as ameias, de lingual para vestibular, não sendo necessário circundar os dentes. São realizadas, então, as amarrias entre os fios do arco superior e inferior, os quais, quando apertados, deslocam as esferas contra as ameias linguais, estabilizando-as. Diferentemente das barras, este sistema não provoca dano ao periodonto. É contra-indicado na presença de diastemas (ALDEGHERI e BLANC, 1999).

Os fios de aço Dimac® apresentam, em uma de suas extremidades, um pequeno cilindro de náilon com bordas elevadas. A extremidade livre do fio é passada na ameia mesial, no sentido vestíbulo-lingual, contornando o dente, sendo, depois, passada na ameia distal, em sentido contrário. A extremidade livre do fio é tracionada, promovendo o ajuste do cilindro contra a ameia, e o fio é enrolado na região central sulcada do cilindro. Isto permite uma proteção da mucosa bucal contra o atrito direto do fio de aço. Este sistema apresentou um menor índice de perfurações acidentais e inflamação gengival, bem como um menor tempo cirúrgico, quando comparado ao uso das barras (AYOUB e ROWSON, 2003).

Um outro sistema, de nome comercial *Rapid IMF* ®, consiste em um conjunto de pequenas tiras de plástico, bastante resistentes, porém, macias, que circundam supra-gengivalmente os dentes, sendo apertadas e travadas como cintos. Possuem uma proeminência voltada para a face vestibular das unidades dentárias, em torno da qual são fixados elásticos ortodônticos. Quatro tiras em cada arco são suficientes para estabelecer uma adequada fixação intermaxilar. Dentre as vantagens deste dispositivo sobre o uso das barras, estão: a maior facilidade de manuseio, um menor traumatismo das mucosas e a ausência de risco de acidentes perfurantes (McCAUL, DEVLIN e LOWE, 2004).

A fixação intermaxilar pode ser usada durante a fixação interna, para se conseguir a redução da fratura ou para se restabelecer a oclusão dentária original

(VARTANIAN e ALVI, 2000; ROCCIA et al., 2005; STACEY et al., 2006). Dimitroulis (2002) comparou a qualidade da redução de fraturas unilaterais de ângulo mandibular em dois grupos de pacientes: em um deles, a fixação intermaxilar foi utilizada como auxiliar da redução e no outro, a redução foi conseguida manualmente. Além da redução, foram também avaliados a oclusão dentária e os tempos de cirurgia e internamento. O autor observou que a qualidade da redução e da oclusão dentária foi semelhante em ambos os grupos; já os tempos de cirurgia e internamento foram menores no grupo em que não se utilizou a fixação intermaxilar. Dimitroulis atenta, porém, para a importância de se ter um auxiliar treinado, neste último caso, para que se consiga uma adequada redução manual. Resultados semelhantes foram observados por Fordyce et al. (1999) que não encontraram diferenças significantes no resultado oclusal, duas semanas após a cirurgia, entre o grupo em que se utilizou a fixação intermaxilar para a redução da fratura e o grupo no qual a redução foi manual.

Ainda é muito discutido se a fixação intermaxilar deve ser mantida após a redução aberta com fixação interna. Algumas indicações para mantê-la são a presença de fratura subcondilar concomitante, o uso isolado de uma placa sem uma banda de tensão ou quando a fixação interna não está confiável, como em casos de fraturas cominutivas (STACEY et al., 2006). Lazow (1996) relatou bons resultados mantendo a fixação intermaxilar por duas a três semanas após a redução aberta com fixação interna, tendo apenas 3,4% de complicações. De acordo com o protocolo utilizado por Maloney, Lincoln e Coyne (2001) para o tratamento das fraturas de mandíbula com fixação interna, a fixação intermaxilar é mantida por dez a quatorze dias após a cirurgia.

Bolourian, Lazow e Berger (2002) trataram trinta e uma fraturas de ângulo

mandibular, utilizando uma miniplaca na linha oblíqua externa por acesso intrabucal e mantendo a fixação intermaxilar por duas semanas. Com este protocolo, os autores não observaram quaisquer complicações em todas as fraturas tratadas, num período de proservação de seis semanas.

A fixação intermaxilar pode apresentar alguns resultados indesejáveis. Complicações respiratórias, fonéticas, higiene bucal deficiente, dano periodontal, dificuldade de nutrição, com conseqüente perda de peso, e atrofia da musculatura mastigatória são alguns destes. A colaboração do paciente neste tipo de tratamento é também de extrema importância. Por outro lado, é um procedimento rápido, que requer um breve período de hospitalização, podendo até ser executada com anestesia local, fora de ambiente hospitalar (MORENO et al., 2000).

