

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Gabriel Gonçalves Amaral

**O QUOCIENTE DE ESTABILIDADE DO IMPLANTE (ISQ) NA ESTABILIDADE
PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA EM ÁREAS ENXERTADAS POR DIFERENTES
BIOMATERIAIS: uma revisão sistemática da literatura**

Belo Horizonte

2022

Gabriel Gonçalves Amaral

**O QUOCIENTE DE ESTABILIDADE DO IMPLANTE (ISQ) NA ESTABILIDADE
PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA EM ÁREAS ENXERTADAS POR DIFERENTES
BIOMATERIAIS: uma revisão sistemática da literatura**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Implantodontia.

Linha de Pesquisa: Propriedades biomecânicas, físico químicas e biocompatibilidade dos biomateriais e materiais odontológicos

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antônio Mauad de Abreu

Belo Horizonte

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

A485q Amaral, Gabriel Gonçalves
O quociente de estabilidade do implante (ISQ) na estabilidade primária e secundária em áreas enxertadas por diferentes biomateriais: uma revisão sistemática da literatura / Gabriel Gonçalves Amaral. Belo Horizonte, 2022. 55 f.: il.

Orientador: Fernando Antônio Mauad de Abreu
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia

1. Implantes dentários - Tratamento. 2. Implantes dentários osseointegrados. 3. Osseointegração. 4. Materiais biocompatíveis. 5. Materiais dentários. 6. Ossos - Transplante 7. Revisão Sistemática. I. Abreu, Fernando Antônio Mauad de. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU: 616.314-089.843

Ficha catalográfica elaborada por Elizângela Ribeiro de Azevedo - CRB 6/3393

Gabriel Gonçalves Amaral

O QUOCIENTE DE ESTABILIDADE DO IMPLANTE (ISQ) NA ESTABILIDADE PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA EM ÁREAS ENXERTADAS POR DIFERENTES BIOMATERIAIS: uma revisão sistemática da literatura

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Implantodontia.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Prof. Dr. Luís André Mendonça Mezzomo – UFSC
- 2- Profa. Dra. Vânia Eloísa de Araújo Silva – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Fernando Antônio Mauad de Abreu – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 28 de março de 2022

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Fernando Antônio Mauad de Abreu
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Odontologia

À minha família pelo apoio e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por ter me dado a oportunidade, forças e saúde para desenvolver esse trabalho.

À minha mãe, pelo carinho, orientação e dedicação à minha evolução profissional sendo sempre um exemplo de excelência na odontologia e na área acadêmica.

Ao professor Fernando pela orientação, oportunidade de aprendizado e por compartilhar seu vasto conhecimento clínico e teórico, me proporcionando uma grande evolução como pesquisador e cirurgião dentista.

À professora Vânia que foi indispensável na criação desse trabalho, estando sempre disponível com muito carinho e atenção em todos os pontos necessários, se tornando uma grande amiga e referência na área acadêmica.

Aos professores Vinicius e Paulinho, pela amizade, incentivo e incríveis oportunidades de constante aprendizado e evolução.

À Coordenação do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (Professor Rodrigo, Silvania e Angélica) pelo suporte científico e orientação nesse processo de construção do conhecimento.

Aos professores do Curso do Mestrado Acadêmico pela competência e seriedade no exercício de suas funções.

Aos colegas do mestrado pelo apoio e momentos vividos nessa trajetória.

RESUMO

O presente estudo avaliou a influência de diferentes tipos de biomateriais, na estabilidade de implantes instalados em áreas previamente enxertadas, utilizando o Quociente de Estabilidade do Implante (ISQ). Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, seguindo os critérios PRISMA. As buscas foram realizadas nas bases de dados Medline/Pubmed, Cochrane Library, EMBASE e LILACS, além da literatura cinzenta e busca manual, sem restrição de data e idioma. A seleção dos estudos, risco de viés e coleta de dados foram feitos em duplicata. De um total de 512 publicações selecionadas, foram incluídos apenas 9 ensaios clínicos (8 aleatorizados e 1 não aleatorizado), que avaliaram 229 pacientes, entre 18 e 88 anos de idade, com acompanhamento de 6 a 24 meses. Implantes instalados em áreas previamente enxertadas por biomateriais de origem xenógena ou aloplástica apresentam ISQ similares, na estabilidade primária e secundária, compatíveis com a sobrevivência de um implante em função. A associação do PRF ou osso autógeno, aos biomateriais, não sugere aumentar o ISQ nas estabilidades primária e secundária. O tamanho da partícula do biomaterial pode influenciar o ISQ.

Palavras-chave: Análise de frequência de ressonância. Implantes dentários. Revisão sistemática. Materiais biocompatíveis. Osseointegração.

ABSTRACT

The present study evaluated the influence of different types of biomaterials on the stability of implants installed in previously grafted areas, using the Implant Stability Quotient (ISQ). A systematic review of the literature was performed, following the PRISMA statement. Searches were performed in Medline/Pubmed, Cochrane Library, EMBASE and LILACS databases, in addition to gray literature and manual search, without date and language restrictions. Study selection, risk of bias, and data collection were performed in duplicate. From 512 selected publications, only 9 clinical trials were included (8 randomized and 1 non-randomized), which evaluated 229 patients, between 18 and 88 years of age, with a follow-up of 6 to 24 months. Implants placed in areas previously grafted with biomaterials of xenogenous or alloplastic origin present similar ISQs in primary and secondary stability, compatible with the survival of an implant in function. The association of PRF or autogenous bone to biomaterials does not suggest increasing the ISQ in primary and secondary stabilities. The particle size of the biomaterial can influence the ISQ.

Keywords: Resonance frequency analysis. Dental implants. Systematic review. Biocompatible materials. Osseointegration.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB	Osso autógeno
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DBBM	Osso bovino mineral desproteínizado
DPBB	Osso Bovino desproteínizado
ECA	Ensaio clínico aleatorizado
ECNA	Ensaio clínico não aleatorizado
HA	Hidroxiapatita
ISQ	Implant Stability Quocient(Quociente Estabilidade do Implante)
LILACS	Literatura Científica e Técnica da América Latina e Caribe
L-PRF	Fibrina rica em plaquetas e leucócitos
ncHA	Hidroxiapatita não cerâmica
Nº	Número
NR	Não relata
PRGF	plasma rico em fatores de crescimento
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyze
PubMed	Serviço da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos para acesso gratuito ao Medline
RFA	Resonance Frequency Analysis (Análise de frequência de ressonância)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Estabilidade primária.....	18
1.2 Estabilidade secundária/Osseointegração.....	19
1.3 Análise de frequência de ressonância e o quociente de estabilidade do implante.....	20
2 OBJETIVOS	21
2.1 Objetivo geral	21
2.2 Objetivo específico	21
3 ARTIGO CIENTÍFICO	23
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS	49
ANEXO A - Fichamento dos estudos incluídos	51

1 INTRODUÇÃO

A estabilidade do implante dentário pode ser dividida em estabilidade primária, secundária e terciária. A estabilidade primária refere-se à estabilidade mecânica do implante no osso e ausência de micromovimento, enquanto a estabilidade secundária refere-se à osseointegração do implante ao osso circundante (SACHDEVA; DHAWAN; SINDWANI, 2016). A avaliação de estabilidade é parte integrante do monitoramento pós-cirúrgico dos implantes dentários, durante a cicatrização e nas visitas de acompanhamento (HAN; LULIC; LANG, 2010). Vários fatores afetam a estabilidade primária do implante, incluindo a densidade óssea, macro e microgeometria do implante e a técnica cirúrgica. Desta forma, a osseointegração e a sobrevivência dos implantes dentários estão ligadas à estabilidade primária (AL-SABBAGH; ELDOMIATY; KHABBAZ, 2019). Embora os implantes dentários sejam comprovadamente um tratamento previsível a longo prazo para os pacientes, é importante perceber que implantes de sucesso são aqueles que permanecem totalmente funcionais e saudáveis dentro da cavidade oral (CLARK; LEVIN, 2016).

Existem vários métodos para medir a estabilidade dos implantes, como a análise histomorfométrica, torque de inserção, torque de remoção, teste de percussão, análise radiográfica, resistência ao corte, Periotest e a Análise de Frequência de Ressonância (RFA) (BUYUKGUCLU; OZKURT-KAYAHAN; KAZAZOGLU, 2018). Com a RFA é possível medir o grau de estabilidade do implante a qualquer momento, durante o tratamento (CHEN *et al.*, 2019). O RFA é um método considerado sensível e oferece uma melhor resolução quando comparado a outros testes. Por esse motivo, a RFA é um método amplamente utilizado para aferir a estabilidade de um implante (CHARATCHAIWANNA *et al.*, 2019; SACHDEVA; DHAWAN; SINDWANI, 2016).

