



Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

*Estudo das alterações estruturais nos tecidos
mineralizados de peças dentárias sujeitas a
elevadas temperaturas*

Coimbra

2010



Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Estudo das alterações estruturais nos tecidos mineralizados de peças dentárias sujeitas a elevadas temperaturas

Trabalho final do 5º ano de Medicina Dentária, com vista à atribuição do grau de mestre no âmbito do ciclo de estudos de Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Aluno: Antonieta Sofia Tomé Dias
Orientadora: Prof. Doutora Ana Teresa Corte Real

Coimbra

2010

“Um dos aspectos mais irónicos do mundo natural é que a dentição humana, local de decomposição prevalente e crónica em vida, dura mais que todos os outros tecidos após a morte”

Sopher (1976)

Agradecimentos

Ao Pai, por me ter pegado ao colo de cada vez que não consegui caminhar sozinha.

Ao eterno Coordenador do Curso de Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Sr. Professor Doutor Maló de Abreu.

Ao Ex.^{mo} Coordenador do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Sr. Professor Doutor Fernando Guerra.

À Orientadora desta Tese, Sra. Prof. Doutora Ana Teresa Corte-Real cujo papel foi preponderante para a elaboração deste trabalho e sem o qual este não poderia ter sido feito com os mesmos resultados.

Ao Dr. Rui Isidro Falacho, pelo apoio e motivação incansáveis. Obrigado por ter feito esta caminhada comigo.

À Dra. Gabriela Martins, pela partilha de conhecimentos e toda a disponibilidade.

Aos meus pais e irmãos, por serem o meu porto de abrigo. Obrigado por tudo aquilo que somos.

Aos meus mestres, cujos conselhos preciosos e ombro amigo serviram de apoio nos momentos em que mais precisei.

Aos meus colegas e amigos, pela partilha de experiências, lágrimas e gargalhadas.

Resumo

A Medicina Dentária Forense é a especialidade que relaciona a Medicina Dentária com o Direito, permitindo a aquisição de esclarecimentos relacionados a pendências, contendas ou questões judiciais, aplicando conhecimentos próprios da área médico-dentária, nomeadamente para desempenhar funções que auxiliem na identificação humana e na investigação criminal ou processual. Diante de vítimas de fenómenos de combustão despoletados por desastres em massa, acidentes de viação, incidentes aéreos, domésticos e outros que alterem significativamente os tecidos moles, a Medicina Dentária destaca-se no meio pericial pela confiabilidade dos resultados e pela praticabilidade da técnica.

Com a realização desta tese pretende-se apresentar um projecto de investigação para a FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia) que permite estudar as reacções e alterações estruturais nos componentes minerais do dente quando, envolvido pelos tecidos adjacentes, é sujeito a condições de combustão, e ainda avaliar as consequências da extinção da combustão com meios auxiliares na estrutura dentária, nomeadamente a água. Pretende-se, também, complementar estudos anteriores cujas limitações tentarão ser agora superadas. Para tal anexamos vários fundamentos teóricos.

O protocolo proposto submete trinta e cinco modelos experimentais crânio-facias de suíno a fenómenos de combustão completa controlada com temperaturas extremas (400 °C, 600 °C, 700 °C, 965 °C e 1300 °C), com posterior análise morfológica, histológica, microscópica, radiológica e, eventualmente, genética das peças dentárias recolhidas dos modelos experimentais (seis dentes em cada modelo).

A utilização de métodos eficazes na quantificação e qualificação das temperaturas e tempos de exposição com relação à destruição apresentada a nível dentário, sempre atendendo à presença de tecidos de protecção, poderá constituir-se assim um meio eficaz, viável, simples e de importância incontornável para investigação criminal e identificação cadavérica.

Palavras-chave:

Identificação dentária; Medicina Dentária Forense; fogo; vítimas carbonizadas.

Abstract

The Forensic Dentistry is the specialty that relates dentistry with law, allowing the clarifications achievement related with pendency, disputes or litigation, applying knowledge of the medical-dental area, mainly to play functions that assist in human identification and in criminal investigations or processual investigation. Facing victims of combustion phenomena caused by mass disasters, road accidents, aircraft crashes domestic incidents and others that significantly alter the soft tissues, the dentistry stands in the expert surroundings thanks to the reliability of results and the practicability of the technique.

With the achievement of this thesis is intended to exhibit research project for FCT (Foundation for science and technology) and study the reactions and structural changes in the mineral components of the tooth when, surrounded by the adjacent tissues, is subjected to combustion situation, and still evaluate the consequences of the combustion extinction in tooth structure with aids, particularly water. The intention is also to complement previous studies whose limitations we will try now to overcome. For this end, we attach several theoretical foundations.

The proposed protocol undergoes thirty-five experimental pig models skull-facias to controlled complete combustion phenomena with extreme temperatures (400 °C, 600 °C, 700 °C, 965 °C and 1300 ° C), with subsequent analysis of morphological, histological, microscopic, radiological, and perhaps genetics of dental specimens collected from experimental models (six teeth in each model).

The use of effective methods in the temperatures quantification and qualification and exposure times related to the destruction presented at the dental level, always taking into account the presence of tissue protection, could constitute itself as an effective, viable, simple and undeniable importance mean for criminal investigation and cadaverous identification.

Keywords:

Dental identification; Forensic Dentistry; fire; charred victims.

Índice

♦ Introdução	2
♦ Objectivos	3
♦ Projecto a apresentar na FCT	4
♦ Fundamentos Teóricos	21
♦ Discussão/Conclusão	38
♦ Bibliografia	42

Introdução

A Medicina Dentária Forense é definida como a especialidade que promove a interacção precisa, rigorosa e científica entre a área Médico-Dentária e Jurídica, facultando assim a obtenção de esclarecimentos ou deliberações relativas a pendências, contendas ou questões judiciais gerais, através da aplicação de conhecimento próprio da área médico-dentária (Silva e col., 2008).

Assim, atendendo à dimensão multidisciplinar abordada pela Medicina Dentária Forense e ao seu alto nível de diferenciação e especialização, o Médico Dentista dotado destes conhecimentos e com função pericial, pode determinar a identidade ou até contribuir de forma significativa e válida para a investigação processual através da análise das características dentárias e informações delas decorrentes (Pretty e Sweet, 2001).

Esta tese pretende acometer à apreciação um protocolo que visa a utilização de modelos experimentais crânio-faciais, sujeitos a condições que mimetizem combustões em ambiente natural, avaliando assim os efeitos destas no tecido dentário protegido por osso e tecidos moles envolventes. Pretende-se ainda, a discussão do referido protocolo, pelo que anexamos vários Fundamentos Teóricos.

Objectivos

É objectivo desta tese apresentar um projecto de investigação para a FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia), na área da Medicina Dentária Forense.

Pretende-se ainda, promover a sua discussão baseada em fundamentos teóricos.

Programa de Trabalhos – FCT

Título do programa de trabalhos

Title of the working programme

Estudo das alterações estruturais nos tecidos mineralizados de peças dentárias sujeitas a elevadas temperaturas

Study of structural changes in teeth's mineralized tissues subject to high temperatures

Domínio Científico

Scientific Domain

Medicina Dentária Forense

Forensic Dentistry

Data de início de programa de trabalhos

Work programme starting date

Outubro/2010

October/2010

Duração (meses)

Duration (month)

24 meses

24 mouths

Data de início pretendida para a bolsa

Fellowship starting date

Janeiro/2011

January/2011

Duração (meses)

Duration (month)

22 meses

22 mouths

SUMÁRIO

A Medicina Dentária destaca-se como meio auxiliar da Investigação Forense diante de vítimas de fenómenos de combustão despoletados por desastres em massa, acidentes de viação, aéreos e domésticos.

Pretende-se estudar as reacções dos componentes minerais dentários, *in situ* e *in vivo*, perante a combustão. Complementando estudos experimentais anteriores realizados "*in vitro*". Pretende-se ainda avaliar as consequências da extinção da combustão com meios auxiliares (água) na estrutura dentária.

O protocolo proposto submete trinta e cinco modelos experimentais crânio-facias (suíno) a fenómenos de combustão completa e controlada com temperaturas extremas (400 °C, 600 °C, 700 °C, 965 °C e 1300 °C). Seis peças dentárias recolhidas dos referidos modelos serão analisadas pela sua morfologia, histologia, microscopia, radiologia e genética.

A utilização de métodos eficazes na quantificação e qualificação das temperaturas e tempos de exposição com relação à destruição apresentada a nível dentário, sempre atendendo à presença de tecidos de protecção, poderá constituir-se assim um meio eficaz, viável, simples e de importância incontornável para investigação criminal e identificação cadavérica.

Summary

The Forensic Dentistry evidences itself as an auxiliary mean of forensic investigation, when facing victims of combustion phenomena caused by mass disasters, road accidents, aircraft crashes and domestic incidents.

We intend to study the reactions of dental mineral compounds, *in situ* and *in vivo*, in combustion. Complementing earlier "*in vitro*" experimental studies. We also intend to evaluate the consequences of combustion extinction with auxiliary means (water) in tooth structure.

The proposed protocol undergoes thirty-five experimental caniofacial models (pig) to controlled and complete combustion phenomena with extreme temperatures (400 °C, 600 °C, 700 °C, 965 °C e 1300 °C). six teeth collected from these models will be analyzed by their morphology, histology, microscopy, radiology, and genetics.

The use of effective methods in the temperatures quantification and qualification and exposure times related to the destruction presented at the dental level, always taking into account the presence of tissue protection, could constitute itself as an effective, viable, simple and undeniable importance mean for criminal investigation and cadaverous identification.

ESTADO DA ARTE

O dente é constituído por diferentes tipos de tecidos, mineralizados e não mineralizados, sendo que os efeitos de altas temperaturas sobre eles também são diferentes.

No âmbito da Identificação Forense, Shipman e colaboradores, em 1984, iniciaram o estudo do comportamento dos três componentes estruturais que constituem o dente, esmalte, dentina e cemento, perante altas temperaturas. Relativamente ao esmalte, a temperaturas na ordem dos 400 °C, apresentava a superfície coberta de partículas arredondadas. Entre os 440 °C e os 800 °C, a sua aparência tornava-se vítrea, separado da dentina por inúmeros poros e fissuras. Dos 800 °C aos 940 °C, apresentava-se como uma massa irregular. No que diz respeito à dentina, as alterações surgem entre os 185 °C e os 285 °C, a matriz peritubular separa-se da matriz intertubular, com a formação de pequenas irregularidades que, até aos 440 °C, se derretem e tornam a superfície lisa. Entre os 800 °C e os 985 °C, ocorre a aglutinação em glóbulos da dentina intertubular, separados por espaços resultantes dos remanescentes dos túbulos. Ainda Shipman, em relação ao cemento, refere a evaporação da água aos 300 °C e a formação de lacunas que interrompem a junção cimento-dentinária. Aos 500 °C esta união tornam-se ainda mais irregular, com sulcos e fendas que aumentam de profundidade até se atingirem os 900 °C. A partir dos 1000 °C, a estrutura apresenta-se praticamente decomposta e em algumas zonas pode-se observar apenas a dentina. Aos 1300 °C, a decomposição do cemento é total.