A atelectasia pulmonar é uma complicação pós-operatória comum. Obstrução de vias aéreas e acúmulo de secreções faringeanas podem facilitar a sua ocorrência. Aframian-Farnad et al. (2002) avaliaram a sua incidência em pacientes submetidos a cirurgias maxilares. Encontraram uma incidência de 37,5% no grupo de pacientes em que a fixação intermaxilar foi mantida após a cirurgia, e de 5,6% no grupo em que esta não foi utilizada. De acordo com tais resultados, concluíram que a fixação intermaxilar deve ser considerada um fator importante no surgimento da atelectasia pulmonar pós-operatória.

Como indicações para a fixação interna das fraturas mandibulares (redução aberta) estão a maioria das fraturas sinfisárias e parasinfisárias, fraturas deslocadas do corpo e ângulo e algumas fraturas condilares (STACEY et al., 2006). Historicamente, a teoria aceita era de que a fixação interna não deveria ser utilizada em fraturas cominutivas, pois tal intervenção comprometeria o suprimento sanguíneo aos fragmentos ósseos, aumentando as chances de necrose e infecção. Esta teoria

vem se modificando, desde que a estabilidade dos fragmentos ósseos tem sido admitida como fator primordial para se conseguir a consolidação da fratura (ELLIS, MUNIZ e ANAND, 2003).

Para acessar fraturas de parasínfise e corpo, uma incisão intrabucal no sulco vestibular é comumente usada, devendo-se atentar para evitar lesões ao nervo mentual e suas ramificações (STACEY et al., 2006). Toma et al. (2003) chamaram a atenção para a possibilidade de maior risco de infecção quando da realização dos acessos intrabucais, considerando a cavidade bucal como uma região contaminada. Para acessar fraturas de ângulo e ramo, incisões intrabucais também podem ser utilizadas, sendo que as mesmas não permitem uma boa visualização da borda inferior mandibular (STACEY et al., 2006). Para isso, uma abordagem extrabucal faz-se melhor, cuidando para não lesar o nervo marginal mandibular (TOMA et al., 2003; STACEY et al., 2006). Nas abordagens extrabucais deve-se considerar, também, a possibilidade do surgimento de cicatrizes hipertróficas (BOLOURIAN, LAZOW e BERGER, 2002; TOMA et al., 2003).

Panagiotis (2005) afirmou que a redução aberta com amplo descolamento do periósteo e dano ao suprimento sanguíneo do osso e dos tecidos moles, durante a fixação interna, é uma das causas da perda de vascularização dos fragmentos ósseos. O periósteo deve ser preservado ao máximo, durante as abordagens de fraturas, pois contribui para a formação do calo ósseo secundário (MALIZOS e PAPATHEODOROU, 2005).

São várias as técnicas de fixação interna ao alcance do cirurgião. O uso de miniplacas monocorticais não compressivas com parafusos de 2,0mm de diâmetro é uma das mais frequentemente utilizadas; esta técnica foi originariamente desenvolvida por meio de estudos de Michelet et al., em 1973, e Champy et al., em

1978 (RENTON e WIESENFELD, 1996; MORENO et al., 2000). Microplacas com parafusos de 1,0 e 1,5mm de diâmetro têm seu uso restrito às fraturas de côndilo e de mandíbulas atróficas desdentadas (SCHORTINGHUIS, BOS e VISSINK, 1999). O sistema *lock*, no qual o parafuso enrosca e trava na placa, funciona como um fixador interno. Se comparado aos sistemas convencionais, permite uma maior estabilidade da redução da fratura quando não se consegue uma adaptação perfeita da placa sobre o plano ósseo (ELLIS e GRAHAM, 2002; HAUG, STREET e GOLTZ, 2002). Já o sistema *AO* (*Arbeitsgemeinschaft fur Osteosynthesefragen*) utiliza placas compressivas, não-maleáveis e parafusos de diâmetros maiores (2,4 e 2,7mm), permitindo uma fixação altamente estável e uma função mandibular imediata. A grande rigidez aliada à compressão interfragmentária, proporcionadas por este sistema, possibilitam um reparo ósseo primário. Impedem, porém, a correção de uma possível má oclusão pós-operatória, por meio da fixação intermaxilar (MORENO et al., 2000). Nei et al. (2005) propõem uma chamada *fixação biológica*, na qual secções de fio de aço são interpostas entre a placa e a cortical óssea. De acordo com estudo em coelhos, realizado por estes autores, com esta técnica não se constatou porosidade da cortical óssea nem a presença de áreas de avascularização, encontradas quando da realização da técnica de fixação interna convencional. Placas e parafusos absorvíveis, confeccionados em polímeros biodegradáveis, têm sido usados com bons resultados (BELL e KINDSFATER, 2006). Os *lag screws* são parafusos especiais indicados na fixação de fraturas em bisel (ELLIS, 1996).