Atingir a estabilidade primária no momento da implantação, a osseointegração durante o período de cicatrização e a capacidade de carga funcional determinam o sucesso de um implante (OH *et al.*, 2009). A estabilidade mecânica, também conhecida como primária pode ser mediada por macro retenções ou atrito do implante em seu leito preparado, enquanto a estabilidade biológica, conhecida como osseointegração ou secundária, é o resultado de um contato direto osso-implante após a integração do tecido. Sendo esta última representada como um pré-requisito para o carregamento funcional e a estabilidade a longo prazo de um implante dentário (HAN; LULIC; LANG, 2010).

Além disso numa correspondência ao comportamento da estabilidade primária e secundária, há um período transitório de diminuição da estabilidade primária e aumento da estabilidade secundária. Essa queda da estabilidade do implante pode ocorrer durante o período de transição (CHEN *et al.*, 2019). Ainda não foi possível determinar qual o ponto dessa transição quando relacionada a variáveis de tratamento prévios, como por exemplo a influência do biomaterial utilizado na neoformação óssea e sua correlação nas estabilidades primária e secundária.

Não há na literatura atual trabalhos relacionando os biomateriais utilizados em reconstruções com a estabilidade primária e secundária de implantes instalados nessas áreas, e os poucos trabalhos envolvendo estabilidade de implantes em áreas de enxerto se restringem a avaliar a crista óssea marginal e a influência do osso residual na estabilidade primária (QIAN *et al.*, 2016).

Nesse contexto o presente trabalho avaliou a estabilidade primária e secundária de implantes instalados em áreas enxertadas por diferentes biomateriais, sendo investigado correlações entre as estabilidades primária e secundária, antes e após o implante em função, com o biomaterial utilizado na reconstrução óssea.

1.1 Estabilidade primária

A estabilidade primária é difícil de definir clinicamente, embora se entenda que envolve a falta de movimento do implante ou a estabilidade biométrica imediatamente após a sua instalação. Essa estabilidade primária é aplicada como um indicador da osseointegração futura (OH; KIM, 2012). Alguns autores relatam que a falha precoce dos implantes pode ser causada por estresse mecânico excessivo e baixa estabilidade primária, corroborando com a ideia de que o design de um implante tem um grande efeito na estabilidade primária (TETTAMANTI *et al.*, 2017). Outros, relatam que a densidade óssea local tem uma influência significativa nessa estabilidade, que é um determinante importante para o sucesso do implante. Essa densidade local é quantitativa e pode caracterizar a qualidade óssea local (SAKKA; BAROUDI; NASSANI, 2012; TETTAMANTI *et al.*, 2017).

1.2 Estabilidade secundária/Osseointegração

A ancoragem direta de implantes metálicos ao tecido ósseo foi descoberta por Brånemark (1962) e após algumas experiências com animais terem sido aplicadas, clinicamente para implantes orais, em 1965. O desenvolvimento de implantes metálicos ancorados ao tecido ósseo significou uma inovação no tratamento de indivíduos, parcialmente ou totalmente, desdentados. O termo osseointegração foi cunhado por Brånemark (1977) e, em seguida, definido como um contato direto entre implantes e ossos, ao nível da microscopia óptica (BRÅNEMARK *et al.*, 1977). Inicialmente, a incorporação de implantes de titânio era vista como um fenômeno simples de cicatrização de feridas que era considerado possível devido às supostas reações benignas dos tecidos ao material, possivelmente incluindo até algum tipo de ligação química. Primeiramente, foi demonstrado que outros metais, como ligas de titânio, tântalo e nióbio, além de vários materiais cerâmicos, eram igualmente capazes de promover o processo de osseointegração (ALBREKTSSON *et al.*, 1983).

O entendimento do titânio ser biocompatível, sem nenhuma reação adversa no tecido ósseo, foi questionada. Donath, Laab e Günzl (1992) descreveram que o titânio estava longe de ser biocompatível, mas capaz de provocar respostas imunes quando instalados no tecido ósseo e concluíram que a osseointegração era apenas uma reação de corpo estranho, onde o organismo visava incorporar o titânio ao osso, como um modo de proteção. Os autores alegam que qualquer material instalado no osso será rejeitado, dissolvido, reabsorvido ou demarcado com uma camada densa do próprio osso, para proteger os tecidos periféricos (DONATH; LAAB; GÜNZL, 1992).

Nesse sentido, atualmente, a Osseointegração apresenta uma nova definição: "osseointegração é uma reação de corpo estranho onde o osso interfacial é formado como uma reação de defesa para proteger o implante dos tecidos" (ALBREKTSSON *et al.*, 2017; ALBREKTSSON; WENNERBERG, 2019).

1.3 Análise de frequência de ressonância e o quociente de estabilidade do implante

As alterações nas estabilidades, primária e secundária, do implante podem ser monitoradas ao longo do tempo, sendo possível encontrar implantes em risco de falha. Dentre os diferentes métodos existentes para esse monitoramento, a Análise de Frequência de Ressonância (RFA) apresenta a possibilidade de medir o grau de estabilidade do implante, a qualquer momento, durante o tratamento, de forma não invasiva e sem causar dano ao paciente (CHEN *et al.*, 2019). A mensuração é realizada através de pulsos eletromagnéticos que são passados do smartpeg acoplado ao implante para a ponta do transdutor do aparelho OSSTELL (SENNERBY; MEREDITH, 2008). Inicialmente a RFA tinha sua mensuração relatada em hertz (BALLERI *et al.*, 2002), porém por ser considerado complicado a comparação de dados, atualmente é utilizada a unidade de Quociente de Estabilidade do Implante (ISQ), sendo registrado como um número entre 1 a 100, onde, quanto menor o valor, menor a estabilidade do implante (WESTOVER *et al.*, 2017). O valor de ISQ pode variar em relação à qualidade óssea, tipo de implante, técnica cirúrgica e design do implante (tipo, comprimento e diâmetro) (BUYUKGUCLU; OZKURT-KAYAHAN; KAZAZOGLU, 2018; KRAFFT; GRAEF; KARL, 2015).

A existência de um intervalo entre a estabilidade primária e secundária, ao qual a mobilidade do implante pode sofrer um aumento, ocorre por esse processo ser dinâmico, observando que a fase inicial é caracterizada pela reabsorção óssea na interface osso-implante, seguido pela fase de formação óssea ao redor do implante. Portanto, podemos inferir que as atividades de osteoclastos e osteoblastos são responsáveis pela alteração dos valores de ISQ, durante as fases de cicatrização (HAN; LULIC; LANG, 2010; SARFARAZ *et al.*, 2018).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar a evidência científica disponível na literatura mundial sobre a avaliação da estabilidade primária e secundária de implantes instalados em áreas previamente enxertadas, por diferentes biomateriais e associações, utilizando o Quociente de Estabilidade do Implante (ISQ) como também responder à pergunta da pesquisa.

2.2 Objetivo específico

- a) Correlacionar os ISQ's obtidos pela Análise de Frequência de Ressonância nas áreas implantadas que foram previamente enxertadas por biomateriais.

3 ARTIGO CIENTÍFICO

Implant Stability Quotient (ISQ) in primary and secondary stability in areas grafted by different biomaterials: a systematic review of the literature

Artigo a ser submetido ao periódico **The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants (Qualis A2)**, após revisão pela banca avaliadora.

Normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico: http://www.quintpub.com/journals/omi/jomi_authorguide.pdf

Implant Stability Quotient (ISQ) in primary and secondary stability in areas grafted by different biomaterials: a systematic review of the literature

Gabriel Gonçalves Amaral^a, Matheus Morais De Pinho^a, Luis André Mendonça Mezzomo^b,
Elton Gonçalves Zenóbio^c, Vânia Eloísa de Araújo Silva^c, Fernando Antônio Mauad de
Abreu^c

^a Postgraduate Program in Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

^b Adjunct Professor C of the Total Prosthesis Discipline, Department of Dentistry, Health Sciences Center, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil

^c Adjunct Professor, Department of Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Correspondence to: Dr. Fernando Antônio Mauad de Abreu. Dom Jose Gaspar, Avenue, 500, Coração Eucarístico. ZIP 30.535-901 - Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, Telephone: +55-31-3319-4444 – e-mail: fmauadabreu@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: Dental implants are installed in areas previously grafted by different types of biomaterials. However, there is no consensus in the literature about their influence on the stability of these implants. **Objective:** To evaluate the influence of different biomaterials on the primary and secondary stability of implants installed in previously grafted areas using the Implant Stability Quotient (ISQ). **Material and Methods:** a systematic literature review followed the PRISMA criteria. Searches were performed in Medline / Pubmed, Cochrane Library, EMBASE, and LILACS databases and grey literature and manual search, without date and language restrictions. Study selection, risk of bias, and data collection were performed in duplicate. **Results:** From 512 selected publications, only nine controlled clinical studies (8 randomized and one non-randomized) with a follow-up of 6 to 24 months were included. Implants installed in areas previously grafted with biomaterials present similar ISQs in primary and secondary stability, compatible with the survival of an implant in function. The association of PRF or autogenous bone to biomaterials does not suggest increasing the ISQ in primary and secondary stabilities. There is no statistical difference in the biomaterial's particle size influence on the ISQ of primary and secondary stabilities.