Estudos posteriormente efectuados são concordantes em afirmar que, a temperaturas de 400 °C, ocorre a separação da dentina e do esmalte (Norrländer, 1995; Taylor, 2002; Espina, Barrios, Ortega. e col., 2004; Savio e col., 2006).

Salienta-se que Taylor, em 2002, refere que, em relação à dentina, entre os 1100 e 1200 °C, ocorre a decomposição total da sua microestrutura. Este mesmo autor salienta, para a mesma temperatura, a decomposição do tecido ósseo envolvente. Recentemente, Figueiredo e colaboradores, em 2010, apoiam os estudos de Taylor e destacam a ocorrência de uma remodelação dos cristais de hidroxiapatite com o aumento de volume e concomitante diminuição da porosidade estrutural.

Devemos destacar que, para além do estudo da temperatura máxima atingida numa exposição, é igualmente importante o tempo que decorre para se atingir essa mesma temperatura, bem como a duração da exposição.

Marín (2004), descreve que em apenas 5 segundos a 400 °C são observadas fissuras longitudinais na coroa dos dentes anteriores, surgindo perda parcial da continuidade da estrutura. O mesmo autor refere ainda que, passados 30 segundos, os dentes anteriores apresentam destruição total, enquanto os posteriores apresentam apenas algumas fissuras.

Os estudos supracitados realizaram-se em peças dentárias individualizadas, separadas do "seu" alvéolo, extraídas no decorrer de tratamentos de reabilitação. A realidade Forense é consistente com o estudo de peças dentárias *in situ*. Em 2003, Pereira estuda fenômenos de carbonização em corpo adulto, registrando alterações cadavéricas apenas para temperaturas superiores a 680 °C.

STATE OF THE ART

The tooth is formed by different types of tissue, mineralized and non mineralized, and the effects of high temperatures on them are also different.

Within the Forensic Identification, Shipman *et al* in 1984, start to study the behavior of three structural components that form the tooth, enamel, dentin and cementum, when submitted to high temperatures. Relatively to enamel, at temperatures around 400 °C, presented the surface covered with rounded particles. Between 440 °C and 800 °C, its appearance became glassy, separated from the dentine by numerous pores and cracks. From 800 °C to 940 °C, it presents as an irregular mass. In what concerns to dentin, the changes appear between 185 °C and 285 °C, the peritubular matrix separates from the intertubular matrix, with the formation of small irregularities that, up to 440 °C, melt and makes the surface smooth. Between 800 °C and 985 °C, coalesced of intertubular dentin occurs into globules, separated by resulting spaces of remnants of tubules. Related to cementum, Shipman, refers the water evaporation at 300 °C and the formation of gaps that interrupts the cementum-dentin junction. At 500 °C this union becomes even more irregular, with grooves and cracks that increase in depth until it achieves 900 °C. From 1000 °C, the structure is almost decomposed and in some areas only dentin can be observed. At 1300 °C, total cementum decomposition is occurs.

Subsequent studies carried out are consistent in stating that, at temperatures of 400 °C, occurs the separation of dentin and enamel (Norrländer, 1995; Taylor, 2002; Espina, Barrios, Ortega, *et al*, 2004; Savio *et al*, 2006).

It is noted that Taylor, in 2002, refers that, in what concerns to dentin, between the 1100 °C and 1200 °C, occurs the complete decomposition of its microstructure. The same author, points out, for the same temperature the decomposition of surrounding bone tissue. Recently, Figueiredo *et al*, in 2010, support the research done by Taylor and points out to the occurrence of a remodeling of hydroxyapatite crystals with increasing volume and decrease of structural porosity.

We should point out that in addition to studying the maximum temperature reached in an exposure, it is also important the time lag to reach that temperature and the duration of exposure.

Marin (2004), describes that in just 5 seconds at 400 ° C are observed longitudinal cracks in the crown of anterior teeth, appearing partial loss of structure continuity. The same author also refers that, after 30 seconds, the anterior teeth present total destruction, while the posterior ones have only a few cracks.

The above studies were performed in individualized dental pieces, separate from "its" alveolus, extracted in the course of rehabilitation treatments. The Forensic reality is consistent with the study of dental specimens *in situ*. In 2003, Pereira studied the carbonization phenomena in adult body, noting corpse changes only for temperatures above 680 °C.

OBJECTIVOS

O trabalho será desenvolvido em 4 fases, cada qual com tarefas específicas e respectivos objectivos.

Fase 1 – Obtenção do modelo experimental crânio-facial e definição das condições de realização dos ensaios.

Tarefa 1.1 – Obtenção de trinta e cinco cabeças de suíno para modelos experimentais.

Tarefa 1.2 – Pré-definição, segundo a literatura, das temperaturas que serão utilizadas na combustão completa controlada, bem como a duração da exposição às mesmas.

Tarefa 1.3 – Obtenção de dispositivos termosondas.

Tarefa 1.4 – Planeamento do término da combustão.

Tarefa 1.5 – Revisão do estado da arte.

Fase 2 – Realização dos ensaios

Tarefa 2.1 – Prévia realização de um ensaio piloto para registo de tempos e temperaturas.

Tarefa 2.2 – Recolha dos modelos experimentais crânio-faciais à temperatura e tempo pré-estabelecidos.

Tarefa 2.3 – Término da combustão.

Tarefa 2.4 – Colheita das peças dentárias nos modelos experimentais.

Fase 3 – Identificação e análise dos resultados obtidos

Tarefa 3.1 – Análise morfológica, histológica, microscópica, radiológica e genética das peças dentárias recolhidas dos modelos experimentais.

Fase 4 – Análise e tratamento estatístico das alterações observadas

OBJECTIVES

The work will be developed in four phases, each one with specific tasks and respective objectives

Phase 1 - Obtaining the experimental craniofacial model and defining the conditions for tests realization.

Task 1.1 – Obtaining of thirty five pig head to experimental model.

Task 1.2 – Default, according to the literature on temperature to be used in complete and controlled combustion and the time of exposure to it.

Task 1.3 – Obtaining of termoprobe devices.

Task 1.4 – Planning the end of combustion.

Task 1.5 – Review of the state of the art

Phase 2 – Tests realization

Task 2.1 – Prior realization of a pilot test for times and temperatures registration.

Task 2.2 – Collection of experimental craniofacial models, at predetermined temperature and time.

Task 2.3 – End of combustion.

Task 2.4 – Picking of dental specimens in experimental models.

Phase 3 – Identification and analysis of results

Task 3.1 - Morphological, histology, microscopic, radiological and genetics analysis of dental specimens collected from experimental models

Phase 4 - Analysis and statistical treatment of the observed changes

DESCRIÇÃO DETALHADA

O plano de trabalhos será desenvolvido em 4 fases:

Na **Fase 1** pretende-se adquirir o modelo experimental crânio-facial e definir as condições em que serão realizados os ensaios.

A tarefa 1.1 consistirá em obter trinta e cinco cabeças de suíno, de animais com massa corporal entre 100 a 200 Kg, considerados adultos, de modo a formar grupos de 5 modelos experimentais em cada ensaio.

A tarefa 1.2 destina-se a pré-definir, segundo a literatura; as temperaturas que serão utilizadas na combustão completa controlada, bem como a duração da exposição às mesmas.

Os efeitos da combustão dependem, não só das temperaturas atingidas num incêndio, mas também do tempo que demora a atingir esta mesma temperatura e do período de exposição.

Segundo Savio e colaboradores (2006), são necessários 13.33 minutos para atingir uma temperatura de 400 °C, enquanto os 600 °C são atingidos no máximo 20 minutos após o início da experiência, com um aumento de 30 °C/minuto.

Günther e Schnidt, em 1953, referiu que as primeiras alterações no esmalte, para 400 °C, surgem ao fim de 5 segundos.

Em incêndios domésticos devastadores, um corpo pode ser gravemente carbonizado em menos de 20 minutos (Richards, 1977).

A *tarefa 1.3* diz respeito à obtenção de termosondas para controlo da temperatura e, consequentemente, o tempo a que se mantém determinada temperatura.

Estes dispositivos serão colocados um no interior da cavidade oral, outro no interior do osso e um terceiro exteriormente, isto é, na periferia dos tecidos moles.

A tarefa 1.4 diz respeito ao planeamento dos ensaios que findarão por extinção do combustível e quais aqueles em que será terminar a combustão com água.

Na fase 1 prevê-se também como tarefa (*tarefa 1.5*) a revisão do estado da arte.

A **fase 2** corresponderá à realização dos ensaios.

A *tarefa 2.1* diz respeito a um ensaio piloto, que será realizado previamente, de modo a registar o tempo mínimo até atingir determinada temperatura, as temperaturas de exposição e a duração da mesma.

A *tarefa 2.2* diz respeito à recolha de cada modelo experimental crânio-facial, após o período de exposição à temperatura pré-estabelecida, de acordo com a tabela 1.

Na tarefa 2.3, pretendemos o término da combustão de acordo com a tabela 1.

Tabela 1: Esquema de controlo das variáveis

Ensaio	Tempo mín. decorrido (Savio e col., 2006)	Temperatura	Tempo de exposição (Günther e Schmidt, 1953; Richards, 1977)	Extinção
1	13 min	400 °C	8-10 seg	Combustível
2	20 min	600 °C	5-20 min	Combustível
3	20 min	600 °C	5-20 min	Água
4	23 min	700 °C	5-20 min	Combustível
5	23 min	700 °C	5-20 min	Água
6	30 min	965 °C	5-20 min	Combustível
7	42 min	1300 °C	5-20 min	Combustível

A *tarefa 2.4* corresponde à colheita das peças dentárias dos modelos experimentais. Estes serão um incisivo, um pré-molar e um molar superiores / um incisivo, um pré-molar e um molar inferiores.

A **fase 3** consistirá na análise dos resultados.

Nesta fase será feita uma análise morfológica, histológica, microscópica, radiológica e genética.

A importância das peças dentárias para o processo de identificação justifica-se por apresentarem características individualizadoras que tornam impossível a existência de duas pessoas com a mesma arcada dentária (Rezende, 2008). Quando os elementos anatómicos não permitem chegar a um diagnóstico procede-se, então, a estudos histológicos de diferenciação de estruturas ósseas e dentárias (Ramalho, 1994).

No exame microscópico de dentes obtidos após incineração, o método histológico convencional encontra-se dificultado devido ao efeito da profundidade de descalcificação e ao processamento de componentes orgânicos e inorgânicos dos tecidos dentários (Myers et al., 1999). Inicialmente (por volta dos 600 °C), os tecidos minerais perdem a sua componente orgânica, tornando-se mais porosos. Contudo, mantêm uma malha de cristais de hidroxiapatite. À medida que a temperatura aumenta, estes cristais são reorganizados e tornam-se mais perfeitos, aumentando de volume e, conseqüentemente, diminuindo a porosidade entre eles. Com a progressão da temperatura (na ordem dos 1200 °C), este aumento de volume continua a verificar-se e estes cristais acabam por se fundir (Figueiredo e col., 2010).

