

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

KAREN BORGES WALTRICK

**ARTEFATOS DE MATERIAIS DENTÁRIOS NAS IMAGENS POR
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DE CABEÇA E PESCOÇO:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

FLORIANÓPOLIS, Julho de 2018

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

KAREN BORGES WALTRICK

**ARTEFATOS DE MATERIAIS DENTÁRIOS NAS IMAGENS POR
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DE CABEÇA E PESCOÇO:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Professora Orientadora: Laurete Medeiros Borges, Dra.

Professor Coorientador: Matheus Brum Marques Bianchi Savi, Me.

FLORIANÓPOLIS, Julho de 2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

WALTRICK, KAREN BORGES
ARTEFATOS DE MATERIAIS DENTÁRIOS NAS IMAGENS POR RESSONÂNCIA
MAGNÉTICA DE CABEÇA E PESCOÇO / KAREN BORGES WALTRICK
; orientação de LAURETE MEDEIROS BORGES; coorientação
de MATHEUS BRUM MARQUES BIANCHI SAVI. -
Florianópolis, SC, 2018.

57 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. CST
em Radiologia. Departamento Acadêmico de Saúde e
Serviços.

Inclui Referências.

1. Materiais dentários. 2. Aparelhos ortodônticos.
3. Artefatos. 4. Imagem por ressonância magnética. 5.
Varreduras por RM. I. BORGES, LAURETE MEDEIROS. II. SAVI,
MATHEUS BRUM MARQUES BIANCHI . III. Instituto
Federal de Santa Catarina. Departamento Acadêmico de Saúde
e Serviços. IV. Título.

**ARTEFATOS DE MATERIAIS DENTÁRIOS NAS IMAGENS POR
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DE CABEÇA E PESCOÇO:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

KAREN BORGES WALTRICK

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Tecnólogo em Radiologia e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 05 de julho de 2018.

Banca examinadora:



Profª. Laurete Medeiros Borges, Dra.



Prof. Matheus Brum Marques Bianchi Savi, Me.



Prof. Alexandre D'Agostini Zottis, Dr.



Profª. Juliana Almeida Coelho de Melo, Dra.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso consiste em uma revisão integrativa da literatura que objetivou responder a pergunta: quais os materiais dentários disponíveis na atualidade que produzem artefatos e afetam a qualidade diagnóstica das imagens de RM da região de cabeça e pescoço? Para tal foi realizada uma busca sistematizada de artigos originais no *Pubmed* e *Scopus*, publicados no período de 2013 a 2017. Após a leitura e aplicação dos critérios de inclusão, 11 artigos foram incluídos na revisão. Os mesmos foram minuciosamente lidos e analisados, os dados coletados, e os estudos categorizados em dois grandes grupos: materiais dentários ortodônticos e materiais dentários diversos. Os estudos variaram muito entre si quanto aos tipos de materiais testados. Dentre os 11 estudos incluídos na revisão, 8 investigaram materiais ortodônticos, e os outros 3 estudos restantes avaliaram implantes dentários e coroas unitárias de titânio e/ou zircônia; materiais metálicos de 7 diferentes composições; e 19 tipos diferentes de materiais dentários metálicos e não metálicos como amálgama, resinas, cimentos, entre outros. Os resultados em comum apontaram que materiais ortodônticos de aço inoxidável provocam os maiores artefatos. Ligas metálicas não preciosas geram maiores artefatos do que aquelas com metais preciosos. Implantes dentários e coroas unitárias de zircônia causam menores artefatos do que implantes de titânio e coroas unitárias com metal. Materiais cerâmicos, como bráquetes, não representam um problema na produção de artefatos. O tamanho do artefato está diretamente relacionado aos parâmetros de sequências de aquisição da imagem empregados. Um equipamento de 3 Tesla produz artefatos maiores do que um de 1,5. As imagens serão mais afetadas pelos artefatos quanto mais próximas estiverem do material. Materiais metálicos com grande volume podem provocar artefatos tão extensos capazes de inviabilizar a interpretação diagnóstica das imagens de RM do cérebro. Portanto, a gravidade dos artefatos provocados por materiais dentários nas imagens de RM de cabeça e pescoço dependem do tipo, da composição e volume do material, dos parâmetros de sequências de aquisição de imagem e da intensidade do campo magnético principal utilizado.

Descritores: Materiais dentários, aparelhos ortodônticos, artefatos, imagem por ressonância magnética, varreduras por IRM.

ABSTRACT

The present study consists of an integrative review of the literature that aimed to answer the question: which of the existing dental materials produce artifacts and affect the diagnostic quality of MRI images of the head and neck region? For the latter purpose, a systematized search of original articles published in the period from 2013 to 2017, was carried out in Pubmed and Scopus. After reading and applying the inclusion criteria, eleven articles were included in the review. The articles were meticulously read and analyzed, the data collected, and the studies categorized into two large groups: orthodontic dental materials and miscellaneous dental materials. The studies varied among them regarding the types of materials tested. Of the eleven studies included in the review, eight investigated orthodontic materials, and the remaining three studies evaluated dental implants and titanium and/or zirconia crowns; metallic materials of seven different compositions; and nineteen different types of metallic and non-metallic dental materials such as amalgam, composites, cements, among others. Results indicated that stainless steel orthodontic materials caused the largest artifacts. Non-precious metal alloys generated larger artifacts than precious metal alloys. Dental implants and single crowns of zirconia caused smaller artifacts than titanium implants and single crowns with metal. Ceramic materials, such as brackets, are not a problem in the production of artifacts. The size of the artifact is directly related to the parameters of the image acquisition sequences employed. A 3T MR scanner produces artifacts larger than a 1.5T scanner. Images will be more affected by artifacts as they are closer to the material. Metallic materials with high volume may cause such extensive artifacts as to render the diagnostic interpretation of the MRI images of the brain unviable. Therefore, the severity of artifacts caused by dental materials on head and neck MRI images depends on the type, composition and volume of the material, on the parameters of image acquisition sequences, and on the intensity of the main magnetic field used.

Key-words: Dental materials. Orthodontic appliances. Artifacts. Magnetic resonance imaging. IRM scans.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	07
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	08
1.2 JUSTIFICATIVA.....	08
1.3 OBJETIVOS.....	09
1.3.1 Objetivo geral	09
1.3.2 Objetivos específicos	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 EXAMES DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA (RM).....	11
2.2.1 RM para a região de cabeça e pescoço	11
2.2 MATERIAIS DENTÁRIOS EM RM.....	14
2.2.1 Efeito de susceptibilidade magnética em RM	14
2.2.2 Materiais dentários e artefatos em RM	16
3 METODOLOGIA	22
3.1 SELEÇÃO DA QUESTÃO NORTEADORA DA PESQUISA.....	22
3.2 AMOSTRAGEM.....	22
3.3 CATEGORIZAÇÃO DOS ESTUDOS.....	25
3.4 AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS.....	26
3.5 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS E APRESENTAÇÃO DA REVISÃO...26	
4 RESULTADOS	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE A – (Instrumento para coleta de dados).....	56
APÊNDICE B – (Quadro resumo – análise e sumarização dos artigos).....	57

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas três décadas os exames de ressonância magnética (RM) têm sido amplamente utilizados para as avaliações clínicas em geral. Em função do seu excelente contraste de tecidos moles, alta resolução, e da não utilização de radiação ionizante, essa modalidade de imagem é considerada ideal para as avaliações das estruturas anatômicas e alterações patológicas associadas à região de cabeça e pescoço (FIELDING; RECK; BARKER, 1987; ELISON et al., 2008; WYLEZINSKA et al., 2015). Contudo, a presença de materiais dentários na cavidade bucal, como aparelhos ortodônticos, implantes, próteses e até mesmo restaurações, podem produzir artefatos. Tais artefatos estão essencialmente relacionados às propriedades ferromagnéticas dos materiais, que podem interferir diretamente no campo magnético da RM durante a aquisição das imagens, por meio do efeito de susceptibilidade magnética, o que pode afetar a formação das imagens e comprometer consideravelmente a qualidade diagnóstica das mesmas (EGGERS et al., 2005; COSTA et al., 2009).

Juntamente com o aumento na demanda por exames de RM, cresce a demanda clínica e tecnológica pela melhoria e o aprimoramento das propriedades dos materiais empregados na odontologia, tanto nas características estéticas, físicas e de biocompatibilidade. Esta demanda faz com que novos materiais estejam comercialmente disponíveis a cada dia, sendo incorporados de forma rápida na prática clínica. Entretanto, ao que parece, a compatibilidade dos materiais dentários com as imagens por RM, mais especificamente com relação ao seu potencial de gerar artefatos, é uma característica que não tem sido devidamente considerada por parte dos fabricantes destes materiais (BLANKENSTEIN et al., 2015).

Informações sobre os artefatos de susceptibilidade magnética provocados por materiais dentários estão disponíveis em meio eletrônico, por meio de artigos científicos publicados em periódicos, ou outras fontes, como o site MRI Safety Home, do Instituto de Segurança, Educação, e Pesquisa de Ressonância Magnética (*Institute for Magnetic Resonance Safety, Education, and Research, Playa Del Rey, CA*), o qual apresenta várias informações importantes quanto à geração de artefatos nas imagens por RM e disponibiliza uma lista de publicações que apresentam estudos relacionados especificamente aos materiais dentários. Porém, em pesquisa

na literatura pertinente, não foi encontrado nenhum artigo de revisão recentemente publicado sobre o referido tema.

O presente trabalho de conclusão de curso é uma revisão integrativa, realizada por meio do levantamento de artigos na literatura científica, executada em bases de dados eletrônicas, via acesso *online*. Para tal foi realizada uma busca sistemática dos artigos referentes ao tema publicados nos últimos cinco anos; seguida da coleta de dados, análise dos resultados, discussão e apresentação dos mesmos.

A primeira parte deste trabalho apresenta o problema de pesquisa, pautado no questionamento acerca de quais os materiais dentários produzem artefatos e afetam a qualidade diagnóstica das imagens por RM da região de cabeça e pescoço. Ainda na primeira parte são apresentadas a justificativa e os objetivos. No segundo capítulo encontra-se a revisão da literatura, onde os temas referentes aos exames de RM para a região de cabeça e pescoço, e os artefatos de susceptibilidade magnética causados por materiais dentários são contextualizadas a partir das informações disponíveis nas fontes teórico/científicas. A metodologia a ser empregada na revisão integrativa é descrita no capítulo 3. O capítulo seguinte, intitulado Resultados, é apresentado sob a forma de artigo. E por fim, o capítulo 5 aborda as considerações finais do trabalho.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais os materiais dentários disponíveis na atualidade que produzem artefatos e afetam a qualidade diagnóstica das imagens por RM da região de cabeça e pescoço?

1.2 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema da presente pesquisa surgiu durante as atividades acadêmicas desenvolvidas na disciplina de ressonância magnética do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia-IFSC. O contato com o tema artefatos de susceptibilidade magnética despertou o interesse da pesquisadora em aprofundar os

estudos sobre o mesmo, relacionando-o aos materiais dentários capazes de interferir na qualidade diagnóstica das imagens por RM.

Os materiais dentários, em função da sua presença na cavidade bucal, podem interferir diretamente no campo magnético durante os exames de RM, afetando diretamente a obtenção das imagens, por meio da produção de artefatos que inviabilizam a qualidade diagnóstica das mesmas. Inúmeros são os materiais disponíveis e utilizados na prática odontológica, com as mais diferentes composições, muitos dos quais apresentam características ferromagnéticas capazes de comprometer as imagens por RM.

Em pesquisa inicial na literatura científica disponível, foi possível encontrar vários artigos que se referem a estudos de artefatos produzidos nas imagens de cabeça e pescoço por diferentes materiais dentários, em diferentes equipamentos de RM. Muitos estudos pesquisaram a interferência dos aparelhos ortodônticos, implantes, próteses ou restaurações dentárias, apresentando vários dados diferentes relativos à geração de artefatos. Entretanto, não foi encontrado nenhum artigo de revisão relatando o conhecimento produzido mais recentemente sobre o tema, e que apresentasse as informações mais pertinentes e relevantes para a prática profissional odontológica, médica, e dos profissionais das técnicas radiológicas;

Neste contexto, o presente trabalho consiste em uma revisão integrativa, que reuniu e sintetizou os resultados de pesquisas sobre a influência de materiais dentários na qualidade de imagem em exames de RM de cabeça e pescoço, visando assim contribuir para o aprofundamento do conhecimento acerca do referido tema.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão integrativa das evidências disponíveis em periódicos científicos, no período de 2013 a 2017, a respeito da influência de materiais dentários na qualidade diagnóstica das imagens de RM de cabeça e pescoço.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Relacionar os materiais dentários que provocam artefatos nas imagens por RM;
- b) Identificar o tipo e extensão dos artefatos gerados nas diferentes intensidades dos campos magnéticos, em diferentes equipamentos de RM;
- c) Identificar as imagens da região de cabeça e pescoço mais afetadas pelos referidos artefatos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EXAMES DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA - RM

Na década de 1970, alguns estudos publicados apontavam o potencial da RM para aplicações médicas. Em 1971, em um experimento feitos com ratos, Raymond Damadian relatou a utilidade da espectroscopia por RM na detecção e diferenciação de tumores malignos (DAMADIAN,1971). Dois anos depois, Paul Christian Lauterbur produziu a primeira imagem por RM (LAUTERBUR, 1973). A partir desta data, a RM se desenvolveu como uma ferramenta de imagem com grande utilidade para o diagnóstico médico, tendo sido publicados inúmeros estudos sobre as suas mais diversas aplicações clínicas na década seguinte.

No início de 1985, em torno de 200 equipamentos de imagem por RM já estavam em funcionamento em todo o mundo (SCHERZINGER; HENDEE, 1985). Neste período, a imagem por RM já era reconhecida por sua capacidade em retratar a anatomia normal e as condições anormais presentes no organismo humano, nas mais diferentes regiões, como: cabeça e pescoço, sistema nervoso central, mediastino, sistema cardiovascular, tórax, abdômen, pélvis e sistema músculo-esquelético (CAMMOUN; HENDEE; DAVIS, 1985).

2.1.1 RM para a região de cabeça e pescoço

Dentre as inúmeras aplicações clínicas da RM, as imagens da região de cabeça e pescoço são amplamente solicitadas por proverem um excelente contraste entre os tecidos, com imagem de alta resolução, favorecendo a avaliação das diferentes estruturas que compõem essa complexa região anatômica. A RM é considerada como ideal para imagens anatômicas do cérebro e região craniofacial, superando outras modalidades de imagem (WYLEZINSKA et al., 2015).

Muitos pacientes com condições de anomalias ou alterações patológicas de cabeça e pescoço se beneficiam do uso da RM, como nos casos alterações infecciosas, tumores, atresias sinusais e sinusites, avaliações da hipófise, esclerose

múltipla, doença de Alzheimer, enxaquecas, acidentes vasculares cerebrais, autismo, distúrbios convulsivos e paralisia cerebral, além de um crescente interesse em estudos de imagens funcionais por RM do trato vocal (FIELDING; RECK; BARKER, 1987; ELISON et al., 2008; WYLEZINSKA et al., 2015). A RM possibilita o monitoramento destes casos citados de forma menos invasiva e mais eficiente do que com outras modalidades de imagem (WYLEZINSKA et al., 2015).

Além das inúmeras indicações para a medicina, as imagens por RM também apresentam grande contribuição diagnóstica para a odontologia. Nas últimas décadas, vários estudos têm demonstrado o papel das imagens por RM nas mais variadas aplicações na prática odontológica, como: localização tridimensional de dentes impactados (TYMOFIYEVA et al., 2010), avaliação morfológica e funcional dos músculos da mastigação (HSU et al., 2001; YAMAGUCHI et al., 2017), planejamento de implantes dentários (GRAY et al., 2003), avaliação do crescimento mandibular (CEVIDANES et al., 2005), entre outras.