Key words: Resonance frequency analysis. Dental implants. Biocompatible materials. Osseointegration.

INTRODUCTION

Dental implant stability can be divided into primary, secondary and tertiary stability. Primary stability refers to the mechanical stability of the implant in the bone and the absence of micromovement. In contrast, secondary stability refers to the osseointegration of the implant into the surrounding bone.¹ Stability assessment is an integral part of post-surgical monitoring of dental implants during healing and follow-up visits.² Several factors affect the primary stability of the implant, including bone density, implant design, and surgical technique. In this way, osseointegration and survival of dental implants are linked to primary stability.³ Although dental implants are proven to be a predictable long-term treatment for patients, it is essential to realize that successful implants are those that remain fully functional and healthy within the oral cavity.⁴

There are different methods to measure implant stability, such as histomorphometric analysis, insertion torque, removal torque, percussion test, radiographic analysis, shear strength, Periotest and Resonance Frequency Analysis (RFA).⁵ With RFA, it is possible to measure the degree of implant stability during treatment.⁶ RFA is considered a sensitive method and offers better resolution when compared to other tests. For this reason, RFA is a widely used method to assess the stability of an implant.^{1,7}

There are no studies in the current literature relating the biomaterials used in reconstructions with the primary and secondary stability of implants installed in these areas. The few studies involving implant stability in graft areas are restricted to evaluating the marginal bone crest and the influence of residual bone on primary stability.⁸ In this context, the present work will evaluate the primary and secondary stability of implants installed in areas grafted by different biomaterials through a systematic review of the literature.

MATERIAL AND METHODS

This systematic review followed the recommendations of the Cochrane Collaboration Handbook.⁹ and the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systemic Reviews and Meta-Analyzes) guidelines.¹⁰ The review protocol was previously registered on the Open Science Framework platform (<https://osf.io>) via the link: <https://osf.io/rc5wb/> (Figure 1).

Research question and eligibility criteria

The inclusion criteria to assess the scientific evidence were based on the acronym PICOS (Population, Intervention, Comparison, Outcomes, Study Design), described below, and the structured question for the research.

- a) P (population) =Patients who underwent implant placement in previously grafted areas;
- b) I (intervention) = Different types of biomaterials and associations;
- c) C (comparison) = Different types of biomaterials and associations;
- d) O (outcome) = Primary and secondary stability measured by ISQ;
- e) S (study design) = Randomized controlled clinical studies, non-randomized controlled clinical studies.

Structured question: Can implants installed in previously grafted areas be influenced by primary and secondary stability due to the type of biomaterial? Included were: prospective experimental studies with different longitudinal follow-up times, comparing the stability of implants through RFA (Resonance Frequency Analysis) for different biomaterials and their associations. The following were excluded: studies that compared the stability of implants between non-grafted and grafted areas.

Search sources and search strategy

An electronic search was conducted, including studies published until October 2021, in the MEDLINE (Pubmed), Cochrane Library, Embase (Excerpta Medica data BASE) and Latin American and Caribbean Literature on Health Sciences (LILACS) databases. For each database, search strategies were developed using indexed terms and synonyms (Table 1).

In addition, a search for studies in the grey literature was carried out in the theses and dissertations bank of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations Digital Library of Theses and Dissertations at USP. A manual search was performed on the references of all included studies. Ongoing trials were searched in the Clinical Trials database (www.clinicaltrials.gov).

Selection of studies and data collection

The studies found in the electronic databases were gathered in a single database to exclude duplicates using the EndNote Software version x8 (Thomson Reuters). The reading of titles and abstracts, performed by independent studies, was performed in two titles and full abstracts: (F.A.M.A.). Data collection was performed by a researcher (G.G.A) and later reviewed by a second (V.E.A.S). One the following data were reported: (and country of publication) (2) study design; (3) intervention and comparison; (4) number of patients; (5) age (average and age group); (6) number of implants; (7) graft type; (8) time for implant placement after the grafting procedure; (9) follow-up time; (10) type of biomaterial; (11) graft association; (12) inserted area; (13) trademark; (14) ISQ – primary and secondary stability.

Risk of bias in the included studies

The risk of bias in the included studies was independently assessed by two reviewers (G.G.A and V.E.A.S.), and disagreements were assessed by consensus. The risk of bias in

individual studies for the randomised controlled trials was assessed using the Cochrane risk of bias tool - Rob 2.0, as recommended by the Cochrane Collaboration.⁹ For the evaluation of the non-randomised clinical study, the “Risk of Bias In Non-randomised Studies - of Interventions” (ROBINS-I) was used.¹¹

RESULTS

Selection of studies

The search strategy identified a total of 512 potential studies in the databases. After removing 102 duplicates, 410 publications were evaluated for reading titles/abstracts, and 24 studies were selected for reading the full text. Of these, 15 studies were excluded, and nine studies were excluded.¹²⁻²⁰ were included in this Systematic Review according to the eligibility criteria (Figure 2).

Characteristics of the included studies

Table 2 presents the general characteristics of the included studies. The included studies were published between 2012 and 2021 in Brazil, Turkey, South Korea, the United States, Sweden, Portugal and India. Nine studies were included at different times of longitudinal follow-up, 8 of which were randomized controlled clinical studies.^{12-18, 20}, and a non-randomized controlled clinical trial¹⁹, which evaluated 229 patients aged between 18 and 88 years deity.

For implant placement times after bone grafting, six included studies worked at six months postoperatively.^{12,14,15,17,19,20}, three used eight months.^{13,16,18} Only 1 included study used a time of 4 months in its test group, where a xenogeneic biomaterial associated with PRF was used.¹⁸

All included studies assessed primary stability using the ISQ immediately after implant placement. Secondary stability, measured by the ISQ, was evaluated six months after implant placement in 6 studies.^{12-14, 16-18} and a study after two months.²⁰

Risk of bias of included studies

The eight randomized clinical trials.¹²⁻²⁰ evaluated by the Cochrane risk of bias tool (ROB2) presented in 3 domains (randomization process, deviations in intended interventions and missing outcome data) the judgment “some concerns”. The lack of information on the generation and secrecy of the allocation, the lack of blinding of participants and evaluators and losses in the sample were the main reasons for the low quality in the judgment of the risk of bias (Table 3).

For assessing the risk of bias in a non-randomized controlled clinical trial¹⁹, the ROBINS-I tool was used, which presented the overall risk of bias as “Severe”. The main reason for this classification was the lack of control for confounding factors in the distribution of the intervention (Table 4).

DISCUSSION

The primary stability of the implant is linked to secondary stability, that is, the survival of the implant in function after osseointegration. Several types of implants are installed in surgical areas that have received different types of grafting biomaterials. Can these biomaterials compromise the primary or secondary stability of these implants?

