

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Marina Rodrigues da Silva

REGENERAÇÃO ÓSSEA GUIADA COM USO DE MEMBRANAS

Juiz de Fora

2021

MARINA RODRIGUES DA SILVA

REGENERAÇÃO ÓSSEA GUIADA COM USO DE MEMBRANAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Odontologia
da Universidade Federal de Juiz de Fora,
como requisito parcial à obtenção do título
de Cirurgiã-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Salles Sotto-Maior

Juiz de Fora

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

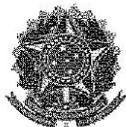
Rodrigues da Silva, Marina.

Regeneração óssea guiada com uso de membranas / Marina Rodrigues da Silva. -- 2021.
26 f.

Orientador: Bruno Salles Sotto-Maior

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Odontologia, 2021.

1. Regeneração óssea guiada. 2. Barreira de membrana. 3. Materiais biocompatíveis. I. Sotto-Maior, Bruno Salles, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACODONTO - Coordenação do Curso de Odontologia

Marina Rodrigues da Silva

Regeneração óssea guiada com uso de membranas

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Aprovado em 01 de março de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno Salles Sotto Maior - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Evandro de Toledo Lourenço Júnior

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Neuza Maria Souza Picorelli Assis
Universidade Federal de Juiz de Fora



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Salles Sotto Maior, Professor(a)**, em 01/03/2021, às 16:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por **Evandro de Toledo Lourenço Júnior, Professor(a)**, em 01/03/2021, às 16:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por **Neuza Maria Souza Picorelli Assis, Professor(a)**, em 01/03/2021, às 17:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **0268563** e o código CRC **00CE4EE7**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me capacitar para alcançar este sonho, me proteger e sempre me guiar pelos melhores caminhos.

Aos meus pais Sérgio Luís da Silva e Cláudia Rodrigues Monteiro, pelo amor incondicional, por me apoiarem em minhas decisões e por todo esforço que fizeram para me proporcionar a melhor educação. Sem vocês não seria possível chegar até aqui.

Aos meus irmãos Vinícius, Elvis e Erick. Obrigada pelo carinho, amizade sincera e incentivo, vocês foram essenciais nessa caminhada.

Ao meu namorado Alexandre Diniz, que se fez presente nessa etapa tão importante da minha vida, sendo abrigo, companheiro e acima de tudo meu melhor amigo. Obrigada por todo apoio e encorajamento que sempre prestou a mim.

Aos demais familiares e amigos, que de alguma forma participaram desta etapa em minha vida, muito obrigada!

Ao meu orientador Bruno Salles Sotto-Maior, por dispor de seu tempo e atenção para obtenção do êxito neste trabalho.

Agradeço também aos meus professores pela dedicação e por contribuírem para meu aprendizado. Aos funcionários da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, que sempre estiveram dispostos a ajudar.

Por fim, agradeço aos pacientes que tive a oportunidade de atender na instituição, colaborando de forma direta para que minha formação fosse mais humanizada.

RESUMO

A instalação de implantes osseointegrados tem sido cada vez mais frequente quando o intuito é uma reabilitação oral de dentes ausentes. Porém quando não há disponibilidade óssea, horizontal ou vertical, adequada para que o implante seja instalado, técnicas para reconstrução do tecido ósseo perdido são necessárias. Diante desse problema, a regeneração óssea guiada (ROG) com uso de membranas tem se mostrado uma técnica eficaz e tem sido alvo de pesquisas frequentes nos últimos anos. A ROG consiste basicamente na segregação do alvéolo, através de membranas, impedindo que agentes externos interfiram no processo de osteogênese, onde somente o coágulo sanguíneo rico em fatores de crescimento possa se encarregar de iniciar o processo de formação de matriz óssea. As membranas utilizadas nessa técnica podem ser reabsorvíveis ou não reabsorvíveis, sendo que ambas tem demonstrado eficiência na retenção do coágulo na área a ser regenerada. Sendo assim, de acordo com os objetivos do tratamento, ou seja, a quantidade óssea que requer regeneração e o local do defeito ósseo, a correta escolha dos materiais utilizados deve ser minuciosa para potencializar resultados e minimizar os riscos de complicação.

Palavras-chave: Regeneração Óssea Guiada. Barreira de Membrana. Materiais Biocompatíveis.

ABSTRACT

The installation of osseointegrated implants has been frequent when the purpose is a promising oral rehabilitation, however when there is no adequate bone height for the implant to be intact and maintained, it is necessary to apply techniques to restore the lost bone. Faced with this problem, guided bone regeneration (GBR) using membranes has been an effective technique and has been researched in recent years. GBR basically consists of the segregation of the alveolus, through membranes, preventing external agents from interfering in the osteogenesis process, where only the blood clot rich in growth factors is in charge of initiating the bone matrix formation process. The membranes used in this technique can be resorbable or non-resorbable, both of which have an effect on clot retention in the area to be regenerated. Therefore, according to the treatment objectives, that is, the amount of bone that requires regeneration and the location of the bone defect, the correct choice of materials used must be meticulous to maximize results and minimize the risk of complications.