Para a avaliação das glândulas salivares, por exemplo, as imagens de sialografia dinâmica por RM foram investigadas como uma ferramenta diagnóstica nos casos de pacientes com queixa principal de xerostomia, mostrando-se como uma técnica objetiva para detectar modificações nas glândulas de paciente que apresentavam volume de saliva alterado e sensação de boca seca (TANAKA et al., 2008). Em outro estudo prévio, as imagens por RM foram utilizadas para avaliar a eficácia destas no diagnóstico de tumores de glândulas salivares menores e compará-las com os dados obtidos em tomografia computadorizada (TC), sendo que a RM demonstrou arquitetura dos tumores de forma multidirecional, mostrando superioridade à TC na capacidade de localizar estas lesões (KANEDA et al., 1994).

Já para as avaliações da articulação temporomandibular (ATM), a RM é considerada a principal modalidade de imagem (WYLEZINSKA et al., 2015). Sua principal vantagem nestes casos se refere ao fornecimento de diferentes planos com alta definição dos tecidos moles, evidenciando em detalhes a imagem do disco articular e respectivos tecidos circunjacentes (CAMMOUN; HENDEE; DAVIS, 1985; MORALES; CORNELIUS, 2016). Atualmente, a RM é o padrão-ouro para o diagnóstico de distúrbios do disco articular, e a importância das suas imagens e a correlação com os achados clínicos estão se tornando cada vez mais reconhecidas, particularmente nos casos de doenças articulares degenerativas (MORALES; CORNELIUS, 2016). Em casos de pacientes que apresentam disfunção da

articulação temporomandibular (DTM), os quais não podem ser avaliados de forma totalmente confiável apenas por um exame clínico, as imagens por RM podem demonstrar anormalidades das articulações não observadas com nenhum outro método de imagem, sendo o melhor método para fazer uma avaliação diagnóstica do status da ATM. O protocolo de imagem padrão consiste em imagens coronal e sagital oblíquas das ATMs que são obtidas perpendiculares ou paralelas ao logo eixo do côndilo mandibular, permitindo visualizar a posição e a morfologia do disco articular, as estruturas ósseas, como também evidenciar a presença de derrame em condições de inflamação (LARHEIM, 2005). Estudos avaliando as disfunções das articulações temporomandibulares em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico apontam a crescente prevalência de DTM em pacientes com má oclusão que estão sendo submetidos ao tratamento ortodônticos, tornando necessário monitorar a ATM com RM antes e durante o tratamento (OKANO et al., 2003)

Além de ser considerada a modalidade de imagem de escolha para avaliação das estruturas que compõem a ATM, a RM tornou-se também uma técnica padrão para a avaliação de outros distúrbios da cavidade bucal como, por exemplo, os casos de carcinomas bucais. A imagem por RM desempenha um papel importante na avaliação de carcinomas bucais, pois é capaz de delinear com precisão os limites, fornecendo informações sobre a extensão das lesões, a provável infiltração de grandes vasos, o envolvimento dos linfonodos e a presença de propagação perineural, contribuindo assim para a determinação do tratamento e prognóstico (MOREIRA et al., 2017; HAGIWARA; NUSBAUM; SCHMIDT, 2012). Na última década, técnicas avançadas de imagem por RM, incluindo espectroscopia e imagens de perfusão, vêm sendo investigadas por potencialmente delinear melhor a extensão tumoral verdadeira, determinar com precisão as metástases dos linfonodos regionais e prever a resposta ao tratamento (HAGIWARA; NUSBAUM; SCHMIDT, 2012). Uma revisão sistemática publicada recentemente demonstrou que imagens por RM (tradicionais, por difusão, ou dinâmica com uso de contraste) exibiram uma precisão satisfatória em comparação com a biópsia. Por meio da análise das evidências publicadas na literatura científica, este estudo concluiu que a RM é um método adequado e preciso para o diagnóstico de câncer bucal e para monitorar os pacientes acometidos por esta doença (MOREIRA et al., 2017).

Em comparação à tomografia computadorizada (TC), por exemplo, a RM se mostra superior na avaliação e diferenciação detalhada das estruturas bucais

normais, oferecendo menor susceptibilidade a artefatos de imagem provocados pela presença de materiais dentários, além do fato de ser uma modalidade de imagem livre de radiação ionizante (HAGIWARA; NUSBAUM; SCHMIDT, 2012), e sem riscos biológicos conhecidos (MOREIRA et al., 2017).

2.2 MATERIAIS DENTÁRIOS EM RM

2.2.1 Efeito de susceptibilidade magnética em RM

Como em todas as modalidades de imagem, também na RM os artefatos podem ocorrer causando prejuízo da qualidade de imagem, podendo degradá-la, tornando impossível a sua interpretação em alguns casos (COSTA et al., 2009).

As imagens geradas por RM são:

[...] o resultado da interação do forte campo magnético produzido pelo equipamento com os prótons de hidrogênio do tecido humano, criando uma condição para que possamos enviar um pulso de radiofrequência e, após, coletar a radiofrequência modificada, através de uma bobina ou antena receptora. Este sinal coletado é processado e convertido numa imagem ou informação (MAZZOLA, 2009, p.117).

A RM é baseada na interação do material examinado com o campo magnético, e as propriedades físicas individuais do respectivo material são de grande importância (EGGERS et al., 2005) e irão definir as características das imagens que serão geradas. Qualquer material (tecido vivo ou objeto) quando submetido a um campo magnético é magnetizado em um grau que varia de acordo com a sua susceptibilidade magnética (COSTA et al., 2009), sendo este último um parâmetro decisivo para a compatibilidade de um material com a RM. A presença do material, com sua respectiva susceptibilidade magnética, no interior do campo magnético, interage em maior ou menor grau, podendo promover inconsistências na homogeneidade deste campo, interferindo assim na formação das imagens por meio da geração de artefatos (ELISON et al., 2008).

Desta maneira, a susceptibilidade magnética de um material pode ser utilizada como um indicador do impacto deste material sobre o artefato resultante na RM, o qual ainda irá depender também da forma e orientação do objeto, da força do

campo magnético estático, e do tipo de sequência de pulso (tipo de eco, dimensionalidade) e outros parâmetros como as amplitudes de gradiente, tempo de eco, posição e orientação do volume de interesse. Tais artefatos causados pela inhomogeneidade do campo magnético podem ser decorrentes não só da diferença entre a susceptibilidade magnética dos materiais metálicos e do tecido observado, como também da variação de campos magnéticos resultante das correntes de Foucault induzidas pela radiofrequência em um dispositivo condutor, ou pela mudança de gradientes (STARČUKOVÁ et al., 2008).

Os artefatos de suscetibilidade na RM podem, por exemplo, ser causados pela presença de materiais ferromagnéticos, como certos metais, que devido à sua maior susceptibilidade magnética promovem inhomogeneidade e uma grande distorção no campo magnético (ELISON et al., 2008; DUTTENHOEFER et al., 2015), com a conseqüente perda de sinal e dificuldade na reconstrução da imagem (ELISON et al., 2008). Componentes ferromagnéticos de materiais metálicos alteram as frequências de precessão dos prótons dos tecidos adjacentes aos metais, causando perda de sinal e distorção espacial na área circundante (STARČUKOVÁ et al., 2008; DUTTENHOEFER et al., 2015). Em geral, a magnitude de um artefato de imagem durante a RM corresponde ao magnetismo do metal, e o dano na imagem depende da forma, posição, orientação e número dos objetos presentes (COSTA et al., 2009).

Nos últimos anos, os exames de RM da região de cabeça e pescoço vêm sendo amplamente realizados em um grande número de pacientes, muitos dos quais são portadores de materiais metálicos presentes na cavidade bucal, tais como coroas dentárias, próteses parciais fixas, implantes, entre outros (STARČUKOVÁ et al., 2008). Estes materiais presentes em boca são potencialmente capazes de produzir inhomogeneidade no campo magnético da ressonância, gerando artefatos de susceptibilidade nas imagens da região de cabeça e pescoço, em função da relação de proximidade das demais estruturas anatômicas desta região com a cavidade bucal. Mesmo que a imagem por RM solicitada não seja para a avaliação da cavidade bucal, o tamanho e a extensão dos artefatos podem comprometer e até mesmo inviabilizar a obtenção de imagens com qualidade diagnóstica das estruturas adjacentes. Artefatos causados por materiais dentários metálicos, como coroas, implantes e aparelhos ortodônticos, se constituem em um problema comum na RM de cabeça e pescoço (COSTA et al., 2009), podendo reduzir a qualidade da imagem

na região maxilofacial (EGGERS et al., 2005), e até mesmo comprometer seriamente a imagem, limitando assim a sua utilidade como uma ferramenta de diagnóstico. Tais artefatos podem encobrir uma patologia (tumores, tecidos inflamatórios, etc), obscurecer a anatomia da área a ser examinada, e dificultar a localização uma estrutura anatômica antes de uma cirurgia (KLINKE et al., 2012).

2.2.2 Materiais dentários e artefatos em RM

Muitos artigos já descreveram o potencial dos materiais dentários em gerar artefatos nas imagens por RM. Estudos *in vitro* demonstraram o quanto materiais como amálgamas e ligas metálicas, implantes de titânio e zircônia, ou ainda componentes cerâmicos ou metálicos de aparelhos ortodônticos são capazes de produzir artefatos nas imagens por RM (STARČUKOVÁ et al., 2008; BLANKENSTEIN et al., 2015; WYLEZINSKA et al., 2015). Alguns utilizaram espécimes animais (EGGERS et al., 2005; DUTTENHOEFER et al., 2015). Enquanto outros estudos abordaram o tema em situações clínicas, avaliando imagens de pacientes (OKANO et al., 2003; ELISON et al., 2008; COSTA et al., 2009).

O estudo conduzido por Starčuková et al. (2008) mensurou os valores de susceptibilidade magnética de diversos materiais dentários metálicos (45 ligas de diferentes composições), quantificando os artefatos encontrados em imagens por RM em amostras padronizadas e sequências de pulsos padrão (spin-eco e gradiente-eco). Os diferentes materiais foram testados previamente e nenhum deles respondeu positivamente como sendo ferromagnético. As maiores diferenças nas susceptibilidades magnéticas, e conseqüentemente os maiores artefatos, foram encontrados nas ligas de bronze de alumínio. Os autores ressaltam que o material dentário ideal deveria apresentar uma susceptibilidade magnética idêntica ao tecido observado, o que é impossível. Entretanto, a imagem por RM se torna viável na presença de materiais dentários com baixa susceptibilidade magnética, mas nem todos os materiais em uso na odontologia cumprem esse requisito. O conhecimento de parâmetros de susceptibilidade magnética pode fornecer aos dentistas e aos fabricantes de materiais dentários indicações relativas aos materiais dentários mais compatíveis com as imagens por RM.

Dependendo da liga metálica utilizada, artefatos de diferentes tamanhos podem ocorrer e interferir significativamente nas informações diagnósticas relativas às estruturas anatômicas próximas ao metal presente. Em um estudo recentemente publicado, Blankenstein et al. (2015) relataram que a presença de aparelhos ortodônticos fixos, com componentes metálicos (bráquetes, bandas e arcos ortodônticos), podem causar artefatos e interferir nas imagens por RM do cérebro, sistema nervoso central (SNC), coluna cervical ou ATMs dos pacientes, prejudicando significativamente a qualidade diagnóstica. Em um estudo *in vitro*, estes autores mensuraram artefatos de imagem na RM produzidos por componentes ortodônticos feitos de diferentes ligas metálicas, em equipamentos com diferentes intensidades de campo magnético, de 1,5 e 3 Tesla, e utilizando diferentes sequências (spin-eco e gradiente-eco). Eles observaram que a formação de artefatos depende das propriedades do material (tamanho da amostra, estrutura cristalina e processo de fabricação) e das especificações do sistema de RM usado (intensidade do campo magnético principal, tipo de sequência). Os resultados variaram consideravelmente em alguns materiais de acordo com o tipo de aço, sendo que materiais compostos por titânio puro ou por ligas de cromo-cobalto e níquel-titânio não foram associados a artefatos nas sequências spin-eco, não interferindo na qualidade diagnóstica das imagens. Arcos metálicos de aço, alcançando todo o comprimento do arco dental, criaram os maiores artefatos, que também foram maiores no equipamento de 3 do que no de 1,5 Tesla, e na sequência gradiente-eco do que na spin-eco. Entretanto, este aumento não foi proporcional ao aumento da intensidade do campo magnético, sendo que este parâmetro não teve um efeito crítico no tamanho do artefato como os efeitos observados em combinação com a sequência de eco utilizada e a composição da liga metálica. Os autores ressaltam que a informação da susceptibilidade magnética dos produtos não é fornecida por nenhum fabricante de materiais ortodônticos, sendo que estes não são obrigados a divulgar tais propriedades. Enfatizam ainda que os ortodontistas devem considerar se uma liga metálica pode ser magnetizada ao selecionar seus materiais. O uso de um pequeno ímã pode identificar se estes materiais tem potencial para provocar artefatos, pois, se o ímã se aderir ao metal, obviamente ele é ferromagnético e deverá ser removido antes de um exame de RM da região de cabeça e pescoço. Entretanto, se o teste magnético for negativo a ausência de artefatos não é garantida, pois o processo de fabricação dos fios de aço pode alterar suas propriedades magnéticas.

Em um outro estudo *in vitro*, Wylezinska et al. (2015) também avaliaram os artefatos produzidos pelos aparelhos ortodônticos nas imagens por RM. Para tal foram utilizados dispositivos comumente usados na prática clínica ortodôntica, incluindo arcos de alinhamento de aço inoxidável e de ligas de titânio, molas de expansão, bandas de molares, bráquetes ortodônticos de cerâmica com ou sem metal e bráquetes de aço inoxidável. O magnetismo destes materiais foi previamente testado por meio de um ímã, e todos os materiais de aço mostraram-se magnéticos, enquanto os outros materiais não. As imagens foram realizadas em um equipamento de RM de 1,5 Tesla em duas sequências padrão - spin-eco e gradiente-eco, e duas sequências otimizadas – sequência turbo spin-eco 3D e sequência dinâmica bSSFP (*balanced steady-state free precession*) que é uma sequência em tempo real utilizada para imagens dinâmicas da fala e estudos de deglutição. Os artefatos provocados pelos materiais foram mensurados e apresentaram tamanhos diferentes de acordo com o tipo de material e a sequência de imagem utilizada. Os menores artefatos foram observados nas sequências spin-eco, maiores para gradiente-eco, e ainda mais extensos para a sequência bSSFP. Segundo o que os autores observaram, os dispositivos de aço inoxidável, especialmente os arcos de alinhamento, podem degradar qualidade da imagem além da aceitabilidade clínica, devendo ser removidos antes realização do exame. Em contrapartida, os materiais não metálicos, não metálicos com reforço de níquel-cromo ou de ligas de níquel-titânio, não causaram interferências significativas. Eles ressaltam ainda a importância dos ortodontistas estarem cientes dos possíveis artefatos causados por aparelhos ortodônticos fixos, sendo que o tipo de material a ser instalado deve ser considerado em pacientes que podem necessitar de RM craniana e facial.

