

Cátia Filipa Rodrigues de Assunção

**Regeneração Óssea Guiada Horizontal - Membranas absorvíveis versus não-absorvíveis -  
Revisão narrativa**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências e Saúde

Porto, 2020



Cátia Filipa Rodrigues de Assunção

**Regeneração Óssea Guiada Horizontal - Membranas absorvíveis versus não-absorvíveis -  
Revisão narrativa**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências e Saúde

Porto, 2020

Cátia Filipa Rodrigues de Assunção

**Regeneração Óssea Guiada Horizontal - Membranas absorvíveis versus não-absorvíveis -  
Revisão narrativa**

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como  
parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em  
Medicina Dentária.

---

(Cátia Filipa Rodrigues de Assunção)

## RESUMO

**Introdução:** A regeneração óssea guiada é o método de aumento ósseo melhor documentado e veio tornar possível a colocação implantes em zonas em que existia uma quantidade de osso insuficiente para o correto posicionamento dos implantes, necessitando para isso de membranas de barreira para se restabelecer o volume ósseo ideal da crista alveolar.

**Objectivos:** Comparar os dois grandes grupos de membranas utilizadas em regeneração óssea guiada, membranas absorvíveis e não-absorvíveis.

**Materiais e Métodos:** Foi realizada uma revisão narrativa da literatura, nos motores de busca PubMed e B-On. As palavras chave usadas foram as seguintes: “guided bone regeneration”, “membranes”, “bone argumentation”, “implants”, “PTFE-e” e “collagen”.

**Resultados:** As membranas devem garantir um bom selamento, permitindo apenas que células ósseas e nutrientes cheguem ao local a regenerar. As membranas devem ser escolhidas de acordo com o tipo de defeito ósseo presente.

**Conclusão:** A regeneração óssea guiada quando os materiais e a técnica são corretamente seleccionadas, tem uma grande taxa de sucesso e restabelece a arquitetura óssea suficiente para o correto posicionamento dos implantes endo-ósseos. Para regeneração óssea horizontal a maioria das vezes é utilizado membranas reabsorvíveis de colagénio.

**Palavras chave:** “guided bone regeneration”, “membranes”, “bone argumentation”, “implants”, “PTFE-e” e “collagen”.

## ABSTRACT

**Introduction:** Guided bone regeneration is the best documented method of bone augmentation and has made it possible to place implants in areas where there was an insufficient amount of bone for the correct positioning of the implants, requiring barrier membranes to restore the ideal bone volume of the alveolar crest.

**Objective:** Compare the two large groups of membranes used in guided bone regeneration, absorbable and non-absorbable membranes.

**Materials and Method:** A narrative review of the literature was carried out on the PubMed search engines and B-On. The keywords used were as follows: “guided bone regeneration”, “membranes”, “bone argumentation”, “horizontal guided bone regeneration”, “dental implants”, “PTFE-e” and “collagen”.

**Results:** The membranes must ensure a good seal, allowing only bone cells and nutrients to reach the place to regenerate. The membranes must be chosen according to the type of bone defect present.

**Conclusion:** Guided bone regeneration when the materials and technique are correctly selected, has a high success rate and restores sufficient bone architecture for the correct positioning of the endo-bone implants. For horizontal bone regeneration most of the time, resorbable collagen membranes are used.

**Keywords:** “guided bone regeneration”, “membranes”, “bone argumentation”, “horizontal guided bone regeneration”, “dental implants”, “PTFE-e” and “collagen”.

## **DEDICATÓRIA**

Á nossa senhora de Fátima por estar sempre do meu lado e me ajudar  
em todos os passos da construção deste sonho.  
Aos meus pais, pelo amor incondicional, por todo o apoio nos bons e maus momentos e por tudo  
que fizeram e continuam a fazer por mim, serei eternamente grata. Sem eles nada disto seria  
possível, sem eles não estaria a realizar o meu sonho de vida profissional, por isso  
muito obrigada.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao meu orientador Helder Oliveira, por ter aceitado me orientar e pela sua ajuda fundamental na realização deste trabalho, sem ele não seria possível.

Gostaria de agradecer a todos os professores e funcionários por tudo que fizeram por nós alunos para que concluíssemos este ano letivo apesar da existência da pandemia de Covid-19.

Queria também agradecer á minha amiga e binómia, Sara Silva, por todo o apoio ao longo destes anos e na realização desta dissertação.

Por último gostaria de agradecer aos meus pais por tudo por estarem sempre do meu lado e me incentivarem na realização dos meus sonhos, que vale sempre a pena, são sem dúvida as pessoas mais importantes da minha vida.

## ÍNDICE

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
DEDICATÓRIA .....	vii
AGRADECIMENTOS .....	viii
ÍNDICE DE TABELAS .....	xi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	xii
I. INTRODUÇÃO .....	1
1. Materiais e Métodos.....	1
II. DESENVOLVIMENTO .....	2
1. Defeitos ósseos .....	2
2- Aumento Ósseo da Crista Alveolar.....	3
3- Regeneração Óssea Guiada.....	4
4- Membranas.....	4
4.1. Membranas Não-Absorvíveis .....	6
4.1.1 Tipos de Membranas Não-Absorvíveis .....	6
4.1.1.1 Politetrafluoretileno expandido (PTFE-e).....	6
4.1.1.2 Politetrafluoretileno de alta densidade (PTFE-d).....	7
4.1.1.3 Membranas reforçadas com titânio.....	7
4.1.2 Vantagens das Membranas Não-Absorvíveis.....	8
4.1.3 Desvantagens das Membranas Não-Absorvíveis.....	8

4.2. Membranas Absorvíveis .....	8
4.2.1 Membranas Absorvíveis Naturais .....	9
4.2.1.1 Membranas de colagénio .....	9
4.2.2 Membranas Absorvíveis Sintéticas.....	10
4.2.2.1 Membranas ácido poliglicólico e polilático .....	10
4.2.3 Vantagens das Membranas Absorvíveis.....	10
4.2.4 Desvantagens das Membranas Absorvíveis.....	10
4.3 Membranas Absorvíveis versus Não-Absorvíveis.....	11
III. DISCUSSÃO .....	12
IV. CONCLUSÃO .....	15
BIBLIOGRAFIA .....	16

## **ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1 – Classificação de defeitos ósseos da crista alveolar.....	3
Tabela 2 – Diferentes membranas usadas em ROG.....	5

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ROG	Regeneração Óssea Guiada
PTFE-e	Politetrafluoretileno expandido
PTFE-d	Politetrafluoretileno de alta densidade
PLA	Ácido polilático
PGA	Ácido poliglicólico

## I. INTRODUÇÃO

A colocação de implantes dentários é cada vez mais utilizada para restaurar dentes ausentes, podendo ser utilizada tanto para reabilitação removível quanto para fixa. Ainda assim, para que isto seja possível, é necessário existir uma quantidade de osso suficiente para que seja possível ancorar os implantes numa posição tridimensional ideal, mas muitas vezes, devido a vários fatores que levam á reabsorção óssea, isto não é possível no imediato, sendo necessário recorrer a técnicas de aumento de volume ósseo para se conseguir a reabilitação desejada (Benic & Hämmerle, 2014).