Keywords: Guided Bone Regeneration. Membrane Barrier. Biocompatible Materials.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

d-PTFE	Politetrafluoroetileno denso
e-PTFE	Politetrafluoroetileno expandido
PLLA	Poli (L-lactídeo)
PLGA	Poli (L-lactídeo-co-glicolídeo)
PTFE	Politetrafluoroetileno
ROG	Regeneração óssea guiada
RTG	Regeneração tecidual guiada

LISTA DE SÍMBOLO

μm Micrômetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 PROPOSIÇÃO.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 Regeneração Óssea Guiada	15
3.2 Membranas	17
4 DISCUSSÃO.....	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A utilização de implantes osseointegrados é uma excelente alternativa na reabilitação do paciente com perda dentária parcial ou total. Para viabilizar a colocação de implantes dentários é essencial que exista uma estrutura óssea adequada (LOYOLA et al., 2018). Contudo, em muitos casos, a presença de defeitos ósseos alveolares verticais e/ou horizontais acompanham a ausência dentária (PILGER et al., 2020). Nessas situações existe a possibilidade de as roscas dos implantes ficarem expostas ou existir reabsorção óssea após a instalação do implante (MAZARO et al., 2014) ou até mesmo a impossibilidade de instalar o implante.

O osso saudável sempre mantém sua capacidade regenerativa. No entanto, existem perdas ósseas devido a processos traumáticos ou infecciosos, que requerem tratamento regenerativo (MARTÍNEZ; ZELADA; MAMANI, 2013). São exemplos de situações que podem causar defeitos ósseos alveolares em diferentes níveis de extensão e complexidade: doença periodontal, infecções periapicais crônicas, complicações cirúrgicas trans ou pós-operatórias, fraturas dentárias ou traumatismo alveolar (SALOMÃO et al., 2012).

Diferentes estratégias, como técnicas de enxerto ósseo, distração alveolar e regeneração óssea guiada (ROG), foram aplicadas para restituir o osso perdido para permitir que o implante seja totalmente integrado e mantido durante o carregamento funcional (ELGALI et al., 2017).

Dimitriou et al. (2012) descreveram que o conceito de ROG se baseia no uso de membrana que atua como uma barreira para evitar a invasão de tecidos moles no defeito ósseo. O processo de regeneração que ocorre dentro da barreira de membrana envolve angiogênese e migração de células osteogênicas da periferia em direção ao centro, para criar um tecido de granulação bem vascularizado. Salomão e Siqueira (2010) citam o coágulo sanguíneo como sendo fundamental para a reparação do rebordo alveolar, pois contém os elementos indispensáveis ao processo de regeneração óssea.

De acordo com Caballé-Serrano et al. (2018) o principal objetivo da ROG é a restauração dos tecidos perdidos, criando uma condição ideal para a colocação do implante. Dentre os biomateriais disponíveis para esses procedimentos, as

membranas são amplamente indicadas, sejam elas reabsorvíveis ou não (PEREIRA et al., 2016).

Entre as membranas não reabsorvíveis, as membranas de politetrafluoroetileno expandido (ePTFE) foram aceitas como material padrão ouro pela sua estabilidade mecânica, biocompatibilidade e capacidade em facilitar a regeneração óssea. No entanto, as membranas não reabsorvíveis sofrem de várias desvantagens, pois sua rigidez pode causar deiscência do tecido mole, que pode levar à exposição da membrana e subsequente infecção. Além disso, uma segunda cirurgia é necessária para remover as membranas não reabsorvíveis, resultando em desconforto para o paciente (APRILE; LETOURNEUR; YARZA, 2020).

Para obtenção do sucesso clínico no emprego da técnica de regeneração óssea guiada com uso de membranas, alguns dos seguintes requisitos cirúrgicos são primordiais: vascularização apropriada, espaço ideal para formação do coágulo, presença de células osteogênicas e conseqüentemente a exclusão das células não osteogênicas na área de regeneração, tecido ósseo viável contíguo ao defeito ósseo da área a ser regenerada e por fim, o controle do processo inflamatório no pré e pós operatório é fundamental.

O objetivo do presente estudo é revisar a literatura sobre Regeneração Óssea Guiada com uso de membranas, abordando seu conceito e descrevendo as particularidades de algumas membranas utilizadas na técnica. Verificando assim, a efetividade da regeneração óssea guiada com uso de membranas, de forma a contribuir para reabilitações com implantes osseointegrados.

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre Regeneração Óssea Guiada com uso de membranas, analisando e comparando os tipos de membrana destacando vantagens, indicações e contraindicações do emprego da técnica.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 REGENERAÇÃO ÓSSEA GUIADA

Os primeiros relatos científicos sobre ROG aparecem na literatura no final da década do 1950, onde o novo crescimento ósseo foi demonstrado no fêmur, crista ilíaca e coluna vertebral usando uma barreira para prevenir a invasão de tecidos moles. A ROG no campo da implantodontia surge da pesquisa periodontal em Regeneração Tecidual Guiada (RTG), baseada em técnica cirúrgica que evita a proliferação de células epiteliais, ao interpor uma membrana semipermeável entre o osso, raiz dentária e retalho, a fim de dar tempo às células do tecido periodontal (osso e ligamento) para se multiplicarem e preencherem o defeito do tecido (MARTÍNEZ; ZELADA; MAMANI, 2013).