Em estudo realizado com pacientes, simulando a situação clínica, Elison et al. (2008) também avaliaram a distorção da imagem por RM craniana causada por vários tipos de aparelhos ortodônticos. Os pacientes utilizaram uma moldeira composta por material previamente testado e que não interferiu na qualidade das imagens por RM. Sobre esta moldeira foram aplicados diferentes bráquetes feitos de plástico, cerâmica, titânio e aço inoxidável, e as imagens por RM destes conjuntos foram realizadas em um equipamento de 1,5 Tesla, nas sequências padrão spin-eco, fast-spin-eco, gradiente-eco, além de uma sequência ponderada por difusão. As imagens foram então avaliadas por neuroradilogistas com relação à presença de artefatos e distorção, e consequente qualidade diagnóstica, em diferentes regiões

anatômicas (base da língua, corpo da mandíbula, palato duro, órbitas, nasofaringe, hipófise, lobos frontal e temporal, e tronco cerebral). Os bráquetes de aço inoxidável causaram mais distorção nas imagens, sendo classificados como imagens não-diagnósticas, recebendo maiores pontuações de distorção média para todas as regiões anatômicas, enquanto os bráquetes de cerâmica, titânio e plástico tiveram pontuações médias de distorção, mantendo as imagens na faixa diagnóstica. As áreas que apresentaram maior distorção foram o corpo da mandíbula, o palato duro, a base da língua, órbitas, nasofaringe e lobos frontais. Em geral, quanto maior a proximidade do bráquete de aço inoxidável com uma região anatômica específica, maior a distorção da imagem. Quanto mais longe a área anatômica de interesse, menos efeito o material terá na qualidade diagnóstica das imagens por RM. Na avaliação do efeito dos bráquetes de aço inoxidável, a mandíbula mostrou a maior distorção, e o tronco cerebral mostrou a menor. Os autores enfatizam que os metais que causam distorção nas imagens por RM só devem ser usados em ortodontia se forem removíveis e não fixos, e mesmo não sendo prático ou necessário evitar os suportes de aço inoxidável em todos os pacientes, é claramente importante melhorar a avaliação clínica inicial com relação à probabilidade de um paciente vir a se submeter a uma RM craniana. Assim, o profissional deve considerar a não utilização de bráquetes de aço inoxidável em pacientes que demandam avaliações periódicas de RM.

Avaliando diretamente as implicações clínicas dos aparelhos ortodônticos e também de outros materiais dentários, como coroas de ouro e implantes dentários, nos exames de RM, Costa et al. (2009) realizaram um estudo retrospectivo em uma amostra de 1200 imagens de pacientes que se submeteram à RM de cérebro para investigação de epilepsia. As sequências de imagens utilizadas para estes exames foram spin-eco, gradiente-eco e FLAIR. O estudo investigou a presença de artefatos de materiais dentários metálicos na região orofacial e encontrou 70 imagens por RM que apresentavam estas características. A extensão do dano causado pelo material foi analisada visualmente e a imagem foi classificada sendo ou não acessível para avaliação diagnóstica na região do cérebro. A maioria dos artefatos foi gerada por aparelhos ortodônticos (78%), seguido pelos implantes dentários (18%), e pelas coroas de ouro (4%). Da mesma maneira, os aparelhos ortodônticos produziram o maior número de imagens sem qualidade diagnóstica, seguidos dos implantes dentários. As imagens com alguns artefatos causados pelas coroas de ouro foram

aceitáveis para a avaliação diagnóstica. Os autores concluíram que a maioria dos artefatos de materiais dentários é originada por aparelhos ortodônticos metálicos, comprometendo grandes áreas das imagens, tornando difícil a sua interpretação. Já as coroas de ouro, mesmo com o potencial de gerar artefatos, não mostraram uma influência importante nas imagens por RM do cérebro quando comparadas aos implantes dentários e aos aparelhos ortodônticos. Os autores ressaltaram também que o radiologista deve estar ciente dos efeitos de aparelhos ortodônticos e implantes dentários nos exames de RM de cabeça e pescoço, e como a qualidade diagnóstica destas imagens pode ser afetada, sugerindo ainda que os aparelhos ortodônticos metálicos sejam removidos antes da realização do exame, garantindo assim uma imagem com qualidade diagnóstica.

Além do aço inoxidável, do ouro e do titânio, a odontologia também utiliza uma vasta gama de outros metais e ligas das mais diferentes composições. Metais como prata e platina, e ligas a base de cromo, cobalto, molibdênio e níquel, são amplamente utilizados na produção de materiais dentários (COSTA et al., 2009). Metais como amálgama de prata e ouro foram muito utilizados, e ainda estão presentes na cavidade bucal de muitos pacientes. Da mesma maneira, implantes de titânio foram, e continuam sendo amplamente utilizados para substituir dentes ausentes, estando presentes em um número crescente de pacientes.

Em um estudo realizado com mandíbulas de porco completas (tecido ósseo e tecidos moles), Eggert et al. (2005) avaliaram o potencial de materiais restauradores (amálgama e ouro) e implantes metálicos causarem artefatos nas imagens por RM. Em função do alto teor de metais diamagnéticos e da falta de componentes ferromagnéticos, poucos artefatos eram esperados. As imagens dos espécimes (com e sem os materiais) foram obtidas em um equipamento de 1,5 Tesla e adquiridas por meio de sequências spin-eco e turbo spin-eco (com e sem supressão de gordura), e sequência gradiente-eco. Todas as imagens foram investigadas visualmente, sendo avaliadas com relação à capacidade de demonstrar todas as partes da anatomia envolvida. A análise das imagens foi realizada usando uma ferramenta de software especialmente projetada para esta tarefa. Para avaliar a extensão da geração de artefatos, imagens correspondentes da mesma região anatômica com e sem metal foram comparadas. As imagens foram avaliadas quanto ao contraste, diferenciação de tecido e detalhes anatômicos. Num primeiro momento, a avaliação visual das imagens das mandíbulas com os metais dentários

não revelou artefatos notáveis (deformação ou ausência de sinal) capazes de prejudicar a avaliação da anatomia. A análise da imagem por meio da ferramenta de software não revelou artefatos sistemáticos para o amálgama ou para o ouro. Por outro lado, pequenas alterações puderam ser observadas bem perto do implante de titânio, porém tais alterações não apresentam uma relevância clínica. As ligas de ouro e amálgama utilizadas neste estudo não continham metais ferromagnéticos, o que explica os bons resultados nas imagens. No entanto, o implante de titânio continha vestígios de ferro ferromagnético, o que elucida os pequenos, mas detectáveis, artefatos gerados. Os autores então concluíram que as restaurações dentárias feitas a partir de ouro, amálgama, e mesmo o titânio, não reduziram a qualidade da imagem por RM da região maxilofacial, nas sequências investigadas.

Mais recentemente, Duttenhoefer et al. (2015), em um estudo realizado também com espécimes animais (hemimandíbulas de porco) investigaram e quantificaram os artefatos produzidos por implantes de titânio e zircônia nas imagens por RM. Implantes de titânio e de zircônia foram implantados nas hemimandíbulas e as imagens foram obtidas em um equipamento de RM de 3 Tesla, com sequências de aquisição turbo spin-eco. Nas imagens obtidas, tanto os implantes de zircônia quanto os implantes de titânio apresentaram contraste hipointenso. O titânio provocou uma forte distorção do campo magnético principal, enquanto que a zircônia causou níveis de distorção mínimos. Enquanto as demarcações dos implantes de zircônia puderam ser delimitadas com precisão, os implantes de titânio produziram uma extensa ausência de sinal devido aos fortes artefatos de suscetibilidade. A visualização da estrutura óssea adjacente se tornou impossível nestas regiões. Os autores demonstraram que as imagens por RM são uma alternativa viável para avaliação pós-implantação de implantes de zircônia na odontologia, permitindo uma avaliação precisa da forma, tamanho e localização destes implantes. E, contrariamente à zircônia, os implantes de titânio não são adequados para as imagens por RM.

De acordo com o que foi exposto, é possível concluir que os materiais dentários devem ser selecionados com base não apenas em biocompatibilidade e qualidades funcionais e estéticas, mas também com relação a sua compatibilidade e potencial mínimo de gerar artefatos nas imagens por RM.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa consiste em uma revisão integrativa da literatura sobre a influência de materiais dentários na qualidade diagnóstica das imagens de RM de cabeça e pescoço. Sua construção foi estruturada na condução de seis etapas: seleção da questão norteadora de pesquisa, amostragem, apresentação dos dados da pesquisa primária, análise dos dados, interpretação dos resultados e apresentação da revisão (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

3.1 SELEÇÃO DA QUESTÃO NORTEADORA DA PESQUISA

Nesta primeira etapa, levando-se em conta o referencial teórico apresentado no segundo capítulo deste trabalho, foi definida como questão norteadora da pesquisa: quais os materiais dentários disponíveis na atualidade que produzem artefatos e afetam a qualidade diagnóstica das imagens de RM da região de cabeça e pescoço?

3.2 AMOSTRAGEM

A segunda etapa refere-se à amostragem, onde a partir dos critérios de inclusão e exclusão, escolha dos descritores e construção da estratégia de busca, foi realizado o levantamento dos artigos na literatura específica, culminando com a definição da amostra daqueles estudos que compuseram a presente revisão integrativa. Para tal, seguiu-se a sistematização da busca de dados, com o objetivo de garantir a abrangência dos mesmos.

Para a busca dos artigos na literatura foram utilizadas as bases de dados eletrônicas *Scopus* e *Pubmed*, acessadas via internet, por meio do sistema CAFe /IFSC.

Os termos que nortearam a estratégia de busca foram estabelecidos de acordo com os descritores previamente definidos em consulta ao DeCS (Descritores em Ciências da Saúde – BIREME) e com confirmação dos subtítulos médicos do *MeSH* (Medical Subject Headings - NLM National Library of Medicine). Os descritores escolhidos foram os seguintes: *dental materials*, *dental alloys*, *dental*

cements, dental implants, dental porcelain, resins, synthetic, orthodontics, orthodontic appliances, orthodontic braces, orthodontic brackets, orthodontic wires, artifacts, artefacts, magnetic resonance imaging, imaging, magnetic resonance, e MRI scans, sendo que para alguns destes também foram utilizadas as respectivas variações no singular. A combinação entre os descritores, e respectivas variantes, foi realizada por meio do uso dos operadores booleanos, OR e AND, seguindo as características específicas das bases de dados acessadas. Também foram utilizados como filtros o idioma inglês, e o período de pesquisa entre o dia 01 de janeiro de 2013 ao dia 31 de dezembro de 2017. As estratégias de busca estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Bases de dados e estratégias de busca utilizadas na revisão.

Bases de dados	Estratégias de busca
<i>Pubmed</i>	Search (((((((((((("dental materials") OR "dental alloys") OR "dental cements") OR "dental implants") OR "dental porcelain") OR "resins, synthetic") OR "orthodontics") OR "orthodontic") OR "orthodontic appliances") OR "orthodontic braces") OR "orthodontic brackets") OR "orthodontic wires"))) AND (((("artifacts") OR "artifact") OR "artefacts") OR "artefact")) AND (((("magnetic resonance imaging") OR "imaging, magnetic resonance") OR "mri scans") OR "mri scan") Filters: Publication date from 2013/01/01 to 2017/12/31; English
<i>Scopus</i>	((TITLE-ABS-KEY ("dental materials") OR TITLE-ABS-KEY ("dental alloys") OR TITLE-ABS-KEY ("dental cements") OR TITLE-ABS-KEY ("dental implants") OR TITLE-ABS-KEY ("dental porcelain") OR TITLE-ABS-KEY ("resins, synthetic") OR TITLE-ABS-KEY ("orthodontics") OR TITLE-ABS-KEY ("orthodontic") OR TITLE-ABS-KEY ("orthodontic appliances") OR TITLE-ABS-KEY ("orthodontic braces") OR TITLE-ABS-KEY ("orthodontic brackets") OR TITLE-ABS-KEY ("orthodontic wires"))) AND ((TITLE-ABS-KEY ("artifacts") OR TITLE-ABS-KEY ("artifact") OR TITLE-ABS-KEY ("artefacts") OR TITLE-ABS-KEY ("artefact"))) AND ((TITLE-ABS-KEY ("Magnetic Resonance Imaging") OR TITLE-ABS-KEY ("Imaging, Magnetic Resonance") OR TITLE-ABS-KEY ("MRI Scans") OR TITLE-ABS-KEY ("MRI Scan"))) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013))) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English"))

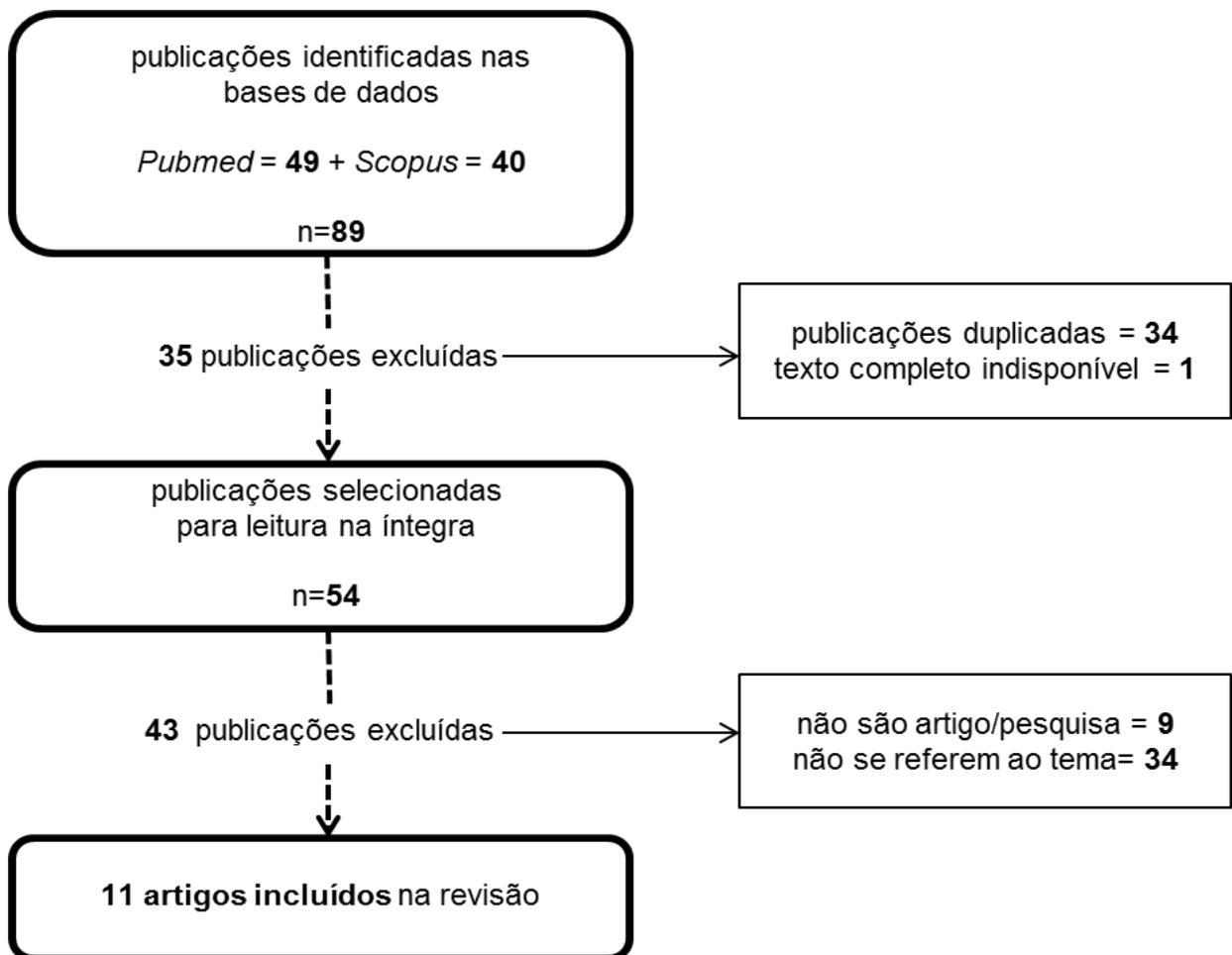
Fonte: dados da pesquisa.

Os critérios de inclusão empregados foram: artigos de pesquisa originais publicados em inglês, com textos disponíveis integralmente *online*, e indexados nas bases de dados no período de 1º de janeiro de 2013 a 31 de dezembro de 2017.

Já os critérios de exclusão foram: artigos de revisão, relatos e séries de casos, cartas e notas técnicas e artigos originais que não se referiam completamente ao tema.