The biomaterials used in the studies included in this systematic review were xenogenous^{13-16, 18,20}, alloplastic^{12,19} and their association or comparison between xenogeneic and alloplastic.¹⁷ The inclusion of a test group with the association of bone substitute matrices

with potential inducing biomaterials, PRF, was also evaluated in some of these included articles^{18,19}, as well as an association with autogenous bone tissue.^{12,16}

There are several types of measurement for stability, including Resonance Frequency Analysis (RFA). This technically simple method can be used even at different times, from the moment of its installation (primary stability) to a later period. This analysis is considered necessary in a non-invasive way and without causing harm to the patient.⁶ Data are collected per unit of Implant Stability Quotient (ISQ), recorded as a number between 1 to 100, where the lower the value, the lower the implant's stability.²¹ In this systematic review, the ISQ value described varied on average between 45 and 77 for alloplastic biomaterials, with the minimum average for the biomaterial associated with PRF¹⁹ and the maximum average for the autogenous material.¹² It is important to note that the technique used was not the same, with the minimum use of the biomaterial being in a 3-wall alveolar bone defect, in the ROG technique and the maximum, in the technique of alveolar ridge augmentation osteotomy with interposition graft.^{12,19} For xenogeneic biomaterials, the included article that presented the maximum was 77.1 ± 5.9 of ISQ.²⁰ When comparing the ISQ between biomaterials, alloplastic and xenogeneic, no statistical differences were reported.¹⁷ Particle size suggests influencing stability, which is more significant for smaller particles.¹³ The association of the biomaterial with PRF also suggests decreasing the primary ISQ in the two analyzed articles. However, this decrease is not considered statistically significant, or that is, the association or not of PRF does not make the implant more stable.^{18,19} However, Pichotano performed his primary assessment after four months of grafting this association. A systematic review in 2016 reinforces the idea that PRF associated with a biomaterial is not significant for greater or lesser stability of the implant.²² A alteração na proporção de osso autógeno em associação ao biomaterial não sugere uma alteração significativa no ISQ.¹⁶

The difference between the arches can compromise the ISQ value since the mandible bone has its medullary portion more compact than the maxilla. Oh and Kim²³ conducted a study with 162 patients who underwent the installation procedure of 211 implants, both in the maxilla and in the mandible. ISQ values were correlated with bone quality, according to the classification of Lekholm and Zarb²⁴ The observed ISQ values were higher in the mandible than in the maxilla. Among the nine articles included in this systematic review, five reported that they were performed only in the maxilla^{13,14,17-19}, one only in the mandible¹², two in both the maxilla and mandibula^{15,16} and another did not report.²⁰

For implant placement times after bone grafting, six of the nine articles included working at six months postoperatively^{12,14,15,17,19,20}, three used eight months.^{13,16,18} Only the included article used a time of 4 months in its test group, where a xenogeneic biomaterial associated with PRF was used.¹⁸

The existence of an interval between primary and secondary stability, to which the mobility of the implant can be increased, occurs because this process is dynamic, noting that the initial phase is characterized by bone resorption at the bone-implant interface, followed by the phase of implantation-bone formation around the implant. Therefore, we can infer that osteoclast and osteoblast activities are responsible for changing ISQ values during the healing phases.^{2,25} Secondary stability was assessed by 6 of the nine included articles. In all of them, an increase in ISQ was demonstrated, with the lowest averages reported being 62.1 ± 7.4 for the area grafted by xenogeneic biomaterial with more excellent granulation and 63.5 ± 5.4 for the area grafted by the same biomaterial, but with less granulation.¹³ This increase in ISQ can be explained by the possibility of more significant condensation of the biomaterial in the receptor bed.

On the other hand, more significant condensation can lead to more incredible difficulty in osteoconduction due to the reduction of spaces between the biomaterial particles for

migration and colonization of the biomaterials by osteoclasts and formation of a new bone matrix. The highest average was presented by²⁰, with an ISQ of 81.8 ± 3.8 .

The low methodological quality of the included studies, risk of bias, small samples, lack of methodological information for a consistent critical analysis, and heterogeneity in reported results were some of the limiting factors of this study. On the other hand, carrying out this systematic review following the PRISMA recommendations, a comprehensive literature search, reducing the risk of publication bias, brings the best evidence on the topic to the light of science. New, better-designed, randomized clinical trials with more robust samples and low risk of bias are needed.

CONCLUSION

On the limitations of this systematic review, the available scientific evidence demonstrates that implants installed in areas previously grafted by biomaterials, whether of xenogenous or alloplastic origin, present similar ISQs in primary and secondary stability, compatible with the survival of an implant in function. The association of PRF or autogenous bone to biomaterials does not suggest increasing the ISQ in primary and secondary stabilities. The particle size of the biomaterial can influence the ISQ, but without statistical difference.

REFERENCES

1. Sachdeva A, Dhawan P, Sindwani S. Assessment of implant stability: methods and recent advances. *Br J Med Med Res*. 2016; 12(3): 1-10.
2. Han J, Lulic M, Lang N P. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell mentor during implant tissue integration:II. Implant surface modifications and implant diameter. *Clin Oral Implants Res*. 2010; 21(6): 605-11.
3. Al-Sabbagh M, Eldomiaty W, Khabbaz Y. Can osseointegration be achieved without primary stability? *Dent Clin North Am*. 2019; 63(3): 461-73.
4. Clark D, Levin L. Dental implant management and maintenance: How to improve long-term implant success? *Quintessence Int*. 2016; 47(5): 417-23.
5. Buyukguclu G, Ozkurt-Kayahan Z, Kazazoglu E. Reliability of the osstell implant stability quotient and penguin resonance frequency analysis to evaluate implant stability. *Implant Dent*. 2018; 27(4): 429-33.
6. Chen M H, Lyons K M, Tawse-Smith A M. Clinical significance of the use of resonance frequency analysis in assessing implant stability: a systematic review. *Int J Prosthodont*. 2019; 32(1): 51-8.
7. Charatchaiwanna A, Rojsiraphisa T, Aunmeungtong W, Reichart P A, Khongkhunthian P. Mathematical equations for dental implant stability patterns during the osseointegration period, based on previous resonance frequency analysis studies. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2019; 21(5): 1028-40.
8. Qian S J, Gu Y X, Mo J J, Qiao S C, Zhuang L F, Lai H C. Resonance frequency analysis of implants placed with osteotome sinus floor elevation in posterior maxillae. *Clin Oral Implants Res*. 2016; 27(1): 113-19.

9. Higgins J, Thomas J. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 6.2 (updated February 2021). Cochrane Training, 2021. Available from: <http://www.training.cochrane.org/handbook>. Access in: 15 Jan. 2022.
10. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Gherzi D, Liberati A, Petticrew M. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systemat Rev*. 2015; 4(1): 1-9.
11. Sterne J A, Hernán M A, Reeves B C, Savović J, Berkman N D, Viswanathan M, et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ*. 2016;355: i4919.
12. Dottore A M, Kawakami P Y, Bechara K, Rodrigues J A, Cassoni A, Figueiredo L C, et al. Stability of implants placed in augmented posterior mandible after alveolar osteotomy using resorbable nonceramic hydroxyapatite or intraoral autogenous bone: 12-month follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2014; 16(3): 330-6.
13. Dos Anjos T L M R, de Molon R S, Paim P R F, Marcantonio E, Marcantonio Jr E, Faeda R S. Implant stability after sinus floor augmentation with deproteinized bovine bone mineral particles of different sizes: a prospective, randomized and controlled split-mouth clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016; 45(12): 1556-63.
14. Dursun C K, Dursun E, Eratalay K, Orhan K, Tatar I, Baris E, et al. Effect of porous titanium granules on bone regeneration and primary stability in maxillary sinus: A human clinical, histomorphometric, and microcomputed tomography analyses. *J Craniofac Surg*. 2016; 27(2): 391-97.
15. Pang K M, Um I W, Kim Y K, Woo J M, Kim S M, Lee J H. Autogenous desmineralized dentin matrix from extracted tooth for the augmentation of alveolar bone defect: A prospective randomized clinical trial in comparison with anorganic bovine bone. *Clin Oral Implants Res*. 2017; 28(7): 809-15.

16. Mordenfeld A, Aludden H, Starch-Jensen T. Lateral ridge augmentation with two different ratios of deproteinized bovine bone and autogenous bone: A 2-year follow-up of a randomized and controlled trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2017; 19(5): 884-94.
17. Oh J S, Seo Y S, Lee G J, You J S, Kim S G. A comparative study with biphasic calcium phosphate and deproteinized bovine bone in maxillary sinus augmentation: a prospective randomized controlled clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2019; 34(1): 233-42.
18. Pichotano E C, de Molon R S, de Souza R V, Austin R S, Marcantonio E, Zandim-Barcelos D L. Evaluation of L-PRF combined with deproteinized bovine bone mineral for early implant placement after maxillary sinus augmentation: a randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2019; 21(2): 253-62.
19. Chandra R V, Shivateja K, Reddy A A. Autogenous bone ring transplant vs autologous growth factor-enriched bone graft matrix in extraction sockets with deficient buccal bone: a comparative clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2019; 34(6): 1424-33.
20. Santos A, Botelho J, Machado V, Borrecho G, Proença L, Mendes J J, et al. Mineralized dentin versus xenograft granules in ridge preservation for delayed implantation in post-extraction sites: a randomized controlled clinical trial with an 18 months follow-up. *Clin Oral Implants Res*. 2021; 32(8): 905-915.
21. Westover L, Faulkner G, Hodgetts W, Raboud D. Comparison of implant stability measurement devices for bone-anchored hearing aid systems. *J Prosthet Dent*. 2017; 119(1): 178-84.
22. Lemos CAA, Mello CC, dos Santos DM, Verri FR, Goiato MC, Pellizzer EP. Effects of platelet-rich plasma in association with bone grafts in maxillary sinus augmentation: a systematic review and meta analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016 Apr;45(4):517
23. Oh J S, Kim S G. Clinical study of the relationship between implant stability measurements using Periotest and Osstell mentor and bone quality assessment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012; 113(3): e35-40.
24. Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In: Brånemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T (eds.). *Tissue integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry*. Chicago: Quintessence, 1985:199-209.