Como descrito por Tomm e Mezzomo (2017), a ROG baseia-se na criação de um espaço segregado para a invasão de vasos sanguíneos e células osteoprogenitoras, protegendo a reparação óssea do crescimento de tecidos não osteogênicos, que possuem velocidade de migração maior que as células osteogênicas. Trata-se de uma técnica na qual se utilizam meios físicos, como por exemplo, uma membrana, para impedir que outros tecidos, principalmente tecido conjuntivo, interfiram na osteogênese.

Os principais princípios da ROG são os seguintes: 1) excluir o epitélio e o tecido conjuntivo para permitir células progenitoras para repovoar o local tratado; 2) criar um espaço sob a barreira, que será preenchido com osso (manutenção do espaço); a barreira é frequentemente sustentada com um enxerto ósseo ou parafusos de sustentação; 3) a barreira protege o coágulo; 4) atingir angiogênese; e 5) alcançar o fechamento primário pelo deslocamento do retalho (GREENSTEIN; CARPENTIERI, 2015).

Durante as primeiras 24 horas após a cirurgia de ROG, o espaço da ferida é inicialmente preenchido com um coágulo de sangue, que é reabsorvido por neutrófilos e macrófagos e substituído por tecido de granulação. O tecido de granulação é rico em células-tronco mesenquimais e vasos sanguíneos, permitindo que nutrientes e células cheguem ao local, formando tecido osteóide (SOLDATOS et al., 2017).

Vários estudos experimentais identificaram o padrão de formação óssea após procedimentos de ROG. A primeira fase é caracterizada pela deposição de tecido osteóide dentro do defeito após a formação de coágulo sanguíneo, o espaço criado abaixo da membrana é organizado em uma matriz de tecido conjuntivo denso. Para esta etapa a estabilidade do tecido conjuntivo recém formado e da membrana é fundamental, visto que micromovimentos têm efeito inibitório na formação óssea. Este tecido conjuntivo fornece as propriedades mecânicas necessárias para permitir o crescimento de capilares durante a angiogênese que precede a formação óssea. De acordo com Schenk et al. (1994), aos 60 dias é possível observar uma rede de pequenos vasos sanguíneos seguidos por deposição de tecido ósseo que inicialmente consiste em matriz osteóide, seguido por rápida mineralização. A osteogênese começa em estreito contato com paredes ósseas defeituosas, onde andaimes orientados aleatoriamente de delicadas trabéculas fibrosas estão presentes, e progridem em direção ao centro do defeito. As superfícies das trabéculas recém-formadas são revestidas por uma camada contínua de osteoblastos e a deposição óssea contínua aumenta seu diâmetro. Os espaços intertrabeculares circundados por um tecido bem vascularizado e fibras conjuntivas bem organizadas inicialmente delimitadas por matriz osteóide são integradas no tecido ósseo. O resultado desta formação óssea é um tecido ósseo primário. Durante esta fase tanto a estrutura quanto a qualidade da matriz tecidual recém-formada são os principais resultados da maturação óssea de trabéculas orientadas aleatoriamente, enquanto o tecido ósseo secundário, resulta da remodelação, consistindo de substituição por reabsorção, seguida pela formação de fibras paralelas e osso lamelar (SCHENK et al., 1994; RISPOLI et al., 2015).

Em grandes defeitos, a formação óssea ocorre apenas na zona marginal estável com uma zona central desorganizada de tecido conjuntivo frouxo e, portanto, o uso adicional de material de enxerto ósseo é necessário nesses casos, com o enxerto atuando como um andaime para osteocondução e como uma fonte de substâncias osteogênicas e osteoindutivas para formação de osso lamelar (DIMITRIOU et al., 2012).

Através da regeneração óssea guiada, é possível manter as dimensões ósseas, ou reduzir a gravidade dos defeitos causados nos tecidos ósseos após uma exodontia, graças ao uso de membranas, que atuam como verdadeiras barreiras (SALOMÃO et al., 2012).

3.2 MEMBRANAS

A primeira aplicação de uma membrana que fornece evidências de que a regeneração tecidual guiada (RTG) poderia melhorar a regeneração do periodonto humano era um filtro de laboratório de acetato de celulose da Millipore. Desde então, uma ampla gama de novas membranas foi projetada para vários cenários clínicos, cada uma possuindo vantagens distintas e desvantagens (ZHANG, et al., 2013).

As características desejáveis da membrana utilizada para a terapia de ROG incluem biocompatibilidade, propriedades de oclusão celular, integração pelos tecidos do hospedeiro, capacidade de criação de espaço, capacidade de gerenciamento clínico e propriedades mecânicas e físicas adequadas (ELGALI et al., 2017).