A Figura 1 ilustra o modo como se deu o processo de seleção e inclusão dos artigos na revisão integrativa.

Figura 1 - Fluxo do processo de seleção dos artigos incluídos na revisão integrativa.



Fonte: dados da pesquisa.

O levantamento dos artigos se deu no mês de janeiro de 2018, onde inicialmente foram identificadas 49 publicações na base de dados *Pubmed* e 40 publicações na *Scopus*, totalizando o número de 89 publicações. Dentre as 89 publicações, 34 delas estavam indexadas duplamente e foram eliminadas, assim

como uma publicação cujo texto completo não estava disponível e precisou ser excluída. As 54 publicações restantes foram lidas na íntegra e submetidas aos critérios de exclusão. Dentre estas publicações, nove eram artigos de revisão, notas técnicas, carta ou análise crítica de artigos, sendo também excluídas. Da mesma maneira, procedeu-se a exclusão de outras 34 publicações, pois as mesmas não se referiam especificamente ao tema, tratando de assuntos como: bráquetes ortodônticos em reto (artefato/corpo estranho); implantes em coluna vertebral, ossos longos ou membros, implantes vasculares (*stents*, clips e molas de aneurismas), ou implantes em outras partes do corpo humano; implantes em animais (cães); PET/CT e PET/RM (fusão da tomografia por emissão de pósitrons com tomografia computadorizada e com ressonância magnética); RM para diagnóstico de cáries, imagens por RM dinâmicas, funcional ou somente de difusão cerebral; tipo de mesa do equipamento de RM; características físicas dos materiais dentários na RM (comportamento de tempo de relaxamento, força de atrito, momento magnético e permeabilidade magnética); análise e desenvolvimento de sequências específicas para redução artefato; e ainda uma publicação que falava sobre tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Ao final, um total de 11 artigos foi incluído na revisão.

3.3 CATEGORIZAÇÃO DOS ESTUDOS

Na presente revisão, após a definição dos artigos incluídos na revisão, os mesmos foram lidos na íntegra. Cada um dos artigos foi lido minuciosamente de forma individual, e os dados foram extraídos por meio de um instrumento desenvolvido para este fim (Apêndice A). O referido instrumento (ficha bibliográfica) contemplou as informações-chave relativas à identificação do periódico de publicação, dos pesquisadores e locais onde foi desenvolvida a pesquisa, identificação do artigo, objetivos, metodologia empregada, resultados e as principais conclusões de cada estudo. Assim foi possível resumir e organizar os dados de maneira concisa, criando um banco de dados de fácil acesso e manejo, facilitando a comparação entre os artigos.

Foram levantados os procedimentos empregados nos estudos analisados com o intuito de encontrar dados potencialmente relevantes e estabelecer as diferenças/similaridades entre os artigos, permitindo uma classificação geral para o

gerenciamento das diversas metodologias, e conseqüente facilitação da análise. Esta categorização foi pautada no tipo de material dentário, amostra, tipo de equipamento, seqüências de imagem, mensuração do artefato, e outras especificidades utilizadas nos estudos analisados (Quadro 2 – resumo dos estudos)

3.4 AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS

Nesta etapa, os estudos selecionados e categorizados foram analisados de forma detalhada e crítica, buscando esclarecimentos para as variações nos resultados encontrados entre eles. Alguns questionamentos foram empregados durante a avaliação visando identificar a questão de cada pesquisa e sua importância, definir se a metodologia do estudo estava bem descrita, se a questão da pesquisa foi respondida, e quais as possíveis limitações de cada estudo.

3.5 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS E APRESENTAÇÃO DA REVISÃO

Com relação à distribuição das publicações no período analisado, 6 artigos foram publicados no ano de 2015, dois em 2016 e três em 2017. Os 11 estudos incluídos na revisão foram publicados em 7 periódicos diferentes, sendo 3 artigos publicados em um mesmo periódico, 4 publicados em dois periódicos diferentes (2 em cada), e os outros 4 artigos publicados em 4 periódicos distintos. Com relação aos periódicos, 5 deles estão classificados como publicação de odontologia e medicina; 1 está classificado como publicação de odontologia, medicina e profissões de saúde; 4 deles classificados somente como publicação de odontologia; e 1 como publicação médica.

Os estudos incluem, entre seus autores, profissionais associados a departamentos médicos, odontológicos, de física médica e bioestatística, filiados à instituições universitárias, hospitalares, institutos e/ou centros de pesquisa de diferentes cidades e países. Três dos estudos analisados foram conduzidos na Alemanha, sendo 2 deles em uma mesma universidade de Berlim e com autores em comum, e um terceiro estudo associado a uma outra instituição universitária, na cidade de Heidelberg. Dois estudos foram desenvolvidos no Iran, 1 em uma universidade e hospital da cidade de Rasht, e o outro em uma universidade da capital Teerã. Os 6 demais estudos estavam filiados a: uma universidade e hospital

de Jerusalém/Israel; uma universidade e hospital de Lyon/França; uma universidade e um instituto de pesquisa em Londres/Inglaterra; uma universidade e hospital de Roma/Itália; e uma universidade e hospital de Toronto/Canadá. E, por último, um dos estudos envolveu autores filiados a uma universidade de Osaka/Japão e uma universidade de Copenhague/Dinamarca.

Tendo como base a questão norteadora da pesquisa, os resultados dos estudos analisados foram interpretados e agrupados por similaridades, com foco nos tipos de materiais dentários investigados. Os estudos variaram muito entre si quanto aos tipos de materiais testados.

Dentre os 11 estudos incluídos na revisão, 8 deles concentraram seus testes nos mais diferentes materiais ortodônticos, como bráquetes de cerâmica e demais dispositivos ortodônticos compostos por diferentes ligas metálicas tais como: bráquetes, contenções, arcos, fios, molas, bandas de molares, tubos, botões linguais e aparelhos multibráquetes completos. Apesar de trabalharem com alguns materiais em comum, tais estudos diferiram bastante com relação às metodologias aplicadas, variando de estudos *in vitro* e *in vivo*, de equipamentos de 1,5 e 3 Tesla, nas sequências escolhidas para a aquisição das imagens, como também no modo de mensuração do artefato. Tais diferenças metodológicas impedem uma comparação direta entre os resultados dos artigos, e muitos dos resultados dos estudos *in vitro* não permitem uma transposição direta dos mesmos para a prática clínica. Entretanto, de uma maneira geral, os estudos mostram resultados similares, apontando os aparelhos de aço inoxidável como os dispositivos capazes de gerar um maior número e maiores tamanhos de artefato, comprometendo em grau elevado as imagens de RM de cabeça e pescoço, tornando-as muitas vezes não-diagnósticas.

Dos 3 estudos restantes, um deles avaliou os artefatos gerados por implantes dentários e coroas unitárias de titânio e/ou zircônia; um outro estudo analisou corpos de prova (amostras cúbicas) de 7 materiais metálicos de diferentes composições comumente usados na prática odontológica; e um terceiro artigo testou o potencial de geração de artefatos de 19 amostras de materiais dentários (metálicos e não metálicos) desde amálgama, resinas, cimentos, como também um tipo de implante e de bráquete ortodôntico. Estes três estudos, por motivos óbvios, além de não poderem ser comparados com os demais estudos citados, impedem também uma comparação entre si.

Frente ao exposto, a interpretação dos resultados contempla a análise das conclusões dos autores, sintetizando as informações de modo a apontar o impacto que os artefatos produzidos por materiais dentários provocam nas imagens de RM da cabeça e pescoço.

Por fim, a apresentação e discussão dos principais resultados evidenciados na análise dos estudos incluídos na revisão integrativa foram redigidas em forma de um artigo para posterior submissão a um periódico científico, sendo o referido artigo apresentado a seguir.

4 RESULTADOS

ARTEFATOS PRODUZIDOS POR MATERIAIS DENTÁRIOS NAS IMAGENS POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DE CABEÇA E PESCOÇO

WALTRICK, Karen Borges¹; BORGES, Laurete Medeiros²; SAVI, Matheus Brum Marques Bianchi²

1- Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia –IFSC

2- Docente do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia –IFSC

Resumo

Objetivos: Trata-se de um estudo de revisão integrativa sobre a influência de materiais dentários na qualidade das imagens de RM de cabeça e pescoço. **Metodologia:** Foi realizada uma busca sistematizada de publicações no *Pubmed* e *Scopus*, no período de 2013 a 2017. Após a leitura e a submissão aos critérios de inclusão, 11 artigos originais foram selecionados. **Resultados:** os estudos analisados foram categorizados em: materiais dentários ortodônticos e materiais dentários diversos. Materiais ortodônticos de aço inoxidável provocam os maiores artefatos. Ligas metálicas não preciosas geram maiores artefatos do que aquelas com metais preciosos. Implantes dentários e coroas unitárias de zircônia causam menores artefatos do que implantes de titânio e coroas unitárias com metal. Materiais cerâmicos, como bráquetes, não representam um problema na produção de artefatos. O tamanho do artefato está diretamente relacionado aos parâmetros de sequências de aquisição da imagem empregados. Um equipamento de 3 Tesla produz artefatos maiores do que um de 1,5. As imagens serão mais afetadas pelos artefatos quanto mais próximas do material. Materiais metálicos com grande volume podem provocar extensos artefatos impossibilitando a interpretação das imagens de RM do cérebro. **Conclusões:** a gravidade dos artefatos provocados por materiais dentários nas imagens de RM de cabeça e pescoço dependem do tipo, da composição e volume do material, dos parâmetros de sequências de aquisição de imagem e da intensidade do campo magnético principal utilizado.

Descritores: Materiais dentários, aparelhos ortodônticos, artefatos, imagem por ressonância magnética, varreduras por IRM.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os exames de ressonância magnética (RM) da região de cabeça e pescoço vêm sendo amplamente realizados em um grande número de pacientes com condições de anomalias ou alterações patológicas, como casos de alterações infecciosas, tumores, atresias sinusais e sinusites, avaliações da hipófise, esclerose múltipla, doença de Alzheimer, enxaquecas, acidentes vasculares cerebrais, autismo, distúrbios convulsivos e paralisia cerebral, além de um crescente interesse em estudos de imagens funcionais por RM do trato vocal (FIELDING; RECK; BARKER, 1987; ELISON et al., 2008; WYLEZINSKA et al., 2015). A RM possibilita o monitoramento destes casos citados de forma menos invasiva e mais eficiente do que com outras modalidades de imagem (WYLEZINSKA et al., 2015).

As imagens por RM são formadas por meio da utilização de um campo magnético intenso e de pulsos de radiofrequência. Os materiais dentários presentes em boca são potencialmente capazes de produzir inomogeneidade no campo magnético RM, gerando artefatos de susceptibilidade nas imagens da região de cabeça e pescoço, em função da relação de proximidade das demais estruturas anatômicas desta região com a cavidade bucal. Mesmo que a imagem por RM solicitada não seja para a avaliação da cavidade bucal, o tamanho e a extensão dos artefatos podem comprometer e até mesmo inviabilizar a obtenção de imagens com qualidade diagnóstica das estruturas adjacentes. Artefatos causados por materiais dentários metálicos, como coroas, implantes e aparelhos ortodônticos, se constituem em um problema comum na RM de cabeça e pescoço (COSTA et al., 2009), podendo reduzir a qualidade da imagem na região maxilofacial (EGGERS et al., 2005), e até mesmo comprometer seriamente a imagem, limitando assim a sua utilidade como uma ferramenta de diagnóstico. Tais artefatos podem encobrir uma patologia (tumores, tecidos inflamatórios etc.), obscurecer a anatomia da área a ser examinada, e dificultar a localização uma estrutura anatômica antes de uma cirurgia (KLINKE et al., 2012).

Variações na intensidade do campo magnético na interface entre o material dentário e os tecidos adjacentes a ele causam distorções e perda de sinal provocando a formação de um artefato na imagem. A gravidade do artefato irá variar

dependendo da forma, posição, orientação e número de objetos na imagem, dos tipos e parâmetros de sequência utilizados (KLINKE et al., 2012).

O objetivo do presente trabalho é realizar uma revisão integrativa das evidências disponíveis em periódicos científicos a respeito da influência dos materiais dentários na produção de artefatos nas imagens por RM de cabeça e pescoço.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão integrativa da literatura visando responder a seguinte pergunta: quais os materiais dentários disponíveis na atualidade que produzem artefatos e afetam a qualidade diagnóstica das imagens de RM da região de cabeça e pescoço?

Após a definição do tema e elaboração da pergunta norteadora da pesquisa, foram definidos os seguintes critérios de inclusão: artigos de pesquisa originais publicados em inglês, indexados nas bases de dados eletrônicas no período de 1º de janeiro de 2013 a 31 de dezembro de 2017, disponíveis integralmente *online*. Para a busca dos artigos na literatura foram utilizadas as bases de dados *Pubmed* e *Scopus*. Os termos que nortearam a estratégia de busca na literatura foram estabelecidos segundo os descritores previamente definidos em consulta ao DeCS (Descritores em Ciências da Saúde – BIREME) e com a confirmação dos subtítulos médicos do *MeSH (Medical Subject Headings - NLM National Library of Medicine)*. A combinação entre os descritores e respectivas variantes foi realizada por meio do uso dos operadores booleanos, seguindo as características específicas das bases de dados. As estratégias de busca estão descritas no Quadro 1.

Mediante o levantamento dos artigos, realizado no mês de janeiro de 2018, foram inicialmente identificadas 49 publicações no *Pubmed* e 40 publicações no *Scopus*, totalizando 89 publicações. As publicações indexadas duplamente foram eliminadas, restando 54 artigos a serem lidos na íntegra. Após a leitura inicial e a submissão das publicações aos critérios de inclusão, 11 artigos foram incluídos na revisão. Artigos de revisão, relatos e séries de casos, cartas e comentários, notas

técnicas e artigos originais que não se referiam completamente ao tema foram excluídos (Figura1).

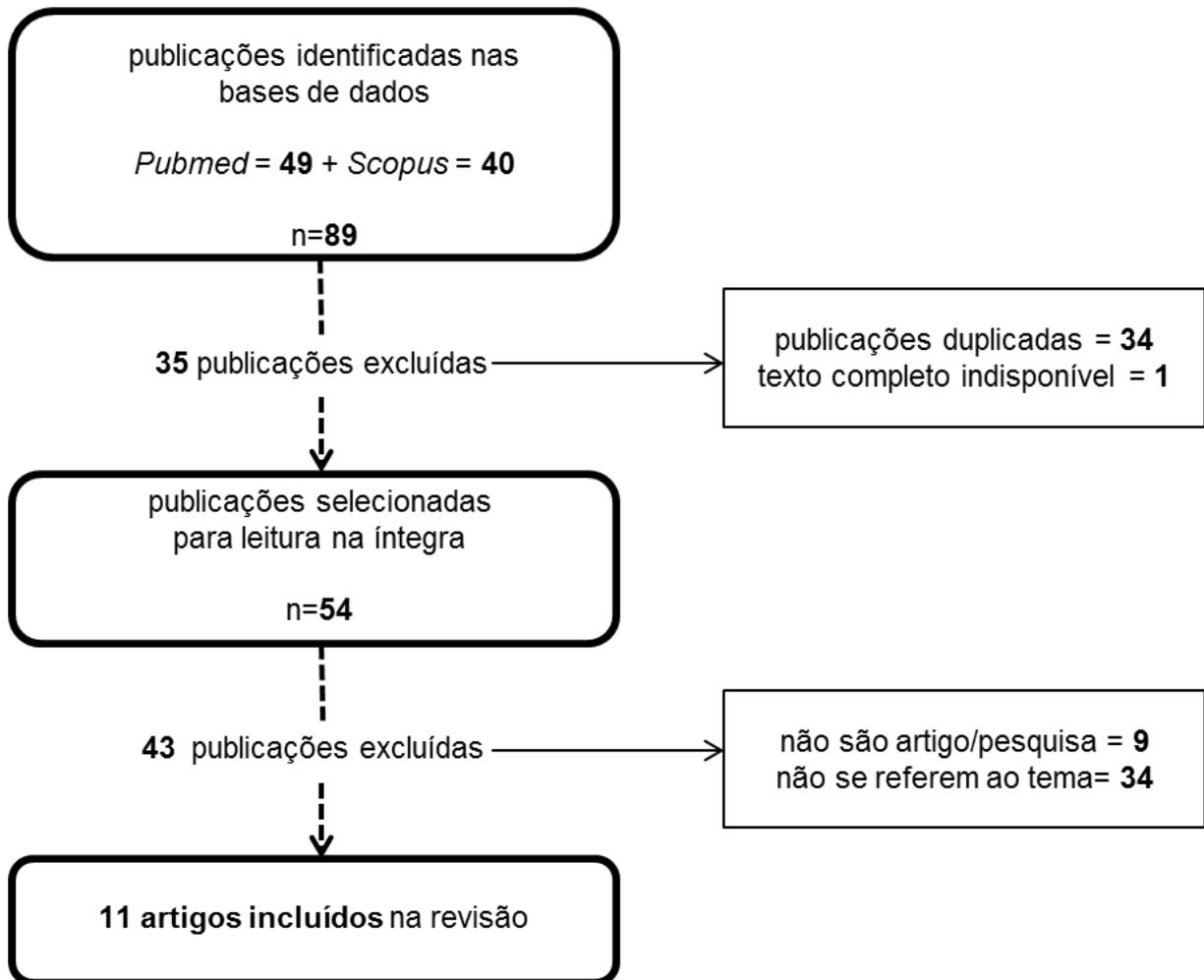
Quadro 1 - Bases de dados e estratégias de busca utilizadas na revisão.

