

# Autotransplante dentário assistido por computador e réplicas de dentes 3D-impresos: revisão sistemática

Pauline Claudie Huguette Ifergan

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

Gandra, 22 de julho de 2022

Pauline Claudie Huguette Ifergan

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

**Autotransplante dentário assistido por  
computador e réplicas de dentes 3D-impresos:  
revisão sistemática**

Trabalho realizado sob a Orientação do Doutor João Fontes Pereira

## Declaração de Integridade

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

## RESUMO

Introdução: O autotransplante dentário (TAT) é um procedimento cirúrgico que consiste no reposicionamento de um dente exodonciado para um local recetor no mesmo indivíduo. A preservação das células do ligamento periodontal (CLP) é o critério mais importante para o sucesso do TAT. Atualmente, novas tecnologias de *rapid prototyping* (CARP) são utilizadas a partir de imagens do *cone beam computed tomography* (CBCT), e réplicas de dente são impressas em 3D.

Objetivos: Descrever o procedimento do TAT através do uso do CBCT, CARP e modelo 3D e, concomitantemente, demonstrar os seus efeitos positivos.

Materiais e métodos: foi realizada uma pesquisa bibliográfica na Pubmed com as palavras chaves «tooth autotransplantation», «cone-beam computed tomography», «3D tooth replica», «rapid prototyping». Incluí os artigos com menos de 10 anos, em inglês, efetuados em população humana. Foram encontrados 104 artigos, tendo sido selecionados 14.

Resultados: Após verificação da compatibilidade do dente doador com o local recetor através de medidas nas imagens do CBCT, o planeamento virtual é realizado com a conceção da réplica do dente e posteriormente sua impressão em 3D. A utilização do modelo 3D do dente doador permite reduzir o tempo extra-alveolar do transplante e diminuir o número de tentativas de adaptabilidade ao alvéolo recetor. Deste modo, torna-se possível maior preservação do ligamento periodontal o que conduzirá a um aumento da taxa de sucesso do TAT com este protocolo.

Conclusão: O TAT assistido por computador tem revelado ser uma alternativa com taxa de sucesso aumentada, proporcionando tempo extra-alveolar diminuído e preservação das CLP do doador graças ao modelo CARP impresso em 3D. No entanto, são necessários mais estudos clínicos para confirmar os benefícios do TAT.

## ABSTRACT

Introduction: Dental autotransplantation (TAT) is a surgical procedure that consists of repositioning an exodonted tooth to a recipient site in the same individual. The preservation of periodontal ligament cells (PLC) is the most important criterion for the success of TAT. Currently, new technologies like rapid prototyping (CARP) are used from cone beam computed tomography (CBCT) images, and tooth replicas are 3D printed.

Objectives: To describe the TAT procedure by using CBCT, CARP and 3D model; and to demonstrate its positive effects.

Materials and methods: a bibliographic search was performed on Pubmed with the keywords "tooth autotransplantation ", " cone-beam computed tomography ", " 3D tooth replica ", " rapid prototyping ". It included articles less than 10 years old, in English and in the human population. 104 articles were found, and 14 were selected.

Results: After checking the compatibility of the donor tooth with the recipient site through measurements on CBCT images, virtual planning is performed with the design of the tooth replica and subsequently its 3D printing. The use of the 3D model of the donor tooth enables the extra-alveolar time of the transplant to be reduced and the number of attempts to adapt to the recipient alveolus to be reduced. Thus, greater preservation of the periodontal ligament is possible, which will lead to an increase in the success rate of TAT with this protocol.

Conclusion: Computer-assisted TAT is a good alternative with an increased success rate, providing decreased extra-alveolar time and the preservation of donor PLCs thanks to the 3D printed CARP model. However, clinical studies are needed to confirm the benefits of TAT.