As técnicas e filosofias para a fixação interna das fraturas mandibulares são tão numerosas, que, somente para o tratamento de fraturas de ângulo, há relatos da utilização de: *lag screws*; placa monocortical única ao longo da linha oblíqua externa;

duas placas monocorticais; uma placa monocortical associada a uma placa bicortical; placa de reconstrução (HAUG, FATTAHI e GOLTZ, 2001). Algumas são as desvantagens da fixação interna. As incisões para o acesso direto à fratura podem resultar em danos sensoriais e motores; os parafusos podem lesionar raízes dentárias e o feixe vásculo-nervoso alveolar inferior; em conjunto com as placas, podem provocar infecções persistentes, sensação de corpo estranho e intolerância térmica ao frio; quadros estes, em que se faz necessária a remoção de ambos (MORENO et al., 2000).

A liberação de partículas metálicas no osso e tecido mole, provenientes das miniplacas, parafusos e chaves, já foi objeto de estudo. Schliephake et al. biopsiaram, em dez pacientes, áreas acinzentadas de tecido mole que recobriam miniplacas de titânio usadas no tratamento de fraturas mandibulares. Ao exame microscópico, encontraram partículas metálicas dispersas em fibras colágenas e, em menor quantidade, presentes no meio intracelular. O estudo de Matthew e Frame (1998) encontrou resultados semelhantes, com a diferença de ter sido realizado em cachorros, com miniplacas fixadas no osso frontal. Os efeitos clínicos e toxicológicos desta dispersão de íons metálicos, a longo prazo, são desconhecidos; o transporte destes íons para sítios distantes, como pulmões e baço, e as conseqüências do seu acúmulo nestes órgãos, também não estão explicados (SCHLIEPHAKE et al., 1993; MATTHEW e FRAME, 1998).

Shetty et al. (2003) colheram opiniões de cirurgiões a respeito do tipo de tratamento a ser instituído, tomando-se por base somente a análise de radiografias convencionais de vinte e dois pacientes com fraturas em mandíbula. Observaram que a indicação para o uso da fixação interna ocorreu com maior freqüência nos casos de fraturas múltiplas e nos casos com maiores deslocamentos entre os

fragmentos. Uma outra observação importante foi a de que mais da metade dos cirurgiões que indicaram a fixação intermaxilar, mudaram de opinião quando se levantava a hipótese de o paciente avaliado não ser um paciente colaborador. Os autores concluíram que as decisões do tratamento a ser instituído nas fraturas mandibulares são bastante variáveis, dependendo, principalmente, da percepção individual da gravidade da lesão, dos fatores de risco associados, da prática clínica e confiança de cada cirurgião em determinadas técnicas.

Os custos envolvidos nestas duas formas de tratamento são bastante distintos e já foram objetos de estudo. Durante os anos de 1991 a 1993, Abubaker e Lynam (1998) observaram um aumento dos custos referentes ao tratamento das fraturas mandibulares; atribuíram, como uma das causas para este fato, o crescente uso da fixação interna. Nos três anos avaliados, os custos envolvidos com esta técnica sempre se mostraram mais altos, em comparação com a fixação intermaxilar. Enquanto os custos desta última variaram de U$ 1,077.00 a U$ 6,758.00, os custos com a fixação interna atingiram valores de U$ 2,305.00 a U$ 41,589.00.

Schmidt et al. (2000) avaliaram o custo-benefício entre a fixação intermaxilar e a fixação interna. Para isto, calcularam, inicialmente, os custos do tratamento primário da fratura mandibular, desde a admissão do paciente à sua alta hospitalar, incluindo os honorários do anestesista e cirurgião, taxas de sala de cirurgia e quarto, medicações e radiografias. Depois, foram calculados os custos envolvidos no tratamento secundário da fratura mandibular, caracterizado como uma reintervenção devido à infecção pós-operatória. Os custos do tratamento primário e secundário foram somados e, depois, multiplicados pela incidência da infecção em cada um dos tipos de tratamento. Tanto a média dos custos do tratamento primário quanto do

secundário foi menor na fixação intermaxilar. A média total dos custos com a fixação intermaxilar foi de U$ 10,927.00, enquanto que, com a fixação interna, esta média foi de U$ 34,636.00.

2.4. COMPLICAÇÕES NO TRATAMENTO DAS FRATURAS MANDIBULARES

A infecção pós-operatória da ferida cirúrgica é a complicação mais comum em todos os tipos de fraturas mandibulares (LAMPHIER et al., 2003; FURR, SCHWEINFURTH e MAY, 2006). Alguns estudos encontraram uma taxa de infecção maior nas fraturas tratadas com fixação interna (LAMPHIER et al., 2003). Nestes casos, a infecção normalmente está associada à fixação inadequada ou erro na técnica (SICKELS, 2005).