Bases de dados	Estratégias de busca
<i>Pubmed</i>	Search (((((((((((("dental materials") OR "dental alloys") OR "dental cements") OR "dental implants") OR "dental porcelain") OR "resins, synthetic") OR "orthodontics") OR "orthodontic") OR "orthodontic appliances") OR "orthodontic braces") OR "orthodontic brackets") OR "orthodontic wires"))) AND (((("artifacts") OR "artifact") OR "artefacts") OR "artefact")) AND (((("magnetic resonance imaging") OR "imaging, magnetic resonance") OR "mri scans") OR "mri scan") Filters: Publication date from 2013/01/01 to 2017/12/31; English
<i>Scopus</i>	((TITLE-ABS-KEY ("dental materials") OR TITLE-ABS-KEY ("dental alloys") OR TITLE-ABS-KEY ("dental cements") OR TITLE-ABS-KEY ("dental implants") OR TITLE-ABS-KEY ("dental porcelain") OR TITLE-ABS-KEY ("resins, synthetic") OR TITLE-ABS-KEY ("orthodontics") OR TITLE-ABS-KEY ("orthodontic") OR TITLE-ABS-KEY ("orthodontic appliances") OR TITLE-ABS-KEY ("orthodontic braces") OR TITLE-ABS-KEY ("orthodontic brackets") OR TITLE-ABS-KEY ("orthodontic wires"))) AND ((TITLE-ABS-KEY ("artifacts") OR TITLE-ABS-KEY ("artifact") OR TITLE-ABS-KEY ("artefacts") OR TITLE-ABS-KEY ("artefact"))) AND ((TITLE-ABS-KEY ("Magnetic Resonance Imaging") OR TITLE-ABS-KEY ("Imaging, Magnetic Resonance") OR TITLE-ABS-KEY ("MRI Scans") OR TITLE-ABS-KEY ("MRI Scan"))) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English"))

Fonte: dados da pesquisa.

Mediante o levantamento dos artigos, realizado no mês de janeiro de 2018, foram inicialmente identificadas 49 publicações no *Pubmed* e 40 publicações no *Scopus*, totalizando 89 publicações. As publicações indexadas duplamente foram eliminadas, restando 54 artigos a serem lidos na íntegra. Após a leitura inicial e a submissão das publicações aos critérios de inclusão, 11 artigos foram incluídos na revisão. Artigos de revisão, relatos e séries de casos, cartas e comentários, notas técnicas e artigos originais que não se referiam completamente ao tema foram excluídos (Figura1).

Figura 1 - Fluxo do processo de seleção dos artigos incluídos na revisão integrativa.



Fonte: dados da pesquisa.

Em seguida, os artigos incluídos na revisão foram lidos minuciosamente de forma individual, e os dados foram extraídos por meio de uma ficha bibliográfica contemplando as informações-chave relativas à identificação do periódico de publicação, dos pesquisadores e locais onde foi desenvolvida a pesquisa, identificação do artigo, objetivos, metodologia empregada, resultados e as principais conclusões de cada estudo. Foram levantados os procedimentos empregados ressaltando o tipo de material dentário, amostra, tipo de equipamento, sequências de imagem, mensuração do artefato, e outras especificidades utilizadas nos estudos analisados (Quadro 2 – resumo dos estudos). Durante a análise dos artigos, alguns questionamentos foram empregados para identificar a questão de cada pesquisa e sua importância, definir se a metodologia do estudo estava bem descrita, se a questão da pesquisa foi respondida, e quais as possíveis limitações de cada estudo.

RESULTADOS

Onze artigos que abordavam investigações de artefatos produzidos por materiais dentários em imagens por RM da região de cabeça e pescoço foram incluídos na revisão (BEAU; BOSSARD; GEBEILE-CHAUTY, 2015; BLANKENSTEIN et al., 2015; DALILI KAJAN et al., 2015; SHALISH et al., 2015; WYLEZINSKA et al., 2015; ZACHRIAT et al., 2015; HILGENFELD et al., 2016; MURAKAMI et al., 2016; CASSETTA et al., 2017; VALIZADEH et al., 2017; ZHYLICH et al., 2017). As informações-chave do referidos estudos estão sumarizadas no Quadro 2.

Os resultados apresentados pelos estudos analisados foram agrupados por similaridades, com foco nos tipos de materiais dentários investigados. Tal categorização resultou em dois grandes grupos: materiais dentários ortodônticos e materiais dentários diversos.

MATERIAIS DENTÁRIOS ORTODÔNTICOS

Dentre os 11 estudos incluídos na revisão, oito deles concentraram seus testes especificamente em materiais ortodônticos (BEAU; BOSSARD; GEBEILE-CHAUTY, 2015; BLANKENSTEIN et al., 2015; DALILI KAJAN et al., 2015; SHALISH et al., 2015; WYLEZINSKA et al., 2015; ZACHRIAT et al., 2015; CASSETTA et al., 2017; ZHYLICH et al., 2017). Os mais diferentes dispositivos ortodônticos, de diferentes fabricantes/marcas comerciais, foram testados por estes estudos: bráquetes de cerâmica, bráquetes metálicos de diferentes ligas, contenções, arcos, ligaduras, molas, bandas de molares, tubos, botões, ganchos e bainhas linguais e aparelhos multibráquetes completos.

Contenção ortodôntica

Quatro dos 8 estudos analisaram os efeitos das contenções ortodônticas metálicas linguais na geração de artefatos nas imagens por RM (BEAU; BOSSARD; GEBEILE-CHAUTY, 2015; BLANKENSTEIN et al., 2015; SHALISH et al., 2015; ZHYLICH et al., 2017). Os estudos de Blankenstein et al. (2015) e Shalish et al. (2015), fizeram

análise *in vitro*, realizando imagens em equipamentos de RM com intensidade do campo magnético principal de 1,5 e de 3 Tesla.

Blankenstein et al. (2015) analisaram uma contenção de titânio e outra contenção de aço inoxidável + liga de Ag/Cu/Ni/Pd (ouro, cobre, prata, paládio), utilizando dois tipos de sequências de RM: T1 SE (*spin-echo*) e GRE (*gradient echo*). Já Shalish et al. (2015) analisaram uma contenção de aço e outra de liga de Au/Cu/Ag/Ni/Zn (ouro-cobre-prata-níquel-zinco), com sequências axial T2 FSE (*fast spin-echo*) e axial-sagital T1 SE. Por outro lado, os outros dois estudos, *in vivo*, avaliaram imagens de pacientes (BEAU; BOSSARD; GEBEILE-CHAUTY, 2015; ZHYLICH et al., 2017). O primeiro analisou imagens de 15 pacientes com contenção ortodôntica, obtidas em um equipamento de 1,5 Tesla, com uma única sequência: T2 SPAIR (*spectral selection attenuated inversion recovery*) (BEAU; BOSSARD; GEBEILE-CHAUTY, 2015). O segundo analisou imagens de 10 pacientes feitas em um equipamento de 3 Tesla, utilizando as sequências sagital T1, axial T2, axial GRE, axial DWI (*diffusion-weighted*) e axial MRA (*noncontrast magnetic resonance angiography*) e axial FLAIR (*fluid attenuated inversion recovery*) (ZHYLICH et al., 2017).

Os resultados observados no estudo de Blankenstein et al. (2015) demonstraram que a contenção de titânio puro permaneceu invisível para ambos os tipos de sequência utilizados, enquanto a contenção de aço apresentou artefatos. No estudo de Shalish et al. (2015), a contenção de liga de ouro não apresentou distorção, enquanto a contenção de aço apresentou distorção em 46% da amostra, nas áreas próximas ao material, sendo que as maiores distorções foram verificadas na presença das contenções em ambas as arcadas, nas sequências T1 SE em 3Tesla. Para Beau, Bossard e Gebeile-Chauty (2015), as contenções de aço inoxidável não apresentaram nenhum artefato em 13,3% das imagens, causando artefatos localizados apenas na cavidade bucal em 86,65 % dos casos. Já para Zhylich et al. (2017), a contenção de aço não causou distorções significativas nas imagens de RM do cérebro, as quais permaneceram diagnósticas em qualquer uma das sequências utilizadas, entretanto os escores diagnósticos para as sequências axiais GRE e DWI estavam próximos ou ligeiramente acima de 3, valor este que representa o ponto de corte para a usabilidade clínica da imagem.

Quadro 2 – Sumarização dos artigos / informações-chave.

Autores (ano)	Material dentário	Tesla	Sequências	Principais achados
Beau, Bossard e Gebeile-Chauty (2015)	Bráquete de aço Bráquete de titânio Bráquete cerâmico + metal Contenção de aço	1,5	T2 SPAIR (TR/TE 4200/131ms)	Artefatos por bráquetes de aço consistiram em uma grande área de deformação, circundada por um anel de baixo sinal. Artefatos por bráquetes de titânio e cerâmico consistiram em pequenas áreas de baixo sinal, localizadas na parte anterior da cavidade bucal, perto do aparelho. Artefatos por contenção de aço eram maiores e continham tanto deformação quanto áreas de baixo sinal, presentes em 86,65 % dos pacientes, apenas na cavidade bucal. A distorção da imagem por bráquetes de aço tornou todas as imagens de RM não diagnósticas, para todas as áreas anatômicas investigadas: seio maxilar, cavidade bucal, ATMs e fossa cerebral posterior.
Blankenstein et al. (2015)	Arco de aço Arco de Ni/Ti Contenção de titânio Contenção de aço com liga de Ag/Cu/Ni/Pd Bráquete de aço (5 marcas) Bráquete de titânio Bráquete de Cr/Co Gancho lingual de aço Botão lingual de aço Bainha lingual de aço Banda de molares de aço Tubos de molares de aço	1,5 3	T1 SE (TR/TE 550/10 ms) GRE (TR/TE 600/ 17ms)	Bráquetes de titânio, de CoCr e tubos de molares de aço não revelaram artefatos na sequência SE . Todos os espécimes geraram artefatos na sequência GRE , muito maiores do que na sequência SE , com diferença de 3 e 15 mm a 1,5 Tesla e 14 e 23 mm a 3 Tesla. Bráquetes de titânio, bráquetes de CoCr, e contenção de aço não produziram artefatos na sequência SE , e os artefatos na sequência GRE , foram marcadamente menores do que os artefatos produzidos pelos demais dispositivos de aço. Contenção de titânio permaneceu invisível, e arco de Ni/Ti produziram os menores artefatos para ambas as sequências, com diâmetros variando de 7 mm (SE a 1,5 Tesla) a 10 mm (GRE a 3 Tesla). O tamanho do artefato produzido pelo arco de aço inoxidável foi maior do que aquele produzido pela contenção de 3 a 4 vezes, a 1,5T e 3 Tesla, respectivamente.
Dalili Kajan et al. (2015)	Bráquetes metálicos - 4 marcas comerciais Arco de aço Arco de Ni/Ti	1,5	axial-coronal T1 SE (TR/TE 450/ 10 ms) axial FLAIR (TR/TE 8000/ 110 ms) coronal FLAIR (TR/TE 8000/ 100 ms) axial T2 FSE (TR/TE 1394/ 110 ms) coronal T2 FSE (TR/TE 2568/ 100 ms)	Os bráquetes ortodônticos da 3M aparentaram causar menores áreas de ausência de sinal, especialmente em combinação com fios de NiTi. Bráquetes 3M e Dentaurum com arcos Ni/Ti induziram menos artefatos do que quando associados aos arcos de aço. Os efeitos sobre a magnitude das áreas de ausência de sinal entre as marcas com ou sem níquel não foram grandes.
Shalish et al. (2015)	Contenção de aço Contenção de liga de Au/Cu/Ag/Ni/Zn	1,5 3	axial T2 FSE (TR/TE 3500/90 ms) axial - sagital T1 SE (TR/TE 500/ 14 ms)	A contenção de ouro não apresentou distorção. A contenção de aço causou distorção em 46% da amostra, nas áreas próximas ao material (língua, mandíbula e maxila). A contenção na arcada superior e a combinação de contenção em ambas as arcadas causaram as maiores distorções. As maiores distorções foram observadas em 3 Tesla e sequências T1 SE .
Wylezinska et al. (2015)	Arcos de aço Arcos de Ni/Ti Bandas de molares de aço Bráquete de aço Bráquete cerâmico + metal Bráquete cerâmico Molas de aço Molas de Ni/Ti	1,5	axial-sagital SE (TR/TE 450/ 15 ms) axial-sagital GRE (TR/TE 30/ 3.2 ms) sagital/obliqua-nasoendoscopia bSSFP (TR/TE 2,9/ 1,5 ms) axial 3D TSE (TR/TE 1000/ 116 ms)	Aparelhos ortodônticos metálicos apresentaram diferentes efeitos na qualidade da imagem. Os efeitos mais extensos estavam associados à presença de arco, bráquetes e bandas de molares, todos de aço. Os tamanhos dos artefatos variaram entre diferentes aparelhos e sequências, sendo os menores para sequências SE , maiores para GRE , e os mais extensos para bSSFP . Componentes feitos de ligas de Ni / Ti apresentaram efeito mínimo com a ausência de sinal menor que 1 mm em torno do ponto em que estavam montados. As bandas molares de aço individuais criaram grandes artefatos que se estenderam a todos os ROIs e a todas as sequências, sendo o pior artefato para as imagens de bSSFP .

Legenda: Au/Cu/Ag/Ni/Zn =ouro-cobre-prata-níquel-zinco ; Ag/Cu/Ni/Pd = ouro-cobre-níquel-paládio; Ni/Ti = níquel-titânio; Cr/C = cromo-cobalto; **SPAIR** = *spectral selection attenuated inversion recovery*; **SE** = *spin echo*; **GRE** = *gradient echo*; **FLAIR** = *fluid-attenuated inversion recovery* ; **FSE**- *fast spin-echo*; **bSSFP** = *balanced steady-state free precession*; **TSE**= *turbo spin-echo*.

Fonte: dados da pesquisa.