Esses critérios que a membrana utilizada na ROG deve apresentar foram descritos por Pilger et al. (2020) sendo estes:

Biocompatibilidade: A membrana deve fornecer um nível aceitável de biocompatibilidade. A interação entre o material e o tecido não deve afetar adversamente os tecidos circundantes para que a reparação pretendida seja alcançada e com segurança do paciente. Entretanto, a biocompatibilidade é um termo relativo pois praticamente nenhum material é completamente inerte;

Oclusividade celular: Uma barreira deve ser idealmente oclusiva para evitar formação de tecido fibroso através da invasão das células epiteliais, tecido conjuntivo ou fibroblastos e permitir a regeneração óssea. A oclusividade está relacionada à porosidade pois esse fator tem uma grande influência no potencial de invasão celular. Os poros da membrana facilitam a difusão de fluidos, oxigênio, nutrientes e substâncias bioativas para o crescimento celular, o que é vital para regeneração do tecido ósseo. A função barreira seleciona o tipo de células quando a membrana apresenta poros;

Integridade estrutural: A integridade estrutural da membrana deve manter um perfil de bioreabsorção (quando bioreabsorvível) compatível com o período de neoformação do tecido ósseo e sua adaptação às bordas do defeito ósseo constituem pré-requisitos para a previsibilidade da ROG. Essa adaptação depende da capacidade de manutenção do espaço e modelagem da membrana para a forma do defeito. Membranas muito rígidas podem apresentar dificuldade de adaptação em seus bordos;

Capacidade de manutenção de espaço: A membrana deve possuir rigidez para criar e manter um espaço adequado para a regeneração óssea (para o crescimento e suporte tecidual), principalmente em grandes defeitos. Esse princípio está relacionado à espessura e rigidez da membrana. O material também deve ser adequadamente maleável para fornecer a geometria específica necessária para a reconstrução funcional, mas também que seja suficientemente rígido para suportar as pressões exercidas por forças externas como a mastigação. Se a membrana entrar em colapso, o volume de regeneração é reduzido e o resultado clínico ideal pode não ser alcançado;

Gerenciamento clínico: A membrana deve ser prática para uso clínico. Membranas muito maleáveis podem apresentar complicações na manutenção do espaço necessário para a ROG. Por outro lado, uma membrana muito rígida pode apresentar dificuldade ao ser moldada e a falta de adaptação de suas bordas, possivelmente afiadas, podem perfurar o tecido gengival e causar a subsequente exposição da mesma. As membranas podem ser basicamente classificadas em bioreabsorvíveis (para evitar uma segunda cirurgia de remoção da membrana) e não bioreabsorvíveis (que requerem um segundo procedimento cirúrgico de remoção da membrana). A utilização das membranas junto aos tecidos bucais normalmente é bem tolerada e com poucas reações indesejadas, contudo, a exposição não intencional ao meio bucal, a contaminação bacteriana e a perda precoce da capacidade de seleção celular, são algumas das complicações comumente relatadas na literatura. Dessa forma, de acordo com os objetivos do tratamento, a correta seleção dos materiais utilizados deve ser realizada para potencializar resultados e minimizar os riscos de complicações. As membranas podem ser classificadas quanto ao seu comportamento biológico em membranas não bioreabsorvíveis e membranas bioreabsorvíveis. Devemos realizar a seleção de membranas não bioreabsorvíveis quando um segundo procedimento para a remoção da membrana está previsto ou na necessidade de manter a membrana exposta ao meio bucal intencionalmente. Em caso de exposição intencional da membrana, esta deve ter a função de barreira para contaminação bacteriana, com ausência de poros ou porosidade de até 0,3 μm . As membranas bioreabsorvíveis devem ser selecionadas quando um segundo procedimento de sua remoção não está previsto e de acordo com o tempo de bioreabsorção, adequado ao objetivo do tratamento.

Segundo Caballé-Serrano et al. (2018), quando o objetivo é regenerar, uma membrana reabsorvível ou não reabsorvível deve ser utilizada dependendo da técnica e da área do defeito. Ainda não foi descrita a membrana ideal. Os autores diferem em suas opiniões; entretanto, uma membrana ideal deve manter sua função de barreira por tempo suficiente para a formação de um novo osso e, se possível, deve ser reabsorvível, de modo que uma segunda cirurgia não seja necessária, reduzindo a morbidade.

O uso de barreiras que possibilitam sua exposição no meio bucal é interessante, pois excluem a necessidade de realizar incisões e retalhos maiores para alcançar o fechamento primário, contrariando as membranas reabsorvíveis que necessitam de grandes incisões, tornando o procedimento muito mais invasivo além de exigir uma maior habilidade técnica e ainda expõe maior risco ao paciente (SALOMÃO e SIQUEIRA, 2010; VIANA e SANT'ANA, 2018).