O período de tempo transcorrido da lesão ao tratamento é considerado importante na prevenção de infecções pós-cirúrgicas. Maloney, Lincoln e Coyne (2001) consideraram infectadas as fraturas expostas de mandíbula não tratadas em até setenta e duas horas após o trauma. Por isso, eles recomendaram, nestes casos, a estabilização dos fragmentos com fixação intermaxilar associada à administração venosa de antibiótico por algum período de tempo, antes de se realizar a abordagem aberta das fraturas. Desta forma, a infecção é debelada, assegurando-se um bom suprimento sanguíneo aos sítios fraturados; condição esta, de suma importância para a cicatrização de qualquer tecido. Os autores elencam a colaboração do paciente, com relação às restrições alimentares, como um outro fator decisivo no risco das infecções pós-operatórias.

Biller et al. (2005) realizaram estudo no qual não encontraram diferenças

significativas com relação à ocorrência de infecção entre pacientes com fraturas mandibulares tratadas antes ou depois de três dias do trauma. Já no tocante às complicações de ordem técnica, estas foram mais significativas no grupo tratado com mais de três dias do trauma. Os autores afirmaram que isso ocorre, provavelmente, devido a uma maior dificuldade na redução da fratura, desde que a consolidação óssea já pode começar a ocorrer com os fragmentos ainda não reduzidos.

O uso de antibióticos no período pós-operatório de fraturas mandibulares é bastante discutido. Miles, Potter e Ellis (2006) avaliaram pacientes submetidos à fixação interna e não encontraram diferenças significativas no que diz respeito à prevalência de infecção pós-operatória entre pacientes que fizeram uso ou não de antibióticos, após a cirurgia. Observaram que, dentre os pacientes que desenvolveram infecção pós-cirúrgica, aqueles que usaram antibiótico no pós-operatório tiveram uma infecção significantemente mais tardia.

Outras complicações que ocorrem com menor freqüência são: má oclusão e perdas dentárias, trismo, anquilose, desvios, cicatrizes, parestesias e a não consolidação da fratura. Esta última caracteriza-se quando a consolidação não ocorre no período de quatro a seis semanas (STACEY et al., 2006); alguns autores estabelecem um período maior do que este, superior a oito semanas, para considerar uma fratura de mandíbula como não consolidada (MATHOG et al., 2000). O aspecto radiográfico, nestes casos, é de uma faixa radiolúcida entre os cotos ósseos que se apresentam com bordas escleróticas (STACEY et al., 2006). Geralmente, uma vascularização pobre e a instabilidade entre os fragmentos fraturados são os principais fatores que conduzem à não consolidação das fraturas (PANAGIOTIS, 2005).

No que diz respeito às parestesias, Halpern, Kaban e Dodson (2004) publicaram estudo prospectivo, no qual buscaram identificar os fatores de risco relacionados às alterações neurosensoriais do nervo alveolar inferior, no pós-operatório imediato de fraturas mandibulares. Das noventa e sete fraturas avaliadas no pré-operatório, setenta e nove resultaram em alterações neurosensoriais. Após a instituição do tratamento, oitenta e duas delas mantiveram ou melhoraram o quadro neurosensorial, enquanto quinze pioraram. Como variáveis a serem avaliadas, os autores estabeleceram: idade e gênero, localização da fratura e grau de deslocamento, estado neurosensorial pré-operatório e tipo de tratamento instituído. Os autores concluíram que fraturas com 5mm ou mais de distância entre os cotos ósseos, um quadro neurosensorial normal no pré-operatório e o tratamento com fixação interna constituíram fatores de risco estatisticamente significantes para alterações neurosensoriais do nervo alveolar inferior, no pós-operatório de fraturas mandibulares.

Moreno et al. (2000) não encontraram diferenças na ocorrência de complicações entre as fraturas de mandíbula tratadas com fixação intermaxilar, com miniplacas e parafusos de 2,0mm de diâmetro, com placas *AO* e parafusos de 2,4mm de diâmetro e com placas *AO* e parafusos de 2,7mm de diâmetro. A correlação entre a gravidade da fratura e a ocorrência de complicações é que foi estatisticamente significante.

A prevalência de complicações pós-operatórias em fraturas cominutivas, de acordo com o tratamento instituído, também já foi estudada. Foram avaliados, retrospectivamente, num período de dez anos, 196 pacientes. Dos pacientes tratados com fixação externa, 35,3% apresentaram complicações, seguidas de 17,1% no grupo tratado com fixação intermaxilar e 5,5% no grupo tratado com

fixação interna. As complicações mais observadas foram: infecção, não consolidação da fratura e má oclusão. Interessante salientar que a má-oclusão não ocorreu no grupo da fixação intermaxilar (ELLIS, MUNIZ e ANAND, 2003).