“continua”

Quadro 2 – Sumarização dos artigos / informações-chave

"continuação"

Autores (ano)	Material dentário	Tesla	Sequências	Principais achados
Zachriat et al. (2015)	Arco de aço Arco de Ni/Ti Bráquete de aço Bráquete cerâmico + metal Tubos de molares de aço Ligaduras de aço	1,5	T1 GRE (TR/TE 100/ 3,25ms) T2 TSE (TR/TE 8550/ 61ms) T2 TSE - WARP - técnica de minimização de artefato (TR/TE 8550/ 63ms) T2 TSE neurocrânio (TR/TE 4500/ 92ms) SE-EPI neurocrânio (TR/TE 4500/ 113ms) T1 GRE neurocrânio (TR/TE 366/ 4.8ms) T2 TSE coluna cervical (TR/TE 3000/ 84ms) T2 TSE - WARP - técnica de minimização de artefato (TR/TE 3000/ 84ms)	Bráquetes cerâmicos não produziram artefatos relevantes - 1,1cm de diâmetro. Bráquetes de aço produziram artefatos entre 4,4 e 7,4cm de diâmetro. Arcos de aço produziam artefatos com um diâmetro máximo de 14,4 cm. Ligadura de Ni/Ti causou um artefato de 1,3cm de diâmetro. A WARP reduziu esses artefatos em uma média de 32,7%. A sequência do EPI mostrou-se mais suscetível a artefatos. A sequência T2 TSE neurocrânio não apresentou artefatos, exceto para a cavidade nasal. A sequência T2 TSE coluna cervical apresentou artefatos graves nas regiões da cavidade nasal, do seio maxilar, do seio etmoidal e da língua. A sequência GRE pareceu ser mais suscetível a artefatos do que a sequência TSE , afetando especialmente a órbita, cavidade nasal e seios paranasais. A WARP reduziu os artefatos subjetivamente, apenas em regiões com artefatos mínimos.
Hilgenfeld et al. (2016)	Implante de titânio Implante de zircônia Coroa de liga preciosa+porcelana Coroa de liga não preciosa + porcelana Coroa zircônia+porcelana Coroa de zircônia monolítica	3	T1 TSE (TR/TE 750/ 19ms) sem supressão de gordura T2 TSE (TR/TE 5100/ 44ms) T1 SPACE (TR/TE 1060/ 25ms) T2 SPACE (TR/TE 2500/ 131ms)	Coroas com grandes quantidades de cobalto, cromo ou tungstênio (ligas não preciosas) estão associadas a grandes artefatos, e a combinação destas com um implante de titânio é desfavorável em termos de volume de artefatos. Volumes de artefatos menores foram observados para os implantes de titânio com coroas de liga preciosa + porcelana, zircônia + porcelana, ou somente zircônia. O menor artefato foi obtido com a combinação de implante e coroa de zircônia.
Murakami et al (2016)	Alumínio Liga de prata Liga de ouro tipo IV Liga de ouro-paládio-prata (Au/Pd/Ag) Titânio Liga de Ni/Cr Liga de Cr/Co	1,5	FSE-T1 (TR/TE 500/ 15ms) FSE-T2 (TR/TE 5000/ 100ms) GRASS (TR/TE 130/ 2ms) FSPGR (TR/TE 6/ 2ms) GRE (TR/TE 500/ 15ms) SPGR (TR/TE 15/ 9ms) FIESTA (TR/TE 6/ 2ms) EPI (TR/TE 2500/ 50ms)	Para todas as sequências, os volumes de artefatos referentes às ligas preciosas (Au, Al, Ag e Au-Pd-Ag) foram menores do que outros materiais como liga de Ti, Ni-Cr e CrCo, onde o tamanho do volume de artefato aumentou em ordem crescente. Para a maioria dos materiais, as sequências provocam volumes de artefatos na seguinte ordem crescente: FSE-T1 / FSE-T2, FSPGR / SPGR, GRASS / GRE, FIESTA, EPI.
Cassetta et al. (2017)	Arco de aço Arco de Ni/Ti Bráquetes de aço	3	axial FLAIR (TR/TE 9010/ 114 ms) axial oblíqua double echo proton density PD (TR/TE 5600/ 114ms) T2 TSE (TR/TE5600/ 7ms)	A presença de arcos de aço ou níquel-titânio influencia negativamente as imagens de RM da região cervical, seios paranasais, região da cabeça e pescoço e vértebras cervicais, sem influenciar as imagens de RM do cérebro e articulações temporomandibulares (ATMs). Pacientes com aparelho ortodôntico de múltiplos bráquetes de aço devem removê-los antes da RM de vértebras cervicais, região cervical, seios paranasais e de cabeça e pescoço. As regiões do cérebro e da ATM não devem exigir a remoção desses aparelhos.

Legenda: Au/Pd/Ag =ouro-paládio-prata; Ni/Cr = níquel-cromo; Cr/Co = cromo-cobalto; **GRE** = gradient echo; **TSE** = turbo spin-echo; **SE-EPI** = spin-echo - echo planar imaging; **SPACE** = sampling perfection with application optimized contrasts using different flip angle evolution; **FSE-** fast spin-echo; **GRASS** = gradient recalled acquisition in steady state; **FSPGR** = fast spoiled gradient recalled acquisition in steady state; **SPGR** = spoiled GRASS; **FIESTA** = fast imaging employing steady state; **EPI** = echo planar imaging; **FLAIR** = fluid-attenuated inversion recovery.

Fonte: dados da pesquisa.

Quadro 2 – Sumarização dos artigos / informações-chave

"continuação"

Autores (ano)	Material dentário	Tesla	Sequências	Principais achados
Zhylich et al. (2017)	Bráquete de aço Bráquete cerâmico Tubos de molares de aço Contenção lingual aço	3	sagital T1 (TR/TE 1950.0/ 4.4ms) axial T2 (TR/TE 4500.0/ 83.0ms) axial GRE (TR/TE 4500.0/ 83.0ms) axial DWI (TR/TE 5000.0/ 93.0ms) axial MRA (TR/TE 20.0/ 3.6ms) axial FLAIR (TR/TE 9000.0/ 88.0ms)	Imagens de RM de cabeça são diferencialmente afetadas pelo tipo de aparelho ortodôntico, região anatômica imageada e o tipo de sequência. Bráquetes e tubos molares de aço afetaram mais as imagens. Bráquetes cerâmicos causaram mínimas distorções nas imagens. Contenções linguais de aço não causaram distorções significativas nas imagens de RM do cérebro com qualquer uma das sequências utilizadas. Nenhum dos 4 aparelhos ortodônticos testados causou distorções de imagem significativas em imagens de RM cerebral usando MRA , sequências FLAIR e T2 axiais. Bráquetes e tubos de aço tornaram imagens não diagnósticas para sequências T1 , GRE e DWI . Bráquetes cerâmicos e tubos vestibulares de metal tornaram as imagens não diagnósticas para sequências GRE e DWI . Para T1 da cabeça os tubos vestibulares tornaram não diagnósticas as imagens das regiões oral e faríngea e dos globos oculares, e a imagem cerebral permaneceu diagnóstica com esta combinação de aparelho.
Valizadeh et al. (2017)	Amálgama Resina composta (2 marcas) Ionômero de vidro (2 marcas) Pasta de óxido de zinco e eugenol Cimento obturador endodôntico Guta-percha (2 marcas) Cimento provisório Cavit (material de preenchimento provisório) Hidróxido de cálcio MTA (agregado de trióxido mineral) Cimento de fosfato de zinco Cimento de policarboxilato vitrocerâmica de dissilicato de lítio Liga dentária de níquel/cromo (Ni/Cr) Braquete ortodôntico metálico Implante de titânio	1,5	Sequências T1 : 2D SE (TR/TE 300/ 8.7ms) 2D TSE (TR/TE 300/ 10ms) 2D FLASH (TR/TE 130/ 4.76ms) 3D FLASH (TR/TE 24/ 9.56ms) 3D VIBE (TR/TE 9.64/ 4.76ms) Sequências T2 : 2D TSE (TR/TE 2500/ 79ms) 2D True FISP (TR/TE 4.28/ 2.14ms) 2D FLAIR (TR/TE 6000/ 109ms) 2D BLADE (TR/TE 2500/ 99ms) 3D TSE (TR/TE 300/ 115ms) 3D SPACE (TR/TE 2800/ 381ms) Sequências DP (densidade de prótons): 2D TSE (TR/TE 2000/ 9.9ms)	Bráquete ortodôntico metálico, implante de titânio e liga de Ni-Cr são os 3 materiais mais suscetíveis ao campo magnético da RM, gerando artefatos enormes. Para estes materiais, as sequências 2D-TSE , 2D-BLADE , 3D-VIBE e 3D-PACE são as mais apropriadas para a aquisição de imagem com os menores artefatos. Para os demais materiais investigados, os efeitos de susceptibilidade magnética foram insignificantes e os artefatos resultantes foram pequenos.

Legenda: **GRE** = gradient echo; **DWI** = diffusion-weighted; **MRA**= magnetic resonance angiography; **FLAIR** = fluid-attenuated inversion recovery; **SE** = spin echo; **TSE** = turbo spin-echo; **FLASH**= fast low angle shot; **VIBE**= volumetric interpolated breath-hold examination; **True FISP**= true fast imaging with steady state precession; **SPACE** = sampling perfection with application optimized contrasts using different flip angle evolution.

Fonte: dados da pesquisa.

Arcos ortodônticos

Cinco estudos avaliaram os artefatos produzidos pelos arcos ortodônticos metálicos de aço inoxidável e de níquel-titânio Ni/Ti. (BLANKENSTEIN et al., 2015; DALILI KAJAN et al., 2015; WYLEZINSKA et al., 2015; ZACHRIAT et al., 2015; CASSETTA et al., 2017).

Dois destes estudos foram conduzidos exclusivamente *in vitro*. Blankenstein et al. (2015) avaliaram as imagens dos arcos ortodônticos posicionados individualmente no interior de um fantoma. Já o estudo conduzido por Dalili Kajan et al. (2015) avaliou a influência dos arcos ortodônticos em combinação com um conjunto de bráquetes montados em uma mandíbula seca, analisando as imagens de RM feitas em um equipamento de 1,5 Tesla, e com as seguintes sequências: T1 axial – coronal SE; axial FLAIR; coronal FLAIR; axial T2 FSE e coronal T2 FSE.

Com relação aos resultados obtidos, Blankenstein et al. (2015) observaram que o arco ortodôntico de Ni/Ti produziu os menores artefatos em ambas as sequências -T1 SE e GRE, ao passo que o arco de aço inoxidável produziu grandes artefatos, especialmente em 3 Tesla. Para Dalili Kajan et al. (2015) a dimensão dos artefatos produzidos pelos arcos ortodônticos dependeram dos tipos de bráquetes aos quais estavam associados, porém, de maneira geral, os arcos de Ni/Ti produziram artefatos menores do que aqueles produzidos pelos arcos de aço inoxidável.

Outros dois estudos (WYLEZINSKA et al., 2015; ZACHRIAT et al., 2015) analisaram os artefatos produzidos por arcos ortodônticos avaliando concomitantemente imagens *in vitro* e *in vivo*. Ambos realizaram suas imagens de RM em equipamentos de 1,5 Tesla e utilizaram o padrão F 2119-07 da ASTM - (*American Society for Testing Materials*) para a determinação de artefatos em torno de implantes passivos na etapa *in vivo* da pesquisa. O estudo de Wylezinska et al. (2015) utilizou as seguintes sequências: axial-sagital SE, axial/sagital GRE, sagital/obliqua-nasoendoscopia bSSFP (*balanced steady-state free precession*), e axial 3D TSE (*turbo spin-echo*). E para a avaliação posterior, *in vivo*, estes autores transpuseram dados das imagens *in vitro* para imagens de 32 pacientes adultos, com o objetivo de estimar a extensão e os possíveis danos dos artefatos nas regiões anatômicas do palato, ATM e hipófise. Já no estudo de Zachriat et al. (2015),

sequências diferentes foram aplicadas especificamente para as etapas *in vitro* e *in vivo*. Para a etapa *in vitro* foram utilizadas as seguintes sequências: T1 GRE, T2 TSE, e T2 TSE - WARP. E para a etapa *in vivo*, foram as sequências: T2 TSE, SE-EPI e T1 GRE para neurocrânio; T2 TSE para a coluna cervical; e ainda a sequência T2 TSE – WARP.

Como resultados, Wylezinska et al. (2015) relataram que os arcos de Ni/Ti tiveram efeito mínimo de ausência de sinal, com um valor menor do que 1 mm em torno do ponto em que foram montados no corpo de prova, enquanto o arco de aço inoxidável produziu um extenso efeito de artefato para todas as sequências aplicadas, sendo que os efeitos mais extensos estavam associados à presença de arco de aço combinado com bráquetes e bandas de molares de aço inoxidável. Para Zachriat et al. (2015), o arco de Ni/Ti causou um artefato tubular com um pequeno diâmetro, de apenas 1,3 cm, contrariamente ao arco de aço inoxidável que produziu artefatos que se fundiram atingindo um diâmetro máximo de 14,4 cm.

Já o quinto estudo consistiu em uma pesquisa *in vivo*, estudo de caso controle, que avaliou artefatos provocados por arcos ortodônticos em combinação com conjunto de bráquetes em uma amostra de 80 pacientes. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que os arcos de Ni/Ti induziram artefatos menores que os fios de aço inoxidável. Eles concluíram ainda que a presença de arcos de aço inoxidável ou de Ni/Ti influenciam negativamente as imagens de RM da região cervical, seios paranasais, região da cabeça e pescoço e vértebras cervicais tornando estas imagens não diagnósticas, embora não influencie as Imagens de RM de regiões do cérebro e da ATM (CASSETTA et al., 2017).

Bráquetes ortodônticos

Sete estudos analisaram os artefatos nas imagens de RM provocados por bráquetes ortodônticos. (BEAU; BOSSARD; GEBEILE-CHAUTY, 2015; BLANKENSTEIN et al., 2015; DALILI KAJAN et al., 2015; WYLEZINSKA et al., 2015; ZACHRIAT et al., 2015; CASSETTA et al., 2017; ZHYLICH et al., 2017). Os bráquetes testados eram feitos de aço inoxidável, titânio, liga metálica de cromo-cobalto, cerâmica com detalhe em metal, ou compostos apenas por cerâmica.

Os bráquetes de cerâmica puros, ou seja, sem detalhes metálicos, foram testados por dois dos 7 estudos. (WYLEZINSKA et al., 2015; ZHYLICH et al., 2017).

Para Wylezinska et al. (2015) os bráquetes de cerâmica puros apresentaram um artefato mínimo, com a ausência de sinal menor que 1 mm em torno do ponto em que estavam montados os bráquetes no corpo de prova. No estudo de Zhylich et al (2017), os resultados mostraram que os bráquetes de cerâmica puros causaram mínima distorção de imagem. Eles demonstraram também que os artefatos relacionados com um conjunto de bráquetes cerâmicos combinados com tubos de molares de aço inoxidável tornaram as imagens não diagnósticas para as sequências GRE e DWI. Já para a sequência T1 de cabeça os tubos de molares tornaram não diagnósticas as imagens das regiões oral e faríngea e dos globos oculares, sendo que a imagem cerebral permaneceu diagnóstica com esta combinação de aparelho.

Já os bráquetes de cerâmica com detalhes metálicos, foram testados por três dos sete estudos. (BEAU; BOSSARD; GEBEILE-CHAUTY, 2015; WYLEZINSKA et al., 2015; ZACHRIAT et al., 2015). Segundo os resultados apresentados por Beau, Bossard e Gebeile-Chauty (2015), os bráquetes cerâmicos com detalhes em metal não causaram nenhum artefato para 83,35% dos pacientes avaliados, sendo que os artefatos, quando presentes, estavam localizados na cavidade bucal. No estudo de Wylezinska et al. (2015), o artefato sobre a qualidade da imagem foi maior para bráquetes cerâmicos com reforço de metal (níquel/cromo), mas ainda assim permaneceram localizados na região em torno dos pontos de montagem dos bráquetes, não excedendo o diâmetro de 1,5mm. Já para Zachriat et al. (2015), os bráquetes cerâmicos não produziram artefatos relevantes (1,1cm de diâmetro).