Membranas não reabsorvíveis

As primeiras membranas para Regeneração Óssea Guiada (ROG) foram as não-reabsorvíveis. Elas requeriam uma cirurgia subsequente para removê-las, e eram, frequentemente, associadas à exposição, que, conseqüentemente, arriscava o sucesso clínico (SCHMITZ et al., 2000; SERRA e SILVA et al., 2005).

Existem quatro membranas não reabsorvíveis e materiais comuns usados atualmente em odontologia para procedimentos de ROG. Esses incluem: politetrafluoroetileno expandido (e-PTFE); politetrafluoroetileno denso (d-PTFE); malha de titânio e PTFE reforçado com titânio (SOLDATOS et al., 2017). Dentre as membranas não reabsorvíveis com origem de PTFE destaca-se também o amplo uso das reforçadas de polipropileno, que como afirma Santos e Neder (2020), são muito utilizadas na medicina e ainda não foram encontradas evidências de que cause algum processo inflamatório prejudicial ao organismo do hospedeiro.

Devido às suas propriedades mecânicas rígidas, as membranas de politetrafluoroetileno (PTFE) não reabsorvíveis podem criar e manter o espaço necessário para procedimentos de ROG, especialmente quando a membrana é reforçada com titânio (WESSING; LETTNER; ZECHNER, 2017). Contudo, elas são frequentemente expostas e infectadas, exigindo uma segunda cirurgia para sua remoção antes de inserir os implantes dentários (HOORNAERT et al., 2016).

As membranas de e-PTFE foram aceitas como os materiais padrão ouro com excelente biocompatibilidade, levando a significativa regeneração óssea em numerosos estudos clínicos. No entanto, membranas rígidas de e-PTFE podem resultar em deiscência de tecidos moles, e, assim, tornam-se suscetíveis à exposição com subsequente progressão da infecção (WANG et al., 2016).

O PTFE denso, também conhecido como PTFE de alta densidade ou d-PTFE, é fabricado de forma a eliminar a expansão dos nós e fibras, resultando em um material microporoso impermeável a bactérias, enquanto continua a permitir a difusão de gases e de moléculas pequenas. A membrana d-PTFE foi projetada para suportar a exposição no ambiente oral, o que representa uma melhoria para versões anteriores do PTFE expandido (e-PTFE) em muitas aplicações. Após a implantação, o d-PTFE é imediatamente revestido com proteínas do plasma, o que facilita a adesão celular à superfície lisa e a biocompatibilidade. Esta adesão celular confere um vedamento hermético do sítio, impedindo a proliferação epitelial e o influxo bacteriano, ao mesmo tempo em que é permeável a moléculas de nutrientes essenciais para o processo cicatricial. A principal vantagem do d-PTFE é a capacidade de permanecer exposto na boca e, ao mesmo tempo, proteger o defeito e o enxerto ósseo subjacente. O fechamento primário não é necessário, e a membrana pode ser removida sem cirurgia adicional, se estiver exposta (DAYUBE et al., 2017).

A malha de titânio apresenta capacidade de manutenção do espaço com um maior grau de previsibilidade em casos de grandes defeitos ósseos. A baixa densidade de titânio fornece um material leve, de alta resistência estrutural e resistente à corrosão. Devido a plasticidade, pode ser dobrada em diferentes formas para ajustar o contorno da crista alveolar durante a cirurgia, cobrindo defeitos alveolares e mantendo a forma desejada da crista alveolar podendo ser efetiva para prevenir o colapso de tecidos moles e partículas ósseas durante a regeneração. O corte e adaptação da malha no defeito ósseo pode gerar bordas afiadas que podem ser responsáveis pela exposição da mesma. A rigidez também causa um aumento no número de exposições por irritação nos retalhos cirúrgicos. A presença de poros nas malhas de titânio permite um suprimento vascular adequado aos tecidos subjacentes. Por esse motivo, quando expostas ao meio bucal devem ser avaliadas quanto à necessidade de sua remoção. Para oferecer seleção celular e proteção quanto a contaminação bacteriana, a malha de titânio não deve apresentar poros ou sua porosidade deve ser $<0,3\mu\text{m}$ (PILGER et al., 2020).

Membranas reabsorvíveis

Existem duas grandes categorias de membranas reabsorvíveis: as membranas naturais e sintéticas. As membranas naturais são feitas de colágeno ou quitosana, enquanto os produtos sintéticos são feitos de poliésteres alifáticos, principalmente poli (L-lactídeo) (PLLA) e poli (L-lactídeo-co-glicolídeo) (PLGA) e copolímeros (DIMITRIOU et al., 2012).

Esses polímeros têm excelente biocompatibilidade, biodegradabilidade controlável, baixa rigidez e processabilidade. Os polímeros naturais são geralmente considerados mais seguros, mais biocompatíveis e mais biodegradáveis em comparação com os polímeros sintéticos. No entanto, os polímeros naturais geralmente sofrem de propriedades mecânicas pobres que limitam seu uso para tal aplicação. Para a aplicação em ROG, o uso de andaimes de polímero sintético puro ou natural é geralmente insatisfatório. Os polímeros puros podem ter baixa rigidez, natureza hidrofóbica ou bioatividade relativamente baixa. Por outro lado, os produtos de degradação dos polímeros sintéticos às vezes são prejudiciais para o tecido recém crescido, enquanto os polímeros naturais podem se degradar muito rapidamente para serem usados para ROG. Nesse sentido, uma abordagem mais atrativa envolve o uso de misturas de polímeros naturais e sintéticos em certas proporções para combinar as vantagens de ambos os tipos (ABDELAZIS et al., 2020).

