

Raquel Cristina Barbosa Lourenço

O USO DA IMAGIOLOGIA POR TERMOGRAFIA EM MEDICINA DENTÁRIA –  
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade Ciências da Saúde

Porto, 2016



Raquel Cristina Barbosa Lourenço

O USO DA IMAGIOLOGIA POR TERMOGRAFIA EM MEDICINA DENTÁRIA –  
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade Ciências da Saúde

Porto, 2016

Raquel Cristina Barbosa Lourenço

O USO DA IMAGIOLOGIA POR TERMOGRAFIA EM MEDICINA DENTÁRIA –  
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

“Dissertação apresentada à Universidade Fernando  
Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do  
grau de Mestre em Medicina Dentária”

---

Resumo:

**Introdução:** No domínio científico da medicina dentária, a termografia é um dos temas mais recentes e que tem levado á publicação de alguns estudos. A combinação da avaliação funcional, características de fluxo sanguíneo e localização anatómica levou a um aumento de aplicações da termografia no diagnóstico clínico.

**Objetivo:** Este trabalho teve como objetivo uma análise bibliografia existente sobre a termografia e as suas aplicações em medicina e medicina dentária, avaliar a sua utilidade no diagnóstico de patologias da área de atuação médico-dentária.

**Metodologia:** Procedeu-se a uma pesquisa bibliográfica através da identificação de artigos publicados em bases de dados eletrónicas internacionais, PubMed, B-on e Science Direct utilizando palavras-chave e critérios de exclusão e inclusão, que permitiram fazer uma seleção prévia dos artigos a incluir ao longo deste trabalho.

**Resultados:** Após a realização da pesquisa bibliográfica obtiveram-se 30 artigos. A partir da amostra encontrada foram excluídos 93 artigos devido à falta de correspondência do seu conteúdo ao tema proposto.

**Conclusão:** Os resultados sugerem que a termografia é uma técnica de imagem que deteta a distribuição do calor da superfície corporal. A termografia Capta e transforma a radiação infravermelha emitida pela pele humana em imagens que refletem a dinâmica da microcirculação cutânea. A termografia é considerada como um técnica não invasiva, indolor, não ionizante, fornecendo informações quantitativas que permitem que seja uma técnica válida para o diagnóstico clinico complementar.

**Palavras-chave:** “*Thermography*”, “*Infrared*”, “*Dentistry*”, “*Oral Health*”

Abstract:

**Introduction:** In the scientific domain of dentistry, thermography is one of the latest themes which has led to the publication of several articles. The combination of the functional assessment of blood flow characteristics and anatomical site led to an increase of thermographic applications in clinical diagnosis.

**Objective:** This study is aimed to analyze the existing bibliography on thermography and its applications in medicine and dentistry, and to evaluate its usefulness in the diagnosis of diseases in the medicine and dentistry.

**Methodology:** It was proceeded a literature research through the identification of published articles on international data bases, PubMed, B-on and Science Direct, using keywords and inclusion and exclusion criteria which allowed to do a previous selection of the papers to include throughout this work.

**Results:** After performing the literature research were obtained 30 papers. From the sample found were excluded 93 papers due to mismatch of their content with the proposal subject.

**Conclusion:** The results suggest that thermography is an imaging technique which detects heat distribution of the body surface. Thermography captures and transforms infrared radiation emitted by human skin in images that reflect the dynamics of cutaneous microcirculation. Thermography is considered a non-invasive, painless, non-ionizing technique, providing quantitative information that allow it to be a valid technique to complement clinical diagnosis.

**Keywords:** “*Thermography*”, “*Infrared*”, “*Dentistry*”, “*Oral Health*”

## Agradecimentos

A elaboração deste trabalho só foi conseguida devido ao apoio de várias pessoas, às quais não posso deixar de agradecer.

Inicialmente, gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Abel Salgado, por me ter acompanhado e auxiliado na elaboração desta tese, sempre com imensa disponibilidade.

Aos meus Pais e irmã, por todo o apoio, ensinamentos e inspiração de força que me deram ao longo dos anos, que me tornaram na pessoa que sou hoje.

Ao meu marido pela paciência, apoio e disponibilidade transmitidos ao longo da elaboração desta tese.

Aos meus amigos e colegas por me terem sempre apoiado e ajudado ao longo destes cinco anos.

Por fim, à Universidade Fernando Pessoa e a todos os professores do mestrado integrado em Medicina Dentária, por todos os ensinamentos, excelentes e memoráveis momentos vividos, que me marcou e marcará para sempre.

Um sincero Obrigado a todos!

## INDICE

I.	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Objetivos, princípios e motivação do trabalho. ....	1
II.	DESENVOLVIMENTO .....	1
2.1	Materiais e Métodos .....	1
2.1.1.	Tipo de estudo .....	1
2.1.2.	Critério de Pesquisa .....	2
2.1.3.	Critérios de inclusão .....	2
2.1.4.	Critérios de exclusão .....	2
2.1.5.	Seleção das Palavras-chave.....	2
2.1.6.	Bases de Dados .....	3
2.1.7.	Seleção da Amostra .....	3
2.2	Resultados.....	3
2.3	Diagnóstico em medicina dentária .....	5
2.4	Enquadramento histórico da termografia .....	7
2.5	Tipos de métodos de Termografia .....	10
i.	Termografia de contacto: .....	10
ii.	Termografia sem contacto: .....	10
iii.	Termografia de contacto vs termografia sem contacto:.....	11
2.6	Princípios da Termografia por infravermelhos.....	11
2.7	Termografia aplicada à medicina .....	13
2.8	Recomendações para exame Termográfico: .....	17
2.9	Termografia aplicada à Medicina Dentária .....	17
i.	Termografia na deteção de disfunção Temporomandibular (DTM): .....	18
ii.	Termografia na deteção dos pontos-gatilhos miofascial: .....	19
iii.	Termografia na avaliação da lesão no nervo alveolar inferior .....	20
iv.	Termografia na deteção de reação inflamatória .....	21
v.	Termografia na deteção de microfissuras radiculares.....	24
vi.	Novas aplicações da termografia .....	25
III.	CONCLUSÕES.....	27
IV.	BIBLIOGRAFIA .....	29



## *Índice de figuras*

Figura 2.2.1 - Fluxograma representativo dos artigos incluídos e excluídos para este trabalho mediante os critérios de pesquisa adotados.....	4
Figura 2.4.1 - <i>Thermogram</i> feito por John Herschel utilizando radiação solar em 1840. (Ring 2006).....	8
Figura 2.6.1 - O detetor térmico da câmara de infravermelhos converte a energia de uma superfície alvo numa imagem térmica e através de um monitor de computador visualiza-se essa imagem. Cada tonalidade de cor na imagem térmica corresponde a certo intervalo de temperatura (Fikackova & Ekbug 2007).....	13
Figura 2.7.1 - a) Imagem térmica típica da mão de um indivíduo normal antes do estímulo frio. (b) Imagem térmica após estímulo frio leve ( mão foi colocada numa superfície de gelo durante 30s) (Lahiri et al. 2012). .....	15
Figura 2.9.1-Termogramas com as zonas de interesse marcadas. A imagem superior corresponde a um paciente antes da cirurgia, a imagem do meio corresponde a paciente após dois dias e a imagem inferior após sete dias da remoção do terceiro molar (Christensen et al. 2012). .....	23
Figura 2.9.2 – A) raiz antes da vibração com destarização; B) microfissura dentinária detetada pelo aumento da temperatura, C) Ampliação da imagem da fissura (Manami et al. 2013).....	24
Figura 2.9.3 – Imagens dos canais controlo. A) raiz antes da vibração com destarização; B) Sem microfissura dentinária detetada com vibração; C) Ampliação da imagem da fissura (Manami et al. 2013) .....	25

### ***Índice de siglas***

NiR – *Near - infrared*

SWIR – *Short – wavelength infrared*

MWIR – *Mid - wavelength infrared*

LWIR – *Long - wavelength infrared*

FPA – *Focal plane array*

°C – Graus Celsius

s – Segundos

mK - Milikelvin

### ***Índice Abreviaturas***

TC – Tomografia computadorizada

DTM – Disfunção temporomandibular

ATM – Articulação temporomandibular

CE – Comunidade europeia

## I. INTRODUÇÃO

No domínio científico da medicina dentária, a termografia é um dos temas mais recentes. Vários investigadores procuram saber de que forma a termografia pode ser um exame de diagnóstico independente ou complementar na deteção de várias patologias.

### **1.1 Objetivos, princípios e motivação do trabalho.**

A importância do conhecimento científico sobre a termografia tem sido alvo de investigações, a escassa informação sobre as aplicações deste método de diagnóstico em medicina dentária tem sido algo de estudo. A motivação deste trabalho tem por base o aprofundamento dos conhecimentos sobre a termografia e saber de que forma a termografia pode ser útil no diagnóstico clínico em medicina dentária.