2.5 REPARO ÓSSEO DAS FRATURAS

O reparo das fraturas é um processo regenerativo complexo e dinâmico que se inicia em resposta a um trauma e resulta em um ótimo reparo do esqueleto ósseo, com conseqüente restauração da sua função (BRANFOOT, 2005; DIMITRIOU, TSIRIDIS e GIANNOUDIS, 2005; PHILLIPS, 2005; ERDOGAN et al., 2006). Vários fatores influenciam este processo, como: fatores genéticos, celulares e bioquímicos, a idade, o tipo e geometria da fratura e a mobilidade interfragmentária (GÓMEZ-BENITO et al., 2005). Todos os quatro componentes envolvidos nos sítios de fratura – a cortical óssea, o periósteo, a medula óssea e o tecido mole circundante – contribuem para o reparo do osso em diferentes graus, dependendo de múltiplos parâmetros locais presentes, como fatores de crescimento, hormônios, nutrientes, pH, saturação de oxigênio e estabilidade mecânica conseguida (DIMITRIOU, TSIRIDIS e GIANNOUDIS, 2005).

O osso apresenta as fases mineral (representada principalmente pela hidroxiapatita), orgânica (com 90% de colágeno tipo I e 10% de outras proteínas) e aquosa (KLOSS e GASSNER, 2006). Imediatamente após uma fratura óssea, o rompimento da rede vascular leva à formação de um hematoma, no qual uma seqüência de eventos bioquímicos e celulares começa a induzir uma resposta inflamatória. A degranulação de plaquetas é um evento importante que resulta na liberação de fatores quimiotáticos para células mesenquimais indiferenciadas

presentes no tecido mole adjacente, no tecido ósseo medular e no periósteo; estes fatores atraem, também, granulócitos e macrófagos, importantes na modulação da resposta inflamatória e, consequentemente, no processo de reparo ósseo (CARANO e FILVAROFF, 2003; DOBLARÉ, GARCÍA e GÓMEZ, 2004; MALIZOS e PAPATHEODOROU, 2005).

Na primeira metade do século XX, imaginava-se que o reparo ósseo secundário, principalmente quando acompanhado de um calo ósseo exuberante, era um sinal de sucesso do tratamento das fraturas mandibulares. Já na segunda metade deste mesmo século, com uma melhor compreensão do processo cicatricial, passou-se a admitir o reparo ósseo primário como o melhor resultado do tratamento destas fraturas; para isso, advogava-se uma perfeita redução dos cotos ósseos, suprimento sanguíneo intacto e estabilidade absoluta. A utilização de ondas ultra-sônicas já foi relatada como fator que acelerou significantemente o reparo ósseo em osteotomias realizadas em mandíbulas de coelhos, fixadas com miniplacas e parafusos (ERDOGAN et al., 2006).

O reparo ósseo primário consiste numa tentativa direta da cortical óssea em restabelecer os sistemas haversianos. Para isto, são formadas pequenas unidades de remodelação, conhecidas como *cutting cones*, que levam à restauração da continuidade mecânica do osso (DIMITRIOU, TSIRIDIS e GIANNOUDIS, 2005; PHILLIPS, 2005). As células osteoprogenitoras provêm das células do endotélio vascular e de células mesenquimais indiferenciadas perivasculares. Durante este processo, há mínima ou nenhuma participação do periósteo, não havendo a formação de calo ósseo. Esse tipo de reparação é também chamada de reparação direta (DIMITRIOU, TSIRIDIS e GIANNOUDIS, 2005).

A maioria das fraturas, porém, é reparada de forma secundária ou indireta, na presença de micro-movimentos (DIMITRIOU, TSIRIDIS e GIANNOUDIS, 2005; PHILLIPS, 2005). Neste caso, há uma combinação de ossificação intramembranosa e endocondral, com subseqüente formação de calo ósseo (DIMITRIOU, TSIRIDIS e GIANNOUDIS, 2005).

A ossificação intramembranosa envolve a formação direta de osso, sem prévia formação de cartilagem. Para isso, são recrutadas células mesenquimais indiferenciadas localizadas no periósteo distante do sítio de fratura. A medula óssea contribui na fase inicial deste processo, quando células endoteliais se transformam em células polimórficas que, por sua vez, expressam o fenótipo de osteoblastos. O resultado é a formação de um calo ósseo conhecido, histologicamente, como *hard callus* (DIMITRIOU, TSIRIDIS e GIANNOUDIS, 2005).

Já a ossificação endocondral caracteriza-se pelo recrutamento, proliferação e diferenciação de células mesenquimais indiferenciadas em cartilagem, a qual torna-se calcificada e eventualmente substituída por osso. Normalmente, ocorre em fraturas mecanicamente menos estáveis. Pode-se identificar seis estágios neste tipo de ossificação: formação de hematoma e inflamação, angiogênese e formação da cartilagem, calcificação da cartilagem, destruição da cartilagem, formação de osso e remodelação óssea. Este tipo de ossificação tem a participação do periósteo adjacente ao sítio de fratura e dos tecidos moles circundantes, resultando num calo ósseo conhecido, histologicamente, como *soft callus* (DIMITRIOU, TSIRIDIS e GIANNOUDIS, 2005).

O reparo de fraturas mandibulares foi estudado histológica e imunohistoquimicamente em ratos, utilizando-se anticorpo específico para *BMP*-2, considerada um marcador do processo reparador ósseo (RASUBALA et al., 2004).

