

# Regeneração óssea guiada com Membranas Reabsorvíveis vs Membranas Não Reabsorvíveis

Ana Isabel Nunes Seabra

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina  
Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, 31 de Maio de 2022

Ana Isabel Nunes Seabra

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina  
Dentária (Ciclo Integrado)

**Regeneração óssea guiada com Membranas  
Reabsorvíveis vs Membranas Não Reabsorvíveis**

Trabalho realizado sob a Orientação de Maria Cristina de Paiva-  
Manso Trigo Cabral

## Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.



## Comunicações científicas em Congressos na forma de Poster

Este trabalho foi parcialmente apresentado sob a forma de poster nas XXX Jornadas Científicas de Ciências Dentárias do IUCS, com o tema “vantagens e desvantagens das membranas reabsorvíveis e membranas não reabsorvíveis”, que decorram no dia 8 de Abril de 2022 no centro de congressos da Alfândega do Porto.





## Agradecimentos

Aos meus pais, os meus pilares, por todo o amor e apoio incondicional, por todos os valores e educação que sempre me transmitiram. Sempre acreditaram em mim e sempre me deram asas para voar e realizar os meus sonhos. Sem eles, este percurso não seria possível.

À minha madrinha, por todo o carinho e por todos os bons conselhos que fizeram de mim a pessoa que sou hoje.

Aos meus amigos, por serem o meu porto de abrigo, por todo o apoio, motivação e pelas memórias de uma vida.

À minha binómia e melhor amiga, Catarina, que me acompanha desde sempre, por toda a amizade e cumplicidade.

Ao meu namorado, por todo o amor, carinho e força transmitida e por acreditar sempre nas minhas capacidades.

À minha orientadora, Professora Cristina Cabral, por todos os conhecimentos transmitidos, pela sua disponibilidade, simpatia e paciência em todos os momentos.

*De tudo ficam três coisas: a certeza de que estamos sempre a começar. A certeza de que precisamos continuar. A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar. Portanto devemos: Fazer da interrupção um caminho novo, Da queda um paço de dança, Do medo uma escada, Do sonho uma ponte, Da procura um encontro.*

*Fernando Pessoa*





## Resumo

A colocação de implantes dentários é uma técnica utilizada para a substituição de dentes ausentes e pressupõe a existência de quantidade de osso suficiente. Quando isto não se verifica, são necessários procedimentos cirúrgicos, como a regeneração óssea guiada, que passa pela utilização de membranas de regeneração. Estas dividem-se em dois grupos, membranas reabsorvíveis e não reabsorvíveis.

O objetivo desta revisão é estudar as vantagens e desvantagens das membranas reabsorvíveis em relação às não reabsorvíveis no processo de colocação de implantes. Para tal, foi realizada uma pesquisa bibliográfica nos motores de busca Pubmed e Cochrane, e selecionados artigos publicados entre 2012 e 2022.

As membranas não reabsorvíveis possuem maior estabilidade e capacidade de manutenção de espaço, contudo, têm um elevado risco de exposição e infeção e necessitam de uma segunda cirurgia para a sua remoção. As membranas reabsorvíveis não necessitam desta segunda cirurgia e têm menor taxa de exposição, no entanto, têm pouca estabilidade, o que aumenta o risco de colapso.

Vários estudos concluíram que as membranas não reabsorvíveis são mais utilizadas em áreas que sofrem mais forças de carga, em defeitos verticais, já as reabsorvíveis são recomendadas para zonas que não suportam carga, em defeitos horizontais.

Assim, as membranas devem ser escolhidas de acordo com o tipo de defeito ósseo presente, mas quando usadas devidamente, ambas proporcionam resultados semelhantes na estabilidade do implante e ganho ou preenchimento do defeito ósseo, comprovando a eficácia da regeneração óssea guiada no restabelecimento da arquitetura óssea necessária para a colocação de implantes.

**Palavras chave:** "bone regeneration", "resorbable membrane", "non resorbable membrane", "alveolar ridge augmentation", "dental implant" e "titanium reinforced".



**CESPU**  
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

## Abstract

The placement of dental implants is a technique used to replace missing teeth and presupposes the existence of a sufficient amount of bone. When this does not occur, surgical procedures are necessary, such as guided bone regeneration, which involves the use of regeneration membranes. These are divided into two groups, resorbable and non-resorbable membranes.

The objective of this review is to study the advantages and disadvantages of resorbable membranes in relation to non-resorbable membranes in the implant placement process. To this end, a bibliographic search was carried out on the Pubmed and Cochrane search engines, and articles published between 2012 and 2022 were selected.

Non-resorbable membranes have greater stability and space maintenance capacity, however, they have a high risk of exposure and infection and require a second surgery for their removal. Resorbable membranes do not need this second surgery and have a lower exposure rate, however, they have little stability, which increases the risk of collapse.

Several studies have concluded that non-resorbable membranes are more used in areas that suffer more load forces, in vertical defects, whereas resorbable membranes are recommended for areas that do not support load, in horizontal defects.

Thus, membranes should be chosen according to the type of bone defect present, but when used properly, both provide similar results in implant stability and gain or filling of the bone defect, proving the effectiveness of guided bone regeneration in the restoration of bone architecture necessary for the placement of implants.

**Key words:** "bone regeneration", "resorbable membrane", "non resorbable membrane", "alveolar ridge augmentation", "dental implant" and "titanium reinforced".