Assim, dada esta fundição e carbonização, a microscopia electrónica de varrimento é o método de eleição na análise dos dentes severamente carbonizados, uma vez que requer somente uma pequena amostra e que a preparação do corpo de estudo não destrói o espécime já fragilizado (Wong, 1982).

Características anatómicas podem ser muito úteis no processo de identificação, uma vez que a radiologia é um dos tipos mais objectivos de informação para o diagnóstico de tratamentos clínicos, bem como um dos mais utilizados, fornecendo evidências importantes devido à grande quantidade de informação registada (Gruber, Kameyama, 2001; Paiva, 2006).

O tratamento dentário resulta, também, em características únicas e individuais que, na maioria das vezes, são bem visíveis nas radiografias comuns. Assim, a técnica de identificação consiste essencialmente numa comparação entre radiografias tiradas em vida (*ante-mortem*) e arquivadas nos consultórios dentários, com as obtidas após a morte (*post-mortem*) (Gruber, Kameyama, 2001).

Não só a natureza morfológica dos dentes é importante. A resistência acrescida dos tecidos e restaurações dentárias às alterações produzidas pelas condições ambientais extremas, tais como a temperatura e a decomposição, torna-os uma fonte ideal de ADN.

Com o auxílio da técnica de PCR (Polymerase Chain Reaction), que permite a amplificação do ADN em locais pré-selecionados do material biológico extraído de uma raiz, é possível chegar a uma conclusão sobre a identidade de um indivíduo. No entanto, se por algum motivo o ADN genómico não está em concentrações suficientes para retirar uma conclusão sobre a identidade, então o ADN mitocondrial, presente num elevado número de cópias em cada célula e herdado da mãe, será de grande importância e ajuda. No caso de não existir uma amostra de comparação *ante-mortem*, a análise deste é uma ferramenta poderosa devido ao padrão materno que pode ser combinado com a mãe ou irmãos da vítima (Shekar, Reddy, 2009).

Estas técnicas de identificação, deverão ser deixadas apenas para quando as demais técnicas não puderem de todo ser utilizadas, uma vez que apresentam elevado custo e demora na sua realização (Paiva, 2006).

A **fase 4** consistirá na análise e tratamento estatístico das alterações observadas.

DETAILED DESCRIPTION

The work plan will be developed in four phases:

On **Phase 1** we intend to acquire the experimental craniofacial model and define the conditions under which the tests will be performed.

Task 1.1 consists on getting thirty five pig heads, from animals with weights between 100 and 200 Kg, as adults, to form groups of 5 experimental models in each test.

Task 1.2 intended to pre-set according to the literature, the temperatures that will be used on complete controlled combustion, as well as the period of exposure to it.

The effects of combustion depends, not only of the temperatures achieved in a fire, but also depends on the necessary time to reach it and the period of exposure.

According to Savio *et al* (2006), it is needed 13.33 minutes to reach a temperature of 400 °C, while 600 °C are achieved maximum 20 minutes after the experiment begins, with an increase of 30 °C/minute.

Günther e Schnidt, in 1953, referred the first changes in enamel for 400 °C, occurs after 5 seconds.

In devastating home fires, a body can be severely charred in less than 20 minutes (Richards, 1977).

Task 1.3 concerns to obtain termoprobes for temperature control, and thus the period while a certain temperature is maintained.

This devices will be placed one in the oral cavity, other inside the bone, and a third one outside, on the periphery of soft tissue.

Task 1.4 concerns to the planning of the tests that will end by extinction of combustible and which ones will be terminated using water.

On phase 1 it is also predictable as task (*task 1.5*) the review of the state of the art.

Phase 2 will correspond to the test realization

Task 2.1 relates with a test pilot that will be realized previously, in order to record the minimum time to reach a certain temperature, exposure temperatures and period of exposure.

Task 2.2 concerns the gathering of each experimental craniofacial model after the period of exposure to pre-established temperature, according to table 1.

On *Task 2.3* we intend to end the combustion, according to table 1.

Table 1: variable control scheme

Trial	Minimum	Temperature	Exposition	Extinction
	elapsed time (Savio e col., 2006)		period (Günther e Schmidt, 1953; Richards, 1977)	
1	13 min	400 °C	8-10 sec	Combustible
2	20 min	600 °C	5-20 min	Combustible
3	20 min	600 °C	5-20 min	Water
4	23 min	700 °C	5-20 min	Combustible
5	23 min	700 °C	5-20 min	Water
6	30 min	965 °C	5-20 min	Combustible
7	42 min	1300 °C	5-20 min	Combustible

Task 2.4 correspond to the gathering of dental specimens from the experimental models. These will be an upper incisor, pre-molar and molar/ a lower incisor, pre-molar and molar.

Phase 3 consist on the results analysis.

At this stage, a morphological, histological, microscopic, radiological, and genetics analysis will be done.

The importance of dental specimens for the identification process is justified by its individualizing characteristics that make impossible the existence of two people with the same dental arch (Rezende, 2008). When the anatomic elements don't allow a diagnosis the procedure is, the study of histological differentiation of bone and tooth structures (Ramalho, 1994).

Microscopic examination of teeth obtained after inceneration, the conventional histological method is hard due to the effect of decalcification depth and processing of organic and inorganic components of dental tissues (Myers et al., 1999). At first (around 600 °C), the mineral tissue loses its organic composition, becoming more porous. However, maintain a network of hydroxyapatite crystals. As the temperature increases, these crystals are reorganized and become more perfect, increasing volume and thus decreasing the porosity between them. With the temperature raise (around 1200 °C), this increase of volume continues to occur and these crystals will merge (Figueiredo e col., 2010).

So, given this foundry and carbonization the scanning electron microscopy is the method of choice for the analysis of severely charred teeth, since it requires only a small sample and the preparation of the body of study does not destroy the already fragile specimen (Wong, 1982).

Anatomic characteristics, can be very useful in identification process, since the radiology is one of the most objective kind of information for the diagnoses of clinical treatments, as well as one of the most used, giving important evidences thanks to a large amount of registered information (Gruber, Kameyama, 2001; Paiva, 2006).

The dental treatment also results in unique and individual characteristics, in most cases, they are clearly visible on common radiographs. Thus, the identification technique is essentially a comparison of radiographs taken in life (ante-mortem) and stored in dental offices, with those obtained after death (post mortem) (Gruber, Kameyama, 2001).

Not only is the morphological nature of the teeth important. Also the increased resistance of the tissues and dental restorations to the changes produced by environmental conditions such as temperature and decomposition makes them an ideal source of DNA. With the help of PCR (Polymerase Chain Reaction), that allow a DNA amplification in pre-selected areas of the biological material extracted from a root, it is possible to reach a conclusion about the identity of an individual. However if for some reason the genomic DNA is not presented in enough concentration to make a conclusion about the identity, so the mitochondrial DNA, presented in a large number of copies in each cell and inherited from the mother, will be of great importance and help. If there isn't a comparison ante-mortem sample, the examination of this is a powerful tool due to the maternal pattern that can be combined with the mother or siblings of the victim (Shekar, Reddy, 2009).

These identification techniques should be used only when other techniques cannot be used at all, since they are high cost and time consumption for its execution (Paiva, 2006).

Phase 4 will consist of analysis and statistical processing of the observed changes.

Calendarização

	1º Ano													2º Ano													
	Início	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
Projecto de Investigação	—																										
Revisão Bibliográfica		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—														
Obtenção do modelo experimental						—	—	—	—	—	—	—	—														
Ensaio do Controlo das Temperaturas e Tempos							—	—	—																		
Ensaio Experimental														—	—												
Recolha das Peças Dentárias															—												
Análise Macroscópica																—	—										
Análise Radiográfica																—	—										
Análise Histológica e Microscópica																—	—										
Análise Genética																	—	—	—								
Análise dos Resultados																					—	—					
Discussão e Conclusão																									—	—	

Fundamentos Teóricos

A Medicina Dentária Forense é a especialidade que relaciona a Medicina Dentária com o Direito.

Assim, o Médico Dentista habilitado nesta área tem um manancial de funções a desempenhar, das quais é possível destacar algumas essenciais ao estudo apresentado nesta tese, ou seja, a identificação humana e o auxílio em investigação criminal ou processual.

Particularizando então o conceito de identificação, torna-se inevitável dar seguimento à explanação deste. O processo de identificação permite dar resposta a uma necessidade criminal, moral e cívico-social. Atendendo ao referido por Carvalho e col. (2009), “todo o ser apresenta um conjunto de características que o definem e que são a sua identidade”. Identificação é, portanto, “um processo ou um conjunto de diligências pelo qual se determina a identidade de uma pessoa ou de uma coisa” (França, 1995).

A identificação de um sujeito pode ser executada recorrendo a uma diversidade de métodos; afirmação esta corroborada por vários autores dos quais é possível particularizar Buchner (1985). Segundo este, os métodos são passíveis de divisão em dois grandes grupos: possuidores de carácter científico (dactiloscopia, análise de ADN, e outros); possuidores de carácter subjectivo (reconhecimento visual). Dado o carácter visceralmente científico da Medicina Dentária Forense, é importante clarificar que a utilização de uma metodologia subjectiva tem como único e exclusivo propósito a potenciação da eficácia de identificação, sendo sempre coadjuvada por métodos de carácter científico. Assim sendo, os métodos de identificação abordados pela bibliografia consultada e seguida incluem:

- 1 – reconhecimento visual fotográfico e presencial;
- 2 – avaliação de características ou sinais pessoais;
- 3 – avaliação do espólio;
- 4 – dactiloscopia;
- 5 – análise dentária;
- 6 – análise médica e radiológica;
- 7 – análise antropológica;
- 8 – análise de ADN;
- 9 – identificação através de exclusão.

A recolha de informações através das técnicas supracitadas revela-se fundamental, sendo crucial a interacção entre estas e o objectivo de atingir conclusões mais factuais. Conforme o descrito por Melani (1998), o grau de dificuldade na obtenção de respostas conclusivas sobre a identificação é inversamente proporcional à quantidade de dados periciais, isto é, aumenta a dificuldade na identificação com a diminuição das informações periciais. Contudo, a incursão na concepção de uma investigação recorrente a todos os métodos em simultâneo ou somente a metodologia mais evoluída de um ponto de vista tecnológico, é algo que deve ser acautelado porque, por vezes, até mesmo quadros periciais aparentemente desfavoráveis poderão ser facilmente resolúveis recorrendo a metodologias simples, sob pena de galgar etapas que resolveriam a questão de forma adequada.

Uma das análises mais utilizada e de metodologia relativamente económica quando comparada com outras de maior exigência técnica, é a análise Dentária. Assim, várias são as situações em que este tipo de reconhecimento é utilizado com sucesso e validade, sendo um exemplo disso casos em que a comparação de registos dentários se demonstra de eleição (Juán Palafox, 1996) devido a dificuldades na identificação por grande destruição cadavérica ou outras condicionantes.