Das técnicas para aumentar o osso em defeitos alveolares localizadas, a regeneração óssea guiada é o método melhor documentado e mais amplamente utilizado. Esta técnica tem como princípio biológico a aplicação de membranas, que funcionam como barreira física impedindo que células indesejadas alcancem a ferida e ao mesmo tempo, permitem que as células desejadas, ou seja células com capacidade de formar tecido ósseo migrem para o local destinado á regeneração óssea e promovam assim o crescimento ósseo. As membranas barreira podem ser divididas em dois grandes grupos, as membranas absorvíveis e as não-absorvíveis, que tem como principal diferença, a capacidade de serem reabsorvidas pelo organismo ou não (Bashutski & Wang., 2009; Lang & Lindhe, 2015). A seleção da membrana ideal vai depender do tipo de defeito que está presente, de forma a otimizar os resultados do processo. Na maioria dos casos clínicos são usados enxertos ósseos juntamente com a membrana de modo a dar uma maior estabilidade e suporte.

O objetivo desta revisão narrativa é avaliar, de acordo com cada tipo de defeito, qual a membrana ideal para regeneração óssea a nível horizontal da crista alveolar, que apresenta maior ganho de volume ósseo.

### **1. Materiais e métodos:**

Para a realização deste trabalho fez-se uma revisão bibliográfica da literatura existente até ao momento, estritamente relacionada com o tema, sendo que foram utilizadas as bases de dados PubMed e B-On. As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: “guided bone regeneration”,

“membranes”, “bone argumentation”, “horizontal guided bone regeneration”, “dental implants”, “PTFE-e” e “collagen”.

## **II. DESENVOLVIMENTO**

### **1. Defeitos ósseos**

O contorno do rebordo alveolar sofre alterações após a perda de peças dentárias devido á reabsorção óssea e conseqüentemente rearranjo estrutural. Esta remodelação ocorre em duas fases sendo que a primeira fase, mais rápida, ocorre ao longo do primeiro ano após a perda da peça dentária e a segunda fase, continua e mais lenta, prolonga-se ao longo do resto da vida do indivíduo (Mardas et al., 2011). Verificou-se que existia uma perda óssea mais acentuada na dimensão horizontal do que na vertical e essa redução óssea ocorre principalmente por vestibular da crista alveolar (Araújo & Lindhe, 2005; Benic & Hämmerle, 2014), sendo que se verificou, numa revisão sistemática realizada por Tan et al. (2012), uma redução média da largura de 3,8mm e de altura 1,2mm.

A perda de osso da crista alveolar pode ser causada por fatores como trauma, periodontite, extrações dentárias, procedimentos cirúrgicos traumáticos, insucesso do implante, doença congénita ou tumor (Prato et al., 2004; Mishra, 2010; Aloy-Prósper et al., 2011). Segundo Irinakis (2006), a perda dentária, leva conseqüentemente a que haja uma remodelação óssea levando por vezes a um contorno inadequado do rebordo alveolar bem como ao aparecimento de defeitos ósseos. Quando os defeitos estão presentes, várias técnicas de aumento de volume ósseo estão documentadas para restabelecer o volume ósseo ideal para uma colocação em posição tridimensionalmente correta e do ponto de vista estético também, sendo que a melhor documentada é a regeneração óssea guiada. (Benic & Hämmerle, 2014)

De modo a facilitar a tomada de decisão sobre qual o protocolo de tratamento ideal bem como quais os materiais ideias para regeneração óssea guiada foi realizada uma classificação da morfologia dos defeitos da crista alveolar (Benic & Hämmerle, 2014).

<b>Tipo de defeito</b>	<b>Descrição do defeito</b>
<b>Classe 0</b>	Défice de contorno: local apresenta volume ósseo suficiente para a colocação do implante, mas apresenta uma ligeira diminuição da largura da crista
<b>Classe 1</b>	Defeito intra-alveolar: espaço entre a superfície externa do implante e a parede óssea interna alveolar
<b>Classe 2</b>	Deiscência peri-implantar em que as paredes ósseas adjacentes ao defeito asseguram a estabilidade volumétrica a ser aumentada
<b>Classe 3</b>	Deiscência peri-implantar em as paredes ósseas adjacentes ao defeito não tem a capacidade de assegurar a estabilidade volumétrica a ser aumentada
<b>Classe 4</b>	Defeito na crista alveolar a nível horizontal
<b>Classe 5</b>	Defeito na crista alveolar a nível vertical

**Tabela 1.** Classificação de defeitos ósseos da crista alveolar (adaptado de Benic & Hämmerle, 2014).

## **2. Aumento Ósseo da Crista Alveolar**

Os implantes endósseos são amplamente utilizados para a substituição de peças dentárias, para isto, uma reabilitação oral implanto-suportada necessita de respeitar alguns parâmetros fundamentais para que se consiga um resultado funcional e estético ideal. Dentro desses parâmetros estão uma ótima posição implantar, com uma angulação adequada, e para isso é necessário quantidade e qualidade de osso, quer a nível horizontal, como vertical (Milinkovic & Cordaro, 2014). Para isto, por vezes é necessário recorrer a técnicas cirúrgicas de aumento da crista alveolar para se conseguir uma boa reabilitação (Urban, 2012). Dentro das técnicas para aumentar as dimensões ósseas alveolares, segundo Milinkovic & Cordaro (2014) estão: regeneração óssea guiada, enxertos de blocos ósseos, distração osteogênica, divisão ou expansão de crista, osteotomias da crista ou maxilares ou uma combinação de procedimentos anteriormente referidos. A longo prazo, o objetivo dos procedimentos de aumento ósseo é permitir a função adequada da prótese, a estética ideal, estabilidade do volume ósseo aumentado, estabilidade dos tecidos moles e sobrevivência dos implantes (Milinkovic & Cordaro 2014). Das diferentes técnicas, a melhor documentada e mais amplamente usada para aumentar osso em defeitos alveolares localizadas quer

a nível horizontal quer vertical é a regeneração óssea guiada (Retzepi & Donos 2010; Benic & Hämmerle, 2014).

### **3. Regeneração Óssea Guiada**

Graças aos avanços científicos e ao uso da regeneração óssea guiada, é possível restabelecer a morfologia da crista alveolar e permitir que os implantes sejam colocados em posições favoráveis e ideais, sem limitações anatómicas. Portanto, hoje em dia, as indicações para colocação de implantes incluem também zonas que apresentam defeitos ósseos (Benic & Hämmerle, 2014).

