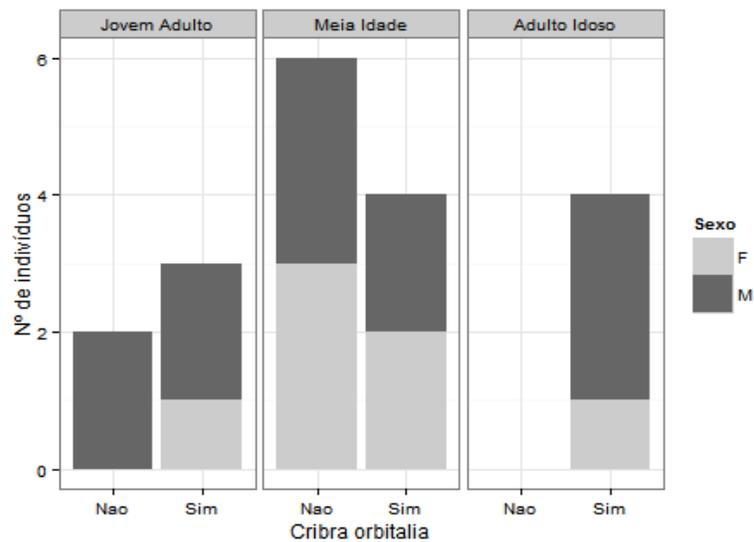


Figura 5. Presença de *cribra orbitalia* consoante o sexo e a idade à morte.

A lateralidade da afeição de *cribra orbitalia* nos indivíduos com esta lesão é descrita em relação ao número de órbitas preservadas e características demográficas (Tabela 1).

Tabela 1. Preservação das órbitas e lateralidade das lesões de *cribra orbitalia* por sexo e idade à morte.

Órbitas preservadas	Indivíduo	Sexo	Faixa etária	Lateralidade da lesão
1	136	Feminino	Meia idade	Esquerda
	135	Masculino	Meia idade	Direita
	147	Masculino	Adulto idoso	Direita
	160	Masculino	Adulto idoso	Direita
	192	Feminino	Jovem adulto	Direita
	389	Feminino	Meia idade	Direita
2	153	Masculino	Meia idade	Direita
	399	Masculino	Adulto idoso	Direita
	390	Masculino	Jovem adulto	Bilateral
	402	Masculino	Jovem adulto	Bilateral
	520	Feminino	Adulto idoso	Bilateral

Na presença de apenas uma órbita conservada, a *cribra orbitalia* ocorreu 83,33% (5/6) das vezes nas órbitas direitas (Tabela 1). Apenas o indivíduo 136, de meia idade, pertencente ao sexo feminino, apresentou a lesão na órbita esquerda. Quando se conservaram ambas as órbitas, o padrão de envolvimento bilateral foi o mais comum, ocorrendo em 60% (3/5) dos indivíduos. A *cribra orbitalia* manifestou-se de forma unilateral em 2 casos (2/5=40%), incidindo ambos na órbita direita (Tabela 1).

3.2.2 Hipoplasias lineares do esmalte

Destes enterramentos foram recuperados 553 dentes, contudo 35 foram excluídos porque o desgaste da coroa dentária impossibilitou a observação das alterações hipoplásicas no esmalte. A perda dentária *ante-mortem* afetou 190 dentes, sobretudo os segundos pré-molares (30/190=15,79%) e molares (86/190=45,26%) inferiores. Outros 36 dentes foram perdidos *post-mortem*. Os restantes 179 alvéolos dentários apresentaram-se destruídos o que impediu a classificação da restante perda dentária. A incidência de hipoplasias lineares do esmalte por tipo de dente está sumariada na Tabela 2.

Tabela 2. Percentagem de hipoplasias lineares observadas no esmalte dentário de cada tipo de dente.

Tipo de dente	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
Hipoplasias (%)	0 (0/17)	6,67 (1/15)	8,33 (1/12)	17,65 (3/17)	0 (0/16)	26,32 (5/19)	16,67 (3/18)	23,81 (5/21)	27,78 (5/18)	23,53 (4/17)	25 (4/16)	17,65 (3/17)	13,33 (2/15)	0 (0/9)	0 (0/11)	0 (0/13)
Tipo de dente	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
Hipoplasias (%)	0 (0/15)	0 (0/12)	0 (0/6)	12,5 (2/16)	9,53 (2/21)	32 (8/25)	35 (7/20)	27,78 (5/18)	20 (4/20)	19,05 (4/21)	33,33 (8/24)	19,05 (4/21)	13,33 (2/15)	0 (0/7)	10 (1/10)	0 (0/16)

A dentição anterior foi preferencialmente afetada pelas hipoplasias lineares do esmalte, com a lesão a atingir 29,76% (24/84) dos caninos e 24,18% (37/153) dos incisivos. Nos pré-molares a lesão foi observada em 13,14% (18/137) dos dentes disponíveis para análise. Os molares registaram a mais baixa frequência de hipoplasias lineares no esmalte, afetando apenas 2,03% (3/148) dos molares preservados (Tabela 2). Os dentes da maxila foram ligeiramente mais afetados por lesões hipoplásicas (12,89%) que os da mandíbula (11,66%).

A análise de indicadores de stresse no esmalte dentário, permitiu identificar hipoplasias lineares em 14 (14/30=46,67%) indivíduos, 6 (6/14=42,86%) do sexo feminino e 8 (8/16=50%) do masculino. A distribuição das hipoplasias lineares no esmalte foi aproximadamente constante nas diversas faixas etárias. As hipoplasias lineares manifestaram-se no esmalte de 55,56% (5/9) dos jovens adultos, 43,75% (7/16) dos adultos de meia idade e 40% (2/5) dos adultos idosos (Figura 6).

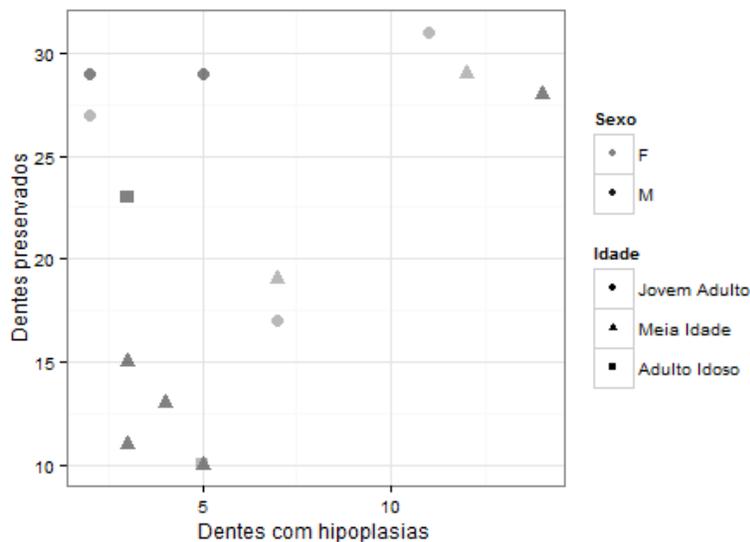


Figura 6 Preservação dentária e distribuição de presença de hipoplasias lineares no esmalte dentário por sexo e idade à morte nos indivíduos afetados.

A maioria dos indivíduos (9/14=64,29%) afetado apresentou uma linha hipoplásica (grau 2) (Figura 7). A manifestação mais severa deste indicador de stresse (grau 3) apareceu apenas em 5 (5/14=35,71%) indivíduos (Figura 7). Tanto nos jovens adultos como nos adultos idosos apenas 1 indivíduo do sexo feminino revela lesões de grau 3. Nos adultos de meia idade 3 (3/16=18,75%) indivíduos, 2 do sexo masculino e 1 do feminino, possuem indícios de períodos de stresse prolongados.

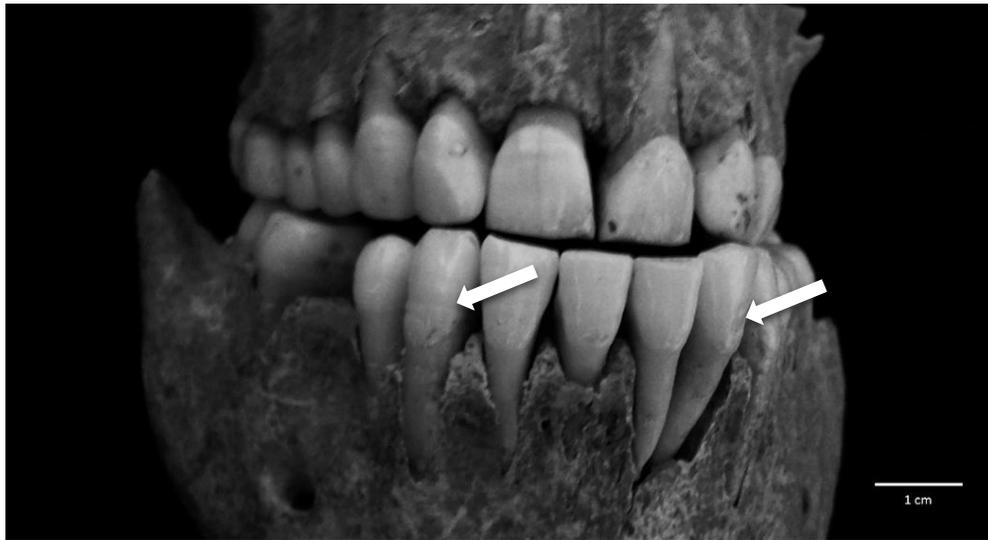


Figura 7. Hipoplasias lineares no esmalte dentário do indivíduo 483. Exemplo de uma lesão de grau 3 presente no canino inferior direito e de uma lesão de grau 2 no incisivo lateral inferior esquerdo, assinaladas pelas setas.

A percentagem de dentes afetados por hipoplasias lineares no esmalte relativamente aos dentes preservados em cada indivíduo mostrou-se mais variável. A percentagem média de dentes com hipoplasias lineares em indivíduos femininos mostrou-se mais elevada (média = 35,38; desvio padrão = 14,61) que nos masculino (média = 26,90; desvio padrão=16,10) (Figura 8). Contudo, a aplicação do *t-test* para dados independentes revelou que esta diferença não é significativa (*p-value*=0,251).

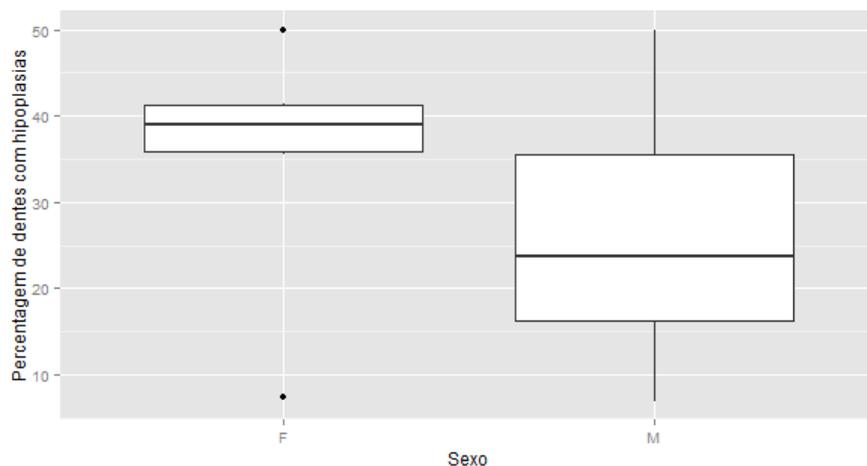


Figura 8. Percentagem média de dentes afectados por hipoplasias lineares, por indivíduo, em ambos os sexos.