Sbricoli et al. (2020), abordaram que dentre as desvantagens das membranas reabsorvíveis, a falta de manutenção do espaço e um menor tempo de degradação são as principais. Mas, embora a durabilidade do efeito de barreira possa ser diminuída ao longo do período de cicatrização, as membranas reabsorvíveis têm várias vantagens, como um procedimento cirúrgico de etapa única, o que diminui a morbidade do paciente e o risco para os tecidos recém-regenerados, boa integração do tecido, com menor risco de exposição à membrana, radioluscência que permite a imagem do osso regenerado durante a cicatrização. Em geral, por suas propriedades biológicas, a cicatrização dos tecidos moles é melhorada na presença da membrana reabsorvível em comparação com membranas não reabsorvíveis.

As membranas de colágeno, principalmente os tipos I e III, têm várias propriedades superiores, vascularização rápida, biodegradação sem reação de corpo estranho, ação quimiotática para fibroblastos, propriedade hemostática,

imunogenicidade fraca, adesão osteoblástica e sua comprovada biocompatibilidade e capacidade de promover a cicatrização de feridas (WANG et al., 2016).

Ao comparar membranas de colágeno com membranas não reabsorvíveis, além da cirurgia única mencionada anteriormente, foi amplamente demonstrado que as membranas de colágeno participam ativamente do processo de regeneração: atraem células que secretam fatores envolvidos na formação e remodelação óssea e retêm fatores de crescimento. Isso também é verdadeiro quando comparadas às membranas sintéticas reabsorvíveis (APRILE; LETOURNEUR; YARZA, 2020).

Esses materiais são biocompatíveis, mas por definição não são inertes, uma vez que se espera alguma reação tecidual durante a sua degradação. As membranas são reabsorvidas pela atividade enzimática de macrófagos e leucócitos polimorfonucleares. Sofrem hidrólise e são eliminados do organismo pelo ciclo de Krebs como dióxido de carbono e água (PILGER et al., 2020).

Aprile, Letourneur e Yarza (2020) destacaram alguns exemplos de membranas disponíveis no mercado atualmente, são elas:

- e-PTFE: Gore-Tex;
- d-PTFE: Cytoplast TXT-200;
- PTFE reforçado com titânio: Gore-Tex-Ti, Cytoplast Ti-250, NeoGen, Ti-reinforced;
- Titanium: Frios BoneShields, Ridge-Form Mesh;
- Colágeno tipo 1: CollaTape, Tutodent, Cova MAX, Parasorb Resodont;
- Colágeno tipo 2 e 3: Koken Tissue Guide; Terudermis;
- Colágeno tipo I, III, IV, VI e outras proteínas: BioGide; Botiss Jason;
- Tipo não especificado de colágeno: DynaMatrix;
- Colágeno reticulado tipo I: Creos xenoprotect;
- Colágeno reticulado tipo I e tipo III: BioMend; OSSIX PLUS; OsseoGuard;
- Poliésteres: Poli-D, L-lactídeo-co-glicolídeo: Gore Resolut adapt; GC Membrane;
- Ácido D, D-L, L-polilático: Epi-Guide; Atrisorb;
- Poliglicólido, poli-D, L-lactídeo-co-glicosídeos, poli-L-lactídeo: BioMesh-S; Tisseos; Vicryl; GORE RESOLUT ADAPT Regenerative Membrane.

4 DISCUSSÃO

O sucesso dos implantes osteointegráveis depende de um volume suficiente de osso saudável no local receptor. A qualidade do osso em alvéolos conseguidos pela ROG através de uma barreira é excelente para a colocação de implantes (SALOMÃO et al., 2012).

Foi descrito por Pilger et al. (2020) que tanto as membranas bioreabsorvíveis como as não bioreabsorvíveis têm eficácia clínica comprovada na técnica de ROG, apresentando vantagens e desvantagens respectivamente.

Segundo Rispoli et al. (2015), em defeitos de tamanho crítico membranas não reabsorvíveis têm melhores habilidades para alcançar uma regeneração bem sucedida por sua rigidez e tempo de efeito de barreira controlado. As principais limitações da membrana não reabsorvível são a necessidade de uma cirurgia adicional para sua remoção e possível deiscência da ferida.

Aprile, Letourneur e Yarza (2020) explicaram essa melhora na regeneração usando membranas não reabsorvíveis, através da porosidade do e-PTFE que aumenta a regeneração ao melhorar a estabilidade da ferida; concordam ainda com Rispoli et al. (2020), citando que a rigidez desse material muitas vezes é responsável pela deiscência dos tecidos moles, causando exposição da membrana e infecção bacteriana precoce, prejudicando o desfecho regenerativo. Para Elgali et al. (2017) uma explicação plausível para essa complicação tem sido a tensão no tecido mole, em combinação com a falta de suprimento vascular.