A regeneração óssea guiada baseia-se no conceito de osteo-promoção, isto é, permite que novo osso seja formado a partir do princípio biológico de utilização de membranas de barreira como barreiras físicas de modo a que tecido conjuntivo fibroso não interfira no processo de osteogénese e permitindo apenas que células formadoras de tecido ósseo penetrem a ferida e deste modo se forme então tecido ósseo (Retzepi & Donos, 2010; Lang & Lindhe, 2015).

Segundo Buser et al. 1996, é fundamental para o sucesso da regeneração óssea guiada que:

- A membrana fique bem suportada de modo a que o espaço a regenerar se mantenha bem isolado;
- A membrana deve estar fixada ao osso, sendo para isso necessário por vezes pinos de fixação de titânio de modo a evitar que células não osteogénicas penetrem o local a regenerar;
- Se for utilizada uma membrana absorvível é aconselhado que seja colocado em associação um enxerto ósseo particulado ou em bloco de modo a que seja mantida a integridade estrutural durante todo o tempo necessário para regeneração óssea.
- No caso em que a membrana seja não absorvível, esta não pode ser exposta á cavidade oral, daí ser necessário uma boa sutura para evitar exposição da membrana.

### **4. Membranas**

Uma grande variabilidade de membranas tem sido utilizadas para procedimentos de regeneração óssea guiada, podendo estas serem rígidas ou flexíveis, absorvíveis ou não absorvíveis, ainda

assim, independentemente do material selecionado para promover o crescimento ósseo, estas devem obedecer a vários critérios descritos por inúmeros autores (Schenk et al., 1994; Rakhmatia et al., 2013; Serrano et al., 2018) tais como: biocompatibilidade, integração pelo tecido hospedeiro, oclusividade celular, exclusão celular de células não osteogênicas, capacidade de criação de espaço, fácil manuseamento clínico e ter um baixo custo.

As membranas usadas para procedimentos de regeneração óssea guiada podem ser classificadas em dois grandes grupos, membranas absorvíveis e membranas não-absorvíveis (Bashutski & Wang., 2009). Tal como o nome indica, a grande diferença entre elas é que as membranas absorvíveis têm a capacidade de reabsorver por hidrólise e os produtos desta degradação são absorvidos pelos tecidos, enquanto que as membranas não absorvíveis necessitam de uma 2.<sup>a</sup> cirurgia para a sua remoção pois não são gradualmente desintegradas como as absorvíveis (Sandberg et al., 1993).

<b>Não absorvíveis</b>	<b>Absorvíveis naturais</b>	<b>Absorvíveis sintéticas</b>
PTFE-e	Colagénio nativo	Poliglactina 910
PTFE-d	Colagénio reticulado	Poliuretano
Folha de titânio	Fáscia lata liofilizada	Ácido polilático (PLA)
Malha de micro titânio	Dura-máter liofilizada	Ácido poliglicólico (PGA)
		Copolímeros de ácido polilático/ácido poliglicólico
		Polietileno glicol

Tabela 2. Diferentes membranas usadas em ROG (adaptado de Benic & Hämmerle, 2014).

Para uma membrana ser considerada ideal, a sua rigidez é fundamental, de modo a evitar o colapso, por isso deve ser suficientemente rígida para suportar a compressão do tecido mole subjacente. No entanto, é muito importante haver um equilíbrio, pois a sua plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar á forma do defeito é essencial (Rakhmatia et al., 2013). A porosidade é também uma importante propriedade, está intimamente ligado á oclusividade tecidual, tem uma grande influência na invasão de células e tecidos moles e tem ainda a capacidade de permitir a difusão de

fluidos, oxigénio, nutrientes e substâncias bioativas, fundamentais para o crescimento de tecido ósseo. Deste modo os poros devem ter um tamanho adequado (Heinze, 2006).

Em casos de defeitos ósseos maiores é aconselhado o uso de materiais de enxerto dado que a dimensão do defeito pode influenciar na capacidade de cicatrização óssea e deste modo maximiza-se o potencial regenerador das membranas (McAllister & Haghghat, 2007, Lupovici, 2010).

#### **4.1.Membranas Não-Absorvíveis**

As membranas não reabsorvíveis incluem as membranas de politetrafluoretileno (PTFE) que podem ser subdivididas de acordo com a sua estrutura em dois tipos: politetrafluoretileno expandido (PTFE-e) e politetrafluoretileno de alta densidade (PTFE-d) e incluem também as malhas de titânio (Bashutski & Wang, 2009). Este tipo de membranas tem como principal desvantagem a necessidade de um segundo procedimento cirúrgico para a sua remoção. Apesar disso, tem critérios que podem ofuscar esta desvantagem, tais como a capacidade de manutenção de espaço por um período de tempo suficiente (Zhang et al. 2010; Lupovivi, 2010).

##### **4.1.1 Tipos de Membranas Não-Absorvíveis**

###### **4.1.1.1 Politetrafluoretileno expandido (PTFE-e)**

Desde o início da ROG que as membranas de PTFE-e foram consideradas o “Gold Standard”, dada a sua boa integridade estrutural e biocompatibilidade. Foram as primeiras membranas a ser utilizadas em ROG (Hammerle & Jung., 2003). Estes polímeros resistem á quebra pelos tecidos e não provocam reações imunológicas, assim, são considerados um dos polímeros mais estáveis e inertes (Elgali et al., 2017, Sheikh et al., 2014). São feitas de Teflon, sendo que na sua camada superior (oposta ao defeito) a sua porosidade permite a entrada de nutrientes e impede as células não osteogénicas acederem ao local da ferida. Já na sua camada inferior, que se encontra em contacto com o defeito, apresenta uma microestrutura porosa que auxilia na formação do coágulo permite a inserção de fibras de colagénio, fornecendo uma melhor ancoragem (Hitti & Kerns, 2011).

A exposição destas membranas é muito frequente e por isso deve ser evitada ao máximo, estas devem ser mantidas cobertas sobre o retalho devidamente suturado durante todo o procedimento de regeneração óssea, de modo a que se evite exposição da membrana, pois a infecção bacteriana da membrana, dada a sua porosidade, levará a ganhos ósseos inferiores (Salata, et al.,2002). É altamente recomendado que esta seja removida após exposição á cavidade oral (Dupoirieux et al.,2001; Barber et al., 2007; Corbonell et al.,2014; Soldatos et al. 2017).