Com este trabalho pretende-se através de uma revisão bibliográfica:

- Aprofundar os conhecimentos sobre a termografia e as suas aplicações em medicina dentária.
- Perceber o contributo da termografia no diagnóstico de patologias ligadas à medicina dentária

## II. DESENVOLVIMENTO

### **2.1 Materiais e Métodos**

#### **2.1.1. Tipo de estudo**

Realização de uma revisão bibliográfica, identificando artigos publicados em bases de dados eletrónicas internacionais, procedeu-se à avaliação da qualidade e validade dos estudos encontrados, através de uma seleção e análise rigorosa dos artigos incluídos para que resultasse no fornecimento de evidências científicas relevantes ao tema tratado.

### **2.1.2. Critério de Pesquisa**

A presente revisão bibliográfica, que fundamentou a realização deste trabalho, foi realizada através de seleção e recolha de artigos científicos publicados até Abril de 2016.

### **2.1.3. Critérios de inclusão**

Foram incluídos neste trabalho:

- Estudos científicos que referem a utilização da termografia como meio de diagnóstico na medicina geral e na medicina dentária.
- Estudos clínicos que referem a utilização da termografia em humanos.
- Estudos com amostras de dimensões capazes de apresentar poder científico.
- Livros de texto que, pela sua relevância, podem aportar informações úteis neste trabalho

### **2.1.4. Critérios de exclusão**

Foram excluídos:

- Artigos publicados em outras línguas que não o Inglês e que não apresentem validade científica.

### **2.1.5. Seleção das Palavras-chave**

A pesquisa bibliográfica nas bases de dados foi realizada através das seguintes palavras-chaves: “*Thermography, Infrared, Dentistry, Oral Health*”. Estas foram utilizadas em várias combinações e todas elas utilizadas nas bases de dados citadas no ponto 2.1.6 de forma a maximizar os resultados.

### **2.1.6. Bases de Dados**

Para a realização desta pesquisa bibliográfica foram utilizadas as seguintes bases de dados:

- PubMed;
- B-on
- Science Direct

### **2.1.7. Seleção da Amostra**

A seleção da amostra realizou-se por diferentes fases desde a identificação dos estudos, passando pela rejeição de estudos devido a duplicação destes nas diferentes bases de dados, ou por não corresponderem aos critérios de inclusão mencionados no ponto 2.1.3.

## **2.2 Resultados**

Dos artigos encontrados, procedeu-se aos critérios de seleção, representados no fluxograma (Figura 2.2.1).

O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

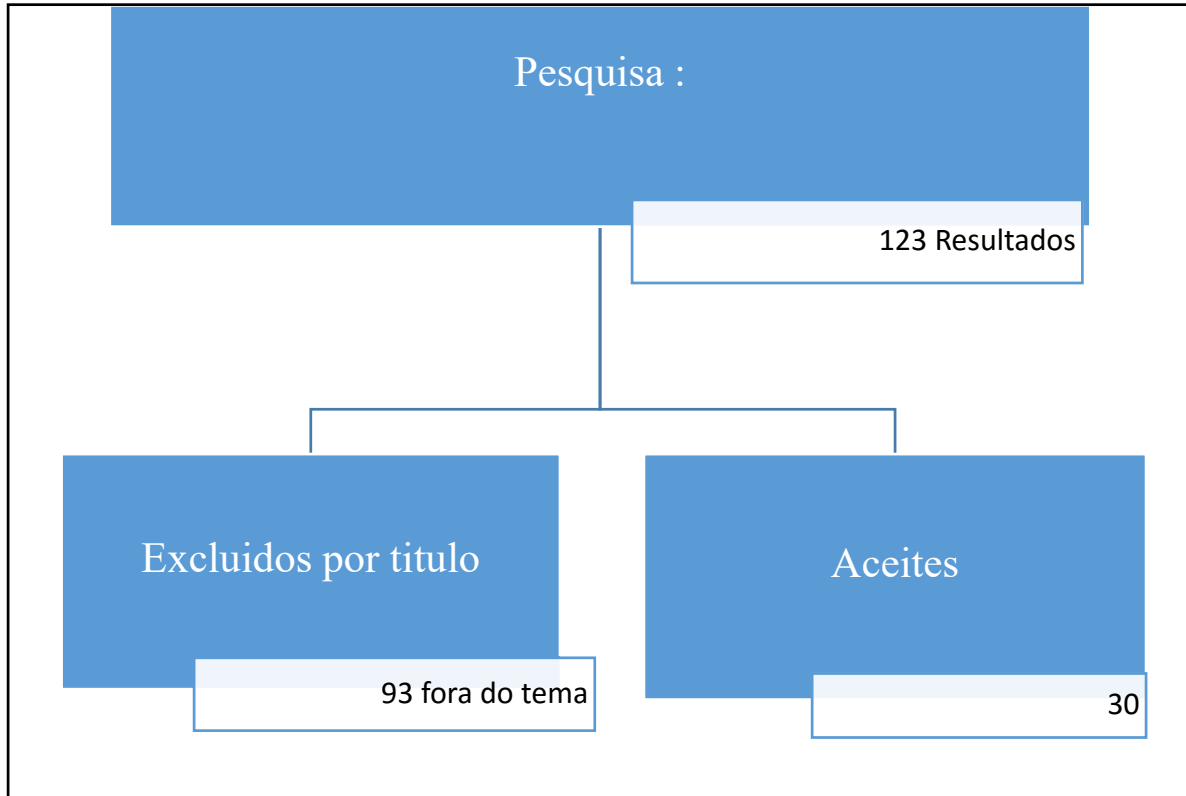


Figura 2.2.1 - Fluxograma representativo dos artigos incluídos e excluídos para este trabalho mediante os critérios de pesquisa adotados

### 2.3 Diagnóstico em medicina dentária

O valor do diagnóstico de cada método utilizado é caracterizado pela sua sensibilidade (capacidade de identificar doença) e a sua especificidade (capacidade de identificar saúde). (Berz & Sauer 2007)

O diagnóstico de lesões orais em medicina dentária envolve uma etapa clínica e outra imagiológica. Na primeira fase realiza-se a inspeção visual (intra e extra oral) e a história clínica, na segunda fase recorre-se na maioria dos casos aos raios-X (Nesbite 2007).

Atualmente a ecografia, a tomografia computadorizada e a ressonância magnética também são exames de eleição nos diagnósticos clínicos (Freling 2000).

O papel do diagnóstico por imagem tem como objetivo primordial a localização da lesão, determinação da sua natureza, estadiamento de tumores e planeamento pré-operatório (Madani & Beale, 2006).

De entre as modalidades imagiológicas usadas em medicina dentária, que utilizam radiação ionizante, as radiografias intra e extraorais, nomeadamente, a radiografia panorâmica ou ortopantomografia e a tomografia computadorizada, são as mais frequentemente utilizadas.

A radiografia intraoral inclui todas as radiografias em que se tem que colocar a película no interior da boca do paciente. Existem três tipos de radiografia intraoral, periapical, radiografia por *bitewing* e radiografia oclusal. Este tipo de exame radiográfico é o mais utilizado em odontologia e um dos mais importantes numa primeira fase do diagnóstico (Nesbite 2007).

A radiografia panorâmica é um tipo particular de tomografia que surge da necessidade de obter uma imagem da área maxilofacial na mesma película radiográfica. Esta imagem representa-se de forma mais nítida e com mais contraste, sendo um técnica fácil de realizar. O seu valor é importante no diagnóstico em implantologia, cirurgia oral, ortodontia, periodontia e patologia oral. A tomografia computadorizada consiste numa

## O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

imagem bidimensional que representa uma secção de um objeto. Após uma sucessão de raios-x sobre a área de interesse a informação é recolhida através de um computador. Essa secção é decomposta em vários números de unidades elementares de volume. A radiação absorvida por cada parte do objeto é analisada pela TC e traduzida numa escala de cores cinza produzindo uma imagem (Donado et al. 2003).

Em tempos remotos os filósofos e médicos gregos como Platão, Aristóteles, Hipócrates e Galeno reconheceram a relação do calor com a vida. (Berz & Sauer 2007)

O aumento da vascularização, que muitas vezes é representativo de muitas alterações patológicas como a inflamação ou tumores com aumento de atividade metabólica, leva a um aumento de temperatura.(Hannah et al. 2016).

Mudanças de temperatura corporal têm sido consideradas como fator importante para o diagnóstico. Recentemente o rápido desenvolvimento da tecnologia de radiação infravermelha e a sua conversão numa imagem visível tem dado origem a uma nova técnica chamada termografia (Woziak et al. 2015).

A termografia foi aprovada nos EUA para avaliação de risco de cancro da mama pela FDA em 1982 (Kennedy et al. 2009).

A termografia clinica é a deteção e registo de padrões térmicos da superfície da pele do paciente, utiliza instrumentos que podem fornecer documentação visual e quantitativa destas medidas (Berz & Sauer, 2007).

Existem dois métodos reconhecidos de imagem termográfica: termografia por cristal liquido (termografia por contato) e termografia infravermelha (termografia sem contato) esta última mede a temperatura da superfície da pele sem qualquer contato com a superfície do alvo (Fikackova & Ekbug, 2007).