## Índice Geral

<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Materiais e Métodos.....</b>	<b>4</b>
3.1. Protocolo e registo .....	4
3.2. Critérios de elegibilidade.....	4
3.3. PICO.....	4
<b>4. Resultados.....</b>	<b>6</b>
<b>5. Discussão.....</b>	<b>14</b>
5.1. Regeneração óssea guiada .....	14
5.2. Membranas Não Reabsorvíveis.....	15
5.3. Membranas Reabsorvíveis.....	17
5.4. Comparação dos dois tipos de Membranas.....	19
<b>6. Conclusão .....</b>	<b>21</b>
<b>7. Referências bibliográficas.....</b>	<b>22</b>



## Índice de Tabelas e Figuras

<b>Figura 1</b> - Fluxograma PRISMA .....	5
<b>Tabela 1</b> - Vantagens e desvantagens das membranas não reabsorvíveis.....	16
<b>Tabela 2</b> - Vantagens e desvantagens das membranas reabsorvíveis.....	18





## Abreviaturas e siglas

- ROG (Regeneração Óssea Guiada)
- PTFE (Politetrafluoretileno)
- e-PTFE (Politetrafluoretileno expandido)
- d-PTFE (Politetrafluoretileno de elevada densidade)



## 1. Introdução

A colocação de implantes dentários é uma técnica cada vez mais utilizada para a substituição de dentes ausentes, contudo, para que isto seja possível, é necessário existir uma quantidade de osso suficiente para um correto posicionamento do implante. Quando tal não se verifica, designa-se reabsorção óssea e são necessários procedimentos cirúrgicos para aumentar o volume ósseo da crista alveolar e conseguir a reabilitação desejada. <sup>(1)</sup>

A regeneração óssea guiada (ROG), conceito introduzido na área da Medicina Dentária há cerca de 50 anos, é uma solução clínica frequentemente utilizada para defeitos localizados de tecidos duros e está documentada como um método bem sucedido na reconstrução de defeitos ósseos maxilares e mandibulares.<sup>(2)</sup> Modifica espaços usando membranas de regeneração que, quando preenchidas com novo osso, estabilizam os coágulos sanguíneos e isolam o defeito ósseo do tecido conjuntivo circundante, proporcionando, assim, às células formadoras de osso acesso a um espaço isolado destinado à regeneração óssea. <sup>(3)</sup> Desta forma, estas membranas devem cumprir vários critérios: separação de tecidos duros e moles até a regeneração óssea estar completa, biocompatibilidade, criação e manutenção de espaço, permeabilidade seletiva, integração tecidual e possuir um fácil manuseamento clínico.<sup>(4)</sup>

As membranas de regeneração dividem-se em dois grandes grupos: membranas reabsorvíveis e membranas não reabsorvíveis. As reabsorvíveis podem ser de origem natural (feitas com colagénio bovino ou suíno) ou polímeros sintéticos e as não reabsorvíveis estão disponíveis comercialmente sob a forma de e-PTFE ou d-PTFE, ambos disponíveis com ou sem reforço de malha de titânio. A grande diferença entre ambas é a capacidade de serem absorvidas ou não pelo organismo. <sup>(5)</sup>

As membranas não reabsorvíveis possuem a rigidez e estabilidade necessárias para se adaptarem de acordo com as necessidades anatómicas do local, mantendo a sua forma, mas possuem como desvantagem a necessidade de serem posteriormente removidas, com um procedimento cirúrgico adicional. <sup>(6)</sup> A principal causa de insucesso deste tipo de membrana está relacionada com a exposição precoce ou tardia da mesma, bem como a

consequente contaminação e infecção dos biomateriais, que comprometem irreversivelmente a regeneração óssea. <sup>(7)</sup>

De forma a ultrapassar as limitações das membranas não reabsorvíveis, no início de 1990 foi reportado o primeiro caso bem sucedido da utilização de membranas reabsorvíveis na ROG. <sup>(6)</sup> Estas membranas são muito utilizadas devido à sua baixa taxa de complicações cirúrgicas e à ausência de necessidade de remoção cirúrgica secundária, no entanto, a sua falta de rigidez e as propriedades mecânicas pobres levam à compressão do espaço osteogénico e perda de volume do tecido durante a formação de osso novo. <sup>(1)</sup>, <sup>(8)</sup> Como são reabsorvidas pelo organismo, é fundamental que sejam biocompatíveis e não provoquem quaisquer reações imunológicas ou citotoxicidade depois de colocadas.

Atualmente, o fator estética dentária é cada vez maior e mais importante, levando a um aumento da procura de procedimentos estéticos e cirúrgicos para corrigir os problemas existentes, nomeadamente a colocação de implantes. Como tal, esta revisão da literatura tem elevada pertinência para os casos severos de reabsorção óssea, no sentido de avaliar as diferentes membranas no mercado e perceber as propriedades de cada uma, bem como a que tipo de paciente melhor se adequam.

## 2. Objetivos

O objetivo da presente revisão bibliográfica integrativa é avaliar os resultados das membranas reabsorvíveis e membranas não reabsorvíveis aquando da regeneração óssea guiada.

Como objetivo secundário, serão também verificadas as vantagens e desvantagens das membranas reabsorvíveis em relação às membranas não reabsorvíveis no processo de colocação de implantes quando não há volume da crista óssea alveolar suficiente.

### 3. Materiais e Métodos

#### 3.1. Protocolo e registo

O protocolo de revisão utilizado foi descrito nas recomendações PRISMA (PRISMA statement), recorrendo à checklist e fluxograma PRISMA.

#### 3.2. Critérios de elegibilidade

A pesquisa bibliográfica que auxiliou esta revisão foi realizada através das bases de dados Pubmed e Cochrane e foram procurados artigos de revisão sistemática, revisão, meta-análise e estudos clínicos randomizados. Estruturou-se a questão de investigação de acordo com a estratégia PICO, estabelecendo-se assim, os critérios de inclusão dos estudos. Estes incluem artigos publicados nos últimos 10 anos, em humanos ou estudos *in vitro*, em inglês e com texto integral disponível. Como critérios de exclusão, após a leitura do título e abstract, foram excluídos os artigos que não se relacionavam com este tema.