Alguma variação na percentagem de dentes afetados foi também evidente entre as diversas classes etárias (Figura 9). A percentagem de hipoplasias lineares do esmalte dentário foi mais elevada nos indivíduos de meia idade (média = 16,02, desvio padrão= 20,09). Os indivíduos com mais de 50 anos tiveram uma percentagem comparativamente menor de dentes com hipoplasias lineares (média = 12,60, desvio padrão = 21,65). Os jovens adultos registaram percentagens idênticas ao dos adultos idosos (média = 12,02, desvio padrão = 16,02). Os desvios em relação ao valor médio foram elevados em todas as classes etárias. Também aqui a aparente variação não foi significativa, após a implementação do teste ANOVA ($p\text{-value}=0,274$).

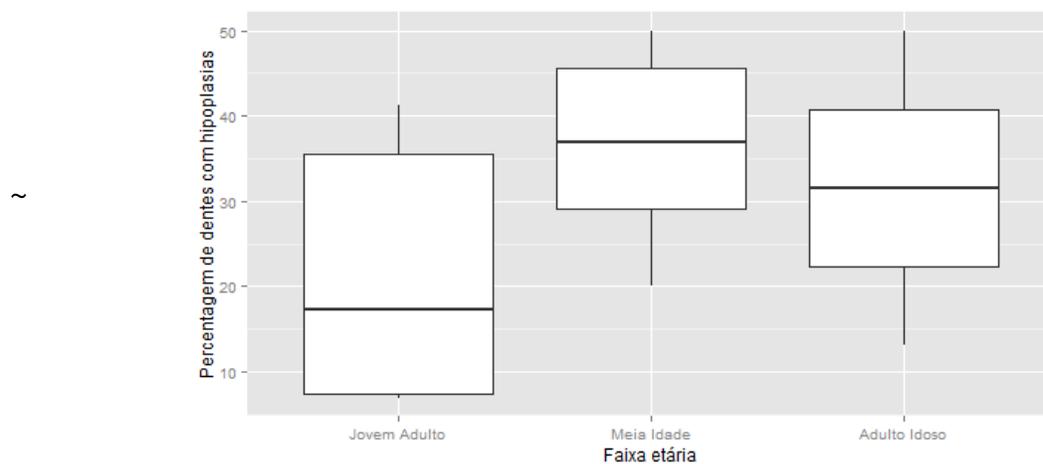


Figura 9. Percentagem média de dentes afectados por hipoplasias lineares por indivíduo consoante à idade à morte.

3.3. Análise paleoparasitológica

A análise do sedimento à lupa binocular permitiu distinguir fragmentos de rochas, carvões, osso (provavelmente do próprio indivíduo), fibras vegetais e exo-esqueletos de moluscos marinhos e terrestres. Esta composição foi comum para a maioria dos indivíduos e observada tanto no sedimento recolhido da região pélvica como craniana.

Na análise microscópica do sedimento recolhido da região pélvica foram identificadas duas espécies de parasitas intestinais: *Ascaris lumbricoides* (Figura 10) e *Trichuris trichiura* (Figura 11). O género *Ascaris* foi o mais representado, observando-se em 4 (4/30=13,33%) indivíduos: um

jovem adulto do sexo masculino registou a maior concentração de ovos desta espécie, com 65,13 ovos por grama de sedimento. A menor concentração de *A. lumbricoides* foi de 13,85 ovos por grama, presente num indivíduo idoso do sexo masculino. *A. lumbricoides* observou-se em todas as categorias etárias e igualmente distribuída por ambos os sexos (Tabela 3).

Identificaram-se ovos da espécie *Trichuris trichiura* nos indivíduos 136 e 420 nas concentrações de 11,42 e 6,60 ovos por grama, respetivamente (Tabela 3). Também neste caso ambos os sexos se encontram representados. No indivíduo 135 observou-se ainda um ovo de helminte cuja destruição tafonómica impossibilitou a sua identificação. Esta espécie indeterminada verificou uma concentração de 11,84 ovos por grama de sedimento (Tabela 3).

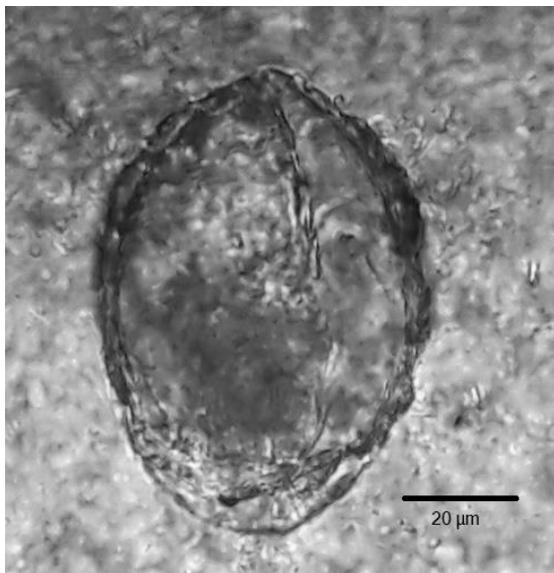


Figura 11. Ovo da espécie *Ascaris lumbricoides*, identificado no sedimento da região sacral do indivíduo 147.

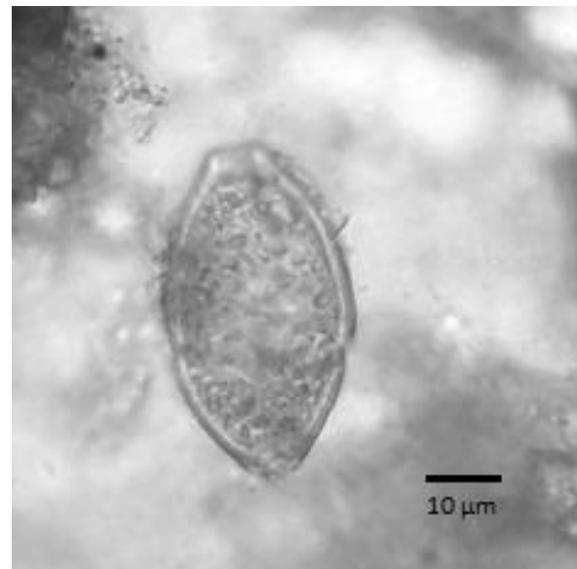


Figura 10. Ovo da espécie *Trichuris trichiura*, identificado no sedimento da região sacral do indivíduo 136.

Tabela 3. Descrição demográfica dos indivíduos em que foram encontrados ovos de helmintes e respectiva concentração por grama de sedimento analisado.

Espécie	Indivíduo	Sexo	Faixa etária	Concentração ovos/gr
<i>Ascaris lumbricoides</i>	147	Masculino	Adulto Idoso	13.85
	407	Masculino	Jovem Adulto	65.13
	529	Feminino	Meia Idade	40.49
	507	Feminino	Meia Idade	31.53
<i>Trichuris trichiura</i>	136	Feminino	Meia Idade	11.42
	402	Masculino	Jovem Adulto	6.60
Indeterminado	135	Masculino	Meia Idade	11.84

A análise microscópica das amostras de sedimento de controlo, proveniente da região craniana, revelaram-se negativas para a presença de parasitas.

3.4. Relação entre indicadores de stress e parasitismo

A coocorrência dos indicadores de stress: *cribra orbitalia* e hipoplasias lineares do esmalte dentário, foi rara. A sua distribuição foi igualitária nas diversas faixas etárias (Figura 12). Dos 19 indivíduos em que foi possível efetuar o diagnóstico para a presença destas lesões, apenas 4 (21,05%) manifestaram a presença de ambas as lesões (Tabela 4).

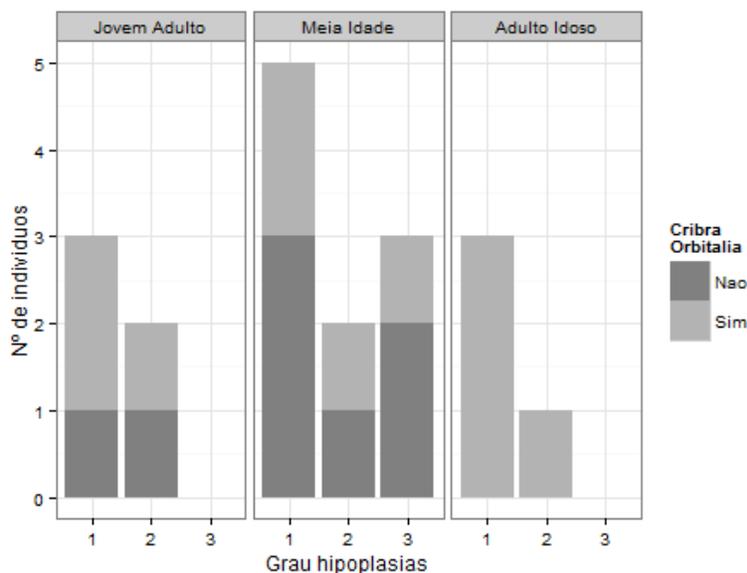


Figura 12. Coocorrência de dos indicadores de stress fisiológico nas diversas faixas etárias.

Tabela 4. Descrição dos indivíduos exibindo simultâneamente *cribra orbitalia* e hipoplasias lineares no esmalte da dentição anterior.

Indivíduo	Sexo	Idade à morte	<i>Cribra orbitalia</i> (Lateralidade)	Hipoplasias lineares no esmalte (%)	Parasitas
153	Masculino	Meia Idade	Unilateral (direita)	50.00	Negativo
135	Masculino	Meia Idade	Indefinida (direita)	30.76	Espécie Indeterminada
402	Masculino	Jovem Adulto	Bilateral	6.90	<i>Trichuris trichuria</i>
399	Masculino	Adulto Idoso	Unilateral (direita)	12.50	Negativo

A presença simultânea dos indicadores de stress verificou-se sempre no sexo masculino. A lateralidade das lesões poróticas no teto das órbitas destes indivíduos foi variável assim como a percentagem de dentes afetados por hipoplasias dentárias. Destes indivíduos, 2 (2/4=50%) apresentaram parasitas intestinais (Tabela 4).

Os modelos propostos para analisar a relação entre os indicadores de stress e a presença de parasitas intestinais registaram uma exatidão máxima de 85,78%. Os modelo mais exatos a efetuar esta classificação foram svmRadial e rbfDDA. Em contrapartida o modelo J48 registou a menor exatidão (79,83%) (Figura 13). A classificação da presença de parasitas nestes indivíduos, baseada nos seus indicadores de stress, é cerca de 72% mais eficaz que o que seria de esperar por classificação aleatória ($kappa=71,62%$) em ambos os modelos. Quando aplicado o modelo com melhor desempenho (svmRadial) à amostra de teste, a exatidão registada foi de 70%. Tal como esperado, existe um decréscimo no poder de classificação para amostra de teste mas este continua a ser um resultado bastante significativo.

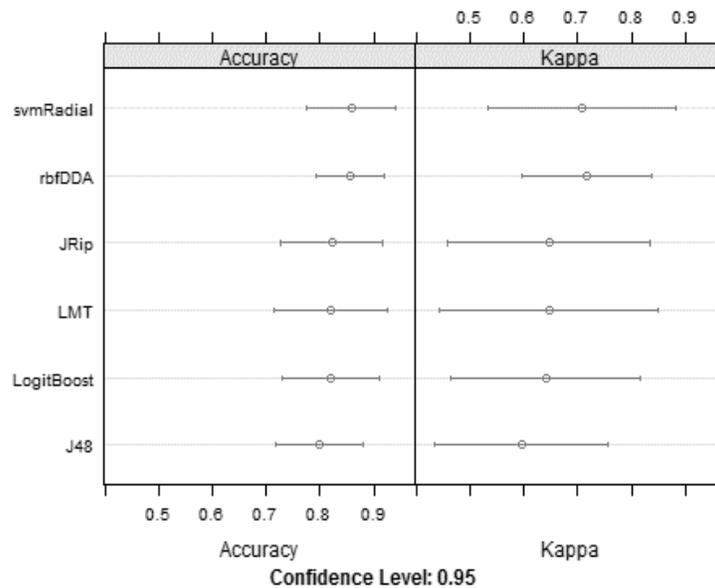


Figura 13. Exatidão e valor de *kappa* dos modelos de classificação para presença de parasitas a partir do grau dos indicadores de stress fisiológico. na amostra de treino.