25. Sarfaraz H, Johri S, Sucheta P, Rao S. Study to assess the relationship between insertion torque value and implant stability quotient and its influence on timing of functional implant loading. J Indian Prosthodont Soc. 2018; 18(2): 139-46.

Table 1. Search strategy in electronic databases

Databases		Search strategy	N
Cochrane Library	ID	Search Hits	106
	#1	MeSH descriptor: [Dental Implants] explode all trees	
	#2	(dental implantS) (Word variations have been searched) #3 (dental implant*) (Word variations have been searched)	
	#4	#1 or #2 or #3	
	#5	(implant stability quotient) (Word variations have been searched)	
	#6	(ISQ) (Word variations have been searched)	
	#7	(stability quotient values) (Word variations have been searched)	
	#8	(Primary stability) (Word variations have been searched)	
	#9	(secondary stability) (Word variations have been searched)	
	#10	(Osstell) (Word variations have been searched)	
	#11	(resonance frequency analysis) (Word variations have been searched)	
	#12	#5 or #6 OR #7 or #8 or #9 OR #10 or #11	
	#13	MeSH descriptor: [Biocompatible Materials] explode all trees	
	#14	(Biocompatible Materials) (Word variations have been searched)	
	#15	MeSH descriptor: [Bone Transplantation] explode all trees	
	#16	(Bone Transplantation) (Word variations have been searched)	
	#17	MeSH descriptor: [Heterografts] explode all trees	
	#18	(heterografts) (Word variations have been searched)	
	#19	(Xenograft) (Word variations have been searched)	
	#20	(bone graft) (Word variations have been searched)	
	#21	(Alloplastic grafts) (Word variations have been searched)	
	#22	#13 or #14 OR #15 or #16 or #17 OR #18 or #19 or #20 OR #21	
	#23	#4 AND #12 AND #22	
Pubmed		(((((((((dental implants[MeSH Terms]) OR (dental implants[Text Word])) OR (dental implant*[Text Word])) OR (Implant*, Dental[Text Word])))) AND ((((((((((Biocompatible Materials[MeSH Terms]) OR (Biocompatible Materials[Text Word])) OR (Bone Transplantation[MeSH Terms])) OR (Bone Transplantation[Text Word])) OR (heterografts[MeSH Terms])) OR (Heterografts[Text Word])) OR (Xenograft[Text Word])) OR (bone graft[Text Word])) OR (Alloplastic grafts[Text Word])))) AND ((((((((((implant stability quotient[Text Word]) OR (ISQ[Text Word])) OR (stability quotient values[Text Word])) OR (Primary stability[Text Word])) OR (SECONDARY STABILITY[Text Word])) OR (Osstell[Text Word])) OR ("resonance frequency analysis"[Text Word]))	296
Embase		('tooth implant'/exp OR 'dental implants':ab,ti) AND ('biomaterial'/exp OR 'bone transplantation'/exp OR 'xenograft'/exp OR 'bone graft':ab,ti OR (alloplastic AND grafts)) AND ('implant stability quotient' OR isq OR (primary AND stability) OR (secondary AND stability) OR 'osstell' OR 'resonance frequency analysis') AND [embase]/lim	105
LILACS		(mh:((("Implantes Dentários" OR "Dental Implants" OR "Implantes Dentales")) AND (mh:((("Materiais Biocompatíveis" OR "Biocompatible Materials" OR "Materiales Biocompatibles" OR "Bone Transplantation")) AND ((isq OR "implant stability quotient" OR "Quociente de Estabilidade do implante" OR "Primary stability" OR "Estabilidade primária" OR "Secondary stability" OR "estabilidade secundaria" OR osstell OR "resonance frequency analysis" OR "análise de frequência de ressonância")) AND (db:("LILACS"))	5
TOTAL			512

Table 2. General characteristics of included studies

Author Year	Country	Design Study	Number of Patients (F:M)	Age/years/ average	Implant	Trademark biomaterial/ origin	Biomaterial classification	Association	Grafted area	Time to control ISQ
Dottore et al. ¹²	Brazil	ECA Split Mouth	11 (8:3)	54.2	44	OsteoGen®, USA	Alloplastic		jaw	T0=placement T1=6 months
Dos Anjos et al. ¹³	Brazil	ECA Split Mouth	10 (6:4)	48,34(30-65)	large - 12 small - 13	Bio-Oss® Switzerland	Xenograft	----	Maxilla	T0=placement T1=6 months
Dursun et al. ¹⁴	Turkey	ECA Split Mouth	15 (8:7)	45.06 ±14.5 (35-56)	66	Apatos Italy	Xenograft	----	Maxilla	T0= placement
Pang et al. ¹⁵	South Korea	ECA	24 (11:13)	Autogeno: 59.53 ±7.66 BioOss: 60.56 ±10.49	33	Bio-Oss® Switzerland	Xenograft	----	Maxilla/ Jaw	T0= placement
Mordenfeld et al. ¹⁶	Sweden	ECA Split Mouth	13 (6:7)	56 (37-70)	71	Bio-Oss® Switzerland	Xenograft	Autogenous particulate bone	Jaw	T0= placement T1=3 meses
Oh et al. ¹⁷	South Korea	ECA Split Mouth	58 (25:33)	54.3 (20-69)	Bio0ss-47 Osteon III-52	Bio-Oss® Switzerland / Osteon III South Korea	Xenograft/Sintetic	----	Maxilla	T0= placement T1=6 months
Chandra; Shivateja; Reddy ¹⁹	India	ECNA	34 (17:17)	32.6 ± 10.26	NR	Siloss® AzureBio, Spanish	Alloplástic	PRF	Maxila	T0= placement
Pichotano et al. ¹⁸	Brazil	ECA Splith Mouth	12 (6:6)	54.17 ± 6.95 (43-63)	38	Bio-Oss® Switzerland	Xenograft	L-PRF	Maxilla	T0= placement T1=6 meses
Santos et al. ²⁰	Portugal	ECA	52 (31:21)	28 a 88 anos	66	Bio-Oss® Switzerland	Xenograft	-----	NR	T0= placement T1= 2 months

Subtitle NR= No related ;F=Female;M=Man;ECA= randomized control study;

ECNA= non-randomized control study ; T1-time secondary stability; T0- time primary stability

Table 3. Risk of Bias of randomized clinical trials (ROB2)

Studies	Randomization Process	Deviations from the intended interventions	Missing outcome data	Measurement of Outcomes	Selection of reported results	General
Dottore et al. ¹²	AP	AP	BR	BR	BR	AP
Dos Anjos et al. ¹³	AP	BR	BR	BR	BR	AP
Dursun et al. ¹⁴	BR	AP	BR	BR	BR	AP
Pang et al. ¹⁵	AP	AP	AP	BR	BR	AP
Mordenfeld et al. ¹⁶	AP	AP	AP	BR	BR	AP
Oh et al. ¹⁷	AP	BR	BR	BR	BR	AP
Pichotano et al. ¹⁸	AP	BR	BR	BR	BR	AP
Santos et al. ²⁰	BR	BR	BR	BR	BR	BR