## INDICE GERAL

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIAIS E METODOS.....</b>	<b>4</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>5</b>
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>16</b>
5.1. PROCEDIMENTO DO AUTOTRANSPLANTE DENTÁRIO ASSISTIDO POR COMPUTADOR.....	16
5.1.1. SELEÇÃO DOS PACIENTES.....	16
5.1.2. ANÁLISE RADIOGRÁFICA PRÉ-OPERATIVA COM O CBCT.....	16
5.1.3. CARP.....	18
5.1.4. PROTOCOLO CIRÚRGICO.....	19
<b>5.2. INFLUENCIA NOS FATORES E RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
5.2.1. TAXA DE SUCESSO E DE SOBREVIVÊNCIA.....	22
5.2.2. TEMPO EXTRA-ALVEOLAR.....	23
5.2.3. NÚMERO DE TENTATIVAS DE ADAPTABILIDADE.....	23
5.2.4. FATORES PERIODONTAIS.....	24
<b>5.3. OS LIMITES.....</b>	<b>25</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>28</b>

## INDICE DAS TABELAS

Tabela 1 : Combinações de palavras chave e os artigos encontrados.....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
Tabela 2 : Tabela dos resultados .....	7

## INDICE DAS FIGURAS

Figura 1 : Fluxograma da pesquisa bibliográfica .....	6
Figura 2 : Medidas mesio-distal e vestibulo-lingual do dente doador no CBCT (Imagem retirada de Wu et al, 2019, Autotransplantation of mature impacted tooth to a fresh molar socket using a 3D replica and guided bone regeneration : two years retrospective case series).....	18
Figura 3 : (A) Radiografia panorâmica do primeiro molar maxilar esquerdo com cárie profunda. (B-D) Fotografias intra-orais pré-operatórias. (E) Foi extraído o primeiro molar do maxilar esquerdo. (F) A réplica do dente encaixava equitativamente bem no local recepto. (G) O dente doador foi extraído com um trauma mínimo e comparado com o dente da réplica. (H) O dente doador foi imediatamente substituído na cavidade óssea preparada. (I) O dente doador foi transplantado e estriado com fibra de resina composta para o dente adjacente, e a gengiva circundante foi suturada firmemente. (J) A radiografia panorâmica pós-operatória foi tirada imediatamente após o autotransplante. (Imagens retiradas de Xia et al, 2020, Autotransplantation of third molars with completely formed roots to replace compromised molars with the computer-aided rapid prototyping) .....	21

## LISTA DE ABREVIATURAS

3D Three-Dimensional

CARP Computed Assisted Rapid Prototyping

CBCCT Cone Beam Computed Tomography

CLP Células do Ligamento Periodontal

LP Ligamento Periodontal

RR Reabsorção Radicular

TAT Tooth Autotransplantation

## 1. INTRODUÇÃO

O autotransplante dentário (TAT) é um procedimento cirúrgico que consiste no reposicionamento de um dente exodonciado para um local recetor no mesmo indivíduo. Este tratamento é usado para substituir um dente por falta congénita ou com indicação de exodontia por diversos motivos tal como erupção ectópica, lesão de cárie severa, doença periodontal ou tratamento endodôntico falhado. (1)

O TAT tem revelado muitos benefícios, tais como evitar a preparação dos dentes adjacentes, como no caso das pontes. Também tem um tempo de tratamento mais curto do que o do implante e um custo mais reduzido. Torna-se, assim, uma opção de tratamento preciosa para os jovens ou adultos jovens com limitações financeiras. (2)

Ao contrário de outros tratamentos, um dente transplantado com sucesso estimula a formação de novo osso alveolar e estabelece uma oclusão que permite a função normal do dente. (3)

O sucesso deste procedimento foi definido como o transplante fisiológico direto do dente doador, sem sinais de patologia ou necessidade de procedimentos adicionais. A sobrevivência, por sua parte, foi definida como a permanência do dente transplantado (apesar de possível comprometimento da função, estética ou desenvolvimento). (4) Um estudo de coorte com follow-up médio de 26,4 anos reportou uma taxa de sucesso de 90% e de sobrevivência de 79% do autotransplante de dentes. (5)