#### **4.1.1.2 Politetrafluoretileno de alta densidade (PTFE-d)**

A presença de tamanhos de poros grandes pode prejudicar a propriedade oclusiva da membrana, uma vez que podem permitir que células de tecidos moles migrem através da membrana, invadindo o local do defeito e prejudiquem assim a neoformação óssea (Schmid et al., 1994). Dado isto, foram desenvolvidas as membranas de alta densidade, PTFE-d, que evitam poros de 5 a 30 micras, encontrados nas membranas de PTFE-e. Assim, foram desenvolvidas estas membranas com poros de 0.2 micras, de modo a evitar a contaminação bacteriana e fixação de tecidos moles. Dada esta pequena porosidade das membranas de PTFE-d, está descrito se ocorrer exposição da membrana estas podem-se manter expostas, sem que haja necessidade de uma segunda intervenção cirúrgica, ao contrário das membranas de PTFE-e (Barber et al., 2007; Gentile et al., 2011). No entanto, a porosidade reduzida pode criar potenciais problemas para a formação do coágulo inicial, estabilização da ferida e estabilidade da membrana (Carbonell et al., 2014).

#### **4.1.1.3 Membranas reforçadas com titânio**

Quando estamos perante defeito ósseos demasiado extensos, e as membranas não apresentam capacidade estrutural para se manterem integras sem colapsarem são usadas membranas de PTFE reforçadas por titânio (Hammerle & Jung, 2003). As propriedades de rigidez e plasticidade são o ponto forte destas membranas para ROG, embora seja necessário um cuidado extra na utilização destas membranas uma vez que frequentemente acontece exposição da membrana devido às bordas cortadas da tela de titânio que causa irritação na mucosa, exposição da membrana e possível

infecção. Para uma maior utilização, estas devem ser melhoradas em relação á adaptação ao defeito (Watzinger et al., 2000; Rakhmatia et al., 2013).

#### **4.1.2 Vantagens das Membranas Não-Absorvíveis**

Muitas poderão ser consideradas as vantagens e para muitos autores ainda continuam a ser as membranas “Gold standard”. As principais vantagens segundo Zhang et al. (2010), são: biocompatibilidade, capacidade de manutenção de espaço, previsibilidade, capacidade de se controlar o tempo da função de barreira, facilidade de manipulação clínica, baixo risco de complicações, entre outras.

#### **4.1.3 Desvantagens das Membranas Não-Absorvíveis**

Segundo vários autores, nomeadamente, Zitzmann et al. (1997) a deiscência da ferida com consequente exposição prematura da membrana ao ambiente oral e consequentemente colonização bacteriana é a complicação mais frequente no uso deste tipo de membranas e por isso uma grande desvantagem que pode comprometer todo o tratamento. Outra grande desvantagem é a necessidade de uma segunda intervenção cirúrgica para remoção da membrana que implica um desconforto e custos acrescidos para o paciente, além do risco de se perder parte do osso regenerado devido á elevação do retalho (Nevies & Melloning 1992; Rasmusson et al., 1997).

### **4.2.Membranas Absorvíveis**

Todos os materiais absorvíveis utilizados como membranas, pertencem aos grupos de polímeros naturais ou sintéticos (Sbricoli et al. 2020). Segundo Chiapasco & Zaniboni (2009), a principal vantagem das membranas absorvíveis é que estas poderem ser reabsorvidas pelo organismo, tal como o nome indica, evitando assim uma segunda intervenção cirúrgica para sua remoção. Deste modo, as membranas absorvíveis atraem tanto o clínico como o paciente, uma vez apresentam um risco de morbidade reduzido e um baixo risco de danos nos tecidos e apresentam um melhor custo-benefício (Imbrunito et al., 2002). Um ponto negativo que reside em praticamente todas os polímeros reabsorvíveis é o facto destas membranas terem um reduzido tempo de reabsorção

podendo não atuar como barreira física de forma eficaz por todo o tempo necessário para a regeneração óssea guiada, que é normalmente de 6 meses (Schliephake et al., 2000).

#### **4.2.1 Membranas Absorvíveis Naturais**

##### **4.2.1.1 Membranas de colagénio**

O colagénio é o principal componente dos tecidos conjuntivos e tem um suporte estrutural elevado. Por este motivo, as membranas de colagénio são as membranas naturais mais usadas em regeneração óssea guiada. Existem membranas de colagénio com diferentes espessuras, sendo algumas compostas por duas camadas, uma camada compacta que impede a infiltração de células epiteliais no local do defeito ósseo e uma segunda camada porosa e esponjosa que permite a integração dos tecidos (Willershausen et al., 2014). As membranas de colagénio são compostas por fibras de colagénio tipo I e tipo III que podem ser derivadas de tecidos bovinos ou suínos, por exemplo provenientes do tendão ou derme, e a degradação destas membranas irá depender da fonte animal proveniente (Bunyaratavej & Wang, 2001, Sbricoli et al. 2020). Vários métodos físico-químicos foram utilizados para retardar a degradação das membranas de colagénio e aprimorar as propriedades mecânicas tais como radiação ultravioleta, tratamento com soluções de genipina ou glutaraldeído (Rothamel et al., 2005; Sam & Pillai, 2014).

Biocompatibilidade, favorecer a cicatrização dos tecidos mesmo quando expostas precocemente, e prevenção da invasão de células epiteliais são algumas das características destas membranas biodegradáveis. Mas revelam falta de rigidez, limitando assim a formação óssea (Dinato et al., 2007). A falta de rigidez é a principal desvantagem deste tipo de membranas, sendo que deste modo são mais utilizadas para defeitos que não requerem fixação e estabilidade extras, do tipo deiscência e fenestração óssea (Dimitriou et al., 2012). A utilização destas membranas em associação com enxertos ósseos é altamente recomendada por diversos autores e deve ter-se em conta também o facto da reabsorção prematura destas membranas que podem comprometer todo o tratamento de ROG (Schliephake et al. 2000). Dependendo das membranas o tempo de reabsorção total varia, sendo que para as membranas provenientes de pele suína, é de aproximadamente 6 meses. (Bottino et al., 2012). Segundo Ellinger et al., (1993) esta reabsorção

é feita por ação das collagenases que separam o colagénio em duas moléculas que são decompostas posteriormente.

## **4.2.2 Membranas Absorvíveis Sintéticas:**

### **4.2.2.1 Membranas de ácido poliglicólico e polilático**

De origem sintética as membranas de ácido polilático são polímeros com uma boa biocompatibilidade e apresentam processos inflamatórios mínimos. O seu tempo de reabsorção varia de acordo com a marca do produto, mas o tempo de reabsorção médio de 6 meses, tal como as membranas de colagénio (Robert & Frank, 1994; Kohal & Hurzeler, 2002). Simion et al., (1997) verificaram que uma vez expostas á cavidade oral estas membranas, PLA ou PGA, absorvem quase instantaneamente, sendo que o processo dura 3/4 semanas. Isto faz com que o tempo de função de barreira seja diminuído o que pode influenciar de forma negativa o resultado da regeneração óssea. Estes materiais sintéticos têm como vantagem clínica a capacidade de serem completamente biodegradados, logo não necessitam de ser removidos numa segunda cirurgia (Hutmacher et al., 1996).