AP: Some problems; BR: Low risk

Tabela 4. Risk of Bias of non- randomized clinical trials ROBINS-I

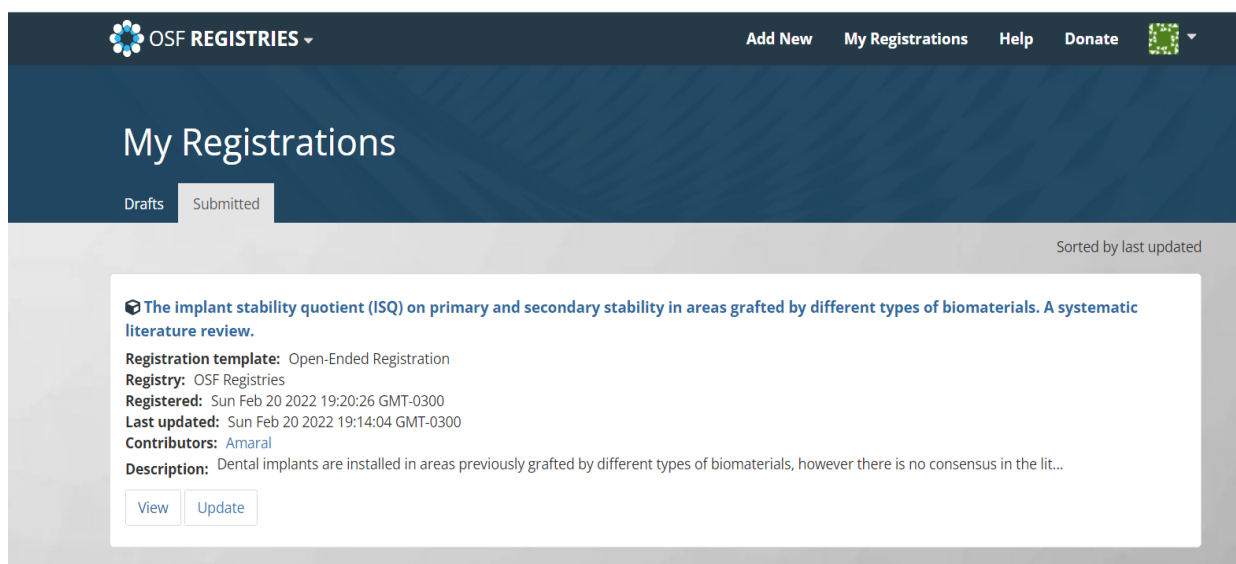
Domínios	Chandra, Shivateja, Reddy ¹⁹
Confundimento	Grave*
Selection of participant	Grave*
Measurement of the intervention	Grave*
Intervention attribution	Grave*
Losses	Grave*
Measurement of outcomes	Grave*
Selective outcome reporting	Non information
General risk of bias	Grave

* The study is good for a non-randomized study in this domain, but cannot be considered comparable to a well-run randomized study.

Table 5. Results of included studies

Author / year	Trademark biomaterial/ origin	Biomaterial classification	Grafted area	Time to install implants	Primary stability/ ISQ at placement	T0	Secondary stability / ISQ at uncover	T1	Failure implants
Dottore et al. ¹²	OsteoGen®, USA	Alloplastic	Jaw	6 months	76 (IC95%: 69-88)	Placement	HA- 75(IC95%: 68-85)	6 months	2
Dos Anjos et al. ¹³	Bio-Oss®, Switzerland small / large	Xenograft	Maxilla	8 months	Bio-Oss® small 62.9 ± 6.8 Bio-Oss® large 59.7 ± 7.6	Placement	BioOss® small 63,5 ± 5.4 BioOss® large 62.1 ± 7.4	6 months	0
Dursun et al. ¹⁴	Apatos®, Italy	Xenograft	Maxilla	6 months	Apatos® 72.29 ± 2.50 Apatos® + PTG 72.67 ± 1.69	Placement	-----	-----	0
Pang et al. ¹⁵	Bio-Oss®, Switzerland	Xenograft	Maxilla Jaw	6 months	70 ± 12.86	Placement	-----	-----	3
Oh et al. ¹⁷	Bio-Oss®, Switzerland Osteon III®, South Korea	Xenograft Alloplastic	Maxilla	6 months	Bio-Oss® 67.9 ± 6.8 Osteon III® 70.2 ± 9.2	Placement	BioOss® 73.9 ± 7.9 Osteon III® 75.2 ± 5.3	6 months	0
Mordenfeld et al. ¹⁶	Bio-Oss®, Switzerland	Xenograft	Maxilla Jaw	8 months	Bio-Oss®:Autog 90:10 64.0 ± 10.9 60:40 65.8 ± 10.4	Placement	BioOss®:Autog 90:10 73.4 ± 68.7 60:40 74.1 ± 8.3	3 months	2
Chandra; Shivateja; Reddy ¹⁹	SilOss®, spanish	Alloplastic	Maxilla	6 months	45.02 ± 6.33	Placement	—	—	1
Pichotano et al. ¹⁸	Bio-Oss®, Switzerland	Xenograft	Maxilla	Control 8 months Test 4 months	Bio-Oss® 75.13 ± 5.69 Bio-Oss® + PRF 60.9 ± 9.35	Placement	BioOss® 75.75 ± 6.14 BioOss® + PRF 76.08 ± 5.86	6 months	0
Santos et al. ²⁰	Bio-Oss®, Switzerland	Xenograft	NR	6 months	77.1 ± 5.9	Placement	81.8 ± 3.8	2 months	0

Legenda: NR= not reported; MDM= mineralized dentin matrix; BR = Bone Ring; AFG=autologous fibrine; T1-secondary stability; T0- primary stability.



The screenshot shows the 'My Registrations' page on the OSF Registries website. The page has a dark blue header with the OSF Registries logo and navigation links: 'Add New', 'My Registrations', 'Help', and 'Donate'. Below the header, the title 'My Registrations' is displayed. There are two tabs: 'Drafts' and 'Submitted'. The 'Submitted' tab is active, showing a list of registrations. The first registration is titled 'The implant stability quotient (ISQ) on primary and secondary stability in areas grafted by different types of biomaterials. A systematic literature review.' It is an 'Open-Ended Registration' in the 'OSF Registries' registry, registered on 'Sun Feb 20 2022 19:20:26 GMT-0300' and last updated on 'Sun Feb 20 2022 19:14:04 GMT-0300'. The contributor is 'Amaral'. The description states: 'Dental implants are installed in areas previously grafted by different types of biomaterials, however there is no consensus in the lit...'. At the bottom of the registration card are 'View' and 'Update' buttons. The text 'Sorted by last updated' is visible in the top right corner of the registration list area.

OSF REGISTRIES

Add New My Registrations Help Donate

My Registrations

Drafts Submitted

Sorted by last updated

The implant stability quotient (ISQ) on primary and secondary stability in areas grafted by different types of biomaterials. A systematic literature review.

Registration template: Open-Ended Registration
Registry: OSF Registries
Registered: Sun Feb 20 2022 19:20:26 GMT-0300
Last updated: Sun Feb 20 2022 19:14:04 GMT-0300
Contributors: [Amaral](#)
Description: Dental implants are installed in areas previously grafted by different types of biomaterials, however there is no consensus in the lit...

[View](#) [Update](#)