Embora o e-PTFE tenha sido considerado a membrana padrão ouro para ROG e RTG devido à sua estabilidade e resistência biológica, o inconveniente de uma segunda cirurgia e a alta taxa de exposição da membrana induziu o aparecimento de membranas reabsorvíveis (SERRANO et al., 2017). Abdelaziz et al. (2020) citaram que as membranas reabsorvíveis representam alternativas mais convenientes às membranas não reabsorvíveis convencionais, uma vez que se degradam com o tempo e não requerem remoção cirúrgica. Demonstrando assim, uma concordância entre esses autores.

Além da segunda intervenção cirúrgica desnecessária para remover a membrana, membranas bioreabsorvíveis oferecem algumas vantagens adicionais: melhora na cicatrização dos tecidos moles, a incorporação das membranas pelos

tecidos do hospedeiro (dependendo das propriedades do material), e uma rápida reabsorção em caso de exposição, eliminando assim as microestruturas abertas sujeitas a contaminação bacteriana e autolimitada infecção (SBRICOLI et al., 2020).

As membranas reabsorvíveis foram estudadas extensivamente para regeneração guiada de tecidos e para ROG. Membranas bioreabsorvíveis têm boa compatibilidade de tecido e célula, e menores taxas de deiscência em comparação com as membranas de PTFE (WESSING; LETTNER; ZECHNER, 2017).

Hoornaert et al. (2016) abordaram que as membranas reabsorvíveis sintéticas superam essas desvantagens, mas não dão resultados da mesma qualidade, especialmente com relação ao ganho ósseo. A causa desta discrepância vem da capacidade da membrana de manter o espaço no defeito. A geração atual de membranas para ROG é ainda associada a grandes desvantagens relacionadas a pobres gerenciabilidade clínica, controle deficiente da taxa de degradação, uma falta de propriedades de manutenção do espaço e pouca compreensão dos mecanismos biológicos que regem a regeneração óssea.

Wang et al. (2016) explicam que o principal desafio das membranas bioabsorvíveis é combinar seu tempo de reabsorção com os períodos de formação do tecido. Para ROG apoiar a formação e maturação de osso novo, esse tempo é de 6 meses.

O momento da remoção da barreira é uma questão controversa, porque a quantidade mínima de tempo que a barreira precisa estar no lugar para facilitar a maturação ideal do tecido osteóide é desconhecida. As barreiras precisam ser deixadas no lugar por tempo suficiente para o tecido osteóide se tornar condensado e impermeável à invasão por outros tecidos de modo que sua mineralização e conversão em osso não sejam perturbadas (GREENSTEIN; CARPENTIERI, 2015).

As membranas reabsorvível e não reabsorvível diferem em termos de manuseio clínico e técnico, taxa de complicações e resultados de longo prazo (SBRICOLI et al., 2020). Contudo, ambas devem apresentar biocompatibilidade e proporcionar oclusividade celular para evitar a invasão de tecido mole, contaminação bacteriana e a ocorrência de infecção. Estudos relataram que a membrana utilizada em ROG deve manter sua função de barreira até a matriz provisória e o osso reticular estarem presentes. A função de barreira significa que a oclusividade deve ser mantida

pelo menos até que ocorra a cicatrização do tecido, devendo ser adequada às demandas clínicas de cada caso (PILGER et al., 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao escolher uma membrana para a realização da técnica de Regeneração Óssea Guiada, a biocompatibilidade é o critério mais importante para se levar em consideração, seguido dos requisitos necessários que as membranas devem apresentar, sendo estes: capacidade de manutenção do espaço, oclusão celular, gerenciamento clínico e integridade estrutural.

Através deste estudo foi possível constatar que ainda há divergências na literatura sobre a membrana ideal sendo assim, pesquisas futuras seguem nesse sentido. Porém, tanto as membranas reabsorvíveis como as não reabsorvíveis, apesar das desvantagens, tem apresentado eficácia promissora na retenção do coágulo dentro das áreas que necessitam de Regeneração Óssea Guiada, permitindo a formação de tecido ósseo que redefinirá a forma e as dimensões do rebordo alveolar, possibilitando um ganho de volume suficiente de osso saudável para a reabilitação com implantes osseointegráveis.

Por fim, é imprescindível o estudo prévio desses materiais de barreira relacionando com a necessidade do paciente, o tipo de defeito ósseo a ser tratado, a forma de execução e a duração do tratamento, aumentando a probabilidade de obtenção do sucesso clínico.