### **4.2.3 Vantagens das Membranas Absorvíveis**

Para além de não ser necessária uma segunda intervenção cirúrgica para remoção da membrana, as membranas absorvíveis oferecem mais vantagens adicionais, segundo Zitzmann et al. (1997) tais como: procedimento cirúrgico simplificado, melhor relação custo-benefício, a conexão do pilar pode ser feita por uma maior variedade de técnicas cirúrgicas, melhor cicatrização de tecidos moles, incorporação das membranas pelos tecidos do hospedeiro, rápida reabsorção em caso de exposição.

### **4.2.4 Desvantagens das Membranas Absorvíveis**

As principais desvantagens das membranas absorvíveis, segundo McGinnis et al., (1998) são: grau imprevisível de reabsorção (que pode alterar significativamente a quantidade de formação óssea),

se ocorrer uma reabsorção rápida da membrana há uma falta de rigidez e colapso sendo necessário suporte adicional, dificuldade ao tentar proteger grandes excertos de partículas, necessidade de material de suporte da membrana e por ultimo, quando as membranas são expostas ou associadas a reações inflamatórias, estas são rapidamente degradadas, afetando assim a integridade estrutural da membrana e conseqüente diminuição da função de barreira e logo menor regeneração óssea.

### **4.3.Membranas Absorvíveis vs Não-Absorvíveis**

A seleção de uma barreira específica para um tratamento de ROG é baseada nas propriedades biológicas da membrana e nos requisitos do tratamento (Garg, 2011). A seleção da membrana ideal irá depender do tipo de defeito e volume ósseo pretendido (McAllister & Haghighat, 2007).

Dada a elevada taxa de sucesso, no início dos estudos, as membranas PTFE-e eram consideradas o “Gold Standard” para regeneração óssea guiada, por serem membranas fáceis de manusear, que apresentavam uma elevada estabilidade tridimensional, alta biocompatibilidade e se mantem integras pelo período necessário de 6 meses. Apesar disso têm a grande desvantagem de necessitarem de uma segunda cirurgia para sua remoção (Hammerle & Jung, 2003). Em relação às membranas absorvíveis quando acompanhadas de enxertos ósseos, se mantiverem a sua integridade estrutural, apresentam bons resultados (Schiephake et al, 2000). Elevada biocompatibilidade, o facto de não necessitarem de uma segunda cirurgia para a sua remoção, e apresentarem um menor índice de exposição á cavidade oral em relação às membranas não absorvíveis tornaram esta técnica cada vez mais usada. Apesar disso, a sua degradação prematura compromete muitas vezes o tratamento, devido á perda de integridade da membrana e posterior colapso, deixando de efetuar a função de barreira (Simion et al., 1996).

Tanto as membranas absorvíveis quanto as não absorvíveis apresentam bons resultados em procedimentos de regeneração óssea guiada horizontal, no que toca a quantidade de osso regenerado, embora cada autor tenha a sua preferência. Em estudos recentes conclui-se que se forem efetuadas boas suturas, houver uma boa higiene oral por parte do paciente e não houver uma exposição prematura da membrana, as membranas não absorvíveis serão mais eficazes quando estamos diante de defeitos extensos. Por outro lado, a cicatrização tecidual era melhor quando

eram usadas membranas absorvíveis (Gentile et al., 2011). Membranas rígidas reabsorvíveis promovem um aumento ósseo semelhante às membranas não absorvíveis (Imbronito et al., 2002).

Segundo Benic & Hammerle, (2014) o uso de membranas absorvíveis oferece mais vantagens em relação às não absorvíveis. Vantagens tais como não haver necessidade de remoção de membrana, procedimentos simplificados, diminuição do risco de exposição do osso regenerado, uma maior gama de técnicas cirúrgicas na conexão ao pilar, diminuição da morbidade do paciente e melhor custo-benefício. Deste modo, sempre que possível, as membranas absorvíveis são as preferidas para o tratamento de defeitos horizontais.

### **III. DISCUSSÃO:**

Segundo Hammerle et al., (2004) para defeitos em que há déficit de contorno, que prejudiquem esteticamente o tratamento, é recomendado ROG usando uma membrana absorvível e um substituto ósseo particulado, tal como para defeitos de classe 2 do tipo deiscência. Defeitos de classe 1, quando acontece colocação imediata do implante, é aconselhado aplicar substituto ósseo no defeito intra-alveolar e cobrir com uma membrana reabsorvível (Benic & Hammerle, 2014). Para defeitos classe 3, do tipo deiscência, mas que a estabilidade volumétrica da área a ser aumentada não é fornecida pelas paredes ósseas adjacentes, para ROG, aplica-se substituto ósseo particulado, juntamente com uma membrana de PTFE-e reforçado com titânio. Para uma maior estabilidade da membrana é recomendado usar tachas de fixação de titânio e pode ser utilizada uma membrana absorvível sobre a PTFE-e para facilitar a regeneração dos tecidos.

Para defeitos classe 4, ou seja defeitos horizontais, em que há uma reduzida largura da crista que impede a colocação dos implantes em locais ideais, é aconselhado realizar uma abordagem faseada do tratamento, em que se regenera tecido ósseo numa primeira fase e posteriormente, quando houver a quantidade de osso suficiente procede-se á colocação dos implantes. Para isto os protocolos melhor sucedidos e confiáveis são colocação de blocos ósseos autógenos, isolados ou combinados com subtítulos ósseos particulados e membranas de colagénio reabsorvíveis (Jensen & Terheyden 2009; Klein & Al-Nawas, 2011; Benic & Hammerle 2014). O uso de uma membrana

de PTFE-e segundo Jensen & Terheyden (2009) é uma alternativa eficaz, mas este procedimento apresenta um menor ganho ósseo a nível horizontal e uma maior taxa de complicações.

Em situações em que as margens dos defeitos ósseos são adequadamente mantidas pelas membranas, são relatados resultados favoráveis na utilização de membranas absorvíveis (Hammerle & Jung, 2003; Macedo et al.,2008). Muitas vezes, em casos de defeitos ósseos que não tem capacidade de manter o espaço ocorre a associação PTFE com uma estrutura de titânio para melhorar a rigidez e estabilidade desta durante o procedimento de regeneração óssea (Liu & kerns., 2014). Já no caso de membranas absorvíveis principalmente, para melhorar a falta de rigidez o defeito ósseo é frequentemente preenchido com material de enxerto para impedir o colapso da membrana. Também foram usados mini-parafusos e pinos para estabilizar a membrana ao redor do defeito, de modo a prevenir o colapso e não prejudicar o procedimento de regeneração óssea (Strietzel et al., 2006; Hammerle et al, 2008).