Com o objetivo de perceber a contribuição relativa de ambos os indicadores de stress nestes resultados os mesmos modelos foram aplicados tendo em conta apenas as hipoplasias lineares do esmalte dentário. Tanto a exatidão como o *kappa* obtiveram valores ligeiramente inferiores (Figura 14). O modelo baseado em árvores de decisão J48 registou a melhor performance com 74,68% exatidão e um *kappa* de 49,58%. Quando aplicado à amostra de teste, este modelo

classificou a presença de parasitas com 70% de exatidão, à semelhança modelo baseado em ambos os indicadores de stresse.

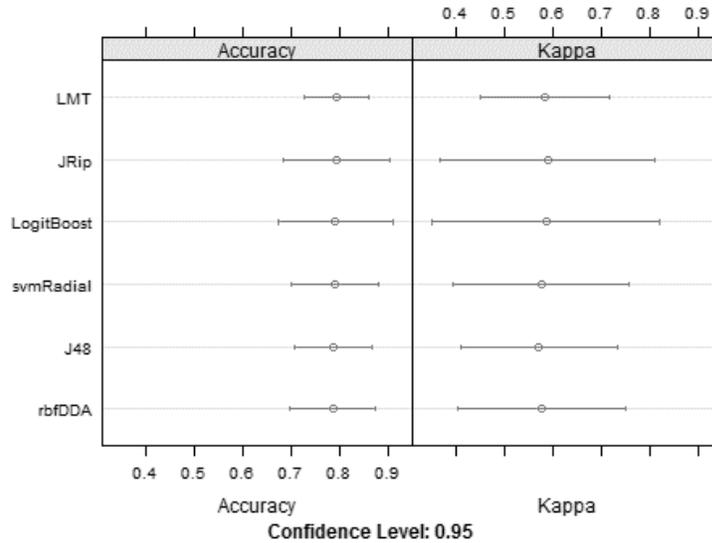


Figura 14. Exatidão e valor de *kappa* dos modelos de classificação para presença de parasitas a partir do grau das hipoplasias lineares do esmalte dentário na amostra de treino.

No estudo da relação com *cribra orbitalia* os modelos foram relativamente consistentes na classificação com cerca de 60% de exatidão (Figura 15). O melhor modelo neste caso foi o rbfDDA que registou uma exatidão de 61,33%, sendo 22,03% mais eficaz do que seria de esperar aleatoriamente. Contudo, a performance do modelo rbfDDA na amostra de teste demonstrou uma exatidão de apenas 50%, o que indica que este modelo não é superior à classificação que seria gerada aleatoriamente

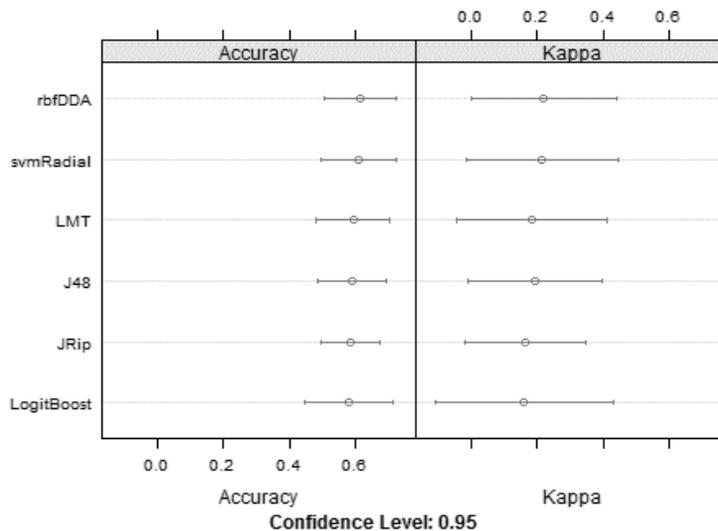


Figura 15. Exatidão e valor de *kappa* dos modelos de classificação de parasitas através do grau de *cribra orbitalia* na amostra de treino.

4. Discussão

4.1. Indicadores de stresse fisiológico

4.1.1. Lesões poróticas cranianas

A *cribra orbitalia* afetou 57,89% (11/19) dos indivíduos estudados e não se registou nenhum caso de *cribra cranii*. A prevalência de CO é similar à registada nos indivíduos Islâmicos exumados de necrópole de Murcia (57,2%) (Robles et al., 1996), mas superior à registada em Baza (Granada) em que 38,5% dos indivíduos manifestaram sinais de *cribra orbitalia* e 1,3% de hiperostose porótica nos parietais (Potin, 2006). Relativamente aos indivíduos Cristãos exumados do LCR, os indivíduos Islâmicos do presente estudo manifestaram sempre maior incidência de CO já que Gonçalves (2010) observou a lesão em 15,38% dos indivíduos estudados e Graça (2010) não observou CO em nenhum dos 5 indivíduos que conservaram as órbitas. Já Tereso (2009), numa amostra proveniente do mesmo local, registou sinais de lesão porótica em 50% das órbitas e em 16,1% dos parietais analisados, sendo esta a única documentação de *cribra cranii* em Santarém. A relação entre CC e CO não foi evidente nos indivíduos estudados da necrópole de Santarém, consistentemente com os estudos efetuados noutras necrópoles Islâmicas contemporâneas e nas populações Cristãs exumadas mesmo do local. Esta afeção diferencial das lesões poróticas é concordante com o que acontece noutras populações Europeias e possivelmente reflete uma variante mais moderada dos processos patológicos na origem destas lesões (Blom et al., 2005; Walker et al., 2009).

Não foram evidentes diferenças no padrão demográfico de afeção de *cribra orbitalia*, manifestando-se em todas as classes etárias e igualmente distribuída por ambos os sexos (58,33% no sexo masculino e 57,14% no feminino) (Tabela 1). É extremamente raro o desenvolvimento de anemia na idade adulta apenas por deficiência nutricional, ocorrendo mais comumente como consequência de elevadas perdas sanguíneas (Wapler et al., 2004). Os indivíduos do sexo feminino em idade reprodutivas são mais suscetíveis a esta patologia devido às perdas de sangue relacionadas com a função reprodutiva (Holland e O'Brien, 1997; Stuart-Macadam, 1985;

Sullivan, 2005). Apesar das dificuldades em estimar a idade à morte em indivíduos adultos, dos 4 indivíduos do sexo feminino que manifestaram sinais de CO, 3 (3/4=75%) aparentam ter falecido em idade reprodutiva. O sexo feminino está claramente sub-representado nesta análise devido à má conservação das suas órbitas (Figura 2) o que poderá ter influenciado esta análise. Nos jovens adultos, só foi possível analisar a órbita de um indivíduo do sexo feminino (que manifestou a lesão) (Figura 5). As órbitas são uma região de baixa densidade óssea, o que as torna mais vulneráveis aos processos tafonómicos (Bello et al., 2006). Vários estudos indicam que os indivíduos do sexo feminino são mais sensíveis à ação tafonómica porque possuem ossos mais gráceis, menos densos (Bello et al., 2006; Walker, 1995) e são mais suscetíveis a perda de densidade óssea com o avançar da idade (Curate et al., 2013). Estes fatores tafonómicos intrínsecos podem estar na base da sub-representação do sexo feminino e mascarado possíveis diferenças entre sexos na necrópole de Santarém.

Também a análise do padrão de envolvimento da lesão foi grandemente afetada pela preservação do material osteológico. Quando ambas as órbitas se encontravam intactas, o padrão bilateral foi o mais comum, ocorrendo 60% das vezes (Tabela 2). Contudo, na maioria dos casos observou-se a conservação de apenas uma das órbitas, o que pode ter mascarado a prevalência de um padrão bilateral de *cribra orbitalia*. A preservação da órbita direita foi observada em 83,33% dos casos (Tabela 1). Esta discrepância pode estar associada à posição de inumação em decúbito lateral direito (Matias, 2009a, 2009b). Estes enterramentos encontravam-se a pouco metros de profundidade, algumas a cerca de 30-40cm da superfície (Matias, 2007). A região esquerda do esqueleto, mais superficial, terá estado portanto mais exposta aos agentes tafonómicos extrínsecos observados no sítio arqueológico, como a ação antrópica e de raízes (Matias, 2009b). Assim, a sobre-representação de CO nas órbitas direitas pode decorrer apenas da preservação diferencial devida à ação de fatores tafonómicos extrínsecos.

A elevada prevalência de *cribra orbitalia* pode ter diversas causas, que podem ter ocorrido isoladamente ou em interação. As possíveis etiologias para as lesões observadas são: condições anémicas adquiridas, associadas a carências alimentares ou patologias gastro-intestinais (Lewis, 2007; Stuart-Macadam, 1985; Walker et al., 2009); anemias hereditárias (Carlson et al., 1974; Walker et al., 2009), processos inflamatórios (Schultz, 2001) e processos hemorrágicos causados por stresse reprodutivo (Beňuš et al., 2010; Stuart-Macadam, 1985; Sullivan, 2005), infeções parasitárias (Blom et al., 2005; Kent et al., 1994; Reinhard, 1992, 1988; Tanner, 2014) e/ou trauma.

Nesta época era bastante frequente o uso de sangrias no tratamento de diversos tipos de doenças, um procedimento que implica perdas sanguíneas significativas (Siraisi, 2009). Este tipo de hemorragias induzidas pode estar também ter contribuído para a elevada frequência de *cribra orbitalia* observada nos indivíduos estudados.

Além das causas supra-descritas outras patologias metabólicas e neoplasias podem resultar nas lesões orbitais observadas (Schultz, 2001). Tanto o raquitismo como o escorbuto são doenças que ocorrem sobretudo na infância e provocam alterações evidentes nos ossos longos (Ortner, 2003). Indivíduos com estas patologias que alcancem a idade adulta iriam apresentar outras evidências osteológicas da remodelação destas lesões. Contudo, na análise paleopatológica efetuada por Rodrigues (2013) não foram observados outros indícios destas patologias nos indivíduos com CO, o que as torna causas pouco prováveis para as lesões observadas nas órbitas. Patologias neoplásicas, como hemangioma cavernoso e meningioma podem também resultar nas lesões descritas, contudo dada a raridade destas neoplasias, constituem também uma etiologia muito pouco provável (Schultz, 2001).

Em populações cuja principal fonte de alimentação são recursos agrícolas e marinhos observa-se maior incidência de anemias relacionadas com a nutrição (Walker, 1986). Estes alimentos são pobres em ferro e ricos em ácido fítico, que condiciona a absorção de ferro pelo organismo quando a dieta não é complementada com o consumo de carne (Holland e O'Brien, 1997). Na população Portuguesa medieval os cereais e o vinho eram os alimentos mais ingeridos, sendo que o consumo de peixe e carne dependiam da abundância e preço destes recursos (Ferreira, 2008). O estudo dos silos Islâmicos de Santarém evidenciam uma predominância de restos faunísticos de diversas espécies de peixes, aves e mamíferos com indícios de que foram utilizados na alimentação humana (Moreno-García e Davis, 2001; Ramalho et al., 2001). Muitos dos restos de ovicaprinos recuperados eram juvenis, o que indica uma produção algo excedentária (Ramalho et al., 2001). Embora a dieta destas populações assentasse nos cereais, estes dados indicam que também teriam acesso a carne e peixe de água doce, ricos em ferro e vitamina B₁₂. Dado este padrão alimentar, tanto a anemia ferropriva como megaloblástica exclusivamente por deficiência nutricional são etiologias pouco prováveis (Walker, 1986; Walker et al., 2009). Isto não implica que estas patologias não tenham ocorrido, mas que mais provavelmente se terão desenvolvido durante o período de desmame (Lewis, 2007; Walker et al., 2009) ou sido potenciadas por outros

fatores como infecções parasitárias e patologias gastro-intestinais que resultam na redução e deficiente absorção destes nutrientes (Blom et al., 2005; Satoskar et al., 2009).