Tal como acontece com os outros tipos de diagnóstico o exame termográfico deve ser utilizado no contexto clínico apropriado e com objetivos bem definidos (Will et al. 1992).



## 2.4 Enquadramento histórico da termografia

Em 1592, o físico Galileu Galilei inventou o primeiro termómetro composto por uma esfera oca de vidro conectada a um tubo de vidro que permitia avaliar qualitativamente o aumento e diminuição da temperatura por meio de ar e água. Em 1868, Carl Wunderlich foi o primeiro a estudar de forma sistemática a temperatura de indivíduos que tinham febre e comparar com indivíduos normais e assim estabeleceu níveis de temperatura como indicador de doença (Lahiri et al. 2012).

A descoberta da radiação infravermelha foi feita pelo astrónomo inglês William Herchel em 1800. Decom pôs a luz branca em diversas cores baseado na experiencia de Issac Newton entre 1670 e 1672 que demonstrou a decomposição da luz em sete cores por meio de um prisma (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta). Após a decomposição da luz, colocou um termómetro de mercúrio no espectro obtido com o objetivo de registar o calor emitido em cada cor, separadamente e perceber que a temperatura mais elevada estava na região visível, além do vermelho, isto é, infravermelho, denominando esta luz invisível de raio calorífero (Ring 2000).

John Herschel filho de William Herschel repetiu algumas experiências do pai e com sucesso fez a gravação da primeira imagem térmica em 1840, utilizando radiação solar a que ele chamou de *thermogram* (Figura 2.4.1), abrindo assim novas dimensões no campo da medição térmica (Ring 2006).

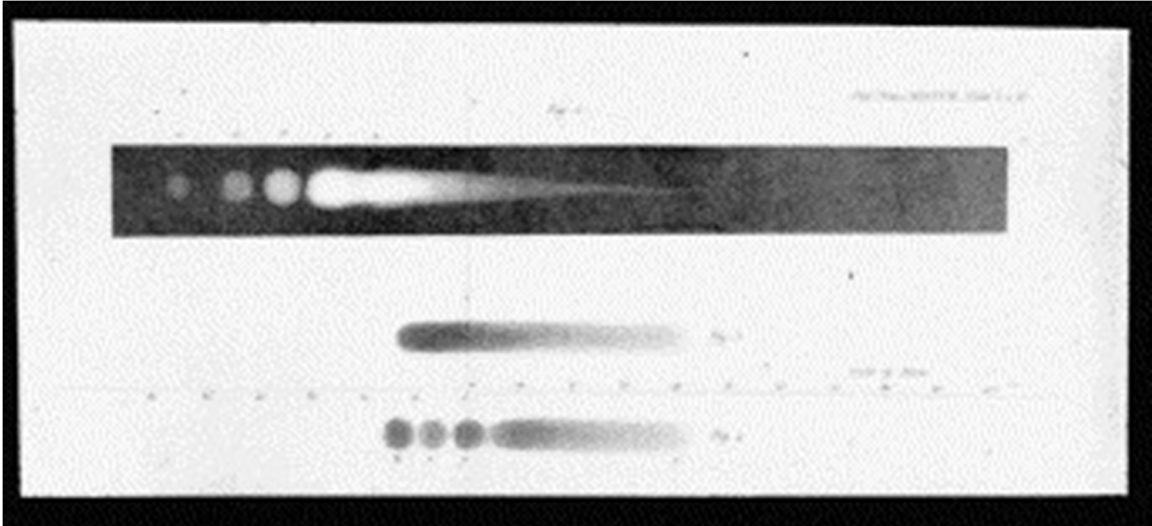


Figura 2.4.1 - *Thermogram* feito por John Herschel utilizando radiação solar em 1840. (Ring 2006)

Em 1929 o físico húngaro Kalman Tihayi inventou a primeira câmara de infravermelhos sensível baseado na ideia de que todos os objetos emitem um sinal de calor na forma de radiação infravermelha (Hannah et al. 2016).

Hardy, em 1934, descreveu o papel fisiológico de emissão de infravermelhos do corpo humano e propõem que a pele pode ser considerada como radiador de corpo negro (objeto hipotético que absorve toda a radiação incidente, emitindo radiação no espectro eletromagnético) estabelecendo a importância de diagnóstico de medição da temperatura por infravermelho abrindo assim o caminho para a termografia por infravermelho (Hardy 1934).

Em 1940 surge o primeiro sensor eletrônico para a radiação infravermelha. As primeiras imagens médicas tiradas com um protótipo de sistema britânico, o *Pyroscan*, foram realizadas no hospital de Middlesex e no hospital real nacional para doenças reumáticas em Bath, no Reino Unido entre 1959 e 1961. Estas primeiras imagens eram pelos padrões modernos muito fracas, surgindo um segundo *Pyroscan* para feitos médicos em 1962 com imagens melhoradas, no entanto a leitura mecânica era muito lenta, cada imagem necessitava de 2 a 5 minutos para gravar (Ring 2006).

## O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

A primeira publicação médica referente á utilização da termografia foi em 1956, quando Ray N. Lawson descobriu que a temperatura cutânea em mamas com cancro era mais elevada que a temperatura em mamas sem cancro. Os primeiros estudos clínicos realizados entre 1960 e 1970 indicavam que a capacidade da termografia para detetar cancro da mama tinham uma verdadeira taxa positiva entre 84% e 95% e uma taxa de falsos positivos entre 6% e 13% (Kennedy et al. 2009).

Os primeiros sistemas de termografia para fins clínicos foram patenteados pela AGA empresa sueca em 1965. Forneciam informação qualitativa sobre a distribuição da temperatura da superfície do alvo mas não permitiam medições de temperatura precisas. A análise qualitativa precisa de distribuição de temperatura em superfícies alvo surgiu em 1978 quando os sistemas de termografia conectados a um computador foram introduzidos (Fikackova & Ekbug 2007).

O primeiro sistema com computador surge em Bath no Reino Unido, com processador PDP-8, tinha ecrã a cores para exibir a imagem digitalizada, esta informatização veio resolver muitos problemas na termografia clínica (Ring 2006).

Os dois parâmetros mais importantes para um sensor térmico são a sensibilidade e a resolução. Sendo este último dividido em resolução da temperatura e resolução espacial. A sensibilidade é medida em graus Celsius, sendo 0.02°C uma sensibilidade ótima. A resolução da temperatura corresponde ao número de cores no dispositivo de vídeo do computador e a resolução espacial do sensor é determinada pelo tamanho da imagem ou qualidade de *pixels* na imagem (Usamentiaga et al. 2014).

Em 1972, foi formada a associação europeia da termografia, realizando-se a primeira conferência em Amesterdão em 1974. Nesta conferência foram criados objetivos para criação de todos os requisitos para a preparação do paciente, condições para obtenção de imagens térmicas e critérios para o uso das mesmas (Ring 2006).

Em 2007, surgem os primeiros sistemas de imagem infravermelhos médicos (*MammoVision*, *ReguVision* e *FlexiVision* por *InfraMedic*) com certificado da CE

permitindo assim que estes sistemas de imagem por infravermelhos fossem usados como dispositivos médicos de medição térmica (Berz & Sawyer 2007).

## **2.5 Tipos de métodos de Termografia**

### **i. Termografia de contacto:**

Uma imagem térmica pode ser obtida utilizando propriedades de cristais líquidos para obtenção de um termograma colorido da superfície. Um detetor térmico é colocado diretamente sobre a pele, observando-se a mudança de cor em resposta à variação de temperatura da superfície cutânea, podendo esta superfície ser fotografada diretamente. A temperatura da pele em análise pode subir porque a transmissão de calor por radiação é bloqueada, além disso a gama de temperatura desse material é limitada. As cores aparecem com as transferências de calor a partir da pele para a superfície do detetor. Vários testes podem ser necessários para determinar o intervalo de temperatura ótimo. O azul corresponde a temperatura mais quente e o laranja e verde à temperatura mais fria (Will et al. 1992).

### **ii. Termografia sem contacto:**

A termografia sem contato tal como o nome indica utiliza dispositivos sem contato com a superfície da pele. A termografia infravermelha (termografia sem contato) adquire e processa informação térmica a partir de dispositivos de medição sem contato. Baseia-se em radiação infravermelha, uma forma de radiação eletromagnética com comprimento de onda maior do que o da luz visível. Dispositivos que medem os infravermelhos adquirem radiação infravermelha emitida por um objeto e transforma-o num sinal eletrónico. Imagens adquiridas por câmaras de infravermelho são convertidas em imagens visíveis através da distribuição de uma cor por cada nível de energia infravermelha, resultando uma imagem de cores falsas (Usamentiaga et al. 2014).

O detetor infravermelho de uma câmara infravermelha converte a energia térmica de entrada emitida pelo corpo humano em sinais de vídeo eletrónico que são então amplificados e transmitidos para um monitor (Fikackova & Ekbug 2007).