A preservação das células do ligamento periodontal (CLP) é o critério mais importante para o sucesso do TAT. Muitos fatores cirúrgicos entram em consideração como o número de tentativas de adaptabilidade do dente doador, a exodontia atraumática (para preservar as CLP e a bainha epitelial de Hertwig), a distância entre o alvéolo e as raízes do dente doador, o tempo extra-alveolar, e a habilidade do médico dentista. (6,7)

Segundo Andreasen *et al*/(1990), a cicatrização normal do periodonto ocorre se o tempo extra-oral for inferior a 18min. (8)

Além disso, o estágio de desenvolvimento das raízes do dente doador é importante. A principal vantagem da transplantação de dentes imaturos é a capacidade de recuperação da polpa e de revascularização, sem necessidade de tratamento endodôntico. (9) Pelo contrário, segundo Verweij *et al.* (2019), quando o desenvolvimento das raízes se encontra acima de 90%, deve ser realizado tratamento endodôntico prévio à transplantação ou até 2 semanas após cirurgia. (10)

O método tradicional do TAT utiliza o dente doador para preparar o local recetor durante a cirurgia. O dente deve ser testado no alvéolo mais que uma vez, de modo a verificar a adaptabilidade do doador ao local recetor. Cada tentativa traduz um incremento do tempo extra-alveolar e, conseqüentemente, do risco de danificar o ligamento periodontal. (6,7)

Lee *et.al.* (2001) introduziram a utilização do computed-aided rapid prototyping (CARP) durante o autotransplante dentário. O modelo CARP é fabricado a partir de imagens do cone-beam computed tomography (CBCT). (11) A aplicação dessa tecnologia em combinação com a impressão 3D de réplicas de dentes e guias cirúrgicas visa avaliar a viabilidade cirúrgica, planejar a posição ideal do dente doador em relação aos dentes vizinhos e ao local recetor, bem como melhorar a estética e a função. (12)

O 3D-TAT tem revelado inúmeras vantagens, descritas por Verweij *et al.* (2016, 2019), tais como uma análise pré-operatória do transplante com o CBCT, o que permite uma maior previsibilidade no posicionamento tridimensional da peça dentária no alvéolo, reduzindo, assim, o tempo extra-alveolar através da utilização da réplica de dente específico do paciente, um menor tempo de manipulação do dente doador, o que se traduz num menor dano do ligamento periodontal. (10,13) O CARP torna o procedimento do TAT mais simples, com menos complicações, riscos e fracassos. (14)

## 2. OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo são:

- Explicar as diferentes etapas do procedimento do autotransplante dentário usando o CBCT, CARP, e impressão 3D.
- Demonstrar os efeitos positivos dessas tecnologias nos fatores que influenciam a taxa de sucesso do TAT.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Tratando-se este estudo de uma revisão sistemática integrativa, foram definidos o tema e a questão central com base nos critérios PICO. A pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados PUBMED utilizando as seguintes palavras-chave: *“tooth autotransplantation”, “cone-beam computed tomography”, “3D tooth replica”, “rapid prototyping”*.

Através da combinação das palavras-chave, os resultados dos artigos encontrados em relação às diferentes combinações são demonstrados na tabela seguinte (tabela1).

COMBINAÇÕES DE PALAVRAS-CHAVE	ARTIGOS ENCONTRADOS
“tooth autotransplantation” AND “cone-beam computed tomography”	61
“tooth autotransplantation” AND “3D tooth replica”	20
“tooth autotransplantation” AND “rapid prototyping”	23
TOTAL	104

Tabela 1 : Combinações de palavras-chave e os artigos encontrados

Foram selecionados os artigos que cumpriam os seguintes critérios de inclusão:

- Artigos com menos de 10 anos (2012-2022)
- Artigos em português, inglês ou francês
- Tipo de estudo: casos clínicos, estudos retrospectivos, estudo prospectivos, estudos experimentais
- População: humana

Além disso, foram aplicados os seguintes critérios de exclusão:

- todos aqueles que não cumprem os critérios de inclusão

#### 4. RESULTADOS

Com as combinações das diferentes palavras-chave e com a aplicação dos critérios de inclusão, foram encontrados na base de dados PUBMED um total de 104 artigos. 22 foram eliminados por serem duplicados, restando 82 artigos. Após a leitura do título e do resumo, foram selecionados 26 e 56 foram excluídos. Após a leitura completa dos 26 artigos restantes, 12 foram excluídos por irrelevância. Foram incluídos, então, 14 artigos nos resultados para analisar. Toda essa metodologia de pesquisa esta descrita no fluxograma abaixo (Figura 1).