Anemias hereditárias podem também explicar algumas das lesões observadas (Schultz, 2001). Embora seja raras na atual população de Santarém (inferior a 1% da população) (Martins et al., 1993), poderão ter sido mais comuns na Idade Média uma vez que houve imigração por parte de alguns indivíduos Muçulmanos para centros urbanos do *Gharb-al-Andalus*, como *Shantarîn* (Goia, 2011). É possível que anemia hereditária tenha sido significativa em populações do norte de África como resposta adaptativa à presença de malária (Carlson et al., 1974).

Na análise microscópica das lesões poróticas do teto das órbitas, Wapler (2004) concluiu que apenas 56,5% destas lesões estavam relacionadas com condições anémicas. Outras causas comuns por ele identificadas foram inflamação (ostite, periostite) e erosão *post-mortem*, ambas responsáveis por 20% dos casos de *cribra orbitalia* observados (Wapler et al., 2004). Dada a sua comum prevalência é possível que ambas as causas tenham também estado na base de algumas das lesões poróticas observadas.

4.1.2. Hipoplasias lineares do esmalte

Observou-se hipoplasias lineares no esmalte de 46,64% (14/30) dos indivíduos estudados, tendo o canino sido o tipo de dente mais afetado ($24/84 = 29,76\%$). Estes resultados são semelhantes aos observados nos indivíduos Cristão exumados de Santarém, em que Gonçalves (2010) registou 43,8% de indivíduos afetados e Graça (2010) 58,3%, reportando ambos o canino como o tipo de dente mais hipoplásico. Ainda na necrópole Cristã do LCR, Tereso (2009) observou a lesão em 13,5% dos dentes analisados, ocorrendo em todos os caninos e incisivos estudados. Noutras necrópoles urbanas Islâmicas da península Ibérica a incidência de HLED foi mais variável tendo afetado 27,7% dos indivíduos exumados em Loulé (Cunha et al., 2002) e 57,2% dos indivíduos estudados de Murcia (Robles et al., 1996). Potin (2006) não reporta a afeção total de HLED nos indivíduos de Baza (Granada) mas, nestes o envolvimento do canino (dente mais afetado) ocorreu cerca de 30% das vezes, à semelhança do observado nos indivíduos analisados do LCR.

A localização preferencial das hipoplasias lineares ocorreu nos incisivos e caninos (Tabela 3), dentes cujo esmalte tem aproximadamente o mesmo período de formação (Reid e Dean, 2006).

Estes resultados são sugestivos de que as HLED nestes indivíduos resultam mais provavelmente de períodos de stresse que afetaram o seu metabolismo durante a infância (Goodman e Rose, 1990).

A idade e a duração do período de formação destas lesões partir das linhas hipoplásicas do esmalte não foi realizado pois não podem ser determinadas com fiabilidade a partir da análise macroscópica das lesões (Hillson e Bond, 1997). Contudo, o envolvimento preferencial da dentição anterior permite determinar que a maioria das manifestações dentárias de stresse ocorreram entre os 1 e os 6 anos, o período da amelogenese completa destes tipos de dentes. (Reid e Dean, 2006). Os indivíduos 355 e 146, que manifestaram hipoplasias no esmalte dos molares, apresentavam ambos lesões de grau 3 na dentição anterior o que indica estiveram expostos a fatores de stress durante um período mais alargado. O único tipo de dente em que não houve qualquer registo de lesões hipoplásicas foi o terceiro molar (Tabela 3) indicando que houve uma redução na exposição e/ou suscetibilidade destes indivíduos a períodos de stresse após os 9 anos de idade (Reid e Dean, 2006).

A análise do esmalte dentários dos indivíduos desta necrópole não revelou diferenças demográficas significativas. A percentagem de dentes afetados por hipoplasias foi relativamente constante ($p\text{-value}=0,274$) nas diversas categorias etárias. Os dados sugerem que, nestes indivíduos adultos, a exposição a fatores de stresse durante a infância não se refletiu na sua mortalidade prematura. A relação entre HLED e a idade à morte é comumente reportada em crianças (Cook e Buikstra, 1979; Mittler et al., 1992; Obertová e Thurzo, 2008) contudo, esta relação parece enfraquecer com o avançar da idade (Goodman e Rose, 1990). À semelhança do que se observa noutros estudos (Kozak e Krenz-Niedbala, 2002; Stuart-Macadam, 1985; Vance, 2014), também não se detetou predominância deste indicador de stresse em nenhum dos sexos ($p\text{-value}= 0,3251$), o que pode ser sugestivo de que, nos indivíduos estudados, a exposição de fatores de risco e a alocação dos recurso alimentares para as crianças foi independente do seu sexo (Goodman e Armelagos, 1989; Liebe-Harkort, 2012; Slaus et al., 1997).

4.2. Análise paleoparasitológica

O fato de não existirem vestígios de parasitas na amostra de controlo indica que os parasitas encontrados na região pélvica estavam realmente associados a estes indivíduos, e não resultam da

contaminação do solo (Reinhard et al., 1992). Este resultados corroboram a possibilidade de recuperar vestígios de parasitas mesmo a partir de esqueletos limpos (Fugassa et al., 2008).

Das amostras estudadas, 23% revelaram-se positivas para ovos de helmintes. As duas espécies identificadas, *A. lumbricoides* e *T. trichiura* pertencem à classe dos geohelmites. A casca de quitina que apresentam, adaptada ao seu estágio de vida no solo, conferem-lhe resistência aos processos tafonómicos (Harter et al., 2003; Wharton, 1980), contribuindo para a sua preservação. Ambas as espécies estão extensamente documentadas em diversos contextos arqueológicos medievais Europeus (Bouchet et al., 2003b; Gonçalves et al., 2003), inclusive na península Ibérica (Botella et al., 2010; Hidalgo-Argüello et al., 2003; Sianto et al., 2015c, 2015d).

As concentrações de ovos por grama de sedimento foram relativamente baixas tanto para *A. lumbricoides* (média=37,74) como para *T. trichiura* (média=9,01) quando confrontadas com outros estudos paleoparasitológicos realizados em contextos Europeus (Araújo et al., 2014) mas comparável aos resultados obtidos noutros sítios arqueológicos de Portugal e Espanha (Sianto et al., 2015a, 2015b, 2015c). Tanto a baixa positividade como a baixa concentração de ovos por grama pode ter sido influenciada pelo facto dos esqueletos analisados terem sido previamente limpos. Além disso, os processos tafonómicos poderão ter destruído alguns ovos menos resistentes (Bouchet et al., 2003a), como evidenciado pela presença de ovo cuja espécie foi impossível determinar pelo seu estado de deterioração.

A presença destes parasitas intestinais não foi afetada pelo sexo ou idade destes indivíduos (Tabela 3), o que sugere que estavam igualmente expostos a agentes infetantes. O uso de fertilizantes orgânicos na agricultura era uma técnica amplamente disseminada na Idade Média (Stern, 2008) que pode ter contribuído para a contaminação dos alimentos. Nos espaços urbanos os dejetos humanos eram recolhidos diretamente de ruas não pavimentadas ou de fossas sépticas e utilizados diretamente para fertilizar os campos agrícolas (Stern, 2008). Estágios infetantes de parasitas intestinais presentes nesse fertilizante poderiam ser ingeridos ao consumir vegetais crus ou pouco cozinhados e infetar novos hospedeiros, podendo ter constituído um importante meio de transmissão (Cox, 1993).

Embora não tenham sido recuperadas evidências diretas do tipo de estruturas de escoamento de esgotos e acesso a água usadas em Santarém, a bibliografia de sítios arqueológicos contemporâneos sugere que houve uma preocupação crescente por parte das populações Islâmicas em aceder a água e afastar os resíduos. No povoado Islâmico de Mérida, datado dos séc. VIII/IX

existem evidências arqueológicas de que foram utilizadas algumas estruturas Romanas e também construídos novos canais para escoamento de águas pluviais e residuais (Alba et al., 2008). No entanto, neste local também foram identificadas latrinas que escoavam os dejetos diretamente para o exterior (Alba et al., 2008). No centro urbano de Évora foram identificadas latrinas associadas a habitações, estando uma delas ligada a um sistema de esgoto de tipologia claramente Islâmica, correspondendo aos séc. X a XII (Filipe, 2012). Nos complexos de Silves, observa-se uma melhoria na estruturação dos sistemas de afastamento de resíduos a partir do séc. XI, observando-se sucessivas alterações e melhoramentos (Serra, 2013). Neste local foram identificadas latrinas e canalizações sob o solo das habitações direcionadas para fossas sépticas inseridas no espaço público (Serra, 2013). No contexto arqueológico de Tavira, identificou-se uma fossa séptica do séc. XI e canalizações para águas pluviais e residuais, com poços de decantação, ligadas a condutas ou fossas, no espaço das habitações, datadas dos séc. XII/XIII (Serra, 2013).

Quanto ao acesso a água, em Mérida eram utilizados sobretudo de poços, muitos de origem Romana, embora existam também sistemas de canalização de água para lavagens e regadio (Alba et al., 2008). Num sítio arqueológico dos finais do séc IX/X em Priego de Córdoba a água era obtida de uma cisterna pública (Avila, 2008). Em Silves, predominava o uso de poços em pátios no interiores das habitações, tendo também sido identificada uma cisterna (Serra, 2013). A bibliografia sugere soluções bastante homogêneas para a captação de água – poços ou cisternas – em diversos locais do *Gharb-al-Andalus*, pelo que mais provavelmente seriam também os métodos adotados em Santarém. Outro aspeto importante na higiene de uma população é o seu acesso a banhos. Os banhos públicos Islâmicos são bastante mencionados mas dos quais não têm sido encontrados muitos vestígios arqueológicos (Serra, 2013). Estruturas do período Islâmico associadas a banhos públicos foram recuperadas em Priego de Córdoba (Avila, 2008) e Loulé (Luzia, 2008) e associadas a casas de senhores em Silves (Gomes, 2009).

Estes dados arqueológicos indicam que com o passar dos séculos foram surgindo estruturas mais complexas e eficazes no escoamento de água residuais, o que corrobora a preocupação das sociedades Islâmicas com os cuidados de higiene e sugere uma evolução idêntica nas populações contemporâneas de Santarém. Embora a análise paleoparasitológica possa ter sido afetada pela limpeza prévia dos esqueletos e pela tafonomia, a baixa taxa de positividade e concentração de ovos de parasitas por grama de sedimentos observada parece sustentar os dados históricos,

sugerindo que já seriam implementadas algumas normas de higiene por parte das populações Islâmicas em Santarém.