Dois estudos testaram bráquetes feitos de titânio (BEAU; BOSSARD; GEBEILE-CHAUTY, 2015; BLANKENSTEIN et al., 2015). No estudo de Beau, Bossard e Gebeile-Chauty (2015), a exemplo do que ocorreu com os bráquetes de cerâmica com detalhes metálicos, os artefatos produzidos por bráquetes de titânio consistiram em pequenas áreas de baixo sinal, localizadas na parte anterior da cavidade bucal, próximas aos bráquetes. Para o estudo de Blankenstein et al. (2015), os bráquetes de titânio não produziram artefatos mensuráveis na sequência SE, tanto em 1,5 quanto em 3T. Estes autores testaram também bráquetes contendo cromo-cobalto na composição da sua liga metálica, os quais apresentaram os mesmos resultados que os bráquetes de titânio com relação aos artefatos.

Todos os sete estudos que avaliaram artefatos produzidos por bráquetes ortodônticos incluíram bráquetes de aço inoxidável em suas análises. (BEAU;

BOSSARD; GEBEILE-CHAUTY, 2015; BLANKENSTEIN et al., 2015; DALILI KAJAN et al., 2015 WYLEZINSKA et al., 2015; ZACHRIAT et al., 2015; CASSETTA et al., 2017; ZHYLICH et al., 2017).

No estudo de Beau, Bossard e Gebeile-Chauty (2015), os bráquetes de aço inoxidável tornaram as imagens de RM não diagnósticas para todas as áreas anatômicas investigadas, em todos os casos. Dalili Kajan et al. (2015) analisaram quatro tipos de bráquetes de aço inoxidável, diferindo apenas com relação ao fabricante/marca comercial, comparando as diferenças entre estes quanto ao tamanho dos artefatos/áreas de ausência de sinal. Estes autores também compararam as diferenças entre dois bráquetes específicos, um com e o outro sem níquel na composição da liga metálica, e concluíram que a magnitude das áreas de ausência de sinal entre as marcas com ou sem níquel não foram grandes. Os resultados apresentados por Wylezinska et al. (2015) demonstraram que os artefatos de bráquetes de aço inoxidável analisados individualmente não foram muito extensos, aproximadamente 3 mm, porém, se tornaram problemáticos quando os bráquetes foram testados em conjunto, em todos os dentes, em ambas as arcadas. Os efeitos mais extensos dos artefatos estavam associados à presença do conjunto de arco, bráquetes e bandas de molares de aço inoxidável. Para Zachriat et al. (2015) os bráquetes de aço produziram artefatos cujo diâmetro variou entre 4,4 e 7,4cm. O estudo Cassetta et al. (2017) avaliou artefatos provocados por 3 composições de aparelhos diferentes: conjunto de bráquetes de aço inoxidável sem arco ortodôntico, conjunto de bráquetes de aço inoxidável com arco ortodôntico de Ni/Ti, e conjunto de bráquetes com arco ortodôntico, ambos de aço inoxidável. Estes autores concluíram que pacientes portadores de aparelhos ortodônticos de múltiplos bráquetes de aço inoxidável devem removê-lo antes de imagens de RM da região e vértebras cervicais, seios paranasais e de cabeça e pescoço; e que as imagens de RM das regiões do cérebro e da ATM não devem exigir a remoção desses aparelhos. Por fim, o estudo de Zhylich et al. (2017) evidenciou que bráquetes e tubos molares de aço inoxidável afetaram mais as imagens, tornando-as não diagnósticas em imagens de RM de cabeça nas sequências sagital T1, axiais GRE e DWI.

Demais pequenos dispositivos ortodônticos

Dentre todos os 8 estudos que investigaram a produção de artefatos por materiais dentários ortodônticos, três deles incluíram em suas análises outros tipos de dispositivos também utilizados na composição de aparelhos ortodônticos tais como: ligaduras (fios muito finos) de aço inoxidável (ZACHRIAT et al., 2015); molas de aço inoxidável, molas de Ni/Ti e bandas de molares de aço inoxidável (WYLEZINSKA et al., 2015); e tubos e bandas de molares, botões, ganchos e bainhas linguais, todos de aço inoxidável (BLANKENSTEIN et al., 2015).

Com relação aos diâmetros de artefatos gerados por ligaduras de aço inoxidável, Zachriat et al. (2015) demonstraram que estes valores eram pequenos, e estavam próximos aos valores apresentados pelos arcos de Ni/Ti.

Os resultados obtidos no estudo de Wylezinska et al. (2015) evidenciaram que as molas de Ni/Ti provocaram um artefato mínimo, com a ausência de sinal menor que 1 mm em volta do ponto em que as molas estavam posicionadas, mas as molas de aço inoxidável criaram artefatos mais extensos, especialmente para as sequências GRE e bSSFP. Também as bandas de molares de aço inoxidável individuais criaram grandes artefatos, sendo piores para as imagens de bSSFP.

Para os dispositivos testados no estudo de Blankenstein et al. (2015), os resultados apontam grandes diferenças com relação ao tamanho do artefato nas diferentes sequências. Os tubos de aço inoxidável não produziram artefatos mensuráveis na sequência SE, mas exibiram artefatos na sequência GRE. Entretanto, tais artefatos apresentaram tamanhos marcadamente menores do que aqueles observados com todos os demais espécimes de pequenos dispositivos de aço inoxidável.

MATERIAIS DENTÁRIOS DIVERSOS

Além dos materiais ortodônticos, outros tipos de materiais dentários também foram alvo de pesquisas relacionadas aos artefatos em RM. (HILGENFELD et al., 2016; MURAKAMI et al., 2016; VALIZADEH et al., 2017) Dentre os três estudos dedicados a este tema, um deles avaliou os artefatos gerados por implantes dentários e coroas unitárias de titânio e/ou zircônia (HILGENFELD et al 2016).; um outro estudo analisou corpos de prova (amostras cúbicas) de materiais metálicos de diferentes composições comumente usados na prática odontológica (MURAKAMI et al 2016) e um terceiro artigo testou o potencial de geração de artefatos de 19

amostras de materiais dentários (metálicos e não metálicos) desde amálgama, resinas, cimentos, como também um tipo de implante e de bráquete ortodôntico (VALIZADEH et al., 2017).

Hilgenfeld et al. (2016) conduziram um estudo *in vitro*, utilizando um equipamento de 3T, em sequências do tipo T1 TSE, T2 TSE, T1 SPACE (*sampling perfection with application optimized contrasts using different flip angle evolution*) e T2 SPACE. Imagens de implantes dentários de titânio ou zircônia, em combinação com coroas unitárias de: liga preciosa + porcelana, liga não preciosa + porcelana, zircônia + porcelana, ou somente zircônia monolítica, foram comparados com relação aos artefatos produzidos. A segmentação tridimensional, o cálculo do volume e a reconstrução volumétrica de artefatos foram realizados via software. De acordo com os resultados, os autores observaram que coroas contendo grandes quantidades de cobalto, cromo ou tungstênio (ligas não preciosas) estão associadas a grandes artefatos, e a combinação destas com um implante de titânio é desfavorável em termos de volume de artefatos. Volumes de artefatos menores foram observados para os implantes de titânio combinados com coroas de liga preciosa + porcelana, zircônia + porcelana, ou somente zircônia. O menor artefato foi obtido com a combinação de implante e coroa de zircônia monolítica.

O estudo de Murakami et al. (2016) analisou, *in vitro*, corpos de prova de 7 materiais dentários metálicos diferentes: alumínio (Al), liga de prata (Ag), liga de ouro tipo IV (Au), liga de ouro-paládio-prata (Au-Pd-Ag), titânio (Ti), liga de níquel-cromo (Ni-Cr) e liga de cromo-cobalto (CrCo). Foi utilizado um equipamento de RM de 1,5T, com as seguintes sequências: T1 FSE, T2 FSE, GRASS (*gradient recalled acquisition in steady state*), FSPGR (*fast spoiled gradient recalled acquisition in steady state*), GRE, SPGR (spoiled GRASS), FIESTA (*fast imaging employing steady state*) e EPI (*echo planar imaging*). Como resultado, para todas as sequências, os volumes de artefatos referentes às ligas preciosas (Au, Al, Ag e Au-Pd-Ag) foram significativamente menores do que outros materiais como liga de Ti, Ni-Cr e CrCo, onde o tamanho do volume de artefato aumentou em ordem crescente. Para a maioria dos materiais, as sequências provocam volumes de artefatos na seguinte ordem crescente: FSE-T1 / FSE-2, FSPGR / SPGR, GRASS / GRE, FIESTA, EPI. Os autores ressaltaram que se não há indicação para usar qualquer uma das sequências rápidas, as sequências FSE parecem ser a escolha adequada, pois isso oferece a menor quantidade de artefatos.

Valizadeh et al. (2017) conduziram um estudo *in vitro*, submetendo amostras de 19 materiais dentários (metálicos e não metálicos, comumente usados em diferentes áreas da odontologia) a exames de RM em um equipamento de 1,5 Tesla. Os artefatos nas imagens foram analisados por meio do uso de um software dedicado para este fim. As imagens foram obtidas com sequências 2D e 3D, ponderadas em T1: SE, TSE, FLASH (*fast low angle shot*), e VIBE (*volumetric interpolated breath-hold examination*); sequências ponderadas em T2: TSE, True FISP (*true fast imaging with steady state precession*), FLAIR, BLADE, e SPACE (*sampling perfection with application optimized contrasts using different flip angle evolution*); e ponderadas em densidade de prótons (DP): TSE. Os autores observaram que o bráquete ortodôntico metálico, o implante de titânio e liga de Ni-Cr são os três materiais mais suscetíveis ao campo magnético da RM, criando assim enormes artefatos induzidos por metal. Para estes materiais, as sequências de pulso 2D-TSE, 2D-BLADE, 3D-VIBE e 3D-PACE são as mais apropriadas para a aquisição de imagem com os menores artefatos. Para os demais materiais investigados, os efeitos de susceptibilidade magnética foram insignificantes e os artefatos resultantes foram pequenos.

DISCUSSÃO

Os dados analisados na presente revisão de literatura evidenciam que o maior número de artigos científicos sobre artefatos de materiais dentários nas imagens por RM de cabeça e pescoço publicados nos últimos cinco anos se refere aos materiais que compõem os aparelhos ortodônticos. Poucas foram as pesquisas que contemplaram a investigação de outros materiais dentários como implantes, coroas protéticas, resinas, cimentos, materiais endodônticos, entre outros.

Os onze estudos aqui analisados testaram materiais diferentes, e foram divididos em dois grandes grupos: oito estudos que analisaram exclusivamente materiais ortodônticos (BEAU; BOSSARD; GEBEILE-CHAUTY, 2015; BLANKENSTEIN et al., 2015; DALILI KAJAN et al., 2015; SHALISH et al., 2015; WYLEZINSKA et al., 2015; ZACHRIAT et al., 2015; CASSETTA et al., 2017; ZHYLICH et al., 2017), e três estudos que avaliaram materiais dentários diversos (HILGENFELD et al., 2016; MURAKAMI et al., 2016; VALIZADEH et al., 2017).

Mesmo tendo sido categorizados em dois grandes grupos, os materiais que compõem um mesmo grupo ainda diferem entre si, seja em composição, tipo, fabricante ou marca comercial. Tal condição não permite a comparação direta entre todos os estudos incluídos na revisão, além de impossibilitar também uma comparação direta entre os estudos de um mesmo grupo, pois suas amostras são compostas por materiais diferentes.

Além das diferenças entre os materiais, outras diferenças importantes impedem a comparação com relação aos estudos em função das metodologias por eles aplicadas, devido a grandes diferenças entre os estudos no desenho, nas amostras, nos equipamentos utilizados, nas sequências de aquisição de imagem em RM empregadas, ou ainda nos diferentes métodos de medição de artefato e de análise de qualidade das imagens.

Com relação às amostras, objetos/sujeitos de pesquisa selecionados, os estudos realizaram suas pesquisas utilizando tanto corpos de prova dos materiais (*in vitro*), quanto pacientes portando os materiais (*in vivo*), ou ainda as duas situações. Seis estudos conduziram suas análises *in vitro*, e suas avaliações, mesmo que apresentando consistência metodológica enquanto análises experimentais, apresentam uma limitação intrínseca pelo fato dos dados obtidos não poderem ser transpostos às condições clínicas, por razões óbvias. Outros três estudos realizaram análises somente *in vivo*, investigando imagens de pacientes portadores de materiais dentários na cavidade bucal e verificando clinicamente as diferentes regiões anatômicas afetadas ou não pelos artefatos. Dois outros estudos analisaram concomitantemente imagens *in vitro* e *in vivo*, intencionando a extrapolação dos dados *in vitro* para a aplicabilidade clínica. Considerando este cenário, um fato importante que precisa ser levado em conta é que a formação das imagens de RM depende diretamente das características do objeto/paciente o qual é submetido a este tipo de exame. A diferença na constituição física entre os pacientes submetidos aos estudos é também um fator capaz de contribuir para a diferença entre os resultados dos artefatos. Da mesma maneira que o volume do objeto e a sua posição no equipamento de RM também influenciam na distorção e tipo/tamanho do artefato, *in vitro*, as características específicas dos tecidos do corpo do paciente, também pode influir nas imagens geradas em estudos *in vivo*.

Entretanto, apesar das diferenças metodológicas entre os estudos integrantes desta revisão, é possível reunir resultados similares, como no caso dos

componentes de aço inoxidável dos aparelhos ortodônticos. É unanimidade entre estudos que estes materiais são capazes de gerar um maior número e maiores tamanhos de artefato, comprometendo em grau elevado as imagens de RM de cabeça e pescoço, tornando-as muitas vezes não diagnósticas. Arcos de aço inoxidável, por exemplo, podem degradar a qualidade da imagem além da aceitabilidade clínica e devem ser removidos antes da RM, segundo a orientação da maioria dos autores. Já para os achados relativos às contenções ortodônticas de aço inoxidável, os autores que pesquisaram este tipo de material concordaram em seus resultados ao relatar que estas contenções são capazes de causar perda da qualidade de imagem apenas na área da cavidade bucal, necessitando serem removidas antes de uma RM se a área sob a investigação estiver na cavidade bucal.

Por outro lado, os estudos que investigaram materiais ortodônticos cerâmicos ou de Ni-Ti demonstraram que, devido a uma susceptibilidade magnética muito baixa, estes materiais geram apenas artefatos insignificantes, podendo permanecer na cavidade bucal, quando da realização do exame de RM.

Os artefatos dependem também das sequências de imagens utilizadas e os resultados obtidos nos experimentos são válidos especificamente para as sequências que foram empregadas, não podendo ser estendidos para outras sequências. Diferentes sequências de aquisição de imagens de RM também foram utilizadas pelos diferentes estudos. Um dos estudos analisou uma grande quantidade de sequências para a grande quantidade de materiais diferentes testados, e como conclusão seus autores elaboraram inclusive uma tabela com as condições e parâmetros de imagem excelentes recomendados para minimizar os artefatos causados por cada material dentário investigado.

Os artefatos na imagem de RM são oriundos dos efeitos de suscetibilidade magnética que é inerente e específico para cada material. Tal efeito de suscetibilidade é dependente da força do campo magnético principal, e conseqüentemente, o efeito do tipo de equipamento de RM na qualidade da imagem também está relacionado à força do campo principal. Portanto, o resultado obtido em equipamentos de 1,5 Tesla não pode necessariamente ser um preditor preciso de artefatos em outra força de campo.

CONCLUSÕES

Com base nos principais achados apresentados pelos onze estudos analisados na presente revisão, é possível concluir que bráquetes cerâmicos, com ou sem detalhes metálicos, em sua maioria não representam um problema na produção de artefatos nas imagens de RM de cabeça e pescoço.