#### 3.3. PICO

**População:** Os estudos analisados incluem pacientes adultos saudáveis, com elevado grau de reabsorção óssea, que necessitam de um procedimento de regeneração óssea guiada para colocação de implantes para reabilitação oral fixa.

**Interesse:** Análise de dois tipos de membranas no processo de aumento de volume da crista óssea alveolar.

**Contexto:** Colocação de membrana, reabsorvível ou não, quando há necessidade de aumento do volume ósseo da crista alveolar.

Desta forma, definiu-se a seguinte questão de pesquisa: “Membranas reabsorvíveis ou membranas não reabsorvíveis: qual a melhor opção?”

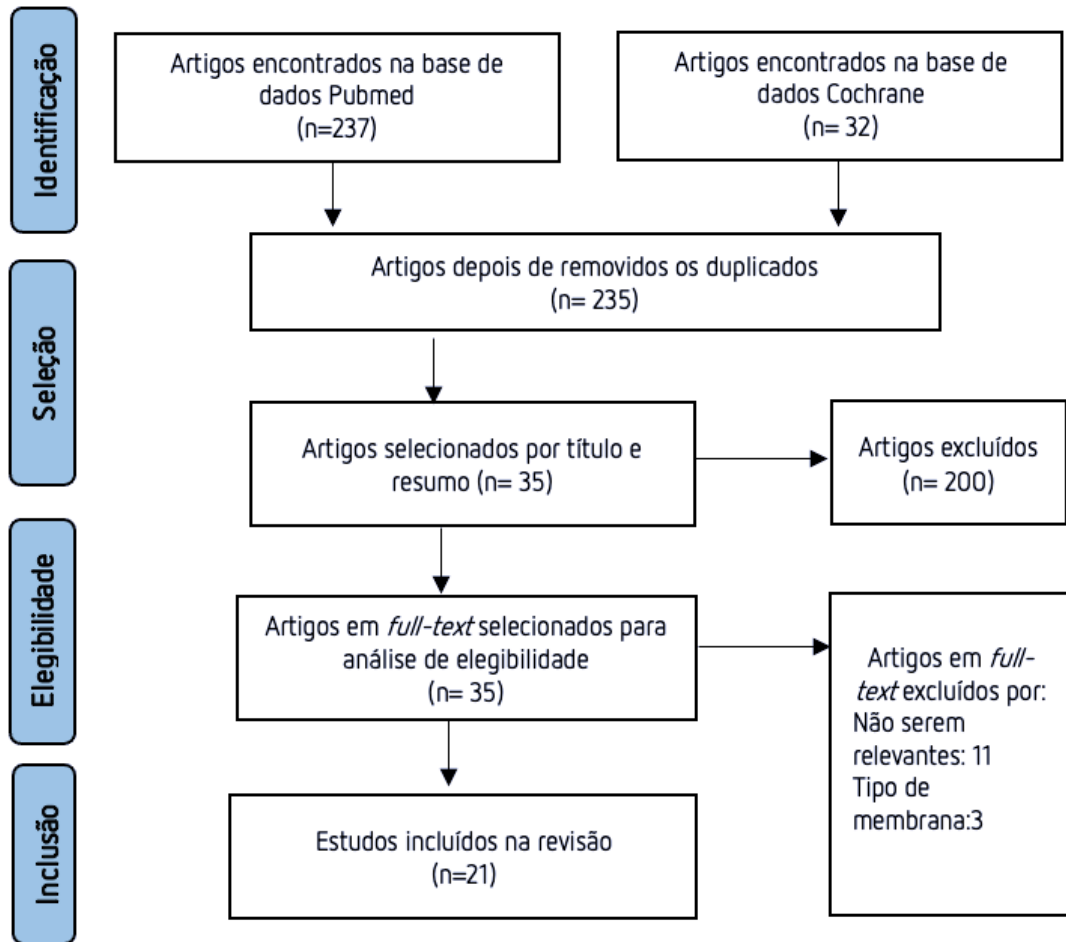


Figura 1- Fluxograma PRISMA

## 4. Resultados

Dos 21 artigos seleccionados para esta revisão, 13 correspondem a ensaios clínicos randomizados e controlados. Os resultados mais relevantes desses estudos encontram-se sintetizados na tabela seguinte.

Autores	Desenho do Estudo	Tipo de membrana	Complicações cirúrgicas e de cicatrização	Ganho ósseo	Estabilidade/Sobrevivência do implante
<i>Arbab et al (2015)</i>	Ensaio clínico randomizado, controlado e cego	Membrana reabsorvível de colagénio vs Membrana não reabsorvível PTFE	Sem complicações	24 +/- -16% com a membrana reabsorvível 30 +/- -23% com a membrana não reabsorvível	Não Avaliado (N/A)
<i>Basler et al (2018)</i>	Follow up de 3 anos de um ensaio clínico randomizado e controlado	Membrana reabsorvível vs Membrana não reabsorvível com reforço em titânio vs Grupo controlo sem membrana, só enxerto ósseo bovino	N/A	Ganho ósseo horizontal totalizou: 3,46mm +/- 0,52 com a membrana reabsorvível e 2,82mm +/- 0,50 com a membrana	N/A