**iii. Termografia de contacto vs termografia sem contacto:**

Uma das vantagens da termografia de não contato é o facto dos dispositivos utilizados não estarem em contato com a fonte de calor. Desta forma, a temperatura dos objetos extremamente quentes ou produtos perigosos, podem ser medidos com segurança, sendo também uma técnica não invasiva não afetando assim o alvo. Na termografia de contato o material é pressionado contra a superfície da pele podendo provocar, assim, alguma distorção na imagem (Will et al. 1992).

A termografia de contato por cristal líquido deixou de ser tão utilizada a partir da década de 70, isto porque a termografia computadorizada por infravermelhos tornou-se mais aceite e utilizada (Usamentiaga et al. 2014).

**2.6 Princípios da Termografia por infravermelhos**

A diferença entre uma imagem visível e uma imagem por infravermelhos é que a imagem visível é uma representação da luz refletida, enquanto que a imagem por infravermelhos é uma imagem representativa da luz emitida pelo próprio objeto e pode ser observada por uma câmara de infravermelhos sem luz (Fikackova & Ekbug 2007).

A maior parte do espectro eletromagnético do infravermelho não é útil na termografia por infravermelhos porque é bloqueada pela atmosfera. No entanto existem porções de infravermelho que são úteis: (Usamentiaga et al. 2014)

- Próximo do infravermelho (NIR) – a partir de 0,8 $\mu$ m a 1,7 $\mu$ m
- Comprimento de onda infravermelho curto (SWIR) – a partir de 1 $\mu$ m a 2,5 $\mu$ m
- Comprimento de onda infravermelho medio (MWIR) – a partir de 2 $\mu$ m a 5 $\mu$ m
- Comprimento de onda infravermelho longo (LWIR) – a partir de 8 $\mu$ m a 14 $\mu$ m

## O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

O mesmo autor refere que as porções mais utilizadas na termografia são as MWIR e LWIR. Os comprimentos de onda onde há uma maior intensidade emitida são os melhores para a medição de uma determinada temperatura, além disso, como a radiação infravermelha atravessa o ar, sendo absorvida por várias partículas (CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O), o grau em que o ar absorve a radiação infravermelha depende do comprimento de onda. Nas porções MWIR e LWIR, a absorção é baixa permitindo que mais quantidade de radiação infravermelha chegue ao sensor da câmara. Os dispositivos de medição de radiação infravermelha para temperaturas altas utilizam MWIR e para temperatura ambiente LWIR.

O detetor da câmara de infravermelhos transforma a radiação infravermelha num sinal eletrónico (Figura 2.6.1), fornecendo uma tensão proporcional à radiação recebida. Os mais comuns podem ser classificados em detetores não refrigerados e detetores refrigerados, estes últimos são utilizados em câmara com uma alta sensibilidade. No que diz respeito às câmaras de infravermelhos existem também dois tipos, as de sensor único e as de matriz de plano focal (FPA) estas últimas com o objetivo de obter imagens bidimensionais. A câmara de sensor único mede a radiação através da superfície de um objeto que se reflete num espelho. Na matriz de detetores (FPA), cada detetor fornece informação sobre a radiação num ponto (Usamentiaga et al. 2014).

Os detetores de matriz de plano focal aumentaram o número de *pixels*, produzindo desta forma uma alta resolução nos quadros de vídeo (Figura 2.6.1). A remoção dos sistemas de refrigeração eletrónica nos detetores permite que essas câmaras sejam praticamente livres de manutenção (Ring 2006).

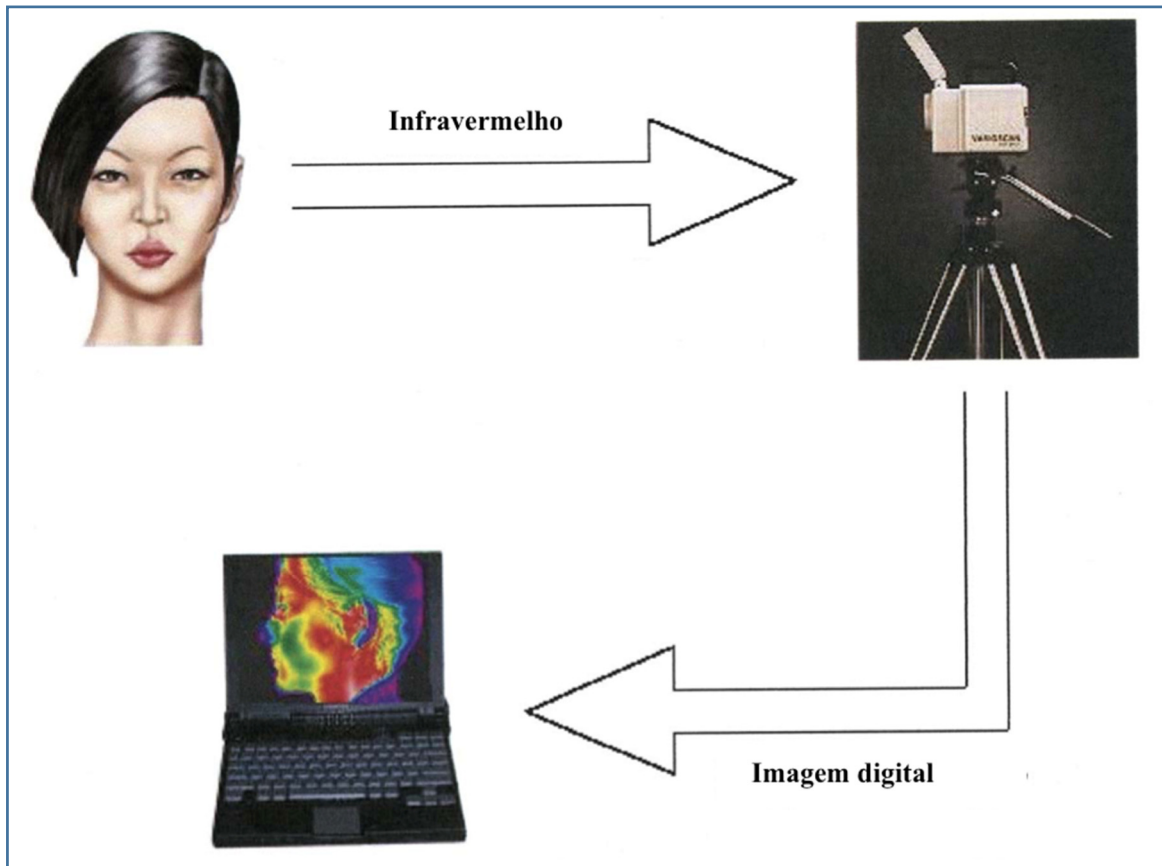


Figura 2.6.1 - O detetor térmico da câmara de infravermelhos converte a energia de uma superfície alvo numa imagem térmica e através de um monitor de computador visualiza-se essa imagem. Cada tonalidade de cor na imagem térmica corresponde a certo intervalo de temperatura (Fikackova & Ekbug 2007)

## 2.7 Termografia aplicada à medicina

Os processos metabólicos humanos geram energia em forma de calor. No corpo humano a energia é dissipada da superfície corporal, cada corpo tem a sua própria faixa de temperatura com base no ambiente, localização, vascularização e atividade metabólica (Sniegowski et al. 2015).

A temperatura da pele é uma função do fluxo sanguíneo o qual é controlado pelo sistema nervoso autónomo afetando da mesma maneira e de forma uniforme os dois lados do corpo. Uma contração muscular pode conduzir a uma diminuição do fluxo sanguíneo, como tal reduzir a oxigenação muscular local (hipóxia) levando assim uma diminuição da temperatura através da ação vasoconstritora (Haddad et al. 2014).

### **O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária**

A circulação sanguínea varia entre as camadas da pele, o mesmo acontece com a temperatura. Numa situação normal o fluxo sanguíneo na maioria das partes do corpo através da pele produz um padrão térmico simétrico. Alterações qualitativas e quantitativas neste padrão térmico simétrico têm sido relatados como indicadores de alterações de metabolismo, hemodinâmica ou nos processos de termorregulação (Figura 2.7.1). Portanto, diferentes transtornos afetam o fluxo de sanguíneo resultando em anomalias de distribuição de temperatura, estas anomalias técnicas transportam informações de diagnóstico (Lee et al. 2007).