Hodiernamente, são cada vez mais frequentes os fenómenos de combustão despoletados por desastres em massa, acidentes de viação, incidentes aéreos, domésticos e outros. Acompanhando esta evolução, também a Medicina Forense e a Medicina Dentária Forense vêem o seu espectro de acção alargado e até direccionado para os fenómenos de combustão e suas consequências. Descreva-se então em que consistem estes fenómenos. A combustão, também designada por queima segundo alguns autores, é uma reacção química exotérmica entre uma substância, o combustível, e um gás, o comburente. Particularizando ao trabalho em questão, a combustão efectuada será a reacção química entre tecidos biológicos, um composto orgânico susceptível de oxidação e oxigénio, com a libertação de energia sob a forma de calor (Raimundo e Figueiredo, 2006). É ainda de referir que, quando este processo é muito exotérmico, situação desejada no trabalho, resulta numa mistura de gases incandescentes, a chama, que se designa por fogo (Salema e col., 1992).

Um dos factores preponderantes no estudo da combustão consiste na avaliação das temperaturas atingidas, sendo que estas variam em função do local onde ocorre (num ambiente fechado ou aberto), da natureza do agente oxidante, da duração da combustão e da acção dos produtos cessantes utilizados (Merlati, Danesino, Savio e col., 2002). Assim, é possível inferir que a natureza de cada combustão é própria da mesma e sempre dependente de factores intrínsecos a esta, ou seja, de forma exemplificativa, pode ser rápida e violenta em que elevadas temperaturas são rapidamente atingidas ou igualmente violenta mas com tempos de actuação mais longos em que as temperaturas

são atingidas num maior intervalo temporal e a extinção decorre também em períodos mais longos.

Singularizando então uma das situações mais frequentemente encontradas na prática clínica e uma das que apresenta maior relevo estatístico nos episódios registados, abordem-se os incêndios florestais. Estes possuem características bastante específicas quer a nível das temperaturas atingidas, tempos de actuação e materiais que participam na reacção química. Assim é analiticamente possível quantificar a temperaturas destas combustões em 280°C a 400°C (Gava, Ometto, Nibe, e col., 1995), dependendo do tipo e quantidade de materia combustível e das condições de humidade do ar, podendo atingir os 1200°C durante um período máximo de 5 minutos, sendo considerado, neste caso, um incêndio rápido e violento (Gava, Ometto, Nibe e col., 1995; Raimundo e Figueiredo, 2006).

Outra das ocorrências comuns e bastante analisadas na prática clínica do Médico Dentista com competências em Medicina Dentária Forense são as combustões de cariz doméstico, mais comumente denominadas por "fogos domésticos". Estes apresentam longos espaços temporais até à observação de elevadas temperaturas e a duração destes picos térmicos não é extensa. Em termos quantitativos, os valores térmicos rondam os 650°C a 700°C. Estes "fogos domésticos" tendem a espalhar-se com grande rapidez por áreas vizinhas e a forma mais comum para o seu término é a carência de suprimento de oxigénio (Norrländer, 1995).

Para finalizar a sucinta descrição das situações de combustão mais frequentes, é essencial analisar os "incêndios com combustíveis químicos". Estas combustões podem ocorrer nos mais diversos locais e perante as mais variadas condições, sendo que, por motivos de simplificação e interesse clínico particular, importa incidir sobre aqueles que ocorrem em viaturas automóveis e aviões. Estes são caracterizados pela sua violência dado que atingem temperaturas na ordem dos milhares de graus Célsius e pela sua longa duração derivada da elevada quantidade de combustível existente para a manutenção da reacção química (Richards, 1977). Como adenda a este tema, e para introduzir um dos temas seguidamente abordados, é ainda de referir como resenha que a utilização de líquidos inflamáveis, como querosene ou gasolina, directamente sobre corpos com o objectivo de acelerar sua destruição, irá originar alguma irregularidade na carbonização, com severidade desproporcional entre os segmentos corporais (Spitz e Fisher, 1993).

Tendo terminado a sucinta exposição dos métodos Forenses e da vertente ligada a esta tese, ou seja, a combustão e os diferentes tipos possíveis, interessa agora tecer considerações sobre a relação entre as situações supramencionadas com o indivíduo e a sua Biologia.

Embora a desfiguração de um corpo por combustão possa tomar proporções avultadas, os órgãos internos encontram-se normalmente bem preservados, dado que estes são atingidos pela temperatura de uma forma centrípeta, em que o exterior é afectado mais rapidamente que o interior (Spitz e Fisher, 1993). Nos casos em que as queimaduras registadas estão enquadradas nos graus mais elevados da classificação clínica e academicamente utilizada, designa-se o processo por carbonização e os restos mortais ficam cremados (Norrländer, 1995).

Existem ainda situações em que as arcadas dentárias constituem os únicos elementos de identificação. Estes casos são pautados pela exposição a combustões de violência bastante acentuada e de longa duração. É nestes episódios e nos possíveis exemplos encontrados na literatura e cultura popular, como são o caso dos incêndios no World Trade Center em 2001 e na Califórnia em Novembro de 2007, que o relevo da Medicina Dentária Forense e deste trabalho ganham contornos de importância inequívoca (Melo e col., 2010).

Podemos, então, inferir dos parágrafos prévios que o modo de incidência, as variações de temperatura, bem como o período de duração de combustões, apresentam efeitos directamente proporcionais no corpo humano e assim concluir que as alterações corpóreas são dependentes de vários factores relacionados com a natureza da combustão (Paiva, 2006).

Sendo o dente constituído por diferentes tipos de tecidos, também a acção do fogo sobre eles se manifestará de formas distintas. A tabela 2 ilustra as alterações provocadas por elevadas temperaturas nas peças dentárias.

Temperatura	Coroa	Raiz
200°C	Sem alterações	Sem alterações
400°C	Fissuras entre o esmalte e dentina	Sem alterações
600°C	Fissuras entre o esmalte/dentina e dentro da dentina	Fissuras dentro da dentina
800°C	Fissuras entre o esmalte/dentina e dentro da dentina	Fracturas através da dentina
1000°C	Reduzida a fragmentos	Grandes fracturas através da dentina
1100°C	Reduzida a fragmentos	Grandes fracturas através da dentina

Tabela 2: Alterações produzidas nos dentes por elevadas temperaturas. Adaptada de Savio e col., 2006.

No que diz respeito ao tipo de dente, o comportamento diferencial dos dentes adultos em relação aos jovens é resultante das alterações fisiológicas que ocorrem com a idade e que derivam da contínua mineralização da dentina peritubular e obliteração do espaço intratubular, reduzindo assim conteúdo de água. Este fenómeno é importante na medida em que esclarece por um lado a distinta distribuição das linhas de fractura na dentina das referidas peças dentárias e, por outro, a mais rápida degradação das peças dentárias jovens (Myers, Willians e Hodges, 1999; Espina, Barrios, Ortega. e col., 2004).

Para além das peças dentárias propriamente ditas, a acção do médico dentista na cavidade oral produz não só alterações morfológicas, mas também a introdução e incorporação de novos materiais. Estes podem ser materiais de obturação, resinas compostas, amalgamas, restaurações acrílicas, metálicas e cerâmicas, entre outras.

O comportamento destes materiais perante a temperatura resulta da composição dos seus elementos químicos (Fig. 1).

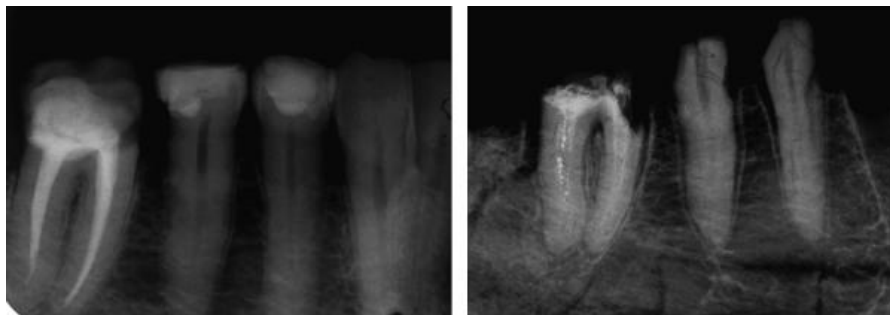


Fig. 1: Radiografia pré e pós-cremação da mandíbula e dente obturado. Adaptado de Bush e col., 2006.

Alguns valores de importância major e referência para o estudo de dentes sob condições térmicas extremas são o ponto de fusão da porcelana (1232°C), o da amálgama e ouro (965°C) e o do acrílico (600°C) (Norrländer, 1995; Röttscher, 2004). A Tabela 3 demonstra os efeitos das elevadas temperaturas nos diferentes materiais dentários.

Material 1000 °C	Tempo (minutos)			
	8-10	13-16	20-25	45-75
Restaurações provisórias	Desalojadas em dentes anteriores	Em geral, não são encontradas	—	—
Cimentos	Permanecem	Desalojados em dentes anteriores	Permanecem nas cavidades	Observam-se brancos e duros no meio da cinza
Amalgamas	Traços de mercúrio em dentes anteriores	Ag e Au presentes em molares Cu com coloração amarela	Em geral, não são encontradas	—
Espigões metálicos	Alojados na cavidade	Desalojados em dentes anteriores	Em geral, desalojados	Observam-se fragmentos de metal no meio da cinza
Coroas metálicas	—	Au com coloração vermelha Ag-Pd com coloração amarelo-avermelhada	Restos de esmalte na margem, soldadura separada, Ag-Pd áspero e com coloração cinza escuro	—
Coroas cerâmicas	Quebradas, estaladas	Estaladas Estrutura dentária intacta	—	Coroas fracturadas com fendas que conservam a sua estrutura
Restaurações acrílicas	Carbonizadas nos dentes anteriores	Carbonizadas nos pré-molares	—	Totalmente queimadas

Tabela 3: Exposição de diferentes materiais dentários a temperaturas elevadas. Adaptado de Marín, 2004.

Marin (2004), descreve que em apenas 5 segundos a 400 °C são observadas fissuras longitudinais na coroa dos dentes anteriores, surgindo perda parcial da continuidade da estrutura. O mesmo autor refere ainda que, passados 30 segundos, os dentes anteriores apresentam destruição total, enquanto os posteriores apresentam apenas algumas fissuras. A Tabela 4 relaciona os períodos de exposição a temperaturas elevadas com as alterações morfológicas passíveis de ocorrer.