Dentro dos 14 artigos selecionados, 3 artigos comparam o TAT-convencional e 3D-TAT. A classificação dos diferentes tipos de estudos encontrados nos 14 artigos foi:

- 7 estudos retrospectivos
- 3 estudos prospectivos
- 1 série de casos
- 1 artigos de investigação
- 1 relatório de casos
- 1 experiência preliminar

Cada artigo foi analisado, encontrando-se os resultados apresentados na tabela seguinte: (Tabela 2).

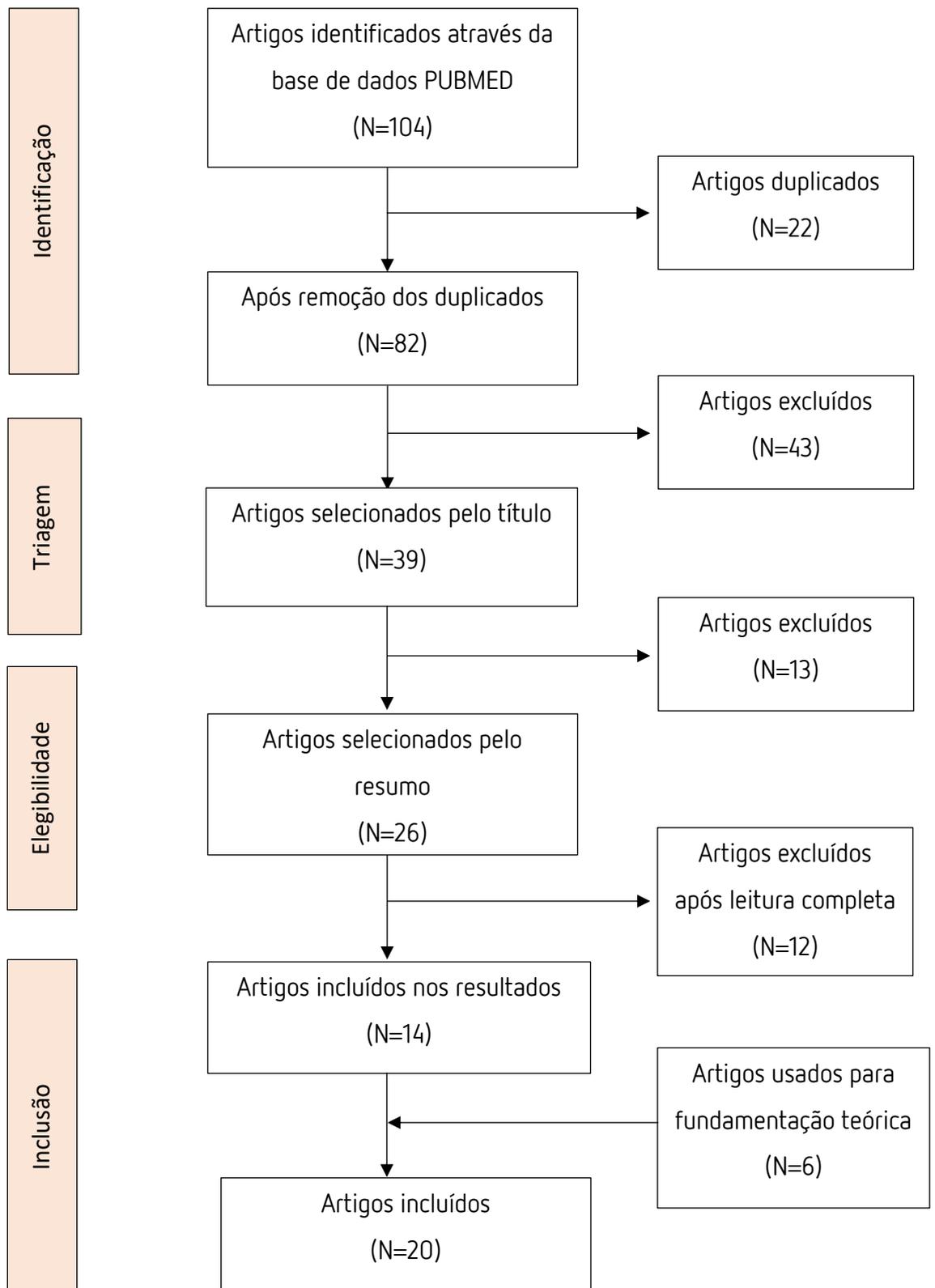


Figura 1: Fluxograma da pesquisa bibliográfica

Tabela 2 : Tabela dos resultados

AUTOR/ANO/ ESTUDO	OBJETIVO	MATERIAIS E MÉTODOS	RESULTADOS
L.A.Hwang et al. 2022 Estudo de coorte retrospectivo	Relatar a aplicação do autotransplante assistido por <i>rapid prototyping</i> em pacientes adultos que estavam em risco de insucesso (idade, dente doador com raízes já formadas e PLC pouco viáveis).	Incluímos 21 pacientes, 13 tratados com o método convencional e 8 tratados com a técnica baseada no RP. No grupo RP, foram utilizadas imagens de CBCT para fabricar modelos CARP dos dentes doadores (sisos).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A idade média dos dois grupos foi significativamente diferente; após a análise dos subgrupos, excluindo todos os pacientes com idade superior a 40 anos.</li> <li>- As taxas de TE do grupo convencional e do grupo CARP foram respetivamente 91,0% e 50%.</li> <li>- O tempo médio extra-alveolar foi de 43s no grupo RP ⇒ <b>Taxa de sobrevivência em ambos os grupos: 100%</b></li> </ul>