Na Idade Média, a medicina Islâmica viu grandes avanços (Elkadi et al., 2002). Nesta altura foram descritas por médicos Muçulmanos várias doenças, inclusive causadas por parasitas (Cox, 2002). É também neste período proposta pela primeira vez a possibilidade de existirem organismos microscópicos capazes de causar doença e que Al-Razi (841-926) descreve pela primeira vez duas importantes doenças infecciosas: sarampo e varíola (Elkadi et al., 2002). A preocupação e o detalhe na descrição de patologias infecciosas sugere que estas eram um problema relevante e recursivo na Idade Média (Sullivan, 2005). Manter a população saudável (prevenção) era a principal preocupação, pois uma vez contraídas doenças não haviam métodos eficazes para as combater (Siraisi, 2009). Nesta altura a dieta era tida como fundamental à saúde humana, sendo muitas vezes prescritos alimentos específicos para curar a doença (Waines, 1999). Além das prescrições alimentares, outros tratamentos comuns eram as sangrias, aplicação de copos quentes na superfície da pele, cautério, e prescrição de plantas locais (vinho, plantas eméticas e laxativas) (Siraisi, 2009). Os indivíduos estudados podem ter praticado o consumo de plantas medicinais, contribuindo também para o pequeno número de indivíduos com infeções parasitárias e para a baixa concentração de ovos de parasitas.

4.3. Relação entre indicadores de stresse e parasitismo

Alguns estudos mostram a correlação entre hipoplasias lineares no esmalte e *cribra orbitalia* (Kozak e Krenz-Niedbala, 2002; Liebe-Harkort, 2012; Mittler et al., 1992; Obertová e Thurzo, 2008; Stuart-Macadam, 1985). Isto não implica uma relação de causalidade entre estas variáveis, mas antes o facto de ambas serem manifestações sistémicas distintas para os mesmos fatores de risco (Obertová e Thurzo, 2008).

As lesões hipoplásicas identificadas na amostra estudada ocorreram preferencialmente entre o 1 e os 6 anos de idade (Tabela 3). Esta faixa etária, engloba o período de desmame que constitui uma fase de grande vulnerabilidade por parte da criança. Nesta fase as crianças deixam de receber os anticorpos da mãe resultando numa maior fragilidade do sistema imunitário (Goodman e Armelagos, 1989; Lewis, 2007). A implementação de novos alimentos na sua dieta,

mesmo que nutricionalmente adequados, podem levar a infecções gastro-intestinais, diarreia e consequentemente carências nutricionais (Mata et al., 1971; Walker et al., 2009). Os alimentos introduzidos na altura de desmame durante o período de medieval eram geralmente baseados em leite, cereais e seus derivados (farinha, pão) (Lewis, 2007). Estes alimentos, além de pobres em teor de ferro e vitamina B₁₂ eram ricos em ácido fítico, uma substância capaz de inibir a absorção de ferro por parte das crianças (Walker, 1986). Nos indivíduos estudados da necrópole LCR, a coocorrência dos indicadores de stresse fisiológico manifestaram-se em 4 indivíduos (Tabela 4). Nestes indivíduos a CO desenvolveu-se, mais provavelmente, durante infância, que constituiu um período de stresse fisiológico evidenciado pelas hipoplasias lineares na dentição anterior. Assim, as lesões poróticas no teto da órbitas destes indivíduos poderão ter sido consequência de anemia megaloblástica ou por deficiência de ferro desenvolvidas durante o período de desmame (Stuart-Macadam, 1985; Walker et al., 2009). Contudo, neste período, outras carências metabólicas associadas à incorporação de novos alimentos, à maior exposição a vetores de transmissão e à fragilidade imunitária podem ter potenciado a ocorrência infecções e doença capazes de provocar as mesmas lesões ósseas, sem necessariamente existir anemia (Obertová e Thurzo, 2008).

A manifestação simultânea de ambos os indicadores de stresse observou-se apenas no sexo masculino (Tabela 4). Isto pode sugerir a sobrevivência mais frequente dos indivíduos do sexo masculino a períodos de stresse durante a infância, alcançado a idade adulta (Liebe-Harkort, 2012). A ocorrência dos indicadores de stresse observou-se igualmente distribuída por todas as faixas etárias (Figura 12), sugerindo que não teve um efeito na mortalidade durante a idade adulta. No entanto, 50% (2/4) dos indivíduos que manifestaram ambos indicadores de stresse apresentaram parasitas intestinais, face aos 26,67% (4/15) nos restantes. Estes resultados podem indicar que a exposição a elevado stresse (evidenciado pela presença de CO e HLED) durante o período crucial do desenvolvimento das suas defesas naturais pode ter comprometido o seu sistema imunitário, tornando-os mais suscetíveis a patologias infecciosas durante o resto da vida (Goodman e Armelagos, 1989; Liebe-Harkort, 2012; Obertová e Thurzo, 2008).

Recorreu-se a vários algoritmos de *machine learning* para avaliar se existia relação entre as perturbações fisiológicas (através das HLED e de CO) e suscetibilidade a infecções intestinais nos indivíduos estudados. Os resultados sugerem a existência de relação (exatidão = 86,08%) (Figura 13). O modelo de classificação efetuado, baseado em árvores de decisão (J48) indica que (Figura 16) a coocorrência simultânea de ambos os fatores de stresse não foi decisiva na

classificação da atividade parasitária. Este efeito pode dever-se ao pequeno número de casos nestas condições, mascarando a sua real importância, ou ao facto de a atuação independente dos indicadores de stresse analisados ter sido mais decisiva. Segundo este modelo, a maior probabilidade de infeção por parasitas intestinais, relaciona-se sobretudo com a presença de hipoplasias lineares no grau 2.

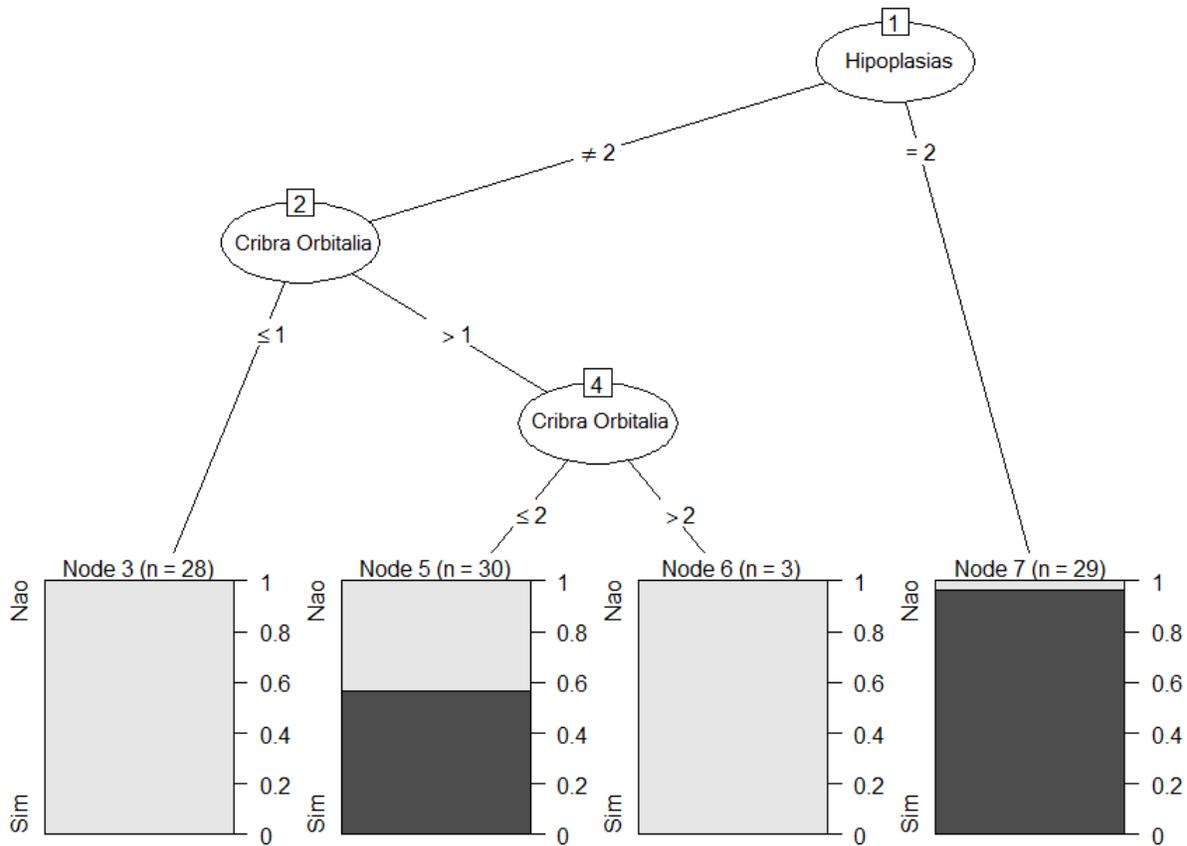


Figura 16. Classificação da presença de parasitas intestinais (folhas) a partir do grau dos indicadores de stresse fisiológico (ramos) na amostra Islâmica de Santarém, dados pelo modelo J48.

Quando analisado individualmente, os resultados dos modelos proposto corroboram que o desenvolvimento de hipoplasias é maioritariamente responsável pela performance do modelo (exatidão=79,39%) (Figura 14). A árvore de decisão criada (Figura 17) mostra resultados idênticos aos anteriores. Além disso, quando aplicados à amostra de teste o modelo baseado somente em hipoplasias lineares do esmalte regista a mesma exatidão que a observado no modelo que considera ambos os indicadores de stresse.

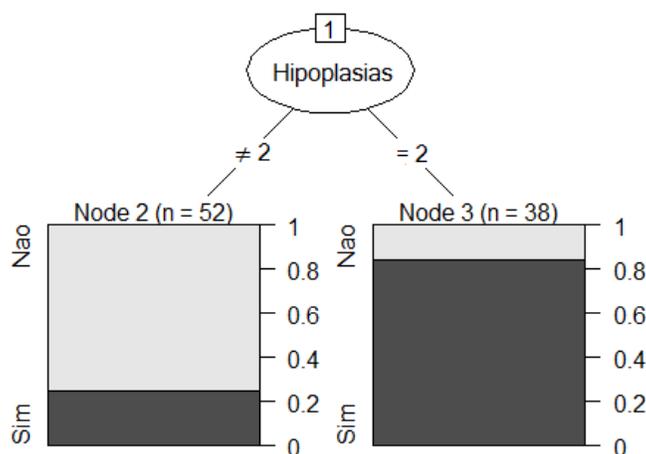


Figura 17. Classificação da presença de parasitas (folhas) a partir do grau de hipoplasias lineares (ramos), dados pelo modelo J48.

Os resultados destes modelos indicam que as HLED estão positivamente relacionadas com infeções intestinais nos indivíduos Islâmicos estudados de Santarém, o que parece sustentar a hipótese de que a exposição a stresse fisiológico durante o desenvolvimento do sistema imunitário, o fragiliza durante o resto da vida, tornando mais suscetíveis a infeções na idade adulta (Goodman e Armelagos, 1989; Obertová e Thurzo, 2008). Contudo, esta aparente relação pode ser meramente indicativa de que os indivíduos expostos a fatores de stresse durante a infância continuam expostos ao mesmo fatores de risco durante o resto da vida e a presença de outra variável não integrada no modelo é responsável pela relação, como por exemplo o estatuto socioeconómico.