		desmineraliza do		não reabsorvível aquando da colocação do implante	
<b>Cucchi <i>et al</i> (2017)</b>	Estudo piloto duplo cego, randomizado ensaio clínico comparativo	Membrana reabsorvível de colagénio coberta por malha de titânio vs Membrana não reabsorvível d-PTFE com reforço de titânio	Cirúrgicas: 5 % com a membrana não reabsorvível ( um caso de parestesia temporária no nervo mentoniano ) 15,8% com a membrana reabsorvível ( 3 casos também de parestesia)  Cicatrização 15% com a membrana não reabsorvível ( 3 casos de exposição	Ganho Ósseo vertical: 2,7-5,8mm com a membrana não reabsorvível  2,6-6,3mm com a membrana reabsorvível	Estabilidade assegurada com ambos os tipos de membrana: 97,2%

			da membrana) 21,1% com a membrana reabsorvível ( 4 casos também de exposição)		
<b>Cucchi <i>et al</i> (2019)</b>	Segunda parte de um estudo duplo cego, randomizado o ensaio clínico comparativo	Membrana reabsorvível de colagénio coberta por malha de titânio vs Membrana não reabsorvível d-PTFE com reforço de titânio	Sem complicações em ambos os grupos	48,3% com a membrana reabsorvível 39,7% com a membrana não reabsorvível	N/A
<b>Cucchi <i>et al</i> (2021)</b>	Ensaio clínico randomizado, duplo cego	Membrana reabsorvível de colagénio coberta por malha de titânio vs Membrana não reabsorvível d-PTFE com reforço de titânio	Cirúrgicas: 5 % com a membrana não reabsorvível 15,8% com a membrana reabsorvível  Cicatrização 15% com a membrana	Ganho ósseo vertical: 4,2 mm com a membrana não reabsorvível 4,1 mm com a membrana reabsorvível	Estabilidade assegurada em com ambos os tipos de membrana

			não reabsorvível 21,1% com a membrana reabsorvível		
<b>Cucchi <i>et al</i> (2021)</b>	Ensaio clínico independente, monocêntrico, randomizado e controlado	Malha de titânio personalizada por CAD/CAM vs malha de titânio personalizada por CAD/CAM com membrana de reabsorvível de colagénio associada	Cirúrgicas: 13,3% no grupo só com a malha de titânio personalizada da 26,7% no grupo da malha personalizada com membrana reabsorvível  Cicatrização: 33,3% no grupo com a malha de titânio personalizada da 13,3% no grupo da malha personalizada	Ganho ósseo vertical: 4,7 mm no grupo com a malha de titânio personalizada por CAD/CAM 6,4 mm no grupo com malha personalizada com membrana reabsorvível	Sobrevivência do implante: 94% no grupo com a malha de titânio personalizada por CAD/CAM 97% no grupo oposto

			da com membrana reabsorvível		
<b>Jung <i>et al</i> (2021)</b>	Ensaio clínico prospetivo e controlado, após 22-24 anos da colocação de implantes	Membrana reabsorvível de colagénio vs Membrana não reabsorvível e-PTFE vs grupo controlo de implantes colocado em osso intacto	Cicatrização 11,8% com a membrana reabsorvível (casos de supuração) 34,8% com a membrana não reabsorvível (supuração) 14,3% no grupo controlo (supuração)	N/A	Sobrevivência do implante: 89,3% com a membrana reabsorvível 90,2% com a membrana não reabsorvível 93,8% no grupo controlo
<b>Mandarin <i>o et al</i> (2018)</b>	Ensaio clínico controlado, randomizado com delineamento cego e paralelo	Membrana não reabsorvível d-PTFE vs grupo controlo sem nenhum biomaterial	N/A	Redução do defeito ósseo: -31,7% com a membrana não reabsorvível -30,7% no grupo de controlo	N/A

<b>Naenni <i>et al</i> (2017)</b>	Ensaio clínico controlado, randomizado e prospectivo-follow up 6 meses	Membrana reabsorvível vs Membrana não reabsorvível com reforço de titânio	Cirúrgicas: Não se verificaram em nenhum dos grupos  Cicatrização: 30% com membrana reabsorvível (4 casos de deiscências) 14% com membrana não reabsorvível (2 casos de deiscências)	Redução do defeito ósseo vertical: 85% com a membrana reabsorvível 90,7% com a membrana não reabsorvível  Ganho ósseo: 38%(+/- 18,4%) com membrana reabsorvível 35,7%(+/- 29,5%) com membrana não reabsorvível	N/A
<b>Naenni <i>et al</i> (2021)</b>	Ensaio clínico controlado, randomizado e prospectivo-follow up 5 anos	Membrana reabsorvível vs Membrana não reabsorvível com reforço de titânio	N/A	N/A	Sobrevivência do implante:  95% em média dos dois grupos de estudo



<b>Ronda <i>et al</i> (2013)</b>	Ensaio clínico prospectivo, controlado e randomizado	Membrana não reabsorvível de e-PTFE vs Membrana não reabsorvível de d-PTFE	N/A	Ganho ósseo vertical: 4,91mm com a membrana e-PTFE 5,49mm com a membrana d-PTFE	Estabilidade do implante: Todos os implantes colocados apresentaram-se estáveis para colocação de coroa cerâmica
<b>Songhan <i>g et al</i> (2021)</b>	Ensaio clínico controlado e randomizado	Membrana reabsorvível vs Membrana não reabsorvível com reforço titânio desenvolvida de forma digital	Cicatrização: 10% com a membrana reabsorvível (1 caso de mucosite e 1 de peri implantite) 15% com a membrana não reabsorvível (2 casos de exposição da membrana e 1 mucosite)	Ganho ósseo vertical: 1,75mm+/- 1,06mm com a membrana reabsorvível 2,56mm+/- 1,98mm com a membrana não reabsorvível Ganho ósseo horizontal: 4,10mm+/- 1,95mm	Sobrevivência do implante: 100% em ambos os grupos de estudo