(Seg)	°C	Efeitos
5	400	Fissuras longitudinais nas coroas dos dentes anteriores com perda parcial da continuidade da estrutura Placa resplandecente (brilho metálico)
15	400	Dentes anteriores excessivamente destruídos e com coloração cinza carvão Esmalte débil, apesar da carbonização não ser visível Dentina exposta, lascada em estilhaços Obturações em amalgama desadaptadas mas ainda na cavidade
30	400	Dentes anteriores totalmente destruídos Esmalte quebrado e carbonizado Dentina com coloração negra (carbonizada) Apenas algumas fissuras no esmalte Obturações em amalgama desadaptadas mas ainda na cavidade Restos de polpa sob a forma de cinza branca na cavidade dentária
60	400	Fissuras longitudinais profundas na raiz Osso esponjoso mais escuro que o compacto Saída dos dentes do alvéolo Esmalte pode ser removido como se fosse uma concha
45	1000	Dentes totalmente carbonizados
a	a	Cimentos surgem duros nas cinzas
70	1100	A prata das amalgamas forma pequenas bolas

Tabela 4: Efeitos de diferentes temperaturas em diferentes períodos de tempo sobre os dentes. Adaptado de Marín, 2004.

Em 1998, Melani determinou que tempo necessário para cremar dentes humanos seria de 60 minutos a 800°C. Este intervalo de tempo e temperatura é coincidente com o relatado como duração média de um incêndio (Botha, 1986), correspondendo também às condições requeridas para incinerar um indivíduo adulto (Nossintchouk, 1991).

Abordem-se então quais as consequências da exposição de corpos adultos a altas temperaturas sem atingir valores que conduzam a fenómenos de incineração. A extensa carbonização faz com que os corpos assumam uma postura denominada por "postura de pugilista" (Fig. 1), ou seja, a típica postura dos lutadores de box, em que o ante-braço flexa sobre o braço e os punhos se encontram erguidos como que em posição de defesa. Esta postura característica deve-se à contração e encurtamento dos feixes de músculos flexores através da exposição ao calor (Melani, 1998; Pereira, 2003). A pele pode apresentar soluções de descontinuidade e, em casos de destruição total, a exposição das camadas musculares mostra também estas mesmas rupturas (Paiva, 2006).

De acordo com Spitz e Fisher (1993), o peso e a altura de um cadáver carbonizado estarão alterados devido à junção de vários factores, de entre os quais é

possível destacar a destruição dos tecidos, as fracturas do esqueleto e a pulverização dos discos intervertebrais pelo calor. Nestes casos, é comum a completa destruição dos tecidos moles da cabeça, principalmente da face, onde se pode observar na tábua óssea externa (ectocrânio) uma fina rede de fracturas pelo calor, sendo ainda possível que esta camada sofra fragmentação e esteja ausente.

Nestes fenómenos de carbonização, é possível estabelecer uma relação entre o tempo decorrido e as fases de destruição para um corpo adulto, sendo que, conforme descreve Pereira (2003), após ultrapassar a temperatura de 680 °C, pode-se observar:

- braços seriamente queimados após 10 minutos;
- pernas seriamente queimadas após 14 minutos;
- ossos da face e dos braços expostos após 15 minutos;
- costelas e crânio expostos após 25 minutos;
- fémur e tíbia completamente queimados após 35 minutos.

Analisando e interpretando estes estudos e dados apresentados, é possível inferir que a carbonização compreende, então, uma redução do normal volume corporal. Segundo American Society of Forensic Odontology, quando esta é total, o processo decorre em 1 ou 1,5 horas a 870-980°C, dependendo da idade do indivíduo (criança ou adulto). Este intervalo tanto ou quanto alargado deve-se a variações de descalcificações óssea e de densidade de massa observadas intra e inter faixas etárias (Richards, 1977).

A severidade das lesões depende, como já foi referido anteriormente, das temperaturas atingidas numa combustão e da sua duração, mas também da idade do indivíduo e da zona corporal atingida (Spitz e Fisher, 1993). Estas circunstâncias, o modo de incidência e as variações de temperatura, apresentam efeitos correspondentes no corpo humano, nomeadamente nas peças dentárias.

A profundidade atingida pelas lesões é avaliada pela Classificação de Hoffmann, em quatro graus, tal como refere França (2004), e descrita por DiMaio e DiMaio (2001):

- 1º Grau – queimadura da epiderme e apresenta eritema;
- 2º Grau – queimadura da epiderme e da derme e apresenta vesículas ou flictenas;
- 3º Grau – ocorre a necrose coagulativa da epiderme e da derme, comprometendo a pele em profundidade sem atingir o plano anatómico subjacente. Produz aspecto de escara, podendo a lesão apresentar-se cor de cinza ou negra, devido ao grau de carbonização;
- 4º Grau – queimadura mais destrutiva, acomete planos anatómicos abaixo da pele.

Em relação à região oro-facial, a destruição pelo fogo é característica: os músculos bucolabiais (orbicular dos lábios, bucinador e mentoniano) contraem-se, obliterando a abertura da cavidade oral e formando, assim, uma espécie de caixa forte (Melani, 1998) que protege os tecidos internos, nomeadamente os dentes, o periodonto, a língua e o palato da acção do fogo. O gás proveniente do intestino, do estômago e dos pulmões promove a protrusão e o alongamento da língua, o que ocasiona a "imersão" dos dentes posteriores nesta e uma consequente protecção mais eficaz. Seguidamente, os músculos da face perdem volume e, devido à contracção dos músculos orbiculares dos lábios, os dentes anteriores são expostos, ficando mais rapidamente carbonizados. A Fig. 2 (a e b) ilustram as alterações supracitadas.



Fig. 2: a) Destruição dos tecidos moles da face. b) Contracção dos músculos bucolabiais e exposição dos dentes anteriores. Adaptado de Delattre, 2000.

Com o aumento da temperatura, os tecidos moles da região anterior da cavidade oral vão desaparecendo. Deste modo, a cortical externa é atingida pelas elevadas temperaturas e acaba por desaparecer, expondo as raízes dos dentes (Fig. 3) (Hermann, 1977; Norrlander, 1995; Melani, 1998; Delattre, 2000; Taylor, Wilson e Lyons, 2002).



Fig. 3: Ausência da cortical externa e exposição das raízes. Adaptado de Delattre, 2000.

Em breve resenha, todos os elementos anatómicos referidos podem ser considerados como componentes de protecção dado que aduzem a capacidade de absorver as diferenças de calor, causando um atraso no aumento da temperatura dentro da própria cavidade oral (Urbani, Lastrucci e Kramer, 1999; Raimundo e Figueiredo 2006). Por outro lado, o órgão dentário, *per se*, tem capacidade de resistir a altas temperaturas, quer pela topografia histológica dos seus tecidos (mineralizados), quer pela sua disposição anatómica (Ferraris e Muñoz, 2002).

Desta forma, partindo do referido no parágrafo anterior e particularizando a natureza do dente, parece importante progredir para especificações de índole estrutural baseadas em conceitos histológicos, visando maior objectividade e rigor na análise individual.

Macroscopicamente, podemos considerar no dente duas porções distintas: coroa (porção livre e em contacto com o meio oral), e a raiz (parte do dente que se insere e se fixa no osso alveolar), sabendo que mesmo atendendo às variações consideráveis de forma e de tamanho dentários, a sua estrutura histológica é constante (Garcia, 2007).

O eixo estrutural de cada elemento dentário é constituído por um tecido conjuntivo mineralizado, a dentina. Esta raramente fica exposta ao meio bucal, uma vez que se encontra revestida na região coronal pelo esmalte, que corresponde a um tecido extremamente mineralizado de origem ectodérmica. Na região radicular está também protegida por outro tecido mineralizado, mas de natureza conjuntiva, o cemento (Diamond, 1991).

O cemento, a par do ligamento periodontal e do osso alveolar, forma o periodonto, unidade responsável pela ancoragem dos dentes aos alvéolos dentários. Existe ainda uma outra unidade estrutural e funcional, o complexo dentinopulpar que é constituído pela dentina e pela polpa dentária. A polpa corresponde a um tecido conjuntivo laxo que se aloja no interior da dentina, num espaço com forma semelhante à da peça dentária a que pertence (câmara pulpar) (Diamond, 1991; Corte-Real, 2004).

O esmalte, também designado por substância adamantina e conhecido como sendo o tecido mais duro do organismo é estruturalmente formado por unidades em forma de barra (prismas de esmalte), altamente mineralizadas em toda a sua espessura, desde a junção com a dentina até à superfície externa (Corte-Real, 2004).

A espessura do esmalte é variável, sendo máxima ao nível das cúspides dos molares e pré-molares e dos bordos incisais dos dentes anteriores (2 mm nos incisivos, 2,5 mm nos caninos e 3 mm nos pré-molares). Nas regiões das fossas e dos sulcos, a espessura é de 1 mm e ao nível do colo atinge a sua menor espessura, 0,5 mm (Diamond, 1991; Melani, 1998). Como nota importante, estas discrepâncias interdentárias podem apontar para necessidades térmicas diferentes para o aparecimento de lesão em cada um dos dentes anatomicamente distintos.

Ainda, no que diz respeito ao esmalte, a sua dureza é maior à medida que se afasta da dentina. Na escala de Mohs (de 1 a 10), o esmalte encontra-se na faixa entre 5 e 8. Relativamente à densidade, esta diminui da superfície externa do dente para o limite amelo-dentinário, diminuindo centriptamente e sendo maior nos incisivos superiores e menor nos pré-molares e incisivos inferiores (Osborn e Cate, 1988; Melani, 1998).

Esta estrutura trata-se de um tecido avascular, translúcido, constituído por uma matriz inorgânica correspondente a cerca de 95%, uma matriz orgânica numa fracção de 1 a 2% e por água numa taxa de 3 a 5% (Costacurta, 1976; Ferraris e Muñoz, 2002; Garcia, 2007). O componente inorgânico é formado principalmente por sais minerais de fosfato e carbonato, organizados em apatite, que rapidamente cristalizam formando cristais de hidroxiapatite. O componente orgânico é basicamente proteico, no entanto as suas proteínas não são de natureza colagénica, o que distingue o esmalte dos restantes tecidos mineralizados de natureza conjuntiva.

Os danos causados pelo fogo no esmalte dentário, nomeadamente na superfície vestibular, podem variar de uma leve coloração à completa carbonização ou destruição. As coroas de esmalte podem também se expandir de forma descontrolada em fragmentos ou separarem-se como uma concha a partir do núcleo de dentina subjacente. Este fenómeno pode ser explicado pela presença de água nos túbulos dentinários que, ao alcançar o ponto de ebulição, provoca pressão e, conseqüentemente, a separação ou expansão descontrolada da coroa de esmalte, dependendo da exposição gradual ou repentina ao calor intenso.

As modificações estruturais do esmalte relacionadas com as elevadas temperaturas são importantes uma vez que este tecido mineral resiste bem ao calor, mas devido à sua natureza prismática torna-se friável a temperaturas na ordem dos 400 °C (Tabela 5) (Pereira, 2003).