## O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

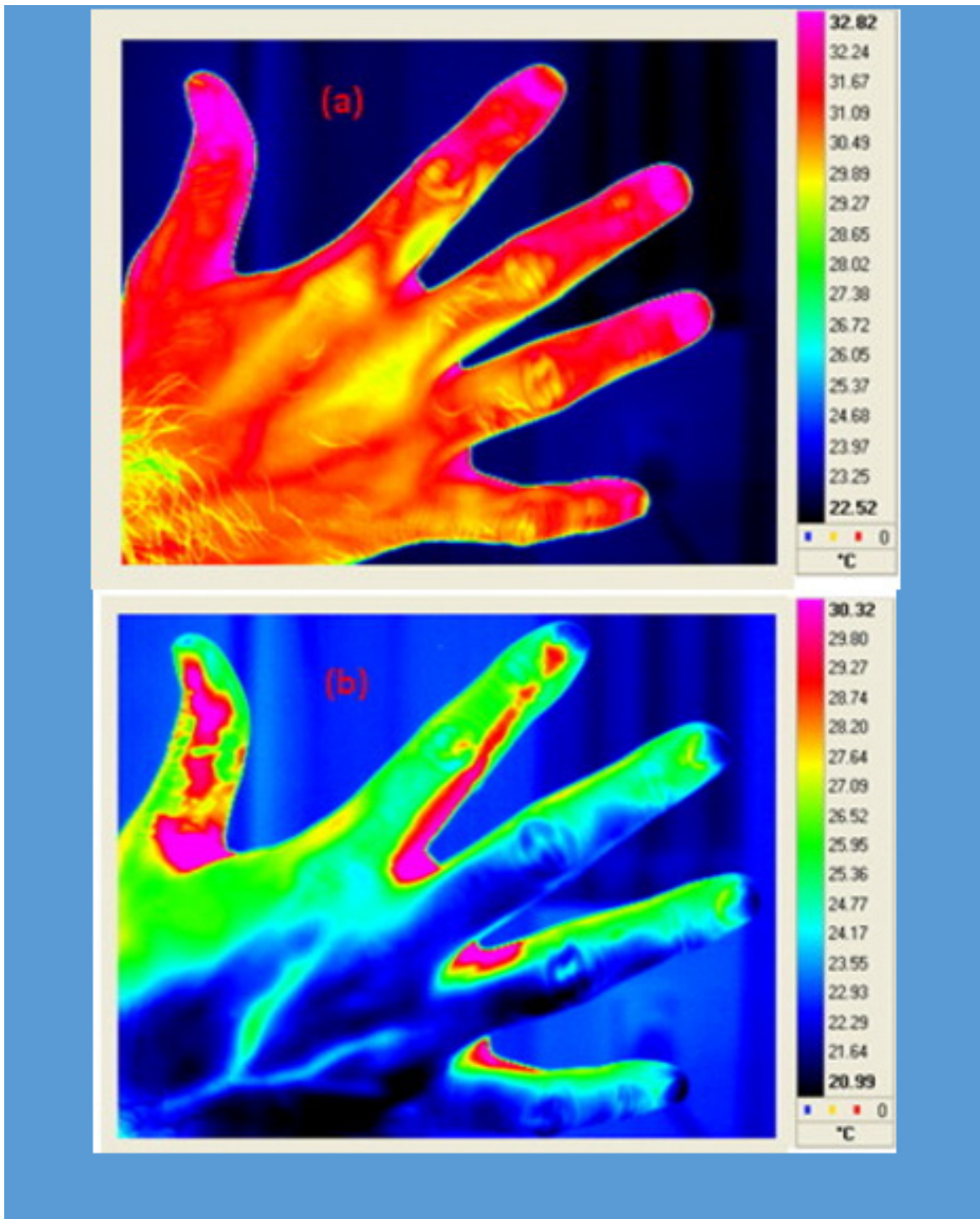


Figura 2.7.1 - a) Imagem térmica típica da mão de um indivíduo normal antes do estímulo frio. (b) Imagem térmica após estímulo frio leve ( mão foi colocada numa superfície de gelo durante 30s) (Lahiri et al. 2012).

Como tal a termografia tem sido utilizada para estudo de um certo número de doenças em que a temperatura da pele pode refletir a presença de inflamação nos tecidos

## O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

adjacentes ou quando se verifica aumento ou diminuição do fluxo sanguíneo devido a anomalia clínica (Ring & Ammer 2012).

A termografia clínica é baseada na sua capacidade de criar imagem, grava-la e facilitar a análise das emissões de calor vasculares do corpo (Hannah et al. 2016).

A termografia por infravermelhos foi adotada partindo do princípio de que se aumentar a temperatura do corpo humano este irá emitir uma maior quantidade de radiação (Lee et al. 2005).

Segundo Ring, J. e Ammer, K. na revisão bibliográfica sobre as características da tecnologia moderna de imagem por infravermelhos mencionam varias aplicações da termografia na medicina:

- Artrite reumatoide
- Osteoartrite
- Reumatismo muscular
- Lesões musculares
- Fibromialgia
- Circulação periférica
- Doenças malignas
- Síndrome de dor regional complexa
- Detecção de febre na triagem

## **2.8 Recomendações para exame Termográfico:**

Para a utilização clínica da termografia por infravermelhos é necessário ter formação específica (Will et al. 1992).

O exame termográfico deverá ser sempre realizado pelo mesmo operador, não deverá ocorrer mudança a meio do exame, segundo as recomendações da sociedade europeia de termografia (Wozniak et al. 2015).

As câmaras de infravermelhos adequadas para uso médico, têm que cumprir determinados critérios. A sua resolução geométrica deverá ser, pelo menos, 320x240. A resolução térmica (sensibilidade) deve ser 80 mK ou melhor, terá que ser sempre superior a 50 mK. Os desvios térmicos devem ser mínimos, os dados de medição têm que ser reproduzíveis e fiáveis (Berz & Sawyer 2007).

O controlo da temperatura da sala de imagem é importante, a sala deve manter-se a uma temperatura estável dentro do intervalo de 18° C a 25°C e mantida a 1°C durante o exame. Os pacientes devem-se despir numa sala com temperatura constante e permanecer na mesma durante 10 a 15 min antes do exame. Este tempo não é suficiente para atingir o verdadeiro equilíbrio fisiológico, mas é suficiente para aumentar as áreas de contraste entre a temperatura alta e a temperatura baixa da pele. Fontes adicionais de calor adicional, provenientes de janelas que permitem a entrada de sol ou calor gerado por computador ou outros dispositivos deve ser eliminado da sala de imagem com o objetivo de reduzir artefactos térmicos. O fluxo de ar a partir de aparelhos de ar condicionado deve estar longe do paciente de forma a não afetar negativamente todo o procedimento (Kennedy et al. 2009).

## **2.9 Termografia aplicada à Medicina Dentária**

A temperatura normal da superfície da face é mais baixa do que a temperatura central do corpo. Normalmente as áreas mais quentes são à volta da boca, nariz e olhos (Haddad et al. 2014).

## O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

Muitos estudos têm sido realizados sobre o uso da termografia no diagnóstico de desordens temporomandibulares e diagnóstico de lesão do nervo após cirurgia ou trauma. Estudos recentes avaliam também a termografia como método de avaliação do aquecimento do osso durante a colocação de implantes. Além destes estudos a termografia também tem sido útil para avaliar a temperatura durante a preparação do branqueamento (Christensen et al. 2012).

### **i. Termografia na deteção de disfunção Temporomandibular (DTM):**

As DTM são caracterizadas por dor orofacial e disfunção na mobilidade das estruturas mastigatórias (Wozniak et al. 2015).

As DTM podem ser avaliadas morfológicamente e dinamicamente através de técnicas de diagnóstico de imagem, no entanto estas técnicas convencionais, tais como, raio-x, tomografia computadorizada e ressonância magnética, não têm presente a análise de aspetos funcionais como a microcirculação e o sistema nervoso autónomo (Haddad et al. 2014).

Gratt, Sickles e Ross em 1991, realizaram um estudo piloto para avaliar a termografia no diagnóstico dos desarranjos internos da articulação temporomandibular (ATM). Este estudo avaliou indivíduos com desarranjos da ATM e indivíduos normais, os resultados demonstraram uma sensibilidade de 86% e uma especificidade de 78%. As medições objetivas de simetria térmica na região da ATM em indivíduos normais foram de 89,3% e de 66,9% nos indivíduos com desarranjos internos da ATM ( $p \leq 0,01$ ). Tendo em conta os resultados, concluiu-se neste estudo que a termografia poderia ser um exame auxiliar de diagnóstico na avaliação de desarranjos internos na ATM.

Num estudo de avaliação da eficiência da termografia em pacientes com DTM leve e moderada do sistema mastigatório verifica-se valores significativos. O resultado deste estudo mostra que o grupo de controlo (indivíduos saudáveis) evidencia um elevado grau de simetria térmica na região da ATM enquanto que o grupo com DTM demonstrou uma baixa simetria térmica. Esta análise mostrou 85% de sensibilidade na identificação de indivíduos doentes e 92% de especificidade na identificação de indivíduos saudáveis, verificando-se um nível de precisão de 89% (Canavan & Gratt 1995).

## O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

McBeth e Gratt em 1996 realizaram um estudo de avaliação termográfica das desordens temporomandibulares sintomáticas durante o tratamento ortodôntico. Neste estudo a termografia identificou os indivíduos com dor na disfunção temporomandibular com sensibilidade de 87% e indivíduos sem dor com especificidade de 86%, como tal este estudo indicou a termografia como um método objetivo para seleção de indivíduos normais e indivíduos com sintomas de disfunção temporomandibular.