				membrana reabsorvível 5,41mm+/- 2,26mm membrana não reabsorvível	
<b>Wessing et al (2016)</b>	Estudo clínico controlado e randomizado	Nova membrana reabsorvível de colagénio vs Membrana reabsorvível standard	Cicatrização: 8,3% com a nova membrana reabsorvível ( casos de exposição da membrana)  16,7% com a membrana reabsorvível standard ( casos de exposição da membrana)	Redução do defeito ósseo: 44% com a nova membrana reabsorvível 11% com a membrana reabsorvível standard  Ganho ósseo: 4,1mm+/- 2,2mm (88%) com a nova membrana reabsorvível 3,3mm+/- 2,8mm (62%) com a membrana reabsorvível standard	Sobrevivência do implante:  100% em ambos os grupos de estudo

## 5. Discussão

### 5.1. Regeneração óssea guiada

A perda de peças dentárias pode resultar em atrofia alveolar devido à reabsorção óssea gerada, com perda de tecidos duros e moles, e que afetam o perfil facial dos pacientes. <sup>(1)</sup> Assim, o osso sofre uma reabsorção constante e previsível, que difere de acordo com a localização, na mandíbula é principalmente horizontal, nas regiões interforaminais é centrípeta e nas áreas retroforaminais é vertical e cetrifuga.<sup>(9)</sup> Após uma extração, há uma redução dos níveis ósseos entre 40% a 60% durante os primeiros 3 anos, e, após esse período, a perda varia entre os 0,25% a 0,5% por ano. <sup>(5)</sup> , <sup>(10)</sup> Estudos de Arbab *et al.*, <sup>(11)</sup> mostraram ainda que as exodontias levam a uma perda média de 3,7 mm ou 45% da dimensão do rebordo horizontal, mas quando tratadas com recurso à ROG, a perda é de apenas 1,5mm ou 18%. Ficou também demonstrado que a região maxilar tende a perder maior largura inicial do rebordo em relação à região mandibular, com uma relação de perda 3:1. Contudo, estudos de Cucchi *et al.*, <sup>(9)</sup> referem ser a mandíbula a zona mais desafiadora a reabilitar devido à presença do nervo alveolar inferior, que requer uma margem de segurança de 1 a 2 mm, e do padrão de reabsorção ósseo vertical e centrífugo, que faz com que os pacientes edêntulos de longo prazo não possuam volume ósseo necessário para colocação de implantes.

Desta forma, a regeneração óssea guiada apresenta-se como uma solução clínica para este tipo de problema e é um conceito introduzido em 1988, por Dahlin *et al.* <sup>(12)</sup> Esta técnica cirúrgica baseia-se no princípio de “exclusão celular”, recorrendo a membranas de regeneração, onde as células dos tecidos conjuntivos/epiteliais são confinadas fora do defeito ósseo, sendo unicamente colonizadas por células osteoprogenitoras. <sup>(7)</sup> <sup>(13)</sup> Inicialmente a técnica de ROG foi desenvolvida para regenerar os tecidos periodontais, mas rapidamente se expandiu também para o aumento ósseo em volta de implantes dentários. <sup>(2)</sup> Este conceito assenta no uso de uma membrana de regeneração, que pode ser reabsorvível ou não reabsorvível, em combinação com osso autólogo (colhido de um local e transplantado noutra, do mesmo indivíduo), ou um outro material substituto ósseo.<sup>(14)</sup> Estes materiais de substituição de tecido duro para a regeneração periodontal podem ser também alogénicos



(derivados de um dador da mesma espécie, mas com herança genética diferente), xenogénicos ( de uma espécie diferente do organismo recetor) ou aloplástico (com origem sintética). Atualmente, os substitutos ósseos alogénicos são considerados o *gold standard*.<sup>(15)</sup> Apesar de o tempo de cicatrização entre a ROG e a colocação de implantes ser incerto, a maioria dos estudos refere uma média de 6 meses para um aumento horizontal e 9 meses para um aumento vertical.<sup>(16)</sup>

As membranas de regeneração devem cumprir determinados critérios de forma a ser alcançado o sucesso da ROG, entre os quais: assegurar a separação dos tecidos duros e moles até a regeneração óssea estar concluída, biocompatibilidade, manutenção de espaço, oclusividade celular, integração tecidual e capacidade de fácil manuseamento clínico.<sup>(4)</sup>

## 5.2. Membranas Não Reabsorvíveis

As primeiras membranas a ser desenvolvidas foram as não reabsorvíveis e estão disponíveis no mercado sob a forma de e-PTFE e d-PTFE. O PTFE é um polímero biocompatível e que mantém a sua integridade antes e após a sua colocação.<sup>(4)</sup> As membranas de e-PTFE possuem múltiplos pequenos poros, que estimulam a fixação das células teciduais e estabilizam a área de ferida.<sup>(5)</sup> Este polímero quimicamente estável e biologicamente inerte mostra resistência à degradação microbiológica e enzimática e não estimula as reações imunológicas. Possui uma porção de microestrutura porosa, que promove o crescimento de fibras de colagénio e permite a difusão de nutrientes através dos poros, e possui uma porção oclusiva, que é impermeável a fluidos e bloqueia a migração de células de tecidos moles para a área de crescimento ósseo.<sup>(17)</sup> Contudo, estas membranas possuem como desvantagem uma exposição prematura que ronda os 30% a 40% e que resulta num risco acrescido de penetração de bactérias, bem como a sua consequente remoção prematura.<sup>(18)</sup> Atualmente, as membranas de e-PTFE foram descontinuadas, tendo sido substituídas por outro tipo de membranas não reabsorvíveis, nomeadamente as d-PTFE.