Stage	Temperature	Description
I	20–< 185°C	Normal and unaltered
II	185–< 285°C	Enamel develops dimples, but overall surface texture is smoother than in Stage I
III	285–< 440°C	Rounded particles appear, covering the surface
IV	440–< 800°C	Appearance of vitrified or glassy particles separated by many pores and fissures; enamel closer to CEJ, breaks into smaller fragments
V	800–940°C	Particles coalesce into larger, smooth-surfaced globules and these fuse into an irregularly shaped mass pierced by rounded holes

Tabela 5: Estados de aquecimento do esmalte: morfologia microscópica. Reproduzida e adaptada de Shipman e col., 1984.

Quanto à dentina, a primeira é geralmente de cor branca-amarelada, forma o eixo estrutural e reproduz a forma de cada tipo de dente. Esta constitui o tecido mineralizado que ocupa o maior volume da peça dentária (Katchburian e Arana, 1999). A sua espessura varia conforme o elemento dentário: nos incisivos inferiores é mínima (de 1 a 1,5 mm), enquanto que nos caninos e molares é de 3 mm aproximadamente (Ferraris, Muñoz, 2002).

A dentina contém aproximadamente 70% de componente inorgânico, maioritariamente na forma de hidroxiapatite, 18% de matéria orgânica, sendo representada por glicoproteínas e colagénio e 12% de água (Ferraris, Muñoz, 2002).

Em relação ao cimento, ou cimento dentinário, que reveste a raiz anatómica dos dentes e se apresenta com coloração branca-amarelada. Este apresenta uma espessura variável conforme a região, sendo muito fino ao nível do colo (cerca de 20 a 50 µm), aumentando em direcção ao ápex (cerca de 180 a 200 µm) (Ferraris, Muñoz, 2002). Em relação à dureza, o cimento tem aproximadamente 10% da verificada no esmalte, ou seja, é semelhante à do osso compacto (Costacurta, 1979; Melani 1998).

Os dois últimos tecidos explanados, ou seja, a dentina e o cimento, são normalmente protegidos por esmalte ou osso, porém, a uma temperatura de 400 °C, , podem desenvolver-se fracturas multidireccionais (Tabela 6 e 7), quase atingindo a polpa dentária. A cor da dentina e do cimento queimados é, por norma, preta ou castanha (Melani, 1998; Pereira, 2003).

Stage	Temperature	Description
I	20-< 185°C	Pulp cavity dentine surface is unaltered; calcospherites are visible and pierced by smooth-edged dentine tubules
II	185-< 285°C	Peritubular matrix is shrunken and separated from the intertubular matrix; small asperities produce a roughened appearance
III	285-< 440°C	Asperities have melted and smoothed out; tubule openings are elongated; intertubular matrix forms a network of bars between openings
IV	440-< 800°C	Surface has a frothy appearance due to particles and increasing elongation and enlargement of tubule openings; some portions exhibit a glassy texture and irregularly shaped openings
V	800-940°C	Frothy areas have coalesced into globules that fuse nodular spikes; spaces between spikes are remnants of tubules and the spikes are remnants of intertubular bars

Tabela 6: Estados de aquecimento do dentina: morfologia microcópica. Reproduzida e adaptada de Shipman e col., 1984.

Temperature	Macroscopic Observations	Microscopic Observations
200°C	Color changes	None
300°C	Dark grayish brown	Evaporating water lifts cementum from dentine, "vesicles" with disrupted walls are formed; denuded surface exhibits tubular orifices
500°C	Light brownish-gray; root canal is preserved	Aggregated into large plates, divided by deep furrows; single plates are multiangular and are 30 to 60 µm in diameter
700°C	Light grayish-white; root canal narrowed but recognizable	Finely granular surface; original structure no longer visible
900°C	Light, almost white color; root broken into large pieces	Granular surface penetrated by deep and wide crevices; original structure is decomposed
1000°C	Porcelain-white color	Covers dentine as a homogeneous, melted unconnected layer; some open orifices of dentine tubules are visible
1100°C	Porcelain-white color	No change
1300°C	Minute smooth porcelain-white fragments	Structure is decomposed; round formations of various sizes

Tabela 7: Estados de aquecimento do cimento: morfologia microcópica. 1984. Reproduzida e adaptada de Shipman e col., com muito .

A identificação por parâmetros dentários baseia-se em inúmeras combinações de achados particulares na cavidade oral. A dentição adulta é composta por 32 dentes (160 superfícies visíveis), todos eles com características anatómicas distintas entre si e de indivíduo para indivíduo. A estes factores juntam-se variações do normal (giroversões, malposições, entre outras), presença de cáries e outras particularidades que resultam da acção do Médico Dentista, nomeadamente restaurações em resina composta ou amalgama (que alteram a morfologia natural mas conferem um carácter particular), tratamentos endodônticos, espaços edentulos e a existência de próteses removíveis ou fixas. Juntam-se ainda pormenores periodontais, do perfil ósseo e seios maxilares visíveis em radiografias dentárias (Melani, 1998; Pereira, 2003). Na Fig. 3 são mostrados pormenores individuais e característicos que permitem um processo de determinação de identidade.

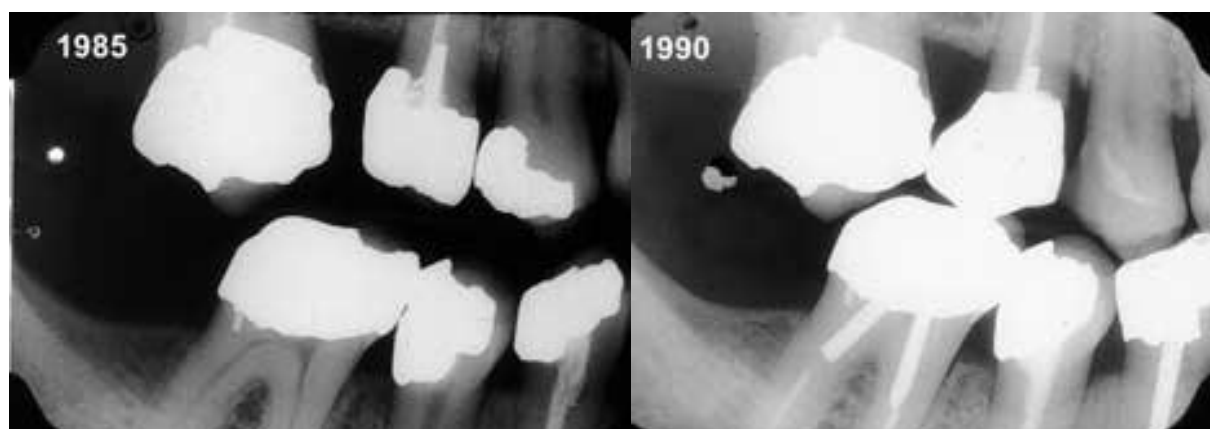


Fig. 3: Comparação de radiografias *post-mortem* e *ante-mortem* na determinação da identidade. Adaptado de Pretty e Sweet, 2001.

Observe-se então a Tabela 8 que apresenta os recursos analisados durante a identificação dentária comparativa.

Lista que representa a complexidade de alguns casos, especialmente quando o tratamento restaurador se encontra ausente ou é mínimo

Dentes	Morfologia da câmara pulpar/canal radicular	Características anatómicas
Presentes	Tamanho, forma e número	Seio maxilar
Erupcionado	Dentina secundária	Tamanho, forma
Não erupcionado		Corpos estranhos
Impactado		Relação com os dentes
Ausentes	Patologia da câmara pulpar/canal radicular	
Congenitamente	Calcificação distrófica	Espinha nasal anterior
Perda ante-mortem	Tratamento endodôntico	Canal incisivo
Perda post-mortem	Retrobotação	Sutura palatina mediana
	Apicetomia	
Tipo		Canal mandibular
Decídua	Patologia periapical	Foramen mentoniano
Permanente	Abcesso, granuloma ou quisto	Diâmetro
Primários retidos	Cementomas	Relação com as estruturas adjacentes
Supranumerários	Osteíte	
Posição	Restauração dentária	Processos coronóide e condilar
Malposição	Metálica	Tamanho, forma
	Cobertura completa	Patologia
Morfologia coronária	Cobertura incompleta	
Tamanho e forma	Não metálica	Articulação temporomandibular
Espessura do esmalte	Cobertura incompleta	Tamanho, forma
Pontos de contacto	Laminada	Hipertrofia/atrofia
Variações raciais	Cobertura completa	Anquilose, fractura
	Implantes dentários	Alterações artríticas
Patologia coronária	Pontes	
Cáries	Prótese removível	
Atricção, abrasão, erusão	parcial/total	
Variações atípicas (ex.: pérolas de esmalte)		
Quisto dentífero		
	Processo alveolar e lâmina dura	
Morfologia radicular	Altura, contorno,	
Tamanho	densidade da crista óssea	
Forma	Espessura do	
Número	osso interradicular	
Divergência das raízes	Exostoses, tórus	
	Padrão da lâmina dura	
Patologia radicular	Perda óssea (vertical/horizontal)	
Dilaceração	Padrão trabecular ósseo	
Fractura radicular	Fragmentos radiculares	
Hipercementose	residuais	
Reabsorção radicular		
Hemiseção radicular		

Tabela 8: Recurso analisados durante a identificação dentária comparativa. Adaptado de Pretty e Sweet, 2001.

Após consulta atenta da tabela anterior, torna-se inevitável inferir que todo e qualquer registo *ante-mortem* do estado da dentição é absolutamente fundamental.

Neste âmbito, o Código Deontológico da Ordem dos Médicos Dentistas, realça o dever fundamental do profissional em Medicina Dentária de criar uma ficha clínica para

cada doente (Fig. 5), onde constem os dados pessoais do doente, o passado médico e dentário, observações clínicas, diagnósticos e tratamentos. É ainda demonstrada a necessidade de arquivar toda a identificação dentária de todos os pacientes, isto é, as fichas clínicas, as radiografias e os modelos de gesso (http://www.ond.pt, consultado em 30/06/10).

Cliente		N°			
Resid.	Fone				
End. Com	Fone				
Profissão <i>estudante</i>	Nasc.	Nac. <i>Br.</i>	Est. Civil <i>sol.</i>		
Indicação <i>car. j. 08/98</i>	DLNE?				
Início <i>26/08/98</i>	Término <i>21/10/98</i>	Parou?			
HISTÓRICO					
Data		Tratamento realizado	Deve	Haver	Saldo
26-08-98	87	prof + fluór.	Dent 16 →	15,00	
19-09-98	36/0	PC + PP + RL (ca 435)	" 36 →	20,00	
21-09-98	16/0	PC + PP + RL	" 46 →	20,00	
08-10-98	87	prof + fluór.			
15-10-98	87	prof + fluór.		55,00	
21-10-98	46/0D	PC + RL	30,00 (pg)	10/09/98	
			5,00 (pg)	21/05/98	
25-11-99	14	EXO em metálico estéril	EXO da 14 →	15,00	
"	44	EXO em metálico estéril	EXO da 24 →	15,00	
02-12-99	14/44	Remoção das pontas	EXO da 34 →	15,00	
08-12-99	24/34	Remoção das pontas por	EXO da 44 →	15,00	
"	"	metálico ortodôntico		60,00	
15-12-99	14/34	Remoção das pontas	30,00 (pg) dia 25/11/99		
			30,00 (pg) dia 08/11/99		

Fig. 5: ficha clínica contendo a descrição dos tratamentos dentários.