Os ratos foram divididos em dois grupos: grupo de estudo, cujas fraturas foram fixadas com uma placa de 5,0mm e dois microparafusos de 1,0mm de comprimento, e grupo controle, cujas fraturas não foram fixadas. As fraturas em ambos os grupos foram provocadas pela compressão de uma pinça curva robusta, sendo que no grupo controle não foi realizada incisão. Os dados histológicos e imunohistoquímicos avaliados em três, sete, quatorze, vinte e um e vinte e oito dias após as fraturas, revelaram que o reparo ósseo no grupo de estudo foi, aproximadamente, uma semana mais lenta do que no grupo controle. Os autores atribuíram tais resultados ao trauma cirúrgico (afastamento do periósteo e de tecidos moles circunvizinhos) no grupo de estudo, o que pode levar a ruptura de vasos, com diminuição da vascularização. A importância do periósteo intacto como fonte primordial de células osteoprogenitoras foi, também, frisada.

2.6 DIAGNÓSTICO POR IMAGENS DAS FRATURAS MANDIBULARES

A radiografia representa um instrumento de extrema importância, por fornecer informações dos tecidos dentários e ósseos, inacessíveis por meio de exames clínicos (CASANOVA, NETO e OLIVEIRA, 2002).

As radiografias periapicais são limitadas no diagnóstico das fraturas mandibulares, sendo importantes, apenas, na avaliação de fraturas dentárias envolvidas. As fraturas em sínfise e parasínfise podem ser bem visualizadas por meio de uma radiografia oclusal, principalmente em seu aspecto lingual (SCHUBERT, 2002).

Radiografias convencionais, como a de Towne, oblíqua de mandíbula e lateral

facial, e a radiografia panorâmica, normalmente são as primeiras a serem solicitadas para pacientes com suspeita de fraturas mandibulares (SCHUBERT, 2002; STACEY et al., 2006). Destas, a radiografia panorâmica, que possui o princípio de obtenção de imagem idêntico ao da tomografia convencional, é considerada a técnica de escolha (VILLARREAL et al., 2000; MURRAY e WHYTE, 2002).

A radiografia panorâmica, num estudo de Wilson et al. (2001), obteve 86% de sucesso em evidenciar as fraturas de mandíbula. A maioria das fraturas não visualizadas estava localizada na região posterior mandibular. A radiografia panorâmica foi considerada mais eficaz do que a tomografia computadorizada helicoidal na visualização de fraturas radiculares. Roth et al. (2005) realizaram trabalho semelhante, no qual observaram que todas as fraturas de mandíbula visualizadas na tomografia computadorizada helicoidal e não visualizadas na radiografia panorâmica estavam localizadas no ângulo, ramo ou na região subcondilar. Afirmaram, também, que a tomografia consiste num exame que possibilita uma interpretação mais objetiva, visto as concordâncias no diagnóstico de fratura entre examinadores terem sido significantemente maiores quando da interpretação da tomografia.

A radiografia panorâmica apresenta algumas desvantagens. A falta de nitidez na linha média pode dificultar a visualização de fraturas sinfisárias e parasinfisárias. Isto ocorre devido à sobreposição da coluna vertebral e à dificuldade em se focar, simultaneamente, a sínfise e os côndilos mandibulares (WILSON et al., 2001). Na técnica para a tomada da radiografia panorâmica, o paciente deve estar apto a assumir a posição supina, condição impossível nos casos de pacientes entubados ou sedados e perigosa nos casos de suspeita de traumatismos cervicais (SCHUBERT, 2002; ROTH et al., 2005).

No estudo de Wilson et al. (2001), a tomografia computadorizada helicoidal foi capaz de evidenciar 100% das fraturas de mandíbula, o que sugeriu ser tal exame suficiente na avaliação imaginológica deste tipo de traumatismo. Apesar disto, a tomografia computadorizada não é rotineiramente utilizada nestes casos. Os custos mais elevados deste exame o colocam como segunda opção no diagnóstico do trauma mandibular.

Enquanto a avaliação radiográfica pré-operatória é importante no diagnóstico deste tipo de traumatismo, a sua utilidade no pós-operatório, porém, é discutível. De cinco casos operados que evoluíram com complicações, em apenas um foi possível, radiograficamente, visualizar sinais predictivos da complicação (DURHAM et al., 2005). Os autores deste trabalho prospectivo sugeriram que exames radiográficos, no pós-operatório de fraturas mandibulares, devem ser solicitados apenas quando se constata má oclusão dentária, um sinal clínico bastante indicativo de complicação. Em trabalho semelhante com radiografias panorâmicas, Childress e Newlands (1999) concluíram que tais exames acrescentam muito pouco ao exame clínico-anamnésico, na detecção de complicações após cirurgia de fratura mandibular. Chandramohan (2007) acrescenta que as radiografias só devem ser solicitadas se forem úteis para a tomada de uma decisão clínica.