### **Ganho ósseo horizontal:**

Em relação ao ganho ósseo, foi analisada uma revisão sistemática realizada por Khojastesh et al. 2017 que se verificou que: Hammerle et al. (2008) o ganho ósseo horizontal após ROG usando membrana de colagénio e mineral de osso bovino desproteínizado foi de 3.7mm. Urban et al. 2013 o aumento de largura após ROG foi de 5,68mm, utilizando uma mistura de enxerto ósseo autógeno em partículas e mineral ósseo bovino coberta com uma membrana de colagénio. Segundo Wallace & Gellin (2010) o ganho ósseo médio foi de 4.6 mm em que foi usado um aloenxerto cortical mineralizado em partículas coberto com uma membrana de colagénio. Nissan et al. (2011) usou mineral ósseo bovino particulado coberto com uma membrana de colagénio e o resultado de ganho ósseo horizontal foi de 5mm. Von Arx e Buser (2006) verificaram um ganho horizontal médio de 4,6 mm, tendo sido colocado enxeto ósseo autógeno e uma membrana de colagénio.

Numa outra revisão sistemática realizada por Milinkovic & Cordaro (2014), verificou-se que em um estudo realizado por Dahlin et al. (1995) o ganho ósseo horizontal após ROG foi de 1,2mm usando apenas membrana não reabsorvível. Chiapasco et al., 1999, num estudo controlado

randomizado utilizando autoenxerto coberto com uma membrana de PTFE-e, obtiveram de ganho ósseo 2,7mm e quando utilizado membrana de colagénio o ganho ósseo era de 4,0 mm.

Assim observando-se os resultados dos estudos verifica-se que os valores mais elevados de aumento osso a nível horizontal são quando se utiliza uma membrana absorvíveis de colagénio, associados com um autoenxerto ou aloenxerto. Verifica-se que também as membranas não-absorvíveis podem fornecer bons resultados, mas por estarem associadas a um maior risco de complicações não são tão utilizadas.

### **Complicações pós-operatórias associadas:**

Na revisão sistemática anterior, um estudo realizado por Zitzmann et al. (1997) relataram 16% de complicações quando eram utilizadas membranas absorvíveis e 24,4% ao usar membranas não absorvíveis. Verificou-se que no estudo realizado por Chiapasco et al. (1999) foi referido que no grupo em que se usou membranas de PTFE-e ocorreu 13,3% de deiscências dos tecidos moles que levou á exposição da membrana, fazendo assim com que a taxa de sucesso fosse de 93%. Quando usado membranas reabsorvíveis de colagénio não ocorreu nenhuma complicação pós-operatória, que resultou em taxa de sucesso de 100%. Num ensaio clínico randomizado realizado por Mohammed et al. (2020) em que se pretendia comparar os resultados de aumento horizontal da crista alveolar usando uma membrana de colagénio nativo versus malha de titânio na maxila, verificou-se que no grupo de colagénio o ganho ósseo médio foi de 3,9mm +/- 0,9 enquanto que no grupo de malha de titânio foi de 3,4mm +/- 1,2. Em relação á análise histológica da região aumentada em ambos os grupos verificou-se que a percentagem de área óssea era de 29% no grupo de colagénio e de 28% no outro, não sendo uma diferença significativa. Em relação a complicações pós-operatórias o grupo de malha de titânio apresentou maior número de complicações, nomeadamente exposição da membrana em 4 dos 10 casos, enquanto que o grupo de membranas de colagénio apenas apresentou 1 dos 10 casos com deiscência e infeção. Com isto verificamos mais uma vez num estudo recente que as membranas absorvíveis são as que apresentam melhores resultados em termos de ganho ósseo e menor número de complicações pós-operatórias.

#### **IV. CONCLUSÃO:**

Com este trabalho conclui-se assim que a regeneração óssea guiada é um procedimento eficaz no aumento de largura da crista alveolar, e deste modo é possível ter uma quantidade de osso suficiente para a colocação de implantes numa zona ideal quer a nível funcional, quer a nível estético. Esta técnica recorre a membranas barreira, que podem ser absorvíveis ou não absorvíveis, de modo a permitir que se isole o local a regenerar e deste modo ocorrer neoformação óssea, preenchendo assim o defeito ósseo. Tem também a importante função de impedir que células indesejadas acedam á ferida e prejudiquem assim a regeneração.

Após os resultados analisados conclui-se assim que os melhores resultados de regeneração óssea guiada a nível horizontal são alcançados quando se utiliza membranas absorvíveis de colagénio associadas a um material de enxerto quer seja aloenxerto, xenoenxerto ou autoenxerto, sendo essencial este tipo de membranas estar associado a algum tipo de enxerto ósseo de modo a evitar o colapso da membrana. Ainda assim, foram também observados bons resultados com membranas não-absorvíveis, mas verificou-se que existia um maior número de complicações associado, nomeadamente exposição da membrana que pode comprometer o tratamento e levar a uma diminuição de crescimento ósseo. Deve-se ainda ter em conta que estas membranas apresentam a necessidade de uma segunda intervenção cirúrgica para a remoção da membrana.

Deste modo, de acordo com o tipo/tamanho do defeito, e tendo em conta todas as vantagens e desvantagens dos dois grandes grupos de membranas (absorvíveis ou não-absorvíveis), o médico dentista deve optar pelo melhor tratamento para o paciente de modo a que se consiga um ganho ósseo horizontal previsível e eficaz e deste modo se consiga uma boa reabilitação em zonas que anteriormente eram atróficas e impossíveis de ancorar implantes dentários.

## **BIBLIOGRAFIA:**

Aloy-Prósper A, Maestre-Ferrin L, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M. (2011) Bone regeneration using particulate grafts: An update. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirurgia Bucal*, 16(2), pp. e210-214.

Araújo M. e Lindhe J. (2005) Dimensional Ridge Alterations Following Tooth Extraction. An Experimental Study in the Dog, *Journal of clinical periodontology*, 32 (2), pp. 212-218

Barber, H.D., et al. (2007). Using a dense PTFE membrane without primary closure to achieve bone and tissue regeneration, *Journal.Oral Maxillofacial. Surgerie*, 65, pp.748-752.

Bashutski JD, Wang HL. (2009) Periodontal and Endodontic Regeneration, *Journal Endodontic*, 35(3), pp. 321-328

Benic G. e Hammerle C. (2014) Horizontal Bone Augmentation by Means of Guided Bone Regeneration, *Periodontology 2000*, 66 (1) pp. 13-40

Bottino, C.M., et al. (2012). Recent advances in the development of GTR/GBR membranes for periodontal regeneration- A materials perspective, *Dental materials*, 28 (1), pp.703-721.