Estas membranas possuem alta densidade e menor tamanho dos poros, o que contribui para a diminuição da taxa de infiltração bacteriana e resulta num risco reduzido de infeção quando

a membrana é exposta. <sup>(18)</sup> Além disso, como a d-PTFE não se liga ao tecido, a sua remoção sem lesar o tecido da mucosa é mais fácil, quando comparada com a e-PTFE. <sup>(5)</sup>

A exposição da membrana é uma das principais causas de insucesso da ROG. Contudo, estudos de Cucchi *et al.* <sup>(9)</sup> demonstraram que a exposição prematura, durante as primeiras 4 semanas, afeta significativamente mais a formação de osso do que a exposição tardia da membrana. O momento em que a membrana não reabsorvível deve ser retirada é também crucial, se esta for removida demasiado cedo pode levar à reabsorção do osso regenerado enquanto que a remoção tardia propicia a um aumento de bactérias no local e posterior infeção. <sup>(18)</sup>

As membranas não reabsorvíveis podem ser combinadas com elementos de reforço, como o titânio. Vários estudos demonstraram que este material possui resistência e rigidez suficiente para manter o espaço e evitar o colapso e que é menos suscetível à contaminação bacteriana devido à sua superfície macia. Apresenta como principal desvantagem a sua remoção ser mais difícil do que a membrana d-PTFE sozinha. <sup>(18)</sup>

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Estabilidade mecânica	Risco elevado de exposição
Biocompatibilidade	Risco elevado de infeção após a exposição
Rigidez suficiente para manutenção do espaço	Necessária uma segunda cirurgia para a sua remoção
Boa adaptação à morfologia dos defeitos	Curva de aprendizagem mais longa

**Tabela 1** - Vantagens e desvantagens das membranas não reabsorvíveis

### 5.3. Membranas Reabsorvíveis

Nas últimas décadas, como forma de ultrapassar as limitações das membranas não reabsorvíveis, vários estudos direcionaram as suas pesquisas para as membranas reabsorvíveis, sendo documentado em 1990 o primeiro caso bem sucedido na regeneração óssea guiada. <sup>(6)</sup> Estas membranas estão comercialmente disponíveis sob a forma natural (feitas de colagénio bovino ou suíno) ou polímeros sintéticos (ácido poliglicólico ou ácido polilático e os seus copolímeros). <sup>(18)</sup>

As membranas de colagénio natural têm como maior desvantagem a sua rápida degradação *in vivo*, diminuindo assim a estabilidade e integridade necessária para o sucesso da ROG. <sup>(19)</sup>

O tempo de reabsorção pode variar entre 4 e 24 semanas, sendo mais rápido nas membranas naturais de colagénio natural tipo 1 ou tipo 3 do que nas sintéticas <sup>(5)</sup>, e está demonstrado que as membranas de colagénio estimulam a síntese do ADN dos fibroblastos e, como tal, os osteoblastos adquirem níveis mais elevados de aderência às superfícies das membranas de colagénio, em comparação com outras superfícies da membrana. <sup>(6)</sup>

Se o tempo de reabsorção não seguir o curso normal e for prematuro, pode levar a uma perda de força, colapso da membrana e posterior incapacidade de manter espaço. Se a reabsorção for tardia, fatores como a contaminação bacteriana, inflamação e exposição da membrana estão frequentemente associados. <sup>(18)</sup>

Vários estudos demonstraram que a principal vantagem das membranas reabsorvíveis em relação às membranas não reabsorvíveis reside no facto de não ser necessária uma segunda cirurgia para remoção da membrana, o que diminui a dor e o desconforto, bem como os custos de uma segunda intervenção. Além disso, tem a mesma efetividade para a ROG com os benefícios adicionais da redução do risco de infeções e exposição da membrana. <sup>(6)</sup>

Contudo, apresentam como maior desvantagem a falta de capacidade de manutenção de espaço, o que em alguns casos pode levar ao colapso, e, como tal, a uma diminuição do volume ósseo enxertado. Como forma de colmatar este problema, cada vez mais tem sido usadas as membranas de colagénio reticulado (*cross-linked*), para prolongar a duração das mesmas, em relação às membranas de colagénio não reticulado (*non-cross-linked*), que só

possuem uma única camada de colagénio e como tal uma menor espessura e estabilidade.

<sup>(5)</sup> Contudo, este tipo de membrana apresenta um risco de exposição maior, em relação à de colagénio natural não reticulado, 28,62% e 20,74%, respetivamente.<sup>(3)</sup>

Estudos de Wessing *et al.*,<sup>(3)</sup> referem ainda que quando são utilizados parafusos não reabsorvíveis como forma de aumentar a estabilidade e prevenir o colapso de uma membrana reabsorvível, estes constituem uma desvantagem, uma vez que por não serem reabsorvíveis é necessária uma segunda cirurgia para a sua remoção. Outra desvantagem destas membranas relaciona-se com a sua degradação, feita por hidrólise não enzimática e metabolização celular através da libertação de moléculas ácidas, o que influencia negativamente a sua biocompatibilidade e o processo de cicatrização.<sup>(4)</sup>

Estudos de Cucchi *et al.*,<sup>(12)</sup> demonstraram, face às desvantagens previamente enunciadas, que as membranas reabsorvíveis são menos efetivas no aumento de defeito verticais em relação a defeitos horizontais. Assim, na presença de defeitos ósseos horizontais, verticais ou combinados, o uso de parafusos de fixação para ajudar a diminuir a mobilidade do enxerto e aliviar as forças externas é recomendado.<sup>(5)</sup>