A radiografia digital vem se tornando cada vez mais importante, no momento em que colabora para um diagnóstico fiel e precoce de várias patologias (BERTI et al., 2005). A mesma pode ser obtida de forma indireta, pela digitalização de uma radiografia por meio de câmeras de vídeo ou *scanners* de alta resolução, ou diretamente, com o uso de sensores intrabucais para obtenção da imagem. Essa imagem é processada e exibida em um monitor de computador, podendo ser armazenada, manipulada, impressa e transmitida para outros computadores

(RIBEIRO e FEITOSA, 1999).

Comparando as formas indireta e direta de digitalização de radiografias, Graziottin et al. (2002) observaram uma correlação significativa entre ambas. À medida que a média dos níveis de cinza das radiografias digitalizadas de forma indireta aumentava, o mesmo ocorria com as radiografias digitalizadas diretamente. Para isso, os autores radiografaram placas de resina composta com quatro diferentes espessuras. Observaram, entretanto, que as radiografias digitais diretas apresentaram menor amplitude entre os valores das espessuras próximas.

Rubira-Bullen et al. (2003) compararam radiografias convencionais e digitalizadas na detecção de cáries proximais. Apesar de os resultados obtidos não terem demonstrado diferença entre os dois métodos de avaliação, os autores reconheceram os recursos técnicos oferecidos quando do uso das radiografias digitalizadas, o que facilitou a interpretação das imagens; recursos estes importantes, principalmente, para profissionais menos experientes no diagnóstico imaginológico. Em estudo comparativo semelhante, Lamberti, Albuquerque e Farias (2006) observaram que a radiografia interproximal digitalizada apresentou maior sensibilidade (menos casos de falso negativo) na detecção de cáries proximais. Fracassi et al. (2006) encontraram uma sensibilidade maior, porém uma especificidade menor (mais casos de falso positivo) da avaliação radiográfica digital comparada à radiografia convencional, no diagnóstico de cáries ocultas.

Sarmento et al. (2005) comparando estes dois métodos no diagnóstico radiográfico de lesões periapicais produzidas artificialmente em mandíbulas humanas secas, observaram que a avaliação por meio das radiografias digitalizadas foi sempre superior à avaliação radiográfica convencional.

Imagens digitalizadas permitem avaliar a média dos níveis de cinza em

materiais diversos, sejam eles biológicos ou não. A obturação endodôntica, por exemplo, já foi objeto de estudos, nos quais uma média dos níveis de cinza maior e menos dispersa sugeriu uma obturação mais compacta e homogênea (SARMENTO et al., 1998; SARMENTO et al., 1999). Kositbowornchai et al. (2006) não encontraram diferenças significativas na detecção de defeitos simulados de condensação de materiais obturadores, em condutos avaliados por radiografia convencional e digital. Estudos com resinas compostas mostraram médias dos níveis de cinza diretamente proporcionais à espessura de suas camadas (LICKS et al., 2004; SOARES et al., 2004).

A mensuração da média dos níveis de cinza já foi utilizada para avaliar os tecidos periapicais. Sarmento e Rubira (1998) observaram que a região periapical de dentes clinicamente saudáveis apresentou médias dos níveis de cinza maiores quando comparada à região periapical de dentes com diagnóstico clínico de pulpite irreversível; a região periapical destes, por sua vez, exibiu médias dos níveis de cinza maiores que a região periapical dos dentes com necrose pulpar. Estes dados permitiram reconhecer a maior sensibilidade deste tipo de avaliação sobre as radiografias convencionais, podendo a mesma constituir-se num método útil no diagnóstico diferencial em endodontia.

Trabalho semelhante em que se induziu, experimentalmente, pulpite e necrose pulpar em dentes de ratos, foi realizado por Sarmento e Pretto (2003). As autoras observaram que a média dos níveis de cinza periapicais dos dentes com pulpite e necrose pulpar foi inferior à dos dentes normais. Isso indica a possibilidade de se detectarem alterações ósseas periapicais, por meio de imagens digitais, antes mesmo de áreas radiolúcidas serem visualizadas nas radiografias convencionais.

O reparo ósseo na sutura mediana após a expansão rápida da maxila e em

defeitos ósseos produzidos em tíbia de ratos foi avaliado por meio da média dos níveis de cinza (SIMÕES, ARAÚJO e BITTENCOURT, 2003; MORAES et al., 2005). Em ambos os estudos, tal valor aumentou com o tempo, sugerindo neoformação óssea progressiva.

Estudando o tecido ósseo perimplantar, Abreu (2003) verificou que as técnicas de análise digitais não foram capazes de detectar a osteointegração em menor tempo, quando comparadas à técnica de análise visual convencional, nos períodos de tempo avaliados (imediatamente após a cirurgia, quinze e noventa dias depois).