Vários estudos documentam a relação entre parasitismo e anemia (Bathurst, 2005; Schultz, 2001; Walker et al., 2009), especialmente quando os microrganismos causadores estão associados a hemorragias (Beňuš et al., 2010; Carlson et al., 1974). Os parasitas intestinais recuperados nestas amostras não são capazes de provocar perdas sanguíneas significativas e só comprometem a saúde dos seus hospedeiros quando em elevadas concentrações ou em combinação com outros fatores de risco (Cox, 1993; Waldron, 2009). Contudo, na maioria das vezes estes helmintes estão associados a outros parasitas, especialmente protozoários (Sullivan, 2005) mais difíceis de recuperar em contexto arqueológico e que podem, muitas vezes, causar hemorragias (Cox, 1993; Stoltzfus et al., 1998; Waldron, 2009). Os parasitas podem ainda indiretamente contribuir para condições anémicas ao limitar a disponibilidade de nutrientes do hospedeiro, quer pelos seu consumo quer pela inibição da sua absorção (Blom et al., 2005). Foi também proposto que a anemia ferropriva é

uma resposta imunitária adaptativa à presença de microrganismo que limita as quantidades de ferro que estes necessitam para crescer e se reproduzir no sistema do hospedeiro (Kent et al., 1994; Stuart-Macadam, 1985)

Os resultados obtidos pelos modelos de classificação propostos demonstram que não existe qualquer relação entre a presença de *cribra orbitalia* e infecções intestinais nas amostra estudada. Na amostra de treino, estes modelos de classificação foram apenas 22,03% (Figuras 15) mais eficazes do que seria de esperar aleatoriamente e na amostra de teste a classificação revelou-se meramente aleatória (exatidão=50%). Sendo que se verificou uma maior frequência de parasitas em indivíduos que exibiam simultaneamente HLED e CO, o efeito de *cribra orbitalia* na classificação da presença de parasitas na amostra de treino pode dever-se a esta sobreposição. O fraco impacto desta variável na classificação de infecções parasitárias é ainda evidente pelo modelo de classificação J48 (Figura 19).

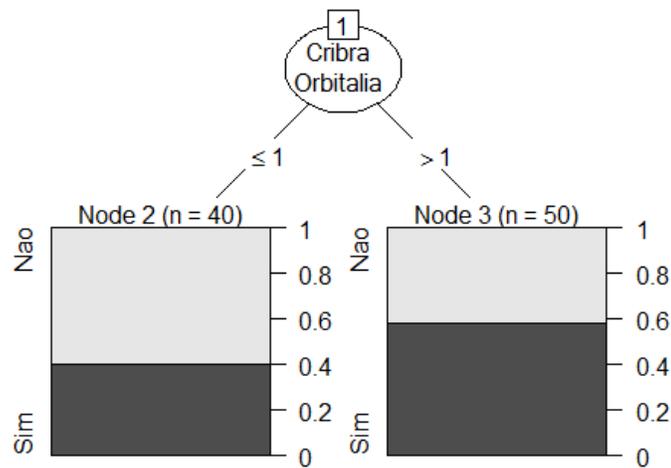


Figura 18. Classificação da presença de parasitas (folhas) através do grau de *cribra orbitalia* (ramos).

A presença de hipoplasias verificou-se em apenas 36,36% (4/11) dos indivíduos exumados da necrópole do LCR com lesões poróticas nas órbitas. Isto sugere nos restante 63,64% a *cribra orbitalia* não se formou durante a fase de amelogénese da dentição anterior ou que o stresse causador da lesão orbital não foi suficientemente crítico para provocar a interrupção da amelogénese. Por isso, parece pouco provável que estes casos sejam indícios de anemia por carência metabólica. Assim, na interpretação destes resultados, não se pode afirmar que não haja relação entre anemia e infecções parasitárias. Os resultados integrados da coocorrência de indicadores de stresse e infecções helmínticas indicam antes que, na maioria dos indivíduos, a

cribra orbitalia possivelmente não foi devida a condições anémicas por deficiência nutricional (ferropriva ou megaloblástica). Tendo em conta todas as etiologias anteriormente descartadas, nestes indivíduos a CO pode ter surgido como consequência de anemia hereditária (falsiforme ou talassemia), processos inflamatórios localizados, infeções ou processos hemorrágicos associados a trauma, parasitismo ou stresse reprodutor. Esta análise sugere, portanto, que diferentes fatores de risco estiveram na base dos indicadores de stresse identificados em diferentes indivíduos.

5. Conclusão

A presente dissertação contribuiu para a interpretação dos períodos de stresse fisiológico e suas consequências na saúde dos indivíduos Islâmicos estudados, através da análise simultânea de vários indicadores de stresse fisiológico no esqueleto e pela exploração pioneira das suas relações com a presença de parasitas intestinais, recuperados do sedimento da região pélvica desses esqueletos.

A *cribra orbitalia* foi comum (57,89%) nestes indivíduos embora não tenha surgido nenhum caso de *cribra cranii*. Este padrão é comum na Europa e provavelmente deve-se à expressão mais ligeira dos processos patológicos que estiveram na sua origem (Blom et al., 2005; Walker et al., 2009). As lesões poróticas nas órbitas afetaram igualmente as diversas faixas etárias e sexos, embora a diferença entre sexos possa ter sido obscurecida pela fraca preservação das órbitas nos indivíduos do sexo feminino. As hipoplasias lineares do esmalte observadas em 46,67% dos indivíduos são provavelmente resultado de perturbações sistémicas que decorreram entre o 1 e os 6 anos de idade. Também nesta lesão não houve diferenças demográficas significativas, sugerindo que as perturbações fisiológicas da infância não tiveram efeito na mortalidade destes indivíduos durante a idade adulta.

Foram identificadas duas espécies de parasitas intestinais no sedimento proveniente da região pélvica destes indivíduos: *A. lumbricoides* e *T. trichiura*. Embora a taxa de positividade e concentração de ovos destes helmintes por grama de sedimento tenham sido baixas, estes esqueletos estiveram sujeitos a fatores tafonómicos durante mais de 9 séculos, tendo inclusive sido anteriormente limpos. O facto de se terem recuperado estes vestígios sugere que as infeções

helmináticas foram um problema de considerável importância na sociedade Islâmica medieval de Santarém.

A presença simultânea de ambos os indicadores de stresse ocorreu apenas em indivíduos do sexo masculino, o que pode ser sugestivo de uma maior capacidade de sobrevivência deste sexo a elevadas perturbações fisiológicas na infância (Liebe-Harkort, 2012). A CO apareceu poucas vezes em associação com HLED, o que indica que a CO nem sempre terá ocorrido durante a infância ou que as causas que estiveram na sua formação não constituíram uma perturbação suficiente para inibir a amelogénese.

A relação entre os indicadores de stresse no esqueleto e a presença de parasitas na amostra estudada revelou-se positiva e substancial, sobretudo para as HLED. Estes dados sugerem que o stresse fisiológico durante a infância dos indivíduos analisados contribuiu para o aumento da probabilidade de sofrerem infeções parasitárias na idade adulta. Estes resultados parecem corroborar que as perturbações fisiológicas durante o desenvolvimento do sistema imunitário, se traduzem numa vulnerabilidade a patologias infecciosas durante o resto da vida (Goodman e Armelagos, 1989; Obertová e Thurzo, 2008) mas também podem ser fruto da sua relação com outras variáveis não incluídas no modelo, como o estatuto socioeconómico.

A análise da ocorrência de indicadores de stresse fisiológico, combinada com o estudo da presença de parasitas intestinais sugerem que efeitos sinérgicos entre inadequação nutricional, condições sanitárias insuficientes, doenças infecciosas e algumas práticas culturais terão contribuído a elevadas prevalências de indicadores de stresse identificada na amostra examinada.

Este estudo é limitado pela especificidade da população, pelo pequeno número de indivíduos estudados e pela baixa quantidade de sedimento disponível para análise paleoparasitológica. Contudo, salienta-se o valor informativo de estudos que integrem a análise paleoparasitológica associada a patologias não-específicas do esqueleto, dados que é um bom indicador, e por vezes o único, de patologia infecciosa nas populações do passado (Reinhard, 1988). Mais estudos neste sentido podem ajudar a esclarecer o impacto do stresse durante a infância no sistema imunitário e na habilidade de lidar com patologia infecciosa durante o resto da vida. Além disso, a aplicação do estudo paleoparasitológico em crianças que exibam indicadores de stresse fisiológico pode contribuir para clarificar a influência da atividade parasitária na etiologia desses indicadores.

Referências Bibliográficas

- Alba, M., Feijoo, S., Franco, B., 2008. Mérida islámica (s. VIII-IX): El proceso de transformation de la ciudad tardoantigua en una medina. *Xelb* 9, 191–228.
- Alpaydin, E., 2010. *Introduction to Machine Learning*, 2nd ed. The MIT Press, Cambridge.
- Araújo, A., Ferreira, L.F., 2000. Paleoparasitology and the Antiquity of Human Host-parasite Relationships. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 95, 89–93. doi:10.1590/S0074-02762000000700016
- Araújo, A., Iñiguez, A.M., Jansen, M.A., Andrade, C.M., Sousa, D.L., Carvalho, D.M. de, Hofer, E., Bastos, F.I., Bouchet, F., Rocha, G.C. de, Schatzmayr, H.G., Andrade, J.D., Nogueira, J.M. da R., Reinhard, K.J., Dittmar, K., Camilo-Coura, L.F., Burry, L.S., Sianto, L., Ferreira, L.F., Gonçalves, M.L.C., Chame, M., Fugassa, M.H., Trivi, M.E., Le Bailly, M., Serra-Freire, N.M. da, Souto, P.R. de F., Brazil, R.P., Guichón, R.A., Gardner, S.L., Chaves, S.A.M., Souza, S.M.F.M., 2014. *Foundations of Paleoparasitology*, 2nd ed. Editora FIOCRUZ, Rio de Janeiro.
- Araújo, A., Jansen, A.M., Bouchet, F., Reinhard, K., Ferreira, L.F., 2003. Parasitism, the Diversity of Life, and Paleoparasitology. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 98, 5–11. doi:10.1590/S0074-02762003000900003
- Aufderheide, A.C., Rodríguez-Martín, C., 1998. *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*, 3rd ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Avila, R.C., 2008. La madina andalusí de Baguh (Priego de Córdoba): Una aproximación arqueológica. *Xelb* 9, 229–258.
- Bathurst, R.R., 2005. Archaeological evidence of intestinal parasites from coastal shell middens. *J. Archaeol. Sci.* 32, 115–123. doi:10.1016/j.jas.2004.08.001
- Bello, S.M., Thomann, A., Signoli, M., Dutour, O., Andrews, P., 2006. Age and sex bias in the reconstruction of past population structures. *Am. J. Phys. Anthropol.* 129, 24–38. doi:10.1002/ajpa.20243
- Beňuš, R., Obertová, Z., Masnicová, S., 2010. Demographic, temporal and environmental effects on the frequency of cribra orbitalia in three Early Medieval populations from western Slovakia. *HOMO- J. Comp. Hum. Biol.* 61, 178–190. doi:10.1016/j.jchb.2010.04.001
- Bhaskar, H., Hoyle, D.C., Singh, S., 2006. Machine learning in bioinformatics: A brief survey and recommendations for practitioners. *Comput. Biol. Med.* 36, 1104–1125. doi:10.1016/j.combiomed.2005.09.002

- Blom, D.E., Buikstra, J.E., Keng, L., Tomczak, P.D., Shoreman, E., Stevens-Tuttle, D., 2005. Anemia and childhood mortality: Latitudinal patterning along the coast of pre-Columbian Peru. *Am. J. Phys. Anthropol.* 127, 152–169. doi:10.1002/ajpa.10431
- Botella, H.G., Vargas, J. a A., de la Rosa, M.A., Leles, D., Reimers, E.G., Vicente, A.C.P., Iñiguez, A.M., 2010. Paleoparasitologic, paleogenetic and paleobotanic analysis of XVIII century coprolites from the church La Concepción in Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 105, 1054–1056. doi:10.1590/S0074-02762010000800017
- Bouchet, F., Guidon, N., Dittmar, K., Harter, S., Ferreira, L.F., Chaves, S.M., Reinhard, K., Araújo, A., 2003a. Parasite remains in archeological sites. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 98, 47–52.
- Bouchet, F., Harter, S., Le Bailly, M., 2003b. The State of the Art of Paleoparasitological Research in the Old World. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 98, 95–101. doi:10.1590/S0074-02762003000900015
- Brooks, S., Suchey, J.M., 1990. Skeletal Age Determination based on the os pubis: a Comparison of the Acsadi-Nemeskeri and Suchey-Brooks Methods. *Hum. Evol.* 5, 227–238. doi:10.1007/BF02437238
- Bruzek, J., 1991. Fiabilité des procedes de determination du sexe a partir de l'os coxal. Implications a l'etude du dimorphisme sexual de l'homme fossile. University of Bordeaux.
- Bruzek, J., 2002. A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *Am. J. Phys. Anthropol.* 117, 157–168. doi:10.1002/ajpa.10012
- Calce, S.E., 2012. A new method to estimate adult age-at-death using the acetabulum. *Am. J. Phys. Anthropol.* 148, 11–23. doi:10.1002/ajpa.22026
- Callen, E.O., Cameron, T.W.M., 1960. A prehistoric diet revealed in coprolites. *New Sci.* 8, 35–40.
- Carlson, D.S., Armelagos, G.J., Gerven, D.P. van, 1974. Factors Influencing the Etiology of Cribra Orbitalia in Prehistoric Nubia. *J. Hum. Evol.* 3, 405–410.
- Chawla, N. V, Japkowicz, N., Kolcz, A., 2004. Editorial: special issue on learning from imbalanced data sets. *SIGKDD Explor.* 6, 1–6.
- Cohen, J., 1960. A coefficient of agreement of nominal scales. *Educ. Psychol. Meas.* 20, 37–46. doi:10.1177/001316446002000104
- Conde, M., 1997. Ocupação humana e polarização de um espaço rural do Garb-al-Andalus. *Arquipélago História* 2, 353 – 385.