Adaptado de Silva e col., 2008

Pereira (2003), acentuou a responsabilidade moral e ética, por parte do Médico Dentista, em manter a ficha clínica com os dados dos pacientes actualizados, dada a importância destas informações e o seu carácter imprescindível em casos de necessidade de identificação através dos registos dentários.

Nos estados de carbonização extrema, as peças dentárias e os materiais de restauração apresentam-se frequentemente fragmentados, dificultando o estudo pericial. No entanto, técnicas microscópicas colaboram na detenção do tipo e posição das estruturas e restaurações dentárias. Somente quando é alcançada esta "reconstrução", caracterizada pelo conhecimento científico das transformações sofridas pelas estruturas dentárias, é que nos encontramos aptos para utilizar as técnicas de identificação humana (Melani, 1998).

O Médico Dentista Forense necessita de ser bastante metuculoso no confronto dos registos e na comparação das características dentárias, estando sempre consciente dos efeitos e alterações que o fogo pode causar nos dentes e nos vários tipos de restaurações dentárias (Melani, 1998).

A importância das peças dentárias para o processo de identificação justifica-se, entre outros factores, por apresentarem características individualizadoras que tornam impossível a existência de duas pessoas com a mesma arcada dentária (Rezende, 2008). Os conhecimentos de anatomia macroscópica dentária permitem identificar não só o tipo de dente em questão, a classe a que pertence e a que dente se refere, mas também alterações da morfologia, cáries e restaurações (Corte-Real, 2004).

Com a realização deste trabalho pretende-se estudar as reacções e alterações estruturais nos componentes minerais do dente, complementando estudos anteriores, uma vez que este expõe o dente, localizado no osso alveolar e revestido por tecidos moles, à combustão com chama. A combustão é distinta do efeito de estufa, em que o calor é acumulado no corpo, originando uma temperatura maior no interior do que ao seu redor (procedimento simulado em laboratório). Além disso, os estudos de peças dentárias isoladas, expostas a alterações de temperatura, por períodos de tempo variáveis, não podem ser análogos ao estudo do órgão dentário, dente, *in situ*, por todas as considerações anteriormente mencionadas do comportamento dos tecidos envolventes com repercussão nas lesões nos tecidos dentários (Espina, Barrios, Ortega. e col., 2004). Pretende-se, ainda, compreender o que acontece às estruturas dentárias quando um incêndio é extinto com água.

Deste modo, procura-se simular uma situação o mais semelhante possível a um acidente com elevadas temperaturas, comparando as alterações observadas com os fenómenos ocorridos em dentes de uma vítima de carbonização.

Discussão/Conclusão

O estudo de dentes submetidos à acção de elevadas temperaturas surge na Medicina Forense e, mais especificamente, da Medicina Dentária Forense como um tema de importância e relevo major e em constante ascensão num universo de metodologias muitas vezes insuficientes para a caracterização e identificação humanas. Nestes casos, as alterações morfológicas e estruturais observadas aportam informações capitais que podem conduzir a conclusões processual, criminal, identificativa e juridicamente relevantes sobre a temperatura a que o dente foi exposto, o tempo de exposição e a natureza e direcção da fonte de calor.

Muitos são os trabalhos científicos realizados em ambiente laboratorial com a utilização de muflas para a promoção de condições remotamente aproximadas às verificadas em casos clínicos. Contudo, todos esses revelam, como irá ser explanado nesta discussão, alguma ineficácia para a predição efectiva do sucedido em ambiente de campo.

Assim, a metodologia proposta nesta tese tem como finalidade a mimetização das condições encontradas em ambiente prático, colmatando a inexistência de estudos orientados para essa vertente. Neste âmbito, o protocolo consiste na realização de ensaios de combustão completa controlada, com a utilização de modelos experimentais crânio-faciais durante um período de tempo definido para o alcance e manutenção de temperaturas determinadas.

Nesta Discussão, abordar-se-ão as justificações para cada passo e decisão protocolares, bem como uma comparação com a escassa bibliografia existente.

Inicie-se então pela análise crítica da Metodologia.

Em primeiro lugar, atente-se aos já referidos parâmetros científicos cuja presença essencial para aceitação do trabalho como referência está de acordo com a metodologia preceituada. Para acentuar e cumprir estes parâmetros, bem como eliminar a vertente não-controlada do estudo, decidiu-se pela colocação de micro-sondas térmicas que monitorizarão as temperaturas atingidas e possibilitarão a gestão temporal, eliminando assim os factores passíveis de crítica quanto à reprodutibilidade e método. Estes sensores ou termo-sondas, monitorizarão a subida de temperatura e o tempo que esta leva no seu pico. Este último factor é de grande interesse porque, de acordo com a bibliografia citada nos Fundamentos Teóricos, o tempo de exposição do dente à temperatura é tão importante quando a análise quantitativa desta.

Pretende-se então, com este estudo, apresentar uma inovação comparativamente aos dados já existentes, ou seja, dados de trabalhos efectuados em ambiente laboratorial e sem a mimetização das condições esperadas a nível prático. Bibliograficamente, as

evidências relatadas sugerem que, para peças dentárias unitárias, em ambiente de laboratório, as primeiras alterações aparecem aos 400 °C (Norrländer, 1995; Espina, Barrios, Ortega. e col., 2004). Dado que estes estudos foram realizados com peças unitárias em mufla, a temperatura da combustão afecta directamente o dente sem absorção desta por parte das estruturas circundantes e sem a presença de chama ou combustíveis comumente encontrados em locais de ocorrência de carbonização de corpos. Assim, nestes trabalhos é impossível determinar a que temperatura de combustão o tecido dentário atinge valores térmicos que provoquem danos, dado o seu envolvimento e protecção já explanados anteriormente, ou seja, não é ainda possível afirmar com clareza e objectividade quais as temperaturas que um ambiente em combustão deve atingir para provocar dano às peças dentárias, só sendo até agora viável afirmar que temperatura o próprio dente deve atingir antes do surgimento de lesões. Sendo esta a principal e maior lacuna no conhecimento sobre a área, o protocolo apresentado, com as suas vantagens e limitações, vem colmatar a falha, dada a exposição de uma peça anatómica de cabeça de suíno a condições de altas temperaturas com chama e combustíveis diferentes.

Cientistas forenses têm vindo a utilizar órgãos de animais, destacando-se o porco no estudo das alterações anatómicas, fisiológicas e bioquímicas, após a morte. Actualmente, o aumento da criminologia tem sido motivo de estudo de cadáveres. O conhecimento de alterações presentes, após vários intervalos de tempo, em animais torna possível a analogia com o ser humano (Simon, 2000; Hopkin, 2004; Wilson e col., 2007).

Neste protocolo, peças anatómicas de origem suína são de eleição.

Assim, será necessário pesar os porcos antes de os utilizar no ensaio, para que haja uma uniformidade de parâmetros. Num estudo experimental, existem diversos pormenores do modelo animal, tais como o sexo, a raça, o tamanho/peso e a região do corpo, que devem ser enfatizados (Simon, 2000). É importante que o modelo de estudo seja constituído por indivíduos adultos, uma vez que, relativamente aos humanos, se considera incomum que um corpo de um adulto queime completamente em incêndios, sem deixar vestígios, ao contrário de crianças até os primeiros anos de vida (Richards, 1977). O peso ideal dos suínos para o estudo será de 100 a 200 kg, dado que, nestes, a quantidade de tecidos moles e duros ao redor do dente é semelhante ao encontrado em humanos (Zhang e Futang, 2009).

Quanto ao número de peças anatómicas utilizadas, dividir-se-ão em 5 peças por grupo experimental, ou seja, 35 peças no universo. Dado que serão avaliados 6 dentes por peça, estes números permitem a obtenção de 210 peças dentárias e, por consequência, conseguir um estudo com significância estatística.

Cada grupo será sujeito às condições representadas na Tabela V.

Alguns dos grupos terão a combustão terminada pela adição de água e, desta forma, a rápida e abrupta refrigeração levará certamente a condições de lesão específicas. Para tal foram escolhidas as combustões de menores temperaturas dado que estas apresentam um combustível passível de ser terminado com água. As combustões de temperaturas mais elevadas são normalmente produzidas com combustíveis nos quais a utilização de Água está contraindicada, sendo que a utilização do recomendado, ou seja, extintores de dióxido de carbono, não apresenta efeitos esperados na refrigeração dentária nestas condições.

Ainda quanto à forma de finalização da combustão, esta é de importância maior na mimetização pretendida. No respeitante à utilização de água como agente cessante da combustão, espera-se o surgimento de alterações nos materiais a analisar, nomeadamente microfracturas e uma expansão descontrolada da matéria dentária devido ao fenómeno de rápida refrigeração (Spitz e Fisher, 1993).

O ensaio piloto a ser realizado irá definir a quantidade de combustível a utilizar para atingir e manter as condições desejadas.

Atentando a estas condições desejadas e ao declarado por Pereira em 2003, ou seja, a afirmação em que apenas após 15 minutos de combustão a 680 °C os ossos da face são expostos, torna-se importante abordar esta vertente. Assim, dado que os tecidos envolventes do dente apresentam degradação a temperaturas relativamente mais elevadas que o mesmo e têm grande capacidade de absorver a temperatura, é de esperar que tanto o osso alveolar como os tecidos moles faciais e orais exerçam protecção dentária a temperaturas em que, atendendo à literatura existente, o dente estaria já lesado. Para além destes factores de protecção, espera-se que altas temperaturas provoquem contracção muscular e, assim, promovam um encerramento da cavidade oral, bem como protrusão da língua (Melani, 1998), permitindo assim que a temperatura no interior da cavidade oral seja ainda menor, ou seja, possibilitando um maior retardamento no aparecimento de alterações minerais e estruturais nas peças dentárias. A inexistência de estudos efectuados nestas condições impede uma comparação eficaz e nivelada com esta tese e, assim, baseando a opinião nos estudos lidos e referentes à carbonização de dentes isolados, antevê-se um relevo particular a este trabalho.

Todos os factores anatómicos mencionados acima reflectem ainda outra necessidade metodológica do estudo, ou seja, a escolha dos dentes a serem analisados. De acordo com o supramencionado, serão utilizados 6 dentes em cada peça anatómica. Os dentes anteriores, pelas condicionantes já explanadas e pela sua menor espessura de esmalte (3 mm nos molares e pré-molares em detrimento dos 2 mm nos incisivos) (Diamond, 1991; Melani, 1998), são os primeiros a sofrer alterações, exposição e carbonização. A esta situação junta-se o facto de, possivelmente, existirem diferenças de

temperatura na própria cavidade oral e, portanto, serem encontradas temperaturas decrescentes de mesial para distal. Espera-se, por todos estes factores e condicionantes, que os dentes posteriores mantenham a sua estrutura e morfologia por mais tempo.