Mais recentemente, na realização de um estudo com o objetivo de avaliar a temperatura cutânea das regiões musculares mastigatórias em voluntários selecionados com e sem DTM miogénica, verificou-se que na região do músculo afetado a temperatura é mais baixa, cerca de  $-1,4^{\circ}\text{C}$  do que na área não afetada. As temperaturas as áreas cutâneas faciais referentes aos músculos masséter e temporal diminuem na presença de DTM miogénica. Estes resultados sugerem que a termografia por infravermelhos pode ser útil para avaliar DTM's podendo ser utilizada como método de triagem clínica de forma a melhorar a precisão do diagnóstico (Haddad et al. 2014).

Estudo com o objetivo de avaliar a sensibilidade, especificidade e precisão da termografia na DTM, demonstrou que o exame termográfico tem 95,5% de especificidade na identificação de indivíduos sem DTM. Quanto à diferença absoluta de temperatura entre zonas do lado esquerdo e do lado direito foi menos que  $0,26^{\circ}\text{C}$  com uma sensibilidade de 44,3% e uma precisão de 52,4%. Estes resultados foram obtidos antes do teste de mastigação que foi realizado, após este teste a diferença de temperatura foi de  $0,52^{\circ}\text{C}$  com sensibilidade de 46,4% e precisão de 56,3%, isto significa que o teste de mastigação aumenta o nível de eficiência da termografia no diagnóstico da DTM (Wozniak et al. 2015).

### **ii. Termografia na deteção dos pontos-gatilhos miofascial:**

A síndrome de dor miofascial é definido como um síndrome de dor regional causado por pontos-gatilho miofasciais. A dor é causada pela reativação de pontos-gatilho latentes. As causas desta ativação podem ser distúrbios esqueléticos, má postura, trauma de menor repetição ou doenças sistémica (Cojocarú et al. 2015).

## O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

Um dos primeiros estudos referentes a utilização da termografia como diagnóstico dos pontos-gatilho foi em 1992. Foram envolvidos neste estudo 365 indivíduos, as zonas foram identificadas previamente através de exame clínico e isoladas. Este estudo demonstrou que 50% dos indivíduos com pontos-gatilho tinham essas zonas quentes, designadas por *hot spots*, ou seja, no exame por termografia a temperatura encontrava-se elevada. Mas 60% dos indivíduos sem pontos-gatilho também apresentavam *hot spots* (Swerdlow & Dieter 1992).

Haddad et al em 2012 publicou um estudo cujo objetivo era estabelecer a correlação entre a termografia e a observação clínica dos pontos-gatilho nos músculos mastigatórios. Este estudo envolveu 26 indivíduos do sexo feminino, segundo os autores a prevalência dos distúrbios de dor mastigação é superior nas mulheres que nos homens. Como resultado deste estudo verificou-se que quanto maior for a força aplicada mais alta é a temperatura, além disso, observou-se que a temperatura nos pontos de dor local foi mais alta, quando comparada com a temperatura da área de dor referida. Neste estudo as zonas mais quentes da face não estão associadas aos locais de pontos-gatilho, sendo estas zonas mais frias, o que veio demonstrar uma visão diferente da que havia até então noutros estudo publicados, que referem o contrário.

Com base num estudo publicado por Simons em 2004 os autores justificam esta diferença no facto de que na presença de um ponto-gatilho, ocorre contração da fibra muscular havendo uma redução fluxo sanguíneo levando á hipóxia nesse local. Esta hipóxia pode desencadear hiperatividade simpática na região diminuindo a temperatura por ação vasoconstritora. Em conclusão, a termografia faz com que seja possível quantificar e identificar os pontos-gatilhos separando-os em dor local e dor referida (Haddad et al. 2012).

### **iii. Termografia na avaliação da lesão no nervo alveolar inferior**

A deficiência neurosensorial é uma das complicações da cirurgia oral e maxilo-facial. O nervo alveolar inferior pode ser afetado por vários procedimentos (Gratt, Sickles & Shetty 1994).

## O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

Atualmente existem alguns testes clínicos para avaliação da função do nervo trigémeo que se dividem em dois grupos os testes mecanorreceptores, são testes tácteis e testes nociceptores que são testes feitos com estímulos dolorosos (testes térmicos) (Lee et al. 2007).

Em 1994 Gratt, Sickles & Shetty realizaram um estudo piloto que avaliou a termografia na identificação da lesão do nervo alveolar inferior. Os resultados deste estudo mostraram altos níveis de simetria térmica do queixo em indivíduos normais e baixos níveis de simetria térmica do queixo em indivíduos com lesão do nervo alveolar inferior. A assimetria térmica foi, estatisticamente significativa, superior nos indivíduos com lesão do nervo alveolar inferior. Este estudo como conclusão sugeriu a termografia como método de diagnóstico da lesão do nervo alveolar inferior.

Num estudo em que a termografia foi utilizada para a avaliação da lesão e recuperação do nervo alveolar inferior em pacientes pós cirurgia ortognática, observou indivíduos na primeira e quarta semana após a cirurgia. Nos indivíduos com lesão do nervo alveolar inferior unilateral as temperaturas diferiram  $0,64^{\circ}\text{C}$  após uma semana, depois das quatro semanas as temperatura variaram  $0,23^{\circ}\text{C}$ . Nas imagens laterais as diferenças de temperatura entre as áreas foi de  $0,10^{\circ}\text{C}$  após a primeira semana e de  $0,27^{\circ}\text{C}$  após quatro semanas da cirurgia. Nos indivíduos com lesão do nervo alveolar inferior as temperaturas do mento sobre os lados foi de  $0,18^{\circ}\text{C}$  após uma semana e de  $0,34^{\circ}\text{C}$  à quarta semana. Estes resultados sugeriram a utilização da termografia como um método objetivo de diagnóstico complementar na lesão do nervo alveolar inferior (Lee et al. 2007).

### **iv. Termografia na deteção de reação inflamatória**

Em 1983 Soffin et al concluíram através de uma revisão bibliográfica que a termografia era inconsistente na deteção de condições inflamatórias orais, ou seja, como diagnostico independente não poderia ser utilizado mas como auxiliar sim.

Mais recentemente, um estudo com trinta indivíduos com o objetivo de avaliar a utilidade da termografia na deteção de reação inflamatória pós operatória após remoção dos terceiros molares mandibulares, mostrou que a temperatura média da superfície da pele

### **O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária**

do lado operado era, significativamente, maior que a do lado não operado, a diferença térmica foi de 0.9°C. Neste estudo foi administrado um anti-inflamatório (diclofenac) antes da operação a um dos grupos e verificou-se que a diferença térmica foi menor neste grupo quando comparado com o grupo que fez placebo. Ficou demonstrado que a termografia pode ser usada com sucesso na deteção de respostas inflamatórias pós-operatório (Venta et al. 2001).

Christensen et al, em 2012 realizaram um estudo com um objetivo semelhante aos autores anteriores, ou seja, avaliar as diferenças de temperatura entre o lado operado e o lado não operado (lado de controlo), na remoção dos terceiros molares mandibulares utilizando a termografia. Este estudo envolveu 127 indivíduos, termogramas padronizados foram tirados aos dois lados antes da cirurgia e o procedimento foi repetido ao segundo e sétimo dia após a cirurgia (Figura 2.9.1). Após o segundo dia da cirurgia verificou-se diferenças significativas entre os dois lados quando comparado com as temperaturas anteriores à cirurgia, no entanto ao sétimo dia esta diferença de temperaturas já não foi significativa.