- Cook, D.C., Buikstra, J.E., 1979. Health and differential survival in prehistoric populations: prenatal dental defects. *Am. J. Phys. Anthropol.* 51, 649–664. doi:10.1002/ajpa.1330510415
- Cox, F.E.G., 1993. *Modern Parasitology: a textbook of parasitology*, 2nd ed. Blackwell Science, Oxford.
- Cox, F.E.G., 2002. History of Human Parasitology. *Clin. Microbiol. Rev.* 15, 595–612. doi:10.1128/CMR.15.4.595
- Crompton, D.W., 2000. The public health importance of hookworm disease. *Parasitology* 121 Suppl, S39–S50. doi:10.1017/S0031182000006454
- Cruz, J. a., Wishart, D.S., 2006. Applications of machine learning in cancer prediction and prognosis. *Cancer Inform.* 2, 59–77.
- Cunha, E., Marques, C., Silva, A.M., 2002. O Passado em Al’-ulyã: Estudo Antropológico de uma população muçulmana. *Al’-ulyã. Rev. do Arq. Histórico Munic. Loulé* 8, 35–49.
- Curate, J.F.T., Albuquerque, A., Correia, J., Ferreira, I., de Lima, J.P., Cunha, E.M., 2013. A glimpse from the past: Osteoporosis and osteoporotic fractures in a portuguese identified skeletal sample. *Acta Reumatol. Port.* 38, 20–27.
- Elkadi, A., Sakr, A.M., Chishti, M., Jadiry, A., 2002. *Islamic Medicine*, 1st ed. Indiana University School of Medicine, Indianapolis.
- Ferreira, N.P.S., 2008. A alimentação portuguesa na idade medieval. *Rev. da SPCNA* 14, 104–114.
- Filipe, V.G., 2012. *Contributo para o conhecimento da presença islâmica em Yābura*. Universidade Nova de Lisboa.
- Fugassa, M.H., Araújo, A., Guichón, R.A., 2006. Quantitative paleoparasitology applied to archaeological sediments. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 101, 29–33. doi:10.1590/S0074-02762006001000006
- Fugassa, M.H., Sardella, N.H., Guichón, R. a., Denegri, G.M., Araújo, A., 2008. Paleoparasitological analysis applied to museum-curated sacra from Meridional Patagonian collections. *J. Archaeol. Sci.* 35, 1408–1411. doi:10.1016/j.jas.2007.10.006
- Galvão, F.C., Gileno, M. da C., Malta, M.O., Vicenti, V., Anibal, F. de F., 2011. Anemia in patients with intestinal parasitic infection. *Rev. Ibero-Latinoam. Parasitol* 70, 206–211.
- Goia, A. da, 2011. O período islâmico em Portugal e o seus vestígios na toponímia do país. *Masarykova Univerzita v Brně*.
- Gomes, R.V., 2009. O Castelo de Silves – Contributos da investigação recente. *Xelb* 9, 477–488.

- Gonçalves, C., 2010. Ao Largo de Santarém...Estudo de uma amostra osteológica humana exumada no Largo Cândido dos Reis, Santarém (XVI-XVIII). Universidade de Coimbra.
- Gonçalves, M.J., 2009. Silves islâmica: deambulando pelo Arrabalde Oriental. *Xelb* 9, 489–524.
- Gonçalves, M.L.C., Araújo, A., Ferreira, L.F., 2003. Human intestinal parasites in the past: New findings and a review. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 98, 103–118. doi:10.1590/S0074-02762003000900016
- Goodman, A.H., Armelagos, G.J., 1989. Infant and childhood morbidity and mortality risks in archaeological populations. *Archaeol. public health* 21, 225–243.
- Goodman, A.H., Rose, J.C., 1990. Assessment of systemic physiological perturbations from dental enamel hypoplasias and associated histological structures. *Am. J. Phys. Anthropol.* 33, 59–110. doi:10.1002/ajpa.1330330506
- Graça, V., 2010. Scallabis no Alvorecer da Modernidade. Análise Paleobiológica de uma Amostra Osteológica Humana Exumada no Largo Cândido dos Reis (Santarém). Universidade de Coimbra.
- Grauer, A.L., 2012. *A Companion to Paleopathology*. Blackwell Publishing, Chichester.
- Gurevitch, O., Slavin, S., Feldman, A.G., 2007. Conversion of red bone marrow into yellow - Cause and mechanisms. *Med. Hypotheses* 69, 531–536. doi:10.1016/j.mehy.2007.01.052
- Harter, S., Le Bailly, M., Janot, F., Bouchet, F., 2003. First Paleoparasitological Study of an Embalming Rejects Jar Found in Saqqara, Egypt. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 98, 119–121. doi:10.1590/S0074-02762003000900017
- Hastie, T., Tibshirani, R., Fridman, J., 2009. *The Elements of Statistical Learning: data mining, inference and prediction*, 2nd ed, Springer Series in Statistics. Springer, Stanford. doi:10.1007/b94608
- Hidalgo-Argüello, M.R., Díez Baños, N., Fregeneda Grandes, J., Prada Marcos, E., 2003. Parasitological analysis of Leonese royalty from Collegiate-Basilica of St. Isidoro, León (Spain): helminths, protozoa, and mites. *J. Parasitol.* 89, 738–743. doi:10.1645/0022-3395(2003)089[0738:PAOLRF]2.0.CO;2
- Hillson, S., 2005. *Teeth*, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hillson, S., Bond, S., 1997. Relationship of enamel hypoplasia to the pattern of tooth crown growth: A discussion. *Am. J. Phys. Anthropol.* 104, 89–103. doi:10.1002/(SICI)1096-8644(199709)104:1<89::AID-AJPA6>3.0.CO;2-8

- Holland, T.D., O'Brien, M.J.O., 1997. Parasites , Porotic Hyperostosis , and the Implications of Changing Perspectives and the implications of changing prespectives. *Am. Antiq.* 62, 183–193.
- Japkowicz, N., 2000a. The class imbalance problem: Significance and strategies, em: In *Proceedings of the 2000 International Conference on Artificial Intelligence (ICAI'* p. 523.
- Japkowicz, N., 2000b. Learning from imbalanced data sets: a comparison of various strategies, em: *Proceedings of the AAAI'2000 Workshop on imbalanced data sets.*
- Japkowicz, N., 2001. Concept-Learning in the Presence of Between-Class and Within-Class Imbalances. *Lect. Notes Artifial Intel.* 2056, 67–77.
- Kent, S., Weinberg, E.D., Stuart-Macadam, P., 1994. The etiology of anemia of chronic disease and infection. *J. Clin. Epidemiol.* 47, 23–33.
- Kotsiantis, S.B., 2007. Supervised Machine Learning: A Review of Classification Techniques. *Informática* 31, 249–268. doi:10.1115/1.1559160
- Kozak, J., Krenz-Niedbala, M., 2002. The occurence of cribra orbitalia and its association with enamel hypoplasia in a medieval population from Kolobrzeg, Poland. *Var. Evolutio* 10, 75–82.
- Kuhn, M., 2008. Building Predictive Models in R Using the caret Package. *J. Stat. Softw.* 28, 1–26.
- Lamendin, H., Baccino, E., Humbert, J.F., Tavernier, J.C., Nossintchouk, R.M., Zerilli, a, 1992. A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *J. Forensic Sci.* 37, 1373–1379.
- Lewis, M.E., 2007. *The Bioarchaeology of Children*, 1st ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Li, C., Wang, J., Wang, L., Hu, L., Gong, P., 2014. Comparison of classification algorithms and training sample sizes in urban land classification with landsat thematic mapper imagery. *Remote Sens.* 6, 964–983. doi:10.3390/rs6020964
- Liebe-Harkort, C., 2012. Cribra orbitalia, sinusitis and linear enamel hypoplasia in Swedish Roman iron age adults and subadults. *Int. J. Osteoarchaeol.* 22, 387–397. doi:10.1002/oa.1209
- Lovejoy, C.O., Meindl, R.S., Pryzbeck, T.R., Mensforth, R.P., 1985. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *Am. J. Phys. Anthropol.* 68, 15–28. doi:10.1002/ajpa.1330680103
- Luzia, I., 2008. A primeira campanha de escavação da «Casa das Bicas- Loulé». *Xelb* 8, 263–274.

- Maher, L.J., 1981. Statistics for microfossil concentration measurements employing samples spiked with marker grains. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 32, 153–191. doi:10.1016/0034-6667(81)90002-6
- Maimon, O., Rokach, L., 2005. *The data mining and knowledge discovery handbook*. Springer, Tel-Aviv.
- Maletic, J.I., Marcus, A., 2005. Data Cleansing Data Mining and Knowledge Discovery Handbook, *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. doi:10.1007/0-387-25465-x_2
- Martins, M.C., Olim, G., Melo, J., Magalhães, H. a, Rodrigues, M.O., 1993. Hereditary anaemias in Portugal: epidemiology, public health significance, and control. *J. Med. Genet.* 30, 235–239. doi:10.1136/jmg.30.3.235
- Mata, L.J., Juan J Urrutia, Lechtig, A., 1971. Infection and nutrition of children of a low socioeconomic rural community. *Am. J. Clin. Nutr.* 24, 249–259.
- Matias, A.J., 2007. *Trabalhos Arqueológicos e Antropológicos no Largo Cândido dos Reis. Santarém.*
- Matias, A.J., 2009a. Culturas distintas num mesmo espaço. O Largo Cândido dos Reis na caracterização de gestos quotidianos e rituais funerários de Santarém Medieval. *Xelb* 9, 637–654.
- Matias, A.J., 2009b. Anatomia de um complexo funerário medieval. Perspectiva bioantropológica do Largo Cândido dos Reis em Santarém. *Xelb* 9, 655–676.
- Matias, A.J., 2009c. *Largo Cândido dos Reis 2: Relatório Final de Trabalhos Arqueológicos e Antropológicos. Santarém.*
- May, R.L., Goodman, a H., Meindl, R.S., 1993. Response of bone and enamel formation to nutritional supplementation and morbidity among malnourished Guatemalan children. *Am. J. Phys. Anthropol.* 92, 37–51. doi:10.1002/ajpa.1330920104
- McIlvaine, B.K., 2013. Implications of Reappraising the Iron-Deficiency Anemia Hypothesis. *Int. J. Osteoarchaeol.* doi:10.1002/oa.2383
- Mittler, D.M., van Gerven, D.P., Sheridan, S.G., Beck, R., 1992. The epidemiology of enamel hypoplasia, cribra orbitalia, and subadult mortality in an ancient Nubian population. *J. Paleopathol.* 2, 143–150.
- Moreno-García, M., Davis, S., 2001. Estudio de las asociaciones faunísticas recuperadas en Alcácer do Sal, convento de São Francisco, Santarém e Sé de Lisboa, em: *Garb: Sítios Islâmicos do Sul Peninsular*. IPPAR, Lisboa, pp. 231–255.