Figure 1. Registration of sistematic review at OSF

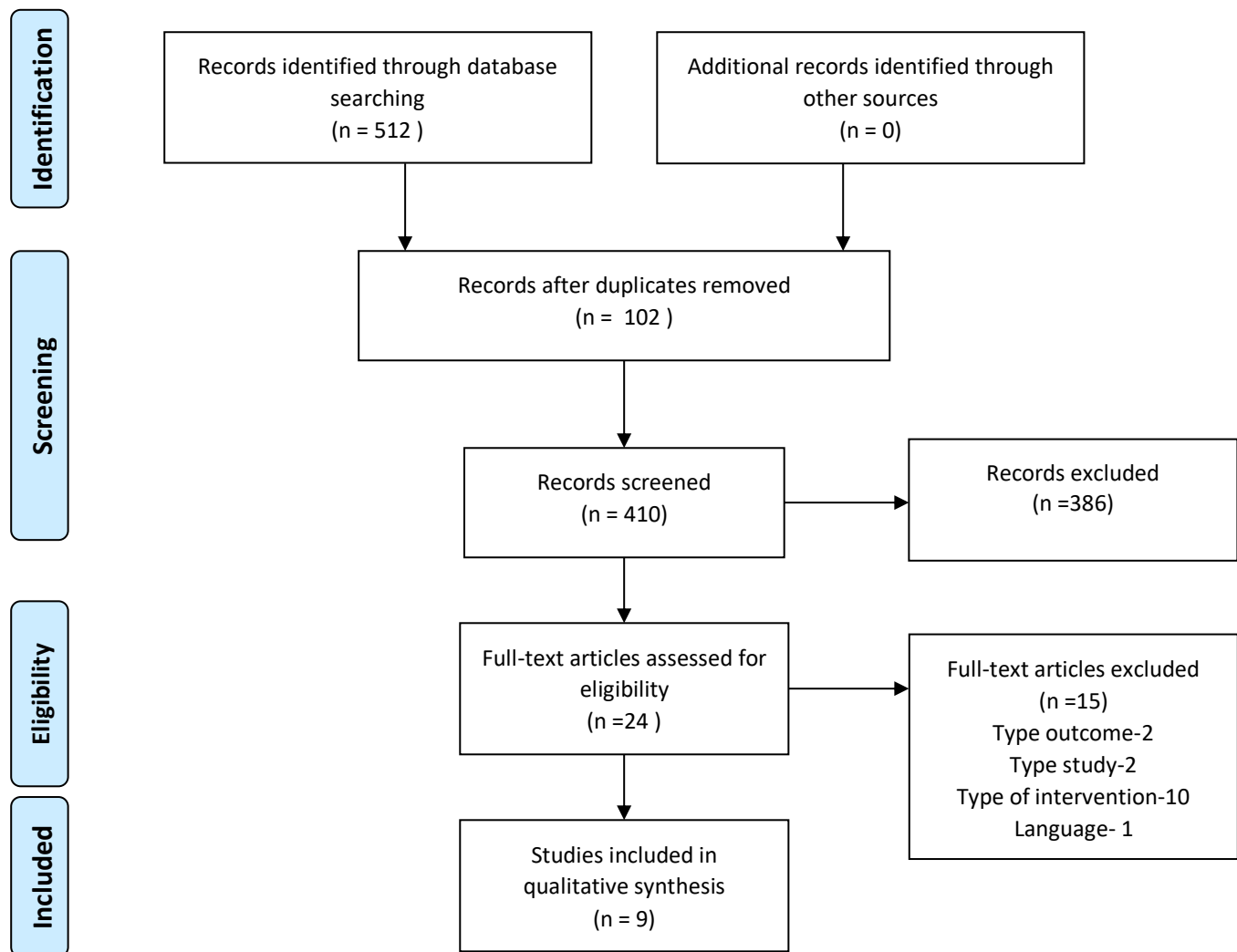


Figura 2. Flowchart of the study selection process

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O número de fatores que modulam os dados de medição do ISQ é de extrema utilidade para investigações experimentais, desenhos experimentais e ensaios clínicos.

Para o cirurgião dentista que necessita de um feedback rápido e confiável de tais medições para avaliação clínica da previsibilidade e do resultado da estabilidade do implante como também para informações do paciente, ainda é necessária uma abordagem simples e rápida que forneça essas informações no local.

A mensuração da estabilidade do implante é de extrema importância para se prever possíveis insucessos durante a reabilitação. A partir do momento que se tem o conhecimento que determinado biomaterial ou associação pode proporcionar uma maior estabilidade do implante, faz com que o operador possa mudar o planejamento de seus casos

REFERÊNCIAS

ALBREKTSSON, T. *et al.* The interface zone of inorganic implants in vivo: Titanium implants in bone. **Annals of Biomedical Engineering**, v. 11, n. 1, p. 1-27, Jan. 1983.

ALBREKTSSON, T. *et al.* Osseointegration of implants: a biological and clinical overview. **JSM Dental Surgery**, v. 2, n. 3, p. 1022, 2017.

ALBREKTSSON, T.; WENNERBERG, A. On osseointegration in relation to implant surfaces. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, v. 21, Suppl. 1, p. 4-7, Mar. 2019.

AL-SABBAGH, M.; ELDOMIATY, W.; KHABBAZ, Y. Can osseointegration be achieved without primary stability?. **Dental Clinics**, v. 63, n. 3, p. 461-473, July 2019.

BALLERI, P. *et al.* Stability measurements of osseointegrated implants using Osstell in partially edentulous jaws after 1 year of loading: a pilot study. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, v. 4, n. 3, p. 128-132, 2002.

BRANEMARK, P. I. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. **Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery Supplementum**, v. 16, p. 1-32, 1977.

BUYUKGUCLU, G.; OZKURT-KAYAHAN, Z.; KAZAZOGLU, E. Reliability of the Osstell implant stability quotient and penguin resonance frequency analysis to evaluate implant stability. **Implant Dentistry**, v. 27, n. 4, p. 429-433, Aug. 2018.

CHARATCHAIWANN, A. *et al.* Mathematical equations for dental implant stability patterns during the osseointegration period, based on previous resonance frequency analysis studies. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, v. 21, n.5, p. 1028-1040, Oct. 2019.

CHEN, M. H. *et al.* Clinical significance of the use of resonance frequency analysis in assessing implant stability: a systematic review. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 32, n.1, p. 51-58, Jan./Feb. 2019.

CLARK, D.; LEVIN, L. Dental implant management and maintenance: How to improve long-term implant success. **Quintessence International**, v. 47, n. 5, p. 417-423, 2016.

DONATH, K.; LAAB, M.; GÜNZL, H. J. The histopathology of different foreign-body reactions in oral soft tissue and bone tissue. **Virchows Archiv A, Pathological Anatomy and Histopathology**, v. 420, n. 2, p. 131-137, 1992.

HAN, J.; LULIC, M.; LANG, N. P. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell™ mentor during implant tissue integration: II. Implant surface

modifications and implant diameter. **Clinical Oral Implants Research**, v. 21, n. 6, p. 605-611, 2010.

KRAFFT, T.; GRAEF, F.; KARL, M. Osstell resonance frequency measurement values as a prognostic factor in implant dentistry. **Journal of Oral Implantology**, v. 41, n. 4, p. e133-e137, 2015.

OH, J. S.; KIM, S. G. Clinical study of the relationship between implant stability measurements using Periotest and Osstell mentor and bone quality assessment. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, v. 113, n. 3, p. e35-40, Mar. 2012.

OH, J. S. *et al.* A comparative study of two noninvasive techniques to evaluate implant stability: Periotest and Osstell Mentor. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endod**, v.107, n. 4, p. 513-518, Apr. 2009.

QIAN, S. J. *et al.* Resonance frequency analysis of implants placed with osteotome sinus floor elevation in posterior maxillae. **Clinical Oral Implants Research**, v. 27, n. 1, p. 113-119, Jan. 2016.

SACHDEVA, A.; DHAWAN, P.; SINDWANI, S. Assessment of implant stability: methods and recent advances. **British Journal of Medicine and Medical Research**, v. 12, n. 3, p. 1-10, 2016.

SAKKA, S.; BAROUDI, K.; NASSANI, Z. Factors associated with early and late failure of dental Implants. **Clinical of Investigative and Clinical Dentistry**, v. 3, n. 4, p. 258-261, Nov. 2012.

SARFARAZ, H. *et al.* Study to assess the relationship between insertion torque value and implant stability quotient and its influence on timing of functional implant loading. **Journal of Indian Prosthodontic Society**, v. 18, n. 2, p. 139-146, Apr./ June 2018.

SENNERBY, L.; MEREDITH, N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. **Periodontology 2000**, v.47, p. 51-66, 2008.

TETTAMANTI, I. *et al.* Immediate loading implants: review of the critical aspects. **Oral & Implantology (Rome)**, v. 10, n. 2, p. 129-139, Sept. 2017.

WESTOVER, L. *et al.* Comparison of implant stability measurement devices for bone-anchored hearing aid systems. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 119, n. 1, p. 178-184, Jan. 2017.

ANEXO A - Fichamento dos estudos incluídos

Dottore et al. (2014)	
Tipo de estudo	ECA – Boca dividida
Métodos	. Este estudo incluiu 11 pacientes mandibulares parcialmente desdentados bilateralmente em um design de boca dividida. As osteotomias de aumento alveolar foram realizadas bilateralmente com enxerto ncHA interposicional (grupo teste) ou enxerto ósseo autógeno intraoral interposicional (grupo controle). Após 6 meses de cicatrização, quatro implantes (dois implantes em cada lado) foram colocados em cada paciente. Quarenta e quatro implantes foram inseridos e carregados após um período de cicatrização de 6 meses. Com 1 ano acompanhamento, parâmetros radiográficos, protéticos e de análise de frequência de ressonância foram avaliados. Critérios de sucesso incluídos ausência de dor, sensibilidade, supuração e mobilidade do implante; ausência de radiolucência peri-implantar contínua; e distância entre o ombro do implante e o primeiro contato ósseo visível (DIB) < 2 mm
Participantes	Pacientes apresentando rebordo atrófico (áreas de pré-molares e molares) em mandíbula (5 a 7mm de altura óssea acima do canal mandibular) e maxila (4 a 6mm abaixo do seio maxilar)
Intervenção	ncHA
Comparação	hidroxiapatita sintética vs osso autogeno
Seguimento	12 meses
Resultados	76 (IC95%: 69-88 estabilidade primária HA- 75(IC95%: 68-85 estabilidade secundária
Conclusões	Resultados semelhantes

Dos Anjos et al. (2016)	
Tipo de estudo	RCT – Boca dividida
Métodos	10 pacientes parcialmente desdentados que necessitam de levantamento de seio maxilar bilateral e com altura residual de 2 a 4mm. Após realizada o procedimento de levantamento de seio maxilar (de um lado partículas grandes e de outro partículas de tamanho pequeno do biomaterial <i>Bio- Oss/Switzerland</i>). Após 8 meses do enxerto realizado, 25 implantes foram instalados nas áreas designadas. A análise de estabilidade foi realizada imediatamente após a instalação dos implantes e 6 meses depois.
Participantes	Pacientes parcialmente desdentados com necessidade de levantamento de seio bilateral
Intervenção	Tamanho de partículas
Comparação	Partículas grandes e pequenas de Bio Oss
Seguimento	12 meses
Resultados	T0 (62.9 6.8) T1 (63.5 5.4) pequenas partículas T0 (59.7 7.6) T1 (62.1 7.4) grandes partículas
Conclusões	O tamanho não das partículas de Bio-Oss não influenciam no ISQ dos implantes instalados em áreas de levantamento de seio maxilar.