## O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

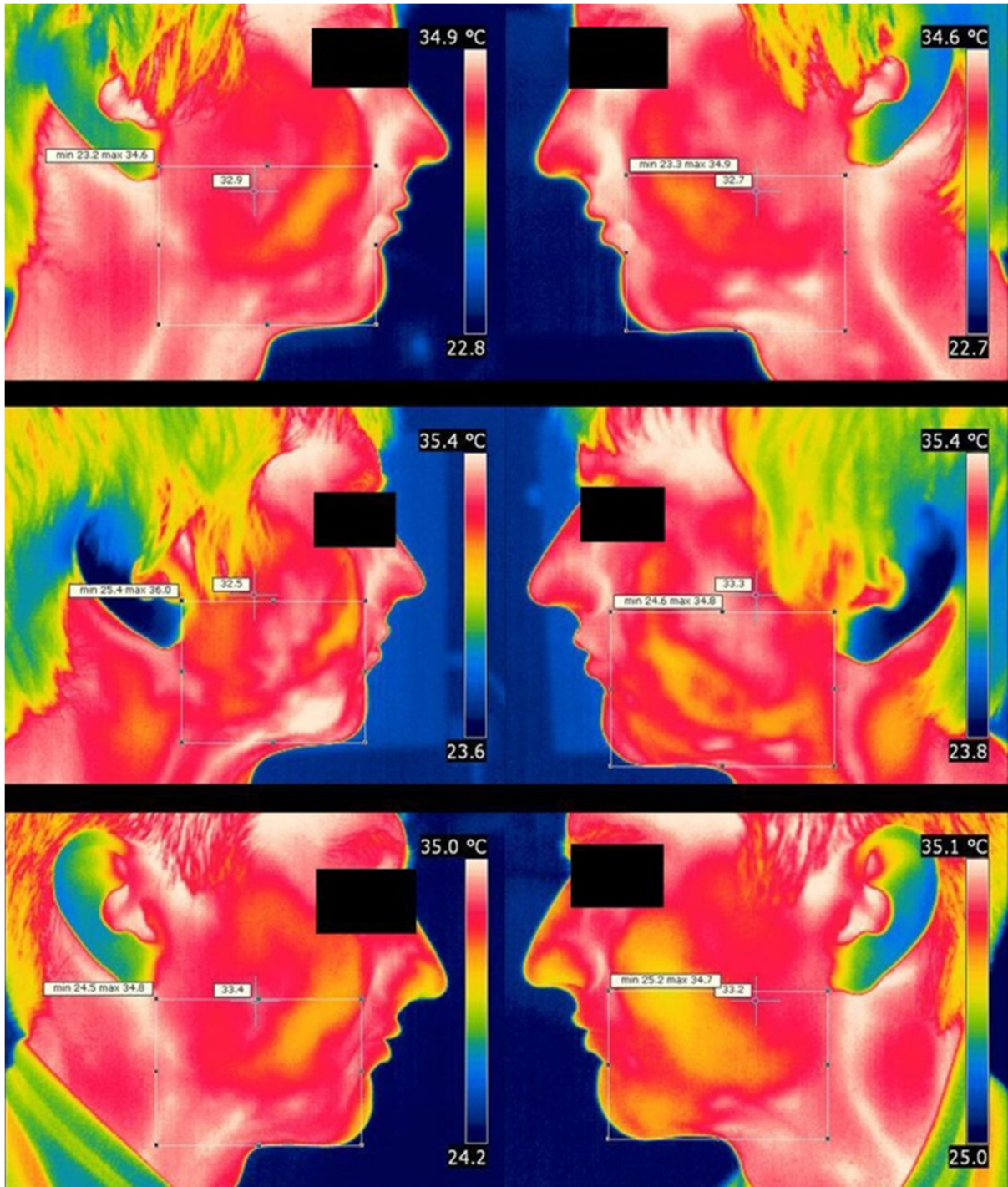


Figura 2.9.1-Termogramas com as zonas de interesse marcadas. A imagem superior corresponde a um paciente antes da cirurgia, a imagem do meio corresponde a paciente após dois dias e a imagem inferior após sete dias da remoção do terceiro molar (Christensen et al. 2012).

A termografia parece ser útil na avaliação quantitativa da inflamação entre o lado operado e o lado de controlo após remoção dos terceiros molares inferiores, no entanto a termografia não pode ser utilizada para avaliar alteração de temperatura absoluta, devido a variações normais de temperatura ao longo do tempo (Christensen et al. 2012).

**v. Termografia na detecção de microfissuras radiculares**

É difícil fazer um diagnóstico definitivo de um dente rachado com base apenas na inspeção do canal radicular. Radiografias e tomografia computadorizada são alguns dos métodos utilizados, a resolução destas técnicas é de 80  $\mu\text{m}$  e portanto é difícil detetar microfissuras inferiores a 10  $\mu\text{m}$ . Estudo com o objetivo de estabelecer um novo método para detetar microfissuras dentinárias, foi realizado utilizando a termografia infravermelha. Foram utilizados dentes humanos recém extraídos, os canais radiculares foram limpos e de seguida um penetrador cónico foi introduzido e pressionado até provocar rachaduras visualizadas ao microscópio ótico. De seguida foi utilizado um destartarizador de forma a gerar calor por fricção, este calor foi gravado por termografia e analisado (Figura 2.9.2 e Figura 2.9.3). Os resultados mostraram que a termografia pode ser um dos métodos de deteção de microfissuras radiculares uma vez que estas foram detetadas pelos raios infravermelhos que foram produzidos sobre a superfície fraturada (Manami et al. 2013).

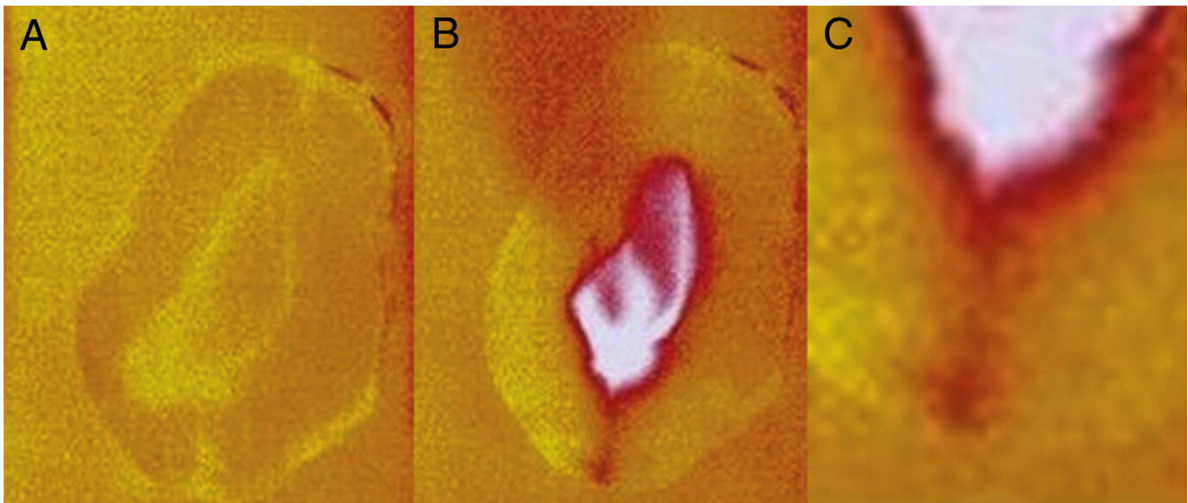


Figura 2.9.2 – A) raiz antes da vibração com destartarização; B) microfissura dentinária detetada pelo aumento da temperatura, C) Ampliação da imagem da fissura (Manami et al. 2013)

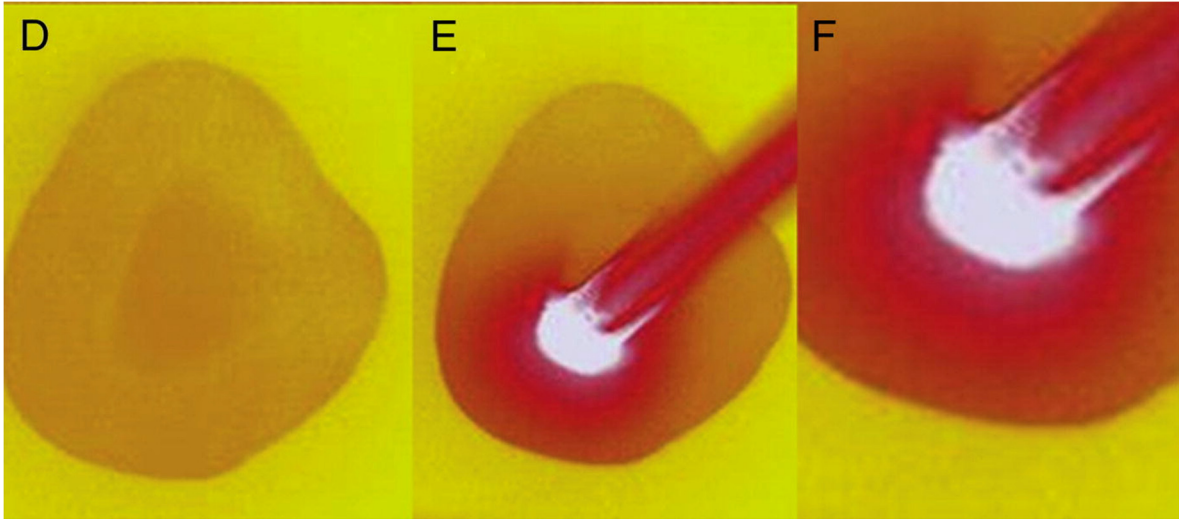


Figura 2.9.3 – Imagens dos canais controlo. A) raiz antes da vibração com destartarização; B) Sem microfissura dentinária detetada com vibração; C) Ampliação da imagem da fissura (Manami et al. 2013)

#### vi. Novas aplicações da termografia

A termografia para além de ser utilizada como método de diagnóstico, começam aparecer alguns estudos que mostram que também pode ser utilizada como método de avaliação.