A radiografia de subtração é um outro recurso das radiografias digitais. Neste tipo de técnica, uma imagem radiográfica digital padronizada é obtida previamente. Após um determinado período de tempo, faz-se outra radiografia digital padronizada da mesma região, que deverá conter a mesma geometria, contraste e nitidez da primeira. Feito isto, através de programas computadorizados de processamento de imagens, essas duas radiografias digitais são alinhadas e corrigidas com relação a possíveis variações de geometria, contraste e nitidez, e, então, subtraídas. A imagem resultante da subtração é a de estruturas isoladas que sofreram alterações durante o intervalo de tempo entre a primeira e segunda radiografias digitais. As estruturas que não sofreram alterações aparecem como um cinza neutro; perda de tecido como um cinza mais escuro; e ganho de tecido como um cinza mais claro (RIBEIRO e FEITOSA, 1999).

A radiografia de subtração foi utilizada por Hausmann et al. (1985) na avaliação da terapia periodontal. Na detecção de alterações ósseas, os autores consideraram-na mais sensível do que a simples medição da altura das cristas alveolares. Yoshioka et al. (2002) atestaram a validade da subtração digital na

avaliação do reparo ósseo de lesões periapicais, após o tratamento endodôntico. Dotto et al. (2005) a validaram na visualização da progressão da perda mineral em esmalte proximal.

A radiografia por subtração digital permite eliminar sobreposições na área que se pretende avaliar. É muito útil, portanto, na detecção de pequenas diferenças estruturais entre duas imagens obtidas em tempos diferentes. Modificações ósseas mínimas podem ser diagnosticadas por essa técnica, diferentemente das radiografias convencionais, nas quais as alterações no tecido ósseo só tornam-se evidentes quando já houve de 30 a 50% de perda ou ganho mineral. A padronização do brilho e contraste das imagens a serem comparadas é imprescindível para a técnica da subtração digital; esta é conseguida com a ajuda de alguns programas disponíveis (TSIKLAKIS, 2005).

Kawai et al. (1997), em estudo retrospectivo, avaliaram, por meio da análise visual de radiografias, o reparo pós-operatório de fraturas mandibulares. Compararam os padrões radiográficos encontrados de acordo com o tipo de tratamento instituído, localização da fratura e idade do paciente. No primeiro mês de pós-operatório, observaram uma quantidade significativa de alterações não osteogênicas nos grupos tratados com fixação intermaxilar, com miniplacas e com outros métodos, sendo que a percentagem dessas alterações encontrada no grupo da fixação intermaxilar foi de 69% contra 99% no grupo das miniplacas. No segundo mês de pós-operatório, o grupo de osteossíntese com miniplaca teve a maior incidência de alterações não osteogênicas (82%), mais do que o dobro da incidência de que qualquer outro grupo. Os autores acreditam que essa observação pode estar relacionada ao fato de que uma fixação mais rígida pode limitar a formação do calo ósseo externo. No que diz respeito à idade, observaram diferenças significativas

entre o grupo de indivíduos abaixo de dezoito anos e o grupo com dezoito anos ou mais, sendo que o padrão radiográfico de união óssea normalmente era constatado um mês antes no grupo de indivíduos abaixo dos dezoito anos. Com relação à localização da fratura, no primeiro mês encontraram diferenças significativas na incidência de alterações não osteogênicas, sendo mais numerosas na região anterior, seguidas do corpo e ramo e do processo condilar. Com quatro meses ou mais de pós-operatório, o padrão radiográfico de união óssea foi mais comum na região anterior (92%), seguida do corpo e ramo (86%) e do processo condilar (77%), sendo que tais resultados, segundo os autores, podem estar relacionados a uma maior dificuldade de fixação apropriada na região do processo condilar.

Já Villarreal et al. (2000) utilizaram-se de um sistema digital de análise de imagem (*CADIA – computer-assisted densitometric image analysis*) para avaliar o reparo destas fraturas de acordo com o tratamento instituído (fixação intermaxilar ou fixação interna). Para isso, as radiografias panorâmicas pós-operatórias eram digitalizadas e avaliadas de acordo com duas variáveis criadas pelos autores: aumento da densidade óssea (AD), expressa em unidades de cinza, e velocidade de aumento da densidade óssea (VAD), expressa em unidades de cinza por dia. Foram cinco os momentos das tomadas radiográficas: no pós-operatório imediato e no pós-operatório com quinze, trinta, sessenta e noventa dias. Com quinze dias de pós-operatório, o AD e a VAD tiveram valores positivos em ambos os tratamentos instituídos, sendo maiores no grupo da fixação interna. Os autores esperavam obter valores negativos, compatíveis com a necrose dos cotos ósseos que ocorre durante as duas primeiras semanas após uma fratura; atribuíram este resultado, então, ao edema do tecido mole, maior nos casos de fixação interna, que requerem redução aberta. Com trinta dias, houve uma queda na densidade óssea, expressa por valores