Dursun et al. (2016)	
Tipo de estudo	ECA – Boca dividida
Métodos	15 pacientes que necessitam de levantamento de seio maxilar bilateral usando xenoenxerto e xenoenxerto +PTG. Após uma média de 8,4 meses, 30 biópsias ósseas foram realizadas de onde se instalou os implantes. Os valores dos quocientes foram registrados na linha de base e 3 meses de acompanhamento.
Participantes	Necessidade de levantamento bilateral
Intervenção	PTG
Comparação	Xenoenxerto vs xenoenxerto + PTG
Seguimento	12 meses
Resultados	Apatos® 72.29 ± 2.50 Apatos® + PTG 72.67 ±1.69
Conclusões	Não há diferenças significativas entre os grupos

Pang et al. (2017)	
Tipo de estudo	ECA –
Métodos	Um total de 33 locais de enxerto em 24 pacientes foram incluídos neste estudo. AutoBT foi usado em 21 locais de 15 pacientes e Bio-Oss foi usado em 12 locais de 9 pacientes para osso alveolar aumento 2-4 semanas após a extração dentária. A dimensão vertical do osso enxertado foi medida tanto no momento da colocação do enxerto quanto na colocação do implante após 6 meses. Trefina núcleos foram colhidos para as avaliações histomorfométricas durante a colocação do implante quando factível. A estabilidade primária da fixação do implante também foi medida.
Participantes	Pacientes que necessitam de exodontia e preservação alveolar
Intervenção	Bio-Oss
Comparação	Autógeno vs Bio-Oss
Seguimento	6 meses
Resultados	ISQ primário 70 ± 12.86
Conclusões	Matriz de dentina desmineralizada autógena de dente extraído enxertado até a extraçãosoquetes para o aumento da dimensão vertical foi tão eficaz quanto o aumento usando osso bovino inorgânico. Ambos os grupos mostraram cicatrização favorável da ferida, quantidade semelhante de implante estabilidade e confirmou histologicamente a formação de novo osso. Assim, os resultados deste estudo sugerem que o material de enxerto de dente autógeno é uma opção viável para o aumento do osso alveolar após extração dentária

Monderfeld et al. (2017)	
Tipo de estudo	ECA – Boca dividida
Métodos	Treze pacientes foram incluídos em uma boca dividida. mistura de enxerto de 90:10 (DPBB:AB) de um lado e 60:40 (DPBB:AB) no lado contralateral. As alterações na largura do enxerto foram medidas em exames de CBCT em diferentes pontos de tempo. A sobrevivência do implante e as taxas de sucesso foram calculadas. Análise de frequência de ressonância e medições ósseas marginais foram realizadas após 2 anos de carga.
Participantes	Pacientes apresentando rebordo atrófico (áreas de pré-molares e molares) em mandíbula (5 a 7mm de altura óssea acima do canal mandibular) e maxila (4 a 6mm abaixo do seio maxilar)
Intervenção	Proporção autólogo e biomaterial
Comparação	90:10 vs 60:40
Seguimento	24 meses
Resultados	Bio-Oss®: Autog 90:10 64.0 ± 10.9 60:40 65.8 ± 10.4 Bio-Oss®: Autog 90:10 73.4 ± 68.7 60:40 74.1 ± 8.3
Conclusões	As 2 modalidades de tratamento podem ser usadas com sucesso para aumento do rebordo lateral e apresentou bons resultados clínicos após 2 anos de carga. No entanto, RCTs de longo prazo são necessários antes que as conclusões finais possam ser fornecidas sobre este tópico específico.

Oh et al. (2019)	
Tipo de estudo	ECA- boca dividida
Métodos	Levantamento de seio maxilar com biomaterial sintético (Osteon III) e biomaterial xenólogo (Bio-Oss)
Participantes	18 a 70 anos com necessidade de levantamento de seio maxilar
Intervenção	OsteonIII
Comparação	Bioss vs Osteon III
Seguimento	6 meses
Resultados	67.9+- 6.8(Bio Oss) 70.2+-9.2(Osteon)= t0 73.9+- 7.9(Bio Oss) 75.2+-5.3(Osteon= t1
Conclusões	Com as limitações dos estudos os resultados se apresentam semelhantes.

Chandra, Shivateja e Reddy (2019)	
Tipo de estudo	ECNA - boca dividida
Métodos	Os indivíduos (n = 34) que necessitaram de extração de um único incisivo ou pré-molar em alvéolo tipo II foram segregados em dois grupos: BR e AFG. Transplante de anel ósseo autógeno e cola de fibrina autóloga com enxerto ósseo particulado (osso pegajoso) foram usados em indivíduos sob os grupos BR e AFG, respectivamente, para aumento do alvéolo. Após 6 meses, a preparação da osteotomia foi realizada e os implantes foram colocados em todos os indivíduos. As eficácias de ambos os procedimentos foram comparadas através da avaliação de medidas de densidade óssea, altura da placa vestibular/lingual, leituras do quociente de estabilidade do implante (ISQ) e volumes de tecido mineralizado.
Participantes	Pacientes apresentando rebordo atrófico (áreas de pré-molares e molares) em mandíbula (5 a 6mm de altura óssea acima do canal mandibular) e maxila (4 a 5mm abaixo do seio maxilar)
Intervenção	Implante 4mm
Comparação	Implante $\geq 8,5\text{mm}$ + enxerto
Seguimento	6 meses
Resultados	$.45.02 \pm 6.33$
Conclusões	Resultados semelhantes

Pichotano et al. (2019)	
Tipo de estudo	ECA- boca dividida
Métodos	Doze pacientes necessitando de aumento bilateral do seio maxilar em dois estágios foram inscritos no estudo. As cavidades sinusais elevadas foram enxertadas aleatoriamente com DBBM + L-PRF (teste) ou DBBM sozinho (controle) em um projeto de boca dividida. Os implantes foram colocados nos locais aumentados após 4 meses no grupo teste e 8 meses no grupo controle. As biópsias ósseas foram coletadas durante a colocação do implante para avaliação histomorfométrica. A análise de frequência de ressonância foi realizada imediatamente após a colocação do implante e no carregamento do implante em ambos os grupos. Feixe cônico tomografia computadorizada foi obtida no pré e pós-operatório para avaliação das alterações do volume do enxerto.
Participantes	Bilateral aumento de seio maxilar
Intervenção	PRF
Comparação	DBBM vs DBBM + PRF
Seguimento	8 meses
Resultados	ISQ primário Bio-Oss® 75.13 ± 5.69 Bio-Oss® + PRF 60.9 ± 9.35 Bio-Oss® 75.75 ± 6.14 BioOss® + PRF 76.08 ± 5.86

Conclusões	A adição de L-PRF ao DBBM no seio maxilar permitiu o implante precoce colocação (4 meses) com maior formação de osso novo do que DBBM sozinho após 8 meses de cura.
-------------------	---

Santos et al. (2021)	
Tipo de estudo	ECA
Métodos	De março de 2018 a julho de 2020, pacientes que necessitam de preservação do rebordo em preparação para colocação tardia de implantes em locais pós-extração foram incluídos. Os participantes foram alocados aleatoriamente ao grupo teste (MDM) ou controle (grânulos de xenoenxerto) antes da preservação do rebordo. Seis meses após a preservação núcleos de trefina foram colhidos para histomorfometria antes da colocação do implante. Os implantes foram então colocados e a estabilidade do implante foi medida imediatamente, bem como dois meses após a colocação. Osso marginal perda e presença de mucosite/peri-implantite foram registrados até 18 meses após a carga protética
Participantes	Necessidade de preservação alveolar
Intervenção	Dentina mineralizada
Comparação	MDM vs Xenoenxerto granulado
Seguimento	18 meses
Resultados	77.1 ± 5.9 81.8 ± 3.8
Conclusões	Implantes colocados em locais preservados com MDM tiveram estabilidade primária semelhante em comparação com grânulos de xenoenxerto. O MDM apresentou uma quantidade significativamente maior de osso neoformado e menor quantidade de enxerto residual nos resultados de histomorfometria e resultados clínicos e relacionados aos pacientes iguais.