Estudo realizado por Baldini et al. em 2015, a termografia foi utilizada para avaliar a distribuição da temperatura nos músculos mastigatórios (trapézio) em indivíduos com bruxismos, esta avaliação teve como objetivo verificar se uma placa oclusal seria capaz de induzir variações de temperatura da pele no aparelho estomatognático. Foi observado após o uso da placa oclusal um aumento da temperatura muscular nos dois lados da face, podendo concluir-se, que a placa oclusal provoca relaxamento do sistema muscular facial pelo aumento da temperatura e que pode ser uma mais valia em doentes com bruxismo.

Em 2006 Lipski, utilizou termografia para medir a temperatura da superfície exterior das raízes de incisivos centrais superiores e incisivos centrais inferiores, provocada pelo técnica de alta temperatura de gutta-percha termoplástica. As mudanças de temperatura em toda a superfície externa das raízes dos dentes em estudo foi medida pela termografia. Os resultados mostraram que o uso de gutta-percha aquecida a 160°C no preenchimentos

### **O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária**

dos incisivos centrais superiores e inferiores aumenta a temperatura da superfície radicular externa em 8,5°C e 22,1°C, respetivamente. Concluiu-se então que o uso de gutta-percha aquecida a 160°C produz um aumento de temperatura na superfície radicular dos incisivos centrais superiores abaixo do valor crítico não provocando desta forma danos nos tecidos de suporte periradiculares. No que diz respeito à temperatura medida na superfície radicular dos incisivos centrais inferiores verificou-se um aumento de temperatura acima dos 10°C. A termografia mostra através deste estudo que pode ser um método de avaliação útil.

### III. CONCLUSÕES

A descoberta da radiação infravermelha por William Herschel em 1880 foi muito importante para a imagiologia médica moderna. Com esta descoberta surgiram mudanças na nossa compreensão á cerca da temperatura do corpo humano na saúde e na doença. A imagiologia térmica por infravermelhos é atualmente a que mais tem desenvolvido, atravessa um momento alto na sua história.

A termografia é um método de diagnóstico sem contato, ou seja, os dispositivos utilizados não estão em contato com a fonte de calor, não afetando desta forma o alvo a analisar. Não tem efeitos de radiação prejudiciais como outros métodos de diagnóstico, como as radiografias, ortopantomografia e tomografia computadorizada.

Através desta pesquisa bibliográfica, verificou-se que a termografia é um método de diagnóstico complementar útil na área da medicina dentária. Em estudos que avaliam a sua utilidade no diagnóstico das disfunções temporomandibulares, verifica-se que a termografia é uma técnica auxiliar de diagnóstico importante. No diagnóstico dos pontos-gatilho miofasciais, demonstra ser um método de diagnóstico que permite quantificar e identificar os pontos-gatilho, separando-os em dor local e dor referida. A termografia demonstrou, também, ser um método objetivo de diagnóstico complementar da lesão do nervo alveolar inferior. Na deteção de inflamação, a termografia foi considerada uma técnica de sucesso na identificação da inflamação pós-operatória. No diagnóstico das microfissuras radiculares a termografia também assume um papel importante no seu diagnóstico.

No que diz respeito as novas aplicações da termografia, mencionadas nesta revisão bibliográfica, esta técnica surge como uma mais valia na avaliação de fatores que podem influenciar ou não determinados tratamentos ou utilização de determinados materiais no âmbito da medicina dentária.

Existem, contudo, alguns desafios, a termografia não pode ser utilizada para avaliar a temperatura absoluta, devido a alterações normais de temperatura da pele ao longo do tempo, por esta razão, deverá sempre incluir uma região de controlo na sua utilização.



### **O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária**

Alguns fatores podem influenciar o exame termográfico, como temperatura, fluxo de ar e humidade da sala de imagem, a preparação antecipada do paciente e a experiência e formação do operador do exame, por estas razões, hoje em dia a termografia deverá ser utilizada como método auxiliar, de outras técnicas de diagnóstico na prática clínica, até que a tecnologia consiga ultrapassar algumas destas limitações técnicas.

Devido às escassas publicações sobre o tema é necessário realizar mais estudos de forma a permitir concluir que a termografia é um exame de diagnóstico independente no âmbito da medicina dentária.

IV. BIBLIOGRAFIA

Baldini, U. et al. (2015). Infrared thermography analysis of craniofacial muscles in military pilots affected by bruxismo. *Aerosp Med Human Execute*. 86 (4) pp. 374-378

Berz, R. & Sauer, H. (2007). The medical use of infrared-thermography history and recent applications. *Thermographic – Kolloquium*. 4, pp. 1-12

Canavan, D. & Gratt, B. (1995). Electronic thermography for the assessment of mid and moderate temporomandibular joint dysfunction. *Oral and Maxillofacial Radiology*. 79 (6), pp. 778-786

Cojocar, M. et al. (2015). Trigger points – Ultrassound and thermal findings. *Journal of Medicine and Life*. 8(3), pp. 315-318

Christensen, J. et al. (2012). Thermography as a quantitative imaging method for assessing postoperative inflammation. *Dentomaxillofacial radiology*. 41(6), pp. 494-499

Donado, M. et al. (2003). *Anatomia Implantologia*. Ars medica. Barcelona, pp. 80-93

Fikackova, H. & Ekberg, E. (2004). Can infrared thermography be a diagnostic tool for arthralgia of the temporomandibular joint?. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiol Endod*, 98(6), pp. 643-650

Freling, N. (2000). Imaging of salivary gland disease. *Seminars in Roentgenology*. 35(1), pp 12-20

Gratt, B., Sickles, E. & Shetty, V. (1994). Thermography for the clinical assessment of inferior alveolar nerve deficit: pilot study. *Journal Oralfacial Pain*. 8(4), pp.369-374

## O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

Gratt, B., Sickles, E. & Ross, J. (1991). Electronic thermography in the assessment of internal derangement of the temporomandibular joint. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral*, 71 (3), pp. 364-370

Haddad, DS. et al. (2014). Thermography characterization of masticatory muscle regions in volunteers with and without myogenous temporomandibular disorder: Preliminary results. *Dentomaxillofacial Radiol*, 43(8), pp. 1-7

Hannah, J. et al. (2016). Clinical applications of dynamic infrared thermography in plastic surgery: systematic review. *Gland Surgery*, 5(2), pp. 122-132

Hardy, J.D. (1934). The radiation of heat from the human body. *Journal of Clinical Investigation*, 13, PP. 593-620

Kennedy, D. et al. (2009). A comparative review of thermography as a breast cancer screening technique. *Integrative Cancer Therapies*. 8(1), pp. 9-16

Lahiri, B. et al. (2012). Medical application of infrared thermography: A review. *Infrared Physics and Tecnology*. 55(4), pp. 221-235

Lee, G. et al. (2007). Thermography assessment of inferior alveolar nerve injury in patients with dento facial deformity. *Journal Oral Maxillofacial*, 65(1), pp. 74-78

Lipski, M. (2006). In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperatures generated by high-temperature thermoplasticized injectable gutta-percha obturation technique. *Journal Endodontic*. 35 (85), pp. 438-441

Madani, G. & Beale, T. (2006). Inflammatory conditions of the salivary glands. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. 27(6), pp. 440-451

Manami, MT. et al. (2013). Detection of dental microcracks using infrared thermography. *Journal of Endodontics*. 39 (1) pp.88-91



## O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária

Mc Beth, S. & Gratt, B. (1996). Thermographic assessment of temporomandibular disorders symptomology during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontic e Orthopedic Facial*. 109 (5), pp. 481-488

Nesbite, S. (2007). *Treatment planning in Dentistry*. Mosby – Elsevier. St Louis, pp. 3-6

Ring, J. (2000). The discovery of infrared radiation in 1800. *Imaging Science Journal*, 48(1), pp. 1-8

Ring, J. (2006). The historical development of temperature measurement in medicine. *Infrared Physics and Technology*. 49, pp. 297-301

Ring, J. & Ammer, K. (2012). Infrared thermal imaging in medicine. *Physiological Measurement*. 33, pp. 34-46

Soffin, CB. et al. (1983). Thermography and oral inflammatory conditions. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. 56(3) 256-262

Sniegowski, M. et al. (2015). Difference in ocular surface temperature by infrared thermography in phakic and pseudophakic patients. *Dove Press Journal*, 9, pp. 461-466

Swerdlow, B. & Dieter, J. (1992). An evaluation of the sensitivity and specificity of medical thermography for the documentation of myofascial trigger points. 48 (2), pp. 205-213

Usamentiaga, R. et al. (2014). Infrared thermography for temperature measurement and non-destructive testing. *Sensores*. 14, pp. 12305-12348

Venta, I. et al. (2001). Thermographic imaging of postoperative inflammation modified by anti-inflammatory pretreatment. *Journal Oral Maxillofacial Surg*. 59, pp.145-150

Will, R. et al. (1992). Infrared thermography: What is its place in rheumatology in the 1990s?. *British journal of rheumatology* 31, pp. 337-334

## **O uso da imagiologia por termografia na medicina dentária**

Wozniak, K. et al. (2015). Assessment of the sensitivity, specificity and accuracy of thermography in identifying patients with TMD. *Medical Science Monitor*, 21, pp. 1485-1493