Bunyaratavej P. e Wang H. (2001) Collagen membranes: a review. *Journal of Periodontology*. 72(2) pp. 215-229

Buser D., Dula K., Hirt HP, Schenk RK (1996) Lateral Ridge Augmentation Using Autografts and Barrier Membranes: A Clinical Study With 40 Partially Edentulous Patients. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgerie*. 54(4), pp. 420-432.

Carbonell JM , et al., ( 2014 ) High-density polytetrafluoroethylene membranes in guided bone and tissue regeneration procedures: a literature review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 43(1) pp. 75 - 84.

Chiapasco, M., Zaniboni, M. (2009). Clinical outcome of GBR procedures to correct peri-implant dehiscences and fenestrations: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 20 (1), pp.113-123.

Dahlin C et al (1995) Treatment of Fenestration and Dehiscence Bone Defects Around Oral Implants Using the Guided Tissue Regeneration Technique: A Prospective Multicenter Study. *International Journal of Oral Maxillofacial Implants*. 10(3) pp 312-318

Dimitriou, R. et al. (2012). The role of barrier membranes for guided bone regeneration and restoration of large bone defects: current experimental and clinical evidence. *BMC Medicine*. 10(81) pp. 1-24

Dinato, J.C. et al. (2007). Técnicas cirúrgicas para regeneração óssea permitindo a instalação de implantes. *In: Periodontologia: Integração e Resultados*. pp. 183-226.

Dupoirieux L, Pourquier D, Picot MC, Neves M. (2001) Comparative Study of Three Different Membranes for Guided Bone Regeneration of Rat Cranial Defects. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 30(1) pp. 58-62.

Elgali I. Omar O, Dahlin C, Thomser P. (2017) Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. *European journal of oral Sciences*. 125 (1), pp. 315-337

Ellinger, R. et al. (1993). Collagen membrane barrier therapy to guided regeneration in class II furcations in humans. *Journal of Periodontology*, 64(7), pp.622-629.

Garg A. (2011) Barrier Membranes - Materials Review Part II. *Dental implantology update*. 22(10) pp.65-72.

Gentile, P., et al. (2011). Polymeric membraness for guided bone regeneration, *Biotechnology.Journal.*, 6 (1), pp.1187-1197.

Hämmerle C.e Jung R. (2003) Bone Augmentation by Means of Barrier Membranes. *Periodontology 2000*. 33(1) pp. 36-53

Hämmerle CH , Chen ST , Wilson TG Jr. (2004). Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in the extraction cavities. *International Journal Oral Maxillofac Implants*. 19(1) pp. 26 – 28

Hämmerle CH, Jung RE, Yaman D, Lang NP. (2008) Ridge augmentation by applying bioresorbable membranes and deproteinized bovine bone mineral: A report of twelve consecutive cases. *Clinical Oral Implants Research* 19(1) pp.19-25.

Heinze J. (2004) A space-maintaining resorbable membrane for guided tissue regeneration. *Annual conference of the International Association of Dental Research, Honolulu, USA*.

Hitti R. e Kerns D. (2011) Guided Bone Regeneration in the Oral Cavity: A Review. *The Open Pathology Journal*. 5(1) pp. 33-45

Hutmacher D., Hurzeler MB., Schliephake H (1996) A review of the material properties of polymers and biodegradable and bioabsorbable devices for GTR and GBR applications. *International Journal Oral Maxillofacial Implants* , 11, pp. 667 – 678

Imbronito et al., (2002) Healing of Alveolar Bone in Resorbable and Non-Resorbable Membrane-Protected Defects. A Histologic Pilot Study in Dogs. *Biomaterials*. 23(40) pp. 4079-4086

Irinakis T. Rationale for socket preservation after extraction of a singlerooted tooth when planning for future implant placement (2006). *Journal of the Canadian Dental Association*, 72(10), pp. 917-922

Jensen SS e Terheyden H . (2009). Bone augmentation procedures in defects located in the alveolar crest: clinical results with different bone grafts and bone substitute materials. *International Journal Oral Maxillofacial Implants* 24(1), pp. 218 -236

Khojasteh et al. (2017) Guided Bone Regeneration for the Reconstruction of Alveolar Bone Defects. *Annals of Maxillofacial Surgery*. 7(2). pp. 263-277

Kohal, RJ e Hurzeler, MB ( 2002 ) Bioabsorbable barrier membranes for bone regeneration guided around dental implants. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 112(12): 1222 - 1229.

Lang, N., Lindle, J (2015) *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. Chichester, John Wiley & sons, Ltd.

Liu, J. e Kerns, DG ( 2014 ). Mechanisms of guided bone regeneration: a review. *The Open Dentistry Journal*. 8(1) , pp. 56 - 65 .

Lupovici J. (2010) Regenerative strategies for anterior esthetic rehabilitation: A clinical and histologic case report. *Compendium*, 31(8), pp. 614-623.

Macedo NL. et al. (2008) Calcium sulfate and PTFE nonporous barrier for regeneration of experimental bone defects. *Medicina Oral Patologia oral y Cirurgia bucal*. 27(1) pp. e375-e379

Mardas N. et al. (2011) Radiographic alveolar bone changes following ridge preservation with two different biomaterials. *Clinical Oral Implants Research*, 22(4), pp. 416-423

McAllister BS e Haghghat K. (2007) Bone Augmentation Techniques. *Journal of Periodontology*. 78 (3) pp. 377-396

McGinnis M, Larsen P, Miloro M, Beck FM. (1998) Comparison of Resorbable and Nonresorbable Guided Bone Regeneration Materials: A Preliminary Study. *International Journal Oral Maxillofacial Implants*. 13(1). pp. 30-35

Milinkovic I. e Cordaro L. (2014) Are There Specific Indications for the Different Alveolar Bone Augmentation Procedures for Implant Placement? A Systematic Review. *International Journal Oral Maxillofacial Implants*. 43(5), pp. 606-625.

Mishra N, Singh BP, Rao J, Rastogi P. (2010) Improving prosthetic prognosis by connective tissue ridge augmentation of alveolar ridge. *Indian Journal Dental Research*, 21(1), pp. 129-131.

Mohammed AF et al., (2020) Horizontal ridge augmentation using native collagen membrane vs titanium mesh in atrophic maxillary ridges: Randomized clinical trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 22(2), pp. 156-166.

Nevins M e Mellonig JT (1992) Enhancement of the Damaged Edentulous Ridge to Receive Dental Implants: A Combination of Allograft and the GORE-TEX Membrane. *International Journal Periodontics Restorative Dentistry*. 12(2) pp. 96-111

Nissan J, et al (2011). Implant-supported restoration of congenitally missing teeth using cancellous bone block-allografts. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology*. 111(1) pp. 286-91.