Vantagens	Desvantagens
Não é necessária uma segunda cirurgia para a sua remoção	Tempo de reabsorção variável
Redução da morbilidade dos pacientes	Remanescentes da membrana ficam em contacto direto com o implante
Menor taxa de exposição	Necessidade de parafusos de fixação para suporte da membrana
Procedimento cirúrgico mais simples	Risco elevado de colapso

**Tabela 2** - Vantagens e desvantagens das membranas reabsorvíveis

#### 5.4. Comparação dos dois tipos de Membranas

Nos vários estudos analisados, em relação ao ganho ósseo, ambas as membranas se mostram efetivas no preenchimento dos respectivos defeitos ósseos, com níveis semelhantes entre ambas, sendo ligeiramente superior quando foi usada uma membrana reabsorvível. Contudo, os valores quer do ganho/preenchimento do defeito ósseo diferiram significativamente de estudo para estudo, de acordo com os diferentes casos clínicos. Cucchi *et al.*,<sup>(16)</sup> atinge um ganho ósseo vertical de 48,3% com uma membrana reabsorvível e de 39,7% com uma membrana não reabsorvível, enquanto Naenni *et al.*<sup>(2)</sup>, apenas totalizou um ganho ósseo vertical de 38% com uma membrana reabsorvível e 35,7% com a membrana não reabsorvível.

Desfavoravelmente, nos estudos conduzidos por Cucchi *et al.*<sup>(9)</sup>, em relação às complicações cirúrgicas e de cicatrização a taxa foi mais elevada no grupo que recebeu as membranas reabsorvíveis, sendo a percentagem de complicações cirúrgicas 5% nas membranas reabsorvíveis face aos 15,8% nas membranas não reabsorvíveis e, em relação às complicações de cicatrização 15% para as membranas não reabsorvíveis e 21,1% para as reabsorvíveis. Estudos de Naenni *et al.*<sup>(2)</sup> em que a percentagem de complicações é de 14% com uma membrana não reabsorvível e de 30% com uma membrana reabsorvível, corroboram também estes resultados. Contrariamente, num estudo de Jung *et al.*<sup>(20)</sup>, as complicações de cicatrização foram significativamente mais elevadas no grupo que recebeu uma membrana reabsorvível ( 34,8% em relação aos 11,8% das não reabsorvíveis). As complicações que mais frequentemente se verificaram foram a parestesia temporária do nervo mentoniano, nas membranas não reabsorvíveis e a exposição da membrana sem e com exsudato purulento nas membranas reabsorvíveis.<sup>(9)</sup>

A estabilidade e sobrevivência do implante foram também analisados nos diversos estudos, apresentado valores superiores a 88% em todos eles, o que vem comprovar a eficácia da utilização de ambas as membranas no processo de regeneração óssea guiada. Contudo, Jung *et al.*<sup>(20)</sup>, referenciou o tabaco como um elemento prejudicial para sobrevivência do implante, estando comprovada a sua influência negativa na cicatrização após a ROG. Estudos de Cucchi *et al.*<sup>(7)</sup> identificaram ainda, para além do tabaco, a má higiene oral, a

ausência de gengiva aderida e a profundidade da bolsa de sondagem como fatores de risco para o aparecimento ou evolução de doenças periodontais.

Dados clínicos de profundidade de sondagem, índice de placa e sangramento à sondagem não tiveram uma alteração significativa com o uso de uma membrana em relação a outra, mas apresentam valores mais baixos nos dentes que não sofreram ROG. As diferenças entre os dentes naturais e os implantes devem-se ao facto de não existirem fibras de Sharpey nos implantes, permitindo que a sonda penetre mais perto da crista óssea. <sup>(21)</sup>

## 6. Conclusão

Com este trabalho, conclui-se assim que a regeneração óssea guiada é um método eficaz no aumento da crista óssea alveolar, possibilitando a reabilitação de zonas estéticas e funcionais, com o aumento da quantidade de osso existente, para a subsequente colocação de implantes.

Após os resultados analisados, vários estudos concluíram que a escolha da membrana de regeneração depende do tamanho do defeito ósseo e do número de paredes que o suportam. Além disso, independentemente do tipo de membrana, esta deve ser biocompatível, assegurar uma permeabilidade seletiva com boa integração tecidual, ter capacidade de manutenção de espaço e fácil manuseamento clínico.

As membranas não reabsorvíveis possuem como vantagens uma maior estabilidade e rigidez para manutenção do espaço, contudo, apresentam um elevado risco de exposição e infecção, bem como necessitam de uma segunda cirurgia para a sua remoção. Já as membranas reabsorvíveis não necessitam desta segunda cirurgia e tem menor taxa de exposição, mas tem como maior desvantagem a sua dificuldade de manutenção de espaço e risco elevado de colapso.

Assim, as membranas não reabsorvíveis devem ser mais utilizadas em áreas que sofrem mais forças de carga, em defeitos verticais, como no aumento da crista óssea vertical, enquanto as membranas reabsorvíveis são recomendadas para áreas que não suportam carga, em defeitos horizontais, como no aumento do seio maxilar. Apesar do desenvolvimento de várias técnicas cirúrgicas e materiais, o restabelecimento de uma quantidade adequada de osso nos defeitos verticais, atualmente, ainda é um desafio.

Quando usadas devidamente, ambas as membranas proporcionam resultados semelhantes na estabilidade do implante e ganho ou preenchimento do defeito ósseo.