Materiais ortodônticos compostos de aço inoxidável promovem os maiores artefatos quando comparados a outras ligas metálicas como titânio, níquel-titânio ou cromo-cobalto. Qualquer material ortodôntico de aço inoxidável, o qual possa ser facilmente removido, como os arcos ortodônticos, deve ser retirado antes de um exame de RM de cabeça e pescoço.

Ligas metálicas não preciosas apresentam maior potencial de gerar artefatos nas imagens de RM.

Implantes dentários e coroas unitárias compostos exclusivamente de zircônia causam potencialmente menores artefatos em comparação aos implantes dentários de titânio e coroas unitárias que tenham metal em sua composição.

As dimensões dos artefatos provocados pelos diversos materiais dentários nas imagens de RM dependem da composição e volume do material imageado, como também dos parâmetros das sequências de aquisição da imagem utilizadas. Com relação à intensidade do campo magnético, os artefatos tendem a ser maiores em equipamento de RM com intensidade de campo principal de 3 Tesla, em comparação com um campo principal de 1,5 Tesla.

As imagens da região de cabeça e pescoço mais afetados pelos artefatos de materiais dentários são aquelas da face, pescoço e cavidade bucal, ou seja, as regiões anatômicas próximas ao local onde os materiais estão presentes. Entretanto, materiais metálicos com grande volume, como no caso de aparelhos ortodônticos completos feitos de aço inoxidável, podem provocar extensos artefatos atingindo a região cerebral e impossibilitando a interpretação das imagens e inviabilizando o diagnóstico.

REFERÊNCIAS

BEAU, Aurélien; BOSSARD, Denis; GEBEILE-CHAUTY, Sarah. Magnetic resonance imaging artefacts and fixed orthodontic attachments. **European journal of orthodontics**, v. 37, n. 1, p. 105-110, 2015.

BLANKENSTEIN, Felix et al. Predictability of magnetic susceptibility artifacts from metallic orthodontic appliances in magnetic resonance imaging. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, v. 76, n. 1, p. 14-29, 2015.

COSTA, A. L.F. et al. Artifacts in brain magnetic resonance imaging due to metallic dental objects. **Medicina Oral Patologia Oral Y Cirugia Bucal**, v. 14, n. 6, p. E278-282. jun. 2009

CASSETTA, Michele et al. The effects of a common stainless steel orthodontic bracket on the diagnostic quality of cranial and cervical 3T-MR images: a prospective, case-control study. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 46, n. 6, p. 20170051, 2017.

DALILI KAJAN, Zahra et al. A comparative study of metal artifacts from common metal orthodontic brackets in magnetic resonance imaging. **Imaging science in dentistry**, v. 45, n. 3, p. 159-168, 2015.

EGGERS, G. et al. Artefacts in magnetic resonance imaging caused by dental material. **Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine**, v. 18, n. 2, p. 103-111, mar. 2005.

ELISON, J. M. et al. Influence of common orthodontic appliances on the diagnostic quality of cranial magnetic resonance images. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 134, n. 4, p. 563-572, out. 2008.

FIELDING, A. F.; RECK, S. F.; BARKER, W. J. Use of magnetic resonance imaging for localization of a maxillofacial infection: report of a case. **Journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 45, n. 6, p. 548-550, jun. 1987.

HILGENFELD, Tim et al. Artefacts of implant-supported single crowns-Impact of material composition on artefact volume on dental MRI. **European journal of oral implantology**, v. 9, n. 3, 2016.

KLINKE, Thomas et al. Artifacts in magnetic resonance imaging and computed tomography caused by dental materials. **PLoS One**, v. 7, n. 2, p. e31766, 2012.

MURAKAMI, Shumei et al. A standardized evaluation of artefacts from metallic compounds during fast MR imaging. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 45, n. 8, p. 20160094, 2016.

SHALISH, Miriam et al. Influence of common fixed retainers on the diagnostic quality of cranial magnetic resonance images. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 147, n. 5, p. 604-609, 2015.

STARČUKOVÁ, J. et al. Magnetic susceptibility and electrical conductivity of metallic dental materials and their impact on MR imaging artifacts. **dental materials**, v. 24, n. 6, p. 715-723, jun. 2008.

VALIZADEH, Solmaz et al. Quantification of Artifacts in MR Images Caused by Commonly Used Dental Materials. **Iranian Journal of Radiology**, n. In Press, 2017

WYLEZINSKA, Marzena et al. Impact of orthodontic appliances on the quality of craniofacial anatomical magnetic resonance imaging and real-time speech imaging. **European journal of orthodontics**, v. 37, n. 6, p. 610-617, 2015.

ZACHRIAT, C. et al. MRI with intraoral orthodontic appliance—a comparative in vitro and in vivo study of image artefacts at 1.5 T. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 44, n. 6, p. 20140416, 2015.

ZHYLICH, Dzmitry et al. Effects of orthodontic appliances on the diagnostic quality of magnetic resonance images of the head. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 151, n. 3, p. 484-499, 2017.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a presente revisão de literatura foi possível constatar que o maior número de artigos científicos sobre artefatos de materiais dentários nas imagens por ressonância magnética de cabeça e pescoço publicados nos últimos cinco anos se refere aos materiais dentários que compõem os aparelhos ortodônticos. Poucas foram as pesquisas que contemplaram a investigação de outros materiais dentários como implantes, coroas protéticas, resinas, cimentos, materiais endodônticos, entre outros.

Os estudos aqui analisados apresentaram diferenças marcantes entre si, seja em relação ao tipo, composição, fabricante ou à marca comercial do material investigado. Além das diferenças entre os materiais, outras diferenças importantes impedem a comparação com relação aos estudos em função das metodologias por eles aplicadas, devido aos seus diferentes desenhos de estudo: com diferentes amostras, diferentes equipamentos utilizados, diferentes sequências de aquisição de imagem em RM empregadas, ou ainda diferentes método de medição de artefato e análise de qualidade das imagens. Tal condição não permite a comparação direta entre todos os estudos incluídos na revisão, além de muitas vezes impossibilitar também uma comparação direta entre os estudos de um mesmo grupo. Entretanto, apesar deste cenário, é possível reunir resultados similares.

Neste sentido, com base nos principais achados apresentados pelos onze estudos analisados na presente revisão, é possível concluir que:

Bráquetes cerâmicos, com ou sem detalhes metálicos, em sua maioria não representam um problema na produção de artefatos nas imagens de RM de cabeça e pescoço.

Materiais ortodônticos compostos de aço inoxidável promovem os maiores artefatos quando comparados a outras ligas metálicas como titânio, níquel-titânio, ou cromo-cobalto. Qualquer material ortodôntico de aço inoxidável o qual possa ser facilmente removido, como os arcos ortodônticos, deve ser retirado antes de um exame de RM de cabeça e pescoço.

Ligas metálicas não preciosas apresentam maior potencial de gerar artefatos nas imagens de RM.

Implantes dentários e coroas unitárias compostos exclusivamente de zircônia causam potencialmente menores artefatos em comparação aos implantes dentários de titânio e coroas unitárias que tenham metal em sua composição.

As dimensões dos artefatos provocados pelos diversos materiais dentários nas imagens de RM dependem da composição e volume do material imageado, como também dos parâmetros das sequências de aquisição da imagem utilizadas. Com relação à intensidade do campo magnético, os artefatos tendem a ser maiores em equipamento de RM com intensidade de campo principal de 3 Tesla, em comparação com um campo principal de 1,5 Tesla.

As imagens da região de cabeça e pescoço mais afetados pelos artefatos de materiais dentários são aquelas da face, pescoço e cavidade bucal, ou seja, as regiões anatômicas próximas ao local onde os materiais estão presentes. Entretanto, materiais metálicos com grande volume, como no caso de aparelhos ortodônticos completos feitos de aço inoxidável, podem provocar extensos artefatos atingindo a região cerebral, impossibilitando a interpretação das imagens e inviabilizando o diagnóstico.

REFERÊNCIAS

BEAU, Aurélien; BOSSARD, Denis; GEBEILE-CHAUTY, Sarah. Magnetic resonance imaging artefacts and fixed orthodontic attachments. **European journal of orthodontics**, v. 37, n. 1, p. 105-110, 2015.

BLANKENSTEIN, F. et al. Predictability of magnetic susceptibility artifacts from metallic orthodontic appliances in magnetic resonance imaging. **Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie**, v. 76, n. 1, p. 14-29, jan. 2015.

CAMMOUN, D.; HENDEE, W. R., DAVIS, K. A. Clinical applications of magnetic resonance imaging-current status. **The Western Journal of Medicine**. v. 143, n. 6, p. 793-803, dez. 1985.

CASSETTA, Michele et al. The effects of a common stainless steel orthodontic bracket on the diagnostic quality of cranial and cervical 3T-MR images: a prospective, case-control study. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 46, n. 6, p. 20170051, 2017.

CEVIDANES, L. et al. Assessment of mandibular growth and response to orthopedic treatment with 3-dimensional magnetic resonance images. **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, v. 128, n. 1, p. 16-26, jul. 2005.

COSTA, A. L.F. et al. Artifacts in brain magnetic resonance imaging due to metallic dental objects. **Medicina Oral Patologia Oral Y Cirugia Bucal**, v. 14, n. 6, p. E278-282. jun. 2009.

DALILI KAJAN, Zahra et al. A comparative study of metal artifacts from common metal orthodontic brackets in magnetic resonance imaging. **Imaging science in dentistry**, v. 45, n. 3, p. 159-168, 2015.

DAMADIAN, R. Tumor detection by nuclear magnetic resonance. **Science**, v. 171, n. 3976, p. 1151- 1153, mar.1971.

DUTTENHOEFER, F. et al. Magnetic resonance imaging in zirconia-based dental implantology. **Clinical oral implants research**, v. 26, n. 10, p. 1195-1202, out. 2015.

EGGERS, G. et al. Artefacts in magnetic resonance imaging caused by dental material. **Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine**, v. 18, n. 2, p. 103-111, mar. 2005.

ELISON, J. M. et al. Influence of common orthodontic appliances on the diagnostic quality of cranial magnetic resonance images. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 134, n. 4, p. 563-572, out. 2008.

FIELDING, A. F.; RECK, S. F.; BARKER, W. J. Use of magnetic resonance imaging for localization of a maxillofacial infection: report of a case. **Journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 45, n. 6, p. 548-550, jun. 1987.

GRAY, C. et al. Advanced imaging: magnetic resonance imaging in implant dentistry. **Clinical oral implants research**, v. 14, n. 1, p. 18-27, fev. 2003.

HAGIWARA, M.; NUSBAUM, A.; SCHMIDT, B. L. MR assessment of oral cavity carcinomas. **Magnetic resonance imaging clinics of North America**, v. 20, n. 3, p. 473-494, ago. 2012.

HILGENFELD, Tim et al. Artefacts of implant-supported single crowns-Impact of material composition on artefact volume on dental MRI. **European journal of oral implantology**, v. 9, n. 3, 2016.

HSU, C.W et al. Measurement of the size and orientation of human masseter and medial pterygoid muscles. **Proceedings of the National Science Council, Republic of China. Part B, Life sciences**, v. 25, n. 1, p. 45-49, jan. 2001.

KANEDA, T. et al. Imaging tumors of the minor salivary glands. **Oral surgery, oral medicine, oral pathology**, v. 78, n. 3, p. 385-390, set. 1994.

KLINKE, Thomas et al. Artifacts in magnetic resonance imaging and computed tomography caused by dental materials. **PLoS One**, v. 7, n. 2, p. e31766, 2012.

LARHEIM, T. A. Role of magnetic resonance imaging in the clinical diagnosis of the temporomandibular joint. **Cells Tissues Organs**, v. 180, n. 1, p. 6-21, 2005.

LAUTERBUR, P.C. Image formation by induced local interactions: examples employing nuclear magnetic resonance. **Nature**. v.242, p. 190-191, mar.1973.

MAZZOLA, A. A. Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 3, n. 1, p. 117-129, 2009.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, M. C. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & contexto enfermagem**, v. 17, n. 4, p.758-764, out./dez. 2008.

MORALES, H.; CORNELIUS, R. Imaging approach to temporomandibular joint disorders. **Clinical neuroradiology**, v. 26, n. 1, p. 5-22, set. 2016.

MOREIRA, M. A. et al. Meta-analysis of magnetic resonance imaging accuracy for diagnosis of oral cancer. **PloS one**, v. 12, n. 5, p. e0177462, maio 2017.

MRI Safety Home. Institute for Magnetic Resonance Safety, Education, and Research, Playa Del Rey, CA. **Dental Implants, Devices, and Materials**. Disponível em: < <http://www.mrisafety.com/SafetyInfov.asp?SafetyInfoID=174>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

MURAKAMI, Shumei et al. A standardized evaluation of artefacts from metallic compounds during fast MR imaging. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 45, n. 8, p. 20160094, 2016.

OKANO, Y. et al. Magnetic resonance imaging diagnosis of the temporomandibular joint in patients with orthodontic appliances. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 95, n. 2, p. 255-263, fev. 2003.

SCHERZINGER, A. L.; HENDEE, W. R. Basic principles of magnetic resonance imaging--an update. **The Western Journal of Medicine**, v. 143, n. 6, p. 782-792, dez. 1985.

SHALISH, Miriam et al. Influence of common fixed retainers on the diagnostic quality of cranial magnetic resonance images. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 147, n. 5, p. 604-609, 2015.

STARČUKOVÁ, J. et al. Magnetic susceptibility and electrical conductivity of metallic dental materials and their impact on MR imaging artifacts. **dental materials**, v. 24, n. 6, p. 715-723, jun. 2008.

TANAKA, T. et al. Dynamic magnetic resonance sialography for patients with xerostomia. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 106, n. 1, p. 115-123, jul. 2008.

TYMOFIYEVA, O. et al. Three-dimensional localization of impacted teeth using magnetic resonance imaging. **Clinical oral investigations**, v. 14, n. 2, p. 169-176, abr. 2010.

VALIZADEH, Solmaz et al. Quantification of Artifacts in MR Images Caused by Commonly Used Dental Materials. **Iranian Journal of Radiology**, n. In Press, 2017

WYLEZINSKA, M. et al. Impact of orthodontic appliances on the quality of craniofacial anatomical magnetic resonance imaging and real-time speech imaging. **European journal of orthodontics**, v. 37, n. 6, p. 610-617, fev. 2015.

YAMAGUCHI, S. et al. Analysis of masticatory muscle coordination during unilateral single-tooth clenching using muscle functional MRI. **Journal of Oral Rehabilitation**, 2017.

ZACHRIAT, C. et al. MRI with intraoral orthodontic appliance—a comparative in vitro and in vivo study of image artefacts at 1.5 T. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 44, n. 6, p. 20140416, 2015.

ZHYLICH, Dzmitry et al. Effects of orthodontic appliances on the diagnostic quality of magnetic resonance images of the head. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 151, n. 3, p. 484-499, 2017.

APÊNDICE A

Fichas bibliográficas para a coleta de dados

IDENTIFICAÇÃO	
Titulo do Artigo	
Título do Periódico	
Autores	Nome, titulação, filiação,
País	
Idioma	
Ano de publicação	
INSTITUIÇÃO SEDE DO ESTUDO	
Universidade	
Hospital	
Centro de pesquisa	
Instituição única	
Pesquisa multicêntrica	
Outras instituições	
Sem identificação do local	
TIPO DE PUBLICAÇÃO	
Publicação médica	
Publicação odontologia	
Publicação de outra área? Qual?	
CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS	
Tipo de pesquisa	Laboratorial (<i>In vitro, ex vivo</i>)? Clínico?
Objetivo	
Materiais e métodos	Detalhamento da metodologia (material dentário, amostra, tipo de equipamento, sequências de imagem, mensuração do artefato-instrumentos, outas especificidades) Clareza metodológica?
Análise estatística	Descritiva? Teste de hipóteses?
Resultados	
Conclusões	Justificada com base nos resultados? Recomendações dos autores?