Prato, G.P. et al. (2004). Prevention of alveolar ridge deformities and reconstruction of lost anatomy: A review of surgical approaches. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 24(5), pp. 434-445.

Rakhmatia Y.D, Ayukawa Y. Furuhashi A, Koyano K. (2013). Current barrier membranes: Titanium mesh and other membranes for guided bone regeneration in dental applications, *Journal of Prosthodontic Research*, 57(1), pp. 3-14.

Rasmusson, L., Meredith, N. e Sennerby, L. (1997) Measurements of stability changes of titanium implants with exposed threads subjected to barrier membrane induced bone augmentation. An experimental study in the rabbit tibia. *Clinical Oral Implants Research* 8 (1) pp. 316– 322.

Retzeppi M. Donos N. (2010) Guided Bone Regeneration: biological principle and therapeutic applications. *Clinical Oral Implants Research*. 21(6) pp. 567-576.

Robert PM e Frank RM (1994) Periodontal Guided Tissue Regeneration With a New Resorbable Polylactic Acid Membrane. *Journal of Periodontology* 65(5) pp. 414-422

Rothamel D. et al.(2005) Biodegradation of differently cross-linked collagen membranes: An experimental study in rats.. *Clinical Oral Implants Research*. 16(1) pp. 369-378.

Salata LZ, Rasmusson L, Kahnberg KE. (2002) Effects of a Mechanical Barrier on the Integration of Cortical Onlay Bone Grafts Placed Simultaneously With Endosseous Implant. *Clinical Oral Implants Research*. 4(2) pp. 60-68

Sam G. e Pillai BRM (2014) Evolution of Barrier Membranes in Periodontal Regeneration-"Are the Third Generation Membranes Really Here?". *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 8(12) pp. 14-17

Sandberg E, Dahlin C, Linde Um. (1993) Bone Regeneration by the Osteopromotion Technique Using Bioabsorbable Membranes: An Experimental Study in Rats. *Journal Oral Maxillofacial Surgery*. 51(10) pp. 1106-1114

Sbricoli L. et al. (2020) Selection of Collagen Membranes for Bone Regeneration: A Literature Review. *Materials (Basel)*. 13(3). pp. 1-16

Schenk RK, Buser O, Hardwick WR, Dahlin C. (1994) Healing Pattern of Bone Regeneration in Membrane-Protected Defects: A Histologic Study in the Canine Mandible. *International Journal Oral Maxillofacial Implants*, 9(1), pp. 13-29

Schliephake H, Dard M, Planck H, Hierlemann H, Jakob A. (2000) Guided Bone Regeneration Around Endosseous Implants Using a Resorbable Membrane vs a PTFE Membrane. *Clinical Oral Implants Research*.11(3) pp. 230-241.

Schmid J, Hammerle CH , Olah AJ , Lang NP .(1994) The permeability of the membrane is unnecessary for the guided generation of new bone. An experimental study in the rabbit. *Clinical Oral Implants Research*. 5(1) pp. 125 - 130.

Serrano CA, Castellanos P, Botticelli D. (2018) Use of Combination of Allografts and Xenografts for Alveolar Ridge Preservation Procedures: A Clinical and Histological Case Series. *Implant Dentistry*. 27(4), pp. 467-473.

Simion M, Misitano U, Gionso L, Salvato A (1997) Treatment of Dehiscences and Fenestrations Around Dental Implants Using Resorbable and Nonresorbable Membranes Associated With Bone Autografts: A Comparative Clinical Study. *International Journal Oral Maxillofacial Implants*. 12(2) pp. 159-167.

Simion M, Scarano A, Gionso, L Piattelli A (1996) Guided Bone Regeneration Using Resorbable and Nonresorbable Membranes: A Comparative Histologic Study in Humans. *International Journal Oral Maxillofacial Implants*. 11(6) pp. 735-742.

Soldatos NK et al., (2017) Limitations and Options Using Resorbable Versus Nonresorbable Membranes for Successful Guided Bone Regeneration. *Quintessence International*. 48(2) pp. 131-147

Strietzel FP , et al. (2006). Healing pattern of bone defects covered by different types of membrane - a histological study in the swine jaw. *Journal of Biomedical Materials Research*. 78(1) pp 35 - 46 .

Tan WL, Wong TLT, Wong MCM, Lang NP (2012) A Systematic Review of Post-Extraction Alveolar Hard and Soft Tissue Dimensional Changes in Humans. *Clinical Oral Implants Research*. 23(5), pp. 1-21

Toeroek R e Ehrenfest DMD. (2013) The concept of Screw-Guided Bone Regeneration (S-GBR). Part 2: S-GBR in the severely resorbed preimplant posterior mandible using bone xenograft and Leukocyte and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF): a 5-year follow-up. *Poseido Journal*. 1(2) pp. 85-92.

Urban IA, Nagursky H, Lozada JL, Nagy K. (2013) Horizontal ridge augmentation with a collagen membrane and a combination of particulated autogenous bone and anorganic bovine bone-derived mineral: A prospective case series in 25 patients. *International Journal Periodontics Restorative Dentistry*. 33(1) pp. 299-307

Urban, I. (2012). Vertical and horizontal augmentation using guided bone regeneration. *PhD Thesis, Faculty of Dentistry, University of Szeged, Hungary*.

Von Arx T e Buser D.(2006). Horizontal ridge augmentation using autogenous block grafts and the guided bone regeneration technique with collagen membranes: A clinical study with 42 patients. *Clinical Oral Implants Research*. 17(1) pp. 359-366.

Wallace S, Gellin R. (2010) Clinical evaluation of freeze-dried cancellous block allografts for ridge augmentation and implant placement in the maxilla. *Implant Dentistry*. 19(1) pp. 272-279.

Watzinger F. et al., (2000) Guided Bone Regeneration With Titanium Membranes: A Clinical Study. *Journal Oral Maxillofacial Surgery*. 38(4) pp. 312-315

Willershausen I et al. (2014) Non-cross-linked collagen type I/III materials enhance cell proliferation: in vitro and in vivo evidence. *Journal of Applied Oral Science*. 22(1) pp. 29-37

Zhang J et al., (2010) Biological Properties of an Anti-Bacterial Membrane for Guided Bone Regeneration: An Experimental Study in Rats. *Clinical Oral Implants Research*. 21 (3) pp. 321-327.

Zitzmann NU, Naef R , Schärer P. (1997) Resorbable versus non-resorbable membranes in combination with Bio-Oss for guided bone regeneration. *International Journal Oral Maxillofacial Implants*. 12(1) pp. 844 – 852