- Nikiforuk, G., Fraser, D., 1981. The etiology of enamel hypoplasia: a unifying concept. *J. Pediatr.* 98, 888–893. doi:10.1016/S0022-3476(81)80580-X
- Obertová, Z., Thurzo, M., 2008. Relationship between Cribra Orbitalia and Enamel Hypoplasia in the Early Medieval Slavic Population at Borovce, Slovakia. *Int. J. Osteoarchaeol.* 18, 280–292. doi:10.1002/oa.937
- Omary, Z., Mtenzi, F., 2010. Machine Learning Approach to Identifying the Dataset Threshold for the Performance Estimators in Supervised Learning. *Int. J. Infonomics* 3, 314–325.
- Ortner, D.J., 2003. *Identification of Paleopathological Conditions in Human Skeletal Remains*, 2nd ed. Academic Press, San Diego.
- Potin, I.P., 2006. El Conocimiento De Las Poblaciones Del Pasado a Través De Los Restos Óseos : Indicadores Paleopatológicos encontrado en la necrópolis Hipanomusulmana de Baza (Granada, s. XII a XVI). Universidade Autónoma de Madrid.
- Rácz, S.E., Araújo, E.P., Jensen, E., Mostek, C., Morrow, J.J., Van Hove, M.L., Bianucci, R., Willems, D., Heller, F., Araújo, A., Reinhard, K.J., 2015. Parasitology in an archaeological context : analysis of medieval burials in Nivelles , Belgium. *J. Archaeol. Sci.* 53, 304–315. doi:10.1016/j.jas.2014.10.023
- Ramalho, M.M., Lopes, C., Custódio, J., Valente, M.J., 2001. Vestígios da Santarém Islâmica - um silo no convento de S. Francisco. *Arqueol. Mediev.* 7, 147–184.
- Ramos, R., Sousa, B.V. e, Monteiro, N.G., 2009. *História de Portugal*, 1ª ed. A Esfera dos Livros, Lisboa.
- Reid, D.J., Dean, M.C., 2006. Variation in modern human enamel formation times. *J. Hum. Evol.* 50, 329–346. doi:10.1016/j.jhevol.2005.09.003
- Reinhard, K.J., 1988. Diet, Parasitism, and Anemia in the Prehistoric Southwest. *Pap. Nat. Resour. University of Nebraska - Lincoln*.
- Reinhard, K.J., 1992. Parasitology as an interpretive tool in archaeology. *Am. Antiq.* 57, 819–824.
- Reinhard, K.J., Geib, P.R., Callahan, M.M., Hevly, R.H., 1992. Discovery of colon contents in a skeletonized burial: Soil sampling for dietary remains. *J. Archaeol. Sci.* 19, 697–705. doi:10.1016/0305-4403(92)90039-6
- Reitsema, L.J., Mcilvaine, B.K., 2014. Reconciling «stress» and «health» in physical anthropology: What can bioarchaeologists learn from the other subdisciplines? *Am. J. Phys. Anthropol.* 155, 181–185. doi:10.1002/ajpa.22596
- Roberts, C., Manchester, K., 2005. *The Archeology of Disease*, 3rd ed. Cornell University Press, New York.

- Robles, F., González, A., García, C., 1996. Indicadores de estrés en la población hispanomusulmana de San Nicolás (Murcia, s. XI a XIII), em: Pérez-Pérez, A. (Ed.), *Salud, Enfermedad y Muerte en el Pasado*. Universidad de Barcelona, Barcelona, pp. 109–119.
- Rodrigues, A.C., 2013. A maqbara de Shantarîn: Enfermidade e saúde numa amostra esquelética de adultos. Universidade de Coimbra.
- Rodriguez-Guardado, A., Pozo, E., Fernandez-García, R., Amo-Fernandez, J., Nozal-Gancedo, T., 2013. Hookworm disease as a cause of iron deficiency anemia in the prison population. *Rev Esp Sanid Penit* 15, 63–65.
- Santos, F., 2011. O Médio Tejo dos meados do século IX à primeira metade do século XIII : Militarização e Povoamento. Universidade de Lisboa.
- Satoskar, A.R., Simon, G.L., Hotez, P.J., Tsuji, M., 2009. *Medical Parasitology*, 1st ed. Landes Bioscience, Austin.
- Schultz, M., 2001. Paleohistopathology of bone: a new approach to the study of ancient diseases. *Yearb. Phys. Anthropol.* 44, 106–147. doi:10.1002/ajpa.10024
- Seo, M., Oh, C.S., Chai, J.Y., Lee, S.J., Park, J.B., Lee, B.H., Park, J.-H., Cho, G.H., Hong, D.-W., Park, H.U., Shin, D.H., 2010. The influence of differential burial preservation on the recovery of parasite eggs in soil samples from Korean medieval tombs. *J. Parasitol.* 96, 366–370. doi:10.1645/GE-2131.1
- Serra, M.J., 2013. *Águas do quotidiano. Estruturas habitacionais islâmicas no território algarvio*. Universidade do Algarve.
- Sianto, L., Cunha, D., Chaves, S., Teixeira-Santos, I., Pereira, P., Godinho, R., Matias, A.J., Matos, V., Leitão, S., Santos, A.L., 2015a. Paleoparasitological studies in Portugal: first results, em: II Bioanthropological meeting. CIAS, Coimbra.
- Sianto, L., Leitão, S., Matos, V., Lourenço, A.M., Rocha, A.J.F., 2015b. Estudo Paleoparasitológico de Sedimentos Associados a Enterramentos Humanos da Necrópole da Igreja de São Julião, Lisboa. *AL-madam* 20, 110–111.
- Sianto, L., Santos, A.L., 2015. Manual resumido para recolha paleoparasitológicos e de paleodieta amostras para estudos. *Cad. do GEEvH* 3, 35–42.
- Sianto, L., Santos, A.L., Pérez, J.A., 2015c. Paleoparasitological analysis of Roman sewers from Augusta Emerita (Mérida , Spain), em: II Bioanthropological meeting. CIAS, Coimbra.
- Sianto, L., Santos, A.L., Pérez, J.A., 2015d. Paleoparasitological analysis of Roman sewers from Augusta Eremita (Mérida, Spain), em: II Bioanthropological meeting. CIAS, Coimbra.

- Siraisi, N.G., 2009. *Medieval and Early Renaissance Medicine: An Introduction to Knowledge and Practice*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Slaus, M., A, P.-H., Jakovljevic, 1997. Dental disease in late medieval population from Nova Raca, Croatia. *Coll. Antropol.* 21, 561–572.
- Steckel, R.H., Larsen, C.S., Sciulli, P.W., Walker, P.L., 2006. Data Collection Codebook, em: *The Global History of Health Project*. pp. 1–41.
- Sterner, C., 2008. Waste and city form: reconsidering the medieval strategy. *J. Green Build.* 3, 67–78. doi:10.3992/jgb.3.3.67
- Stewart, R., Poole, A., 1982. The orofacial structures and their association with congenital abnormalities. *Pediatr. Clin. North Am.* 29, 547–584.
- Stoltzfus, R.J., Albonico, M., Chwaya, H.M., Tielsch, J.M., Schulze, K.J., Savioli, L., 1998. Effects of the Zanzibar school-based deworming program on iron status of children. *Am. J. Clin. Nutr.* 68, 179–186.
- Stuart-Macadam, P., 1985. Porotic hyperostosis: representative of a childhood condition. *Am. J. Phys. Anthropol.* 66, 391–398. doi:10.1002/ajpa.1330660407
- Sullivan, A., 2005. Prevalence and etiology of acquired anemia in Medieval York, England. *Am. J. Phys. Anthropol.* 128, 252–272. doi:10.1002/ajpa.20026
- Tanner, S., 2014. Health and disease: Exploring the relation between parasitic infections, child nutrition status, and markets. *Am. J. Phys. Anthropol.* 228, 221–228. doi:10.1002/ajpa.22573
- Temple, D.H., 2010. Patterns of systemic stress during the agricultural transition in prehistoric Japan. *Am. J. Phys. Anthropol.* 142, 112–124. doi:10.1002/ajpa.21208
- Tereso, S., 2009. *Memórias no Largo. Estudo de uma amostra osteológica humana exumada no Largo Cândido dos Reis. Santarém (XVI-XVIII)*. Universidade de Coimbra.
- Vance, S.M., 2014. Porotic hyperostosis and linear enamel hypoplasia as indicators of health for the ancient Maya of K'Axob, Belize. University of Houston.
- Viera, A.J., Garrett, J.M., 2005. Understanding interobserver agreement: The kappa statistic. *Fam. Med.* 37, 360–363.
- Waines, D., 1999. Dietetics in medieval Islamic culture. *Med. Hist.* 43, 228–240.
- Waldron, T. (University C.L., 2009. *Paleopathology, Cambridge Manuals in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Walker, P., 1995. Problems of preservation and sexism in sexing: some lessons from historical collections for palaeodemographers, em: Saunders, S.R., Herring, A. (Eds.), *Grave Reflections: Portraying the Past Through Cemetery Studies*. Canadian Scholars' Press, Toronto, pp. 31–48.
- Walker, P.L., 1986. Porotic hyperostosis in a marine-dependent California Indian population. *Am. J. Phys. Anthropol.* 69, 345–354. doi:10.1002/ajpa.1330690307
- Walker, P.L., Bathurst, R.R., Richman, R., Gjerdrum, T., Andrushko, V.A., 2009. The causes of porotic hyperostosis and cribra orbitalia: A reappraisal of the iron-deficiency-anemia hypothesis. *Am. J. Phys. Anthropol.* 139, 109–125. doi:10.1002/ajpa.21031
- Wapler, U., Crubézy, E., Schultz, M., 2004. Is Cribra Orbitalia Synonymous with Anemia? Analysis and Interpretation of Cranial Pathology in Sudan. *Am. J. Phys. Anthropol.* 123, 333–339. doi:10.1002/ajpa.10321
- Warnock, P.J., Reinhard, K.J., 1992. Methods for extracting pollen and parasite eggs from latrine soils. *J. Archaeol. Sci.* 19, 261–264. doi:10.1016/0305-4403(92)90015-U
- Weinmann, J.P., Svoboda, J.F., Woods, R.W., 1945. Hereditary Disturbances of Enamel Formation and Calcification. *J. Am. Dent. Assoc.* 32, 397–418. doi:10.14219/jada.archive.1945.0063
- Wharton, D., 1980. Nematode egg-shells. *Parasitology* 81, 447–463.
- Witkop, C.J., 1957. Hereditary defects in enamel and dentin. *Acta Genet.* 7, 236–239. doi:10.1159/000150974
- Wong, H.M., 2014. Aetiological Factors for Developmental Defects of Enamel. *Austin J. Anat.* 1, 1–9.
- Wood, J.W., Milner, G.R., Harpending, H.C., Weiss, K.M., 1992. The osteological paradox: problems of inferring prehistoric health from skeletal samples. *Curr. Anthropol.* 33, 343–370. doi:0011.3204/92.3304.0001