Em relação à escolha do quadrante dentário e da arcada para colheita, prevê-se que os inferiores surjam com melhor preservação já que se encontram alojados num osso mais denso (mandíbula), sendo o maxilar constituído por maior quantidade de osso esponjoso, além de que existe uma maior proximidade com os seios maxilares.

Discorrendo sobre os efeitos esperados no dente, à semelhança do que ocorre no osso para temperaturas elevadas (Figueiredo, 2010), antevê-se uma de duas possíveis situações dependentes do intervalo térmico. A primeira, para intervalos térmicos mais baixos, consiste numa perda de material orgânico com preservação da forma devido à reorganização da malha cristalina de hidroxiapatite, esperando-se ainda que, apesar da constituição histológica dos dentes sofrer alterações, seja possível encontrar uma estrutura morfológica semelhante à original e, portanto, capaz de auxiliar no processo de identificação. A segunda, em intervalos térmicos mais elevados, prediz a fundição dos cristais de hidroxiapatite que, em casos extremos leva à carbonização total.

Para dar como finda esta Discussão/Conclusão e em suma do apresentado, este trabalho assume um carácter de importância inquestionável para o avanço científico e gnosiológico no campo do estudo das alterações estruturais nos tecidos mineralizados de peças dentárias sujeitas a elevadas temperaturas, dado que todos os estudos publicados até à data apresentam défices e limitações da técnica que dificultam extrapolações para condições práticas integradas no âmbito da Medicina Dentária Forense sendo, aliás, esta uma das limitações mais presentes na Discussão, dado que, a comparação com artigos semelhantes não pode ser efectuada.

Este estudo toma contornos ainda mais robustos e possantes na perspectiva da apresentação de soluções que visam, não só a identificação do cadáver mas também a previsão de diversos motivos que levaram à constituição do mesmo, ou seja, empirizando e exemplificando o conceito, pondere-se a possibilidade de identificação de situações em que, cadáveres encontrados em locais sujeitos a determinadas características de combustão, possam na realidade ter sido carbonizados a temperaturas e locais diferentes, antevendo-se assim motivos diferentes de óbito.

A utilização de métodos eficazes na quantificação e qualificação das temperaturas e tempos de exposição com relação à destruição apresentada a nível dentário, sempre atendendo à presença de tecidos de protecção, poderá constituir-se assim um meio eficaz, viável, simples e de importância incontornável para investigação criminal e identificação cadavérica.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSEN L, e col. (1995) *Odontological identification of fire victims – potentialities and limitations*. Int J Leg Med 107: 229-234.

BOTHA CT (1986) *The Investigation of Carred Skeletal and Coffins remains: A Case Report*. J. Forensic Odontostomatol. 4: 11-14.

BONAVILLA JD, e col. (2008) *Identification of Incinerated Root Canal Filling Materials After Exposure to High Heat Incineration*. J Forensic Sci. 53(2): 412-418.

BRKIÉ H, e col. (2002) *Dental Identification of Carbonized Body: Case Review*. Acta Stomatol Croat 36(1): 127-128.

BROWN KA (1984) *Dental Identification of Unknown Bodies*. Annals Academy of Medicine 13(1): 3-7.

BUCHNER A (1985) *The Identification of human remains*. Int. dent. J.

BUSH MA, e col. (2006) *Detection and Classification of Composite Resins in Incenerated Teeth for Forensic Purposes*. J forensic Sci. 51(3): 636-642.

BUSH MA, e col. (2006) *Identification Through X- Ray Florescence. Analysis of Detal Restorative Resin Materials: a Comprehensive Study of Noncremated, Cremated and Processed-Cremated Individuals*. J forensic Sci. 52(1): 157-165.

BUSH MA, e col. (2008) *Analytical Survey of Restorative Resins by SEM/EDS and XRF: Databases for Forensic Purposes*. J Forensic Sci. 53(2): 1-7.

CALABREZ MCT (1999) *Influência do calor na análise de DNA extraído de sangue e tecidos humanos: Importância para a identificação de corpos carbonizados*. Saúde, Ética & Justiça 4(1/2): 62-64.

CARR RF, e col. (1986) *Postmortem Examination of Incinerated Teeth with the Scanning Electron Microscope*. J Forensic Sci 31(1): 307-311.

CARSON DO, e col. (1997) *Detection of White restorative dental materials using an alternative light source*. Forensic Science International 88: 163-168.

CARVALHO SPM, e col. (2009) *A utilização de imagens na identificação humana em odontologia legal*. Radiol Bras 42(2): 125–130.

CORTE-REAL AT (2004) *A Identificação Genética Forense a partir do Orgão Dentário-viabilidade, procedimentos de extracção e técnicas analíticas*. Coimbra.

DEADMAN WJ (1964) *Medico-Legal: The Identification of Human Remains*. Canad. Med. Ass. J. 91: 808-811.

DELATTRE VF (2000) *Burned Beyond Recognition: Systematic Approach to the Dental Identification of Charred Human Remains*. J Forensic Sci 45(3): 589-596.

DIAMOND M (1991) *Anatomia dental: con la anatomía de la cabeza y del cuello*. 3ª ed. UTEHA. México: 39-47.

ESPINA A, e col. (2004) *Cambios estructurales en los tejidos dentales duros por acción del fuego directo, según edad cronológica*. Ciencia Odontológica 1(1).

FAIRGRIEVE SI (1994) *SEM Analysis of Incinerated Teeth As an Aid to Positive Identification*. J Forensic Sci 39(2): 557-565.

FEREIRA JL, e col. (2007) *Methods for the analysis of hard dental tissues exposed to high temperatures*. Forensic Science International 178S: S119-S124.

FERRARIS MEG, MUÑOZ AC (2002) *Histología y embriología bucodental*. Ed Medica Panamericana.

GARANT PR (2003) *Oral Cells and Tissues*. Quintessence publishing Co. Canada.

GRUBER J, KAMEYAMA MM (2001) *O papel da Radiologia em Odontologia Legal*. Pesqui Odontol Bras 15(3): 263-268.

INGLE JI (2002) *Diagnostic acuity versus negligence*. J Endod.; 28: 840-841.

JACKOWSKI C, e col. (2006) *Maximum intensity projection of cranial computed tomography data for dental identification*. Int J Legal Med 120: 165-167.

KENNEDY KAR (1996) *The Wrong Urn: Commingling of Cremains in Mortuary Practices*. J Forensic Sci 41(4): 689-692.

MARIN L, MORENO F (2004) *Odontología Forense: Identificación Odontológica de Cadáveres Queimados. Reporte de dos Casos*. Revista Estomatología 12(2): 57-70.

MARTIN-DE-LAS-HERAS, e col. (2009) *The utility of dental patterns in forensic dentistry*. Forensic Science International.

MELANI RFH (1998) *Identificação humana em vítimas de carbonização: análise odontolegal através da microscopia eletrônica*. São Paulo.

MELO S, e col. (2010) *A Importância da Odontologia Forense em Acidentes em Massa*. Revista ATO: 208-216.

MERLATTI G, e col. (2002) *Observations on dental prostheses and restorations subjected high temperatures:experimental studies to aid identification processes.* J Forensic Odontostomatol. 20: 17-24.

MULLER M e col. (1998) J. Forensic Odontostomatol. 16(1).

MURRAY KA, ROSE JC (1993) *The Analysis of Cremains:A Case Study Involving the Inappropriate Disposal of Mortuary Remains.* J Forensic Sci 38(1): 98-103.

MYERS SL, e col. (1999) *Effects of extreme heat on teeth with implications for histologic processing.* J. Forensic Sci. 44:805-809.

NORRLANDER AL (1995) *Burned and incenerated remains.* In BOWERS CM, BEN GL Manual of Forensic Odontology. 3ª ed.Colorado Springs Co. American Society of Forensic odontology: 16-18.

NOSSINTCHOUK RM (1991) Manuel d'Odontologie Médico-Légale. Paris-Masson: 147-156.

NUZZOLESE E; e col. (2008) *Forensic sciences and forensic odontology: issues for dental hygienists and therapists.* International Dental Journal 58: 342-348.

PEREIRA RM (2003) *A contribuição da odontologia legal na identificação humana em acidente aeronáuticos.* São Paulo.

PRETTY IA, SWEET D (2001) *A look at forensic dentistry – Part 1: The role of teeth in the determination of human identity.* British Dental Journal 190(7): 359- 366.

RAIMUNDO AM, FIGUEIREDO AR (2006) *Human thermophysiological response to high intensity radiation fluxes near a forest fire line.* Forest Ecology and Management 234S - S145.

RICHARDS NF (1977) *Fire Investigation – Destruction of Corpses.* Med.Sci. Law 12(2): 79-82.

ROBINSON FG, e col. (1998) *Thermal Stability of Direct Dental Esthetic Restorative Materials at Elevated Temperatures.* J Forensic Sci 43(6): 1163-1167.

SALEMA e col. (1992) *Dicionário Enciclopédico de Língua Portuguesa.* Publicações Alfa. Portugal.

SAKODA S, e col. (2000) *Dental identification in routine forensic casework: clinical and postmortem investigations.* Legal Med 2(1): 7-14.

SAVIO C, e col. (2005) *Radiographic evaluation of teeth subjected to high temperatures: Experimental study to aid identification processes*. Forensic Science International 158: 108-116.

SHEKAR BRC, REDDY CVK (2009) *Role of dentist in person identification*. Indian J Dent Res 20(3): 356-360.

SILVA RF, e col. (2006) *Radiografias odontológicas: Fonte de informação para a identificação humana*. Odontologia. Clín.-Científ. 5(3):239-242.

SILVA RF, e col. (2008) *Identificação de cadáver carbonizado utilizando documentação odontológica*. Ver. Odonto Ciênc. 23(1): 90-93.

SILVA RF, e col. (2008) *Utilização de registros odontológicos para identificação humana*. RSBO 6(1): 95-99.

SLAUS M, e col. (2007) *Contribution of Forensic Anthropology to Identification Process In Croatia: Examples of Victims Recovered in Wells*. Croat Med J. 48: 503-512.

STAVRIANOS C, e col. (2009) *Methods for human identification in Forensic Dentistry: a Review*. The Internet Journal of Forensic Science 4(1).

TAYLOR PTG, e col. (2002) *Forensic odontology lessons: multishooting incident at Port Arthur, Tasmania*. Forensic science International 130: 174-182.

VALCK ED (2006) *Major incident response: Collecting ante-mortem data*. Forensic Science International 159S: S15-S19.

WHITTAKER DK (1982) *Research in forensic odontology*. Annals of the Royal College of Surgeons of England 64: 175-179.

WINNE J (2006) *Preparing for major incidents*. Forensic Science International 159S: S9-S11.

WONG YS (1982) *Forensic applications of scanning electron microscopy/energy dispersive X-Ray analyser in Hong Kong*. Scan. Electron microsc. Part 2:591-597.