REFERÊNCIAS

- ABDELAZIZ, D., et al. **New biodegradable nanoparticles-in-nanofibers based membranes for guided periodontal tissue and bone regeneration with enhanced antibacterial activity**. 2090-1232/2020 The Authors. Published by Elsevier B.V. on behalf of Cairo University. Journal of Advanced Research 28 (2021) 51–62.
- APRILE, P., LETOURNEUR, D., YARZA, T.S. **Membranes for guided bone regeneration: a road from bench to bedside**. Adv. Healthcare Mater. 2020, 9, 2000707.
- CABALLÉ-SERRANO, J.C., et al. **On the search of the ideal barrier membrane for guided bone regeneration**. J Clin Exp Dent. 2018 May; 10(5): e477–e483.
- DAYUBE, U.R.C., et al. **Preservação do rebordo alveolar com perda óssea vestibular associada a biomaterial e membrana PTFE densa intencionalmente exposta ao meio bucal**. INPerio 2017;2(3):433-40.
- DIMITRIOU, R., et al. **The role of barrier membranes for guided bone regeneration and restoration of large bone defects: current experimental and clinical evidence**. BMC Medicine 2012, 10:81.
- ELGALI, I., et al. **Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited**. Eur J Oral Sci 2017; 125: 315–337. 2017 The Authors. Eur J Oral Sci published by John Wiley & Sons Ltd.
- GREENSTEIN, G., CARPENTIERI, J. R. **Utilization of d-PTFE barriers for post-extraction bone regeneration in preparation for dental implants**. Compendium, July/August 2015.
- HOORNAERT, A., et al. **Biocompatibility, resorption and biofunctionality of a new synthetic biodegradable membrane for guided bone regeneration**. Biomed. Mater. 11 (2016) 045012.
- LOYOLA M., et al. **Enxertos ósseos autógenos e xenógenos como alternativa de manutenção do espaço alveolar**. RGS.2018;19(2): 8-18.
- MARTÍNEZ, C.A., ZELADA, Z.R., MAMANI, J.O.H. **Regeneración ósea guiada para implantes dentales posexodoncia**. KIRU. 2013; 10(1): 73 – 81.
- MAZARO, J.V.Q., et al. **Regeneração óssea guiada em implantodontia - relato de caso**. RFO, Passo Fundo, v. 19, n. 1, p. 121-128, jan./abr. 2014.
- PEREIRA, S.P., et al. **Regeneração óssea guiada (rgo) com uso de membrana não reabsorvível de polipropileno-bone heal em alvéolo pós-exodontia – relato de caso**. Full Dent. Sci. 2016; 7(28):42-48.

PILGER, A.D., et al. **Membranas e barreiras para regeneração óssea guiada.** Rev. Ciênc. Méd. Biol., Salvador, v. 19, n. 3, p. 441-448, set./dez., 2020.

RISPOLI, L., et al. **Surgery guidelines for barrier membranes in guided bone regeneration (GBR).** J Otolaryngol Rhinol 2015, 1:2.

SALOMÃO, M., et al. **Regeneração óssea guiada com barreira de polipropileno intencionalmente exposta ao meio bucal.** Revista Catarinense de Implantodontia, nº14, 2012.

SALOMÃO, M., SIQUEIRA, J.T.T.D. **Recuperação do rebordo alveolar através de barreira exposta ao meio bucal. Novo paradigma?** Revista Catarinense de Implantodontia, número 12, 2010.

SANTOS, R.G., NEDER, V.M. **Regeneração óssea guiada pós exodontia-barreira polipropileno: relato de caso.** Revista de Odontologia da Braz Cubas, v. 10, n.1, JAN-JUN 2020.

SBRICOLI, L., et al. **Selection of collagen membranes for bone regeneration: a literature review.** Materials 2020, 13, 786.

SERRA E SILVA, F.M., et al. **Membranas absorvíveis x membranas não-absorvíveis na implantodontia: Revisão da literatura.** Rev. Cir. Traumatol. Buco-Maxilo-Fac., Camaragibe v.5, n.2, p. 19 - 24, abril/junho 2005.

SOLDATOS, N.K., et al. **Limitations and options using resorbable versus nonresorbable membranes for successful guided bone regeneration.** Quintessence International, volume 48, number 2, February 2017.

TOMM, A., MEZZOMO, R.J. **Regeneração óssea guiada em região estética-Revisão de literatura.** Journal of Oral Investigations, Passo Fundo, vol. 6, n. 2, p. 62-73, Jul.-Dez., 2017.

VIANA, J.L.C., SANT'ANA, L.L.P. **Uso de membrana de polipropileno na instalação de implante dentário: relato de caso.** Id on Line Rev. Mult. Psic. V.12, N. 42, p. 943-955, 2018.

WANG, J., et al. **Biodegradable polymer membranes applied in guided bone/tissue regeneration: a review.** Polymers 2016, 8, 115.

WESSING, B., LETTNER, S., ZECHNER, W. **Guided bone regeneration with collagen membranes and particulate graft materials: a systematic review and meta-analysis.** Int J Oral Maxillofac Implants 2017 (14 pages).

ZHANG, Y., et al. **Membranes for guided tissue and bone regeneration.** Annals of Oral & Maxillofacial Surgery 2013 Feb 01;1(1):10.