## 7. Referências bibliográficas

1. Li S, Zhao J, Xie Y, Tian T, Zhang T, Cai X. Hard tissue stability after guided bone regeneration: a comparison between digital titanium mesh and resorbable membrane. *Int J Oral Sci.* 2021 Dec 1;13(1).
2. Naenni N, Schneider D, Jung RE, Hüsler J, Hämmerle CHF, Thoma DS. Randomized clinical study assessing two membranes for guided bone regeneration of peri-implant bone defects: clinical and histological outcomes at 6 months. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Oct 1;28(10):1309–17.
3. Wessing B, Urban I, Montero E, Zechner W, Hof M, Aláñez Chamorro J, et al. A multicenter randomized controlled clinical trial using a new resorbable non-cross-linked collagen membrane for guided bone regeneration at dehiscenced single implant sites: interim results of a bone augmentation procedure. *Clinical Oral Implants Research.* 2017 Nov 1;28(11):e218–26.
4. Korzinskas T, Jung O, Smeets R, Stojanovic S, Najman S, Glenske K, et al. In Vivo Analysis of the Biocompatibility and Macrophage Response of a Non-Resorbable PTFE Membrane for Guided Bone Regeneration. *Int J Mol Sci.* 2018 Oct 1;19(10).
5. Soldatos NK, Stylianou P, Koidou P, Angelov N, Yukna R, Romanos GE. Limitations and options using resorbable versus nonresorbable membranes for successful guided bone regeneration. *Quintessence Int.* 2017 ; 48(2).
6. Sheikh Z, Qureshi J, Alshahrani AM, Nassar H, Ikeda Y, Glogauer M, et al. Collagen based barrier membranes for periodontal guided bone regeneration applications. *Odontology.* 2017 Jan 1;105(1).
7. Cucchi A, Vignudelli E, Fiorino A, Pellegrino G, Corinaldesi G. Vertical ridge augmentation (VRA) with Ti-reinforced d-PTFE membranes or Ti meshes and collagen membranes: 1-year results of a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2021 Jan 1 ; 32(1):1–14.
8. Sbricoli L, Guazzo R, Annunziata M, Gobbato L, Bressan E, Nastri L. Selection of Collagen Membranes for Bone Regeneration: A Literature Review. *Materials (Basel).* 2020 Feb 1;13(3).



9. Cucchi A, Vignudelli E, Napolitano A, Marchetti C, Corinaldesi G. Evaluation of complication rates and vertical bone gain after guided bone regeneration with non-resorbable membranes versus titanium meshes and resorbable membranes. A randomized clinical trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2017 Oct 1;19(5):821–32.
10. Mandarino D, Luz D, Moraschini V, Rodrigues DM, Barboza ESP. Alveolar ridge preservation using a non-resorbable membrane: randomized clinical trial with biomolecular analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018 Nov 1 ;47(11):1465–73.
11. Arbab H, Greenwell H, Hill M, Morton D, Vidal R, Shumway B, et al. Ridge Preservation Comparing a Nonresorbable PTFE Membrane to a Resorbable Collagen Membrane: A Clinical and Histologic Study in Humans. *Implant Dent* . 2016 Feb 1;25(1):128–34.
12. Cucchi A, Vignudelli E, Franceschi D, Randellini E, Lizio G, Fiorino A, et al. Vertical and horizontal ridge augmentation using customized CAD/CAM titanium mesh with versus without resorbable membranes. A randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2021 Dec 1 ;32(12):1411–24.
13. Wessing B, Lettner S, Zechner W. Guided Bone Regeneration with Collagen Membranes and Particulate Graft Materials: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2018 Jan;33(1):87–100.
14. Naenni N, Stucki L, Hüsler J, Schneider D, Hämmerle CHF, Jung RE, et al. Implants sites with concomitant bone regeneration using a resorbable or non-resorbable membrane result in stable marginal bone levels and similar profilometric outcomes over 5 years. *Clinical Oral Implants Research*. 2021 Aug 1;32(8):893–904.
15. Ausenda F, Rasperini G, Acunzo R, Gorbunkova A, Pagni G. New Perspectives in the Use of Biomaterials for Periodontal Regeneration. *Materials (Basel)*. 2019 Jul 1 ;12(13).
16. Cucchi A, Sartori M, Parrilli A, Aldini NN, Vignudelli E, Corinaldesi G. Histological and histomorphometric analysis of bone tissue after guided bone regeneration with non-resorbable membranes vs resorbable membranes and titanium mesh. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2019;21(4):693–701.
17. Ronda M, Rebaudi A, Torelli L, Stacchi C. Expanded vs. dense polytetrafluoroethylene membranes in vertical ridge augmentation around dental implants: a prospective randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res* . 2014 ;25(7):859–66.

18. Naung NY, Shehata E, van Sickels JE. Resorbable Versus Nonresorbable Membranes: When and Why? *Dent Clin North Am* . 2019 Jul 1 ;63(3):419–31.
19. Jiménez Garcia J, Berghezan S, Caramês JMM, Dard MM, Marques DNS. Effect of cross-linked vs non-cross-linked collagen membranes on bone: A systematic review. *Journal of Periodontal Research*. 2017 Dec 1;52(6):955–64.
20. Jung RE, Brügger L v, Bienz SP, Hüsler J, F Hämmerle CH, Zitzmann NU, et al. Clinical and radiographical performance of implants placed with simultaneous guided bone regeneration using resorbable and nonresorbable membranes after 22-24 years, a prospective, controlled clinical trial. *Clin Oral Impl Res*. 2021;32:1455–65.
21. Basler T, Naenni N, Schneider D, Hämmerle CHF, Jung RE, Thoma DS. Randomized controlled clinical study assessing two membranes for guided bone regeneration of peri-implant bone defects: 3-year results. *Clin Oral Implants Res*. 2018 May 1 ;29(5):499–507.