E.Lucas-Taulé et al. 2021 Estudo de coorte retrospectivo	Avaliar a sobrevivência a médio prazo e as taxas de sucesso dos terceiros molares autotransplantados, com especial atenção ao estado periodontal e aos fatores que podem prever a boa regeneração periodontal.	36 pacientes foram selecionados para o autotransplante de 36 terceiros molares utilizando o planeamento virtual e modelos CARP. Foram avaliadas a profundidade de sondagem, a recessão gengival, o nível de ligação clínica, a cicatrização pulpar e periapical, a reabsorção radicular (RR), e a perda óssea radiográfica. Além disso, um questionário avaliou os resultados relatados pelos pacientes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A idade média dos participantes foi de 30,2 anos com uma duração média de seguimento de 29,42 ± 14,56 meses.</li> <li>- <b>Taxas globais de sobrevivência e sucesso: 97,2% e 91,7%, respetivamente.</b></li> <li>- A profundidade de sondagem médio foi de 2,7 ± 0,45 mm para todos os dentes transplantados. A recessão gengival era 0,13 mm mais alto nos dentes transplantados.</li> <li>- A satisfação do paciente relatada foi elevada.</li> </ul>

AUTOR/ANO/ ESTUDO	OBJETIVO	MATERIAIS E MÉTODOS	RESULTADOS
<p><b>J.Tong et al.</b> 2021 Serie de casos</p>	<p>Demonstrar como uma réplica 3D de um dente doador, assistida por computador, pode ser benéfica como guia cirúrgica, tornando o autotransplante bem-sucedido e eficiente.</p>	<p>15 dentes foram transplantados em 12 pacientes (10-24anos). A produção de replicas dos dentes doadores e guias cirúrgicas foi feita com <i>rapid prototyping</i> a partir de imagens 3D de CT.</p>	<p>- O planeamento pré-operatório da exodontia atraumática do dente doador e a preparação precisa do local recetor com o RP-guia cirúrgica do dente doador reduz consideravelmente o tempo extra-alveolar, a manipulação da bainha da raiz, do ligamento periodontal e, o trauma relacionado.</p>
<p><b>S.Han et al.</b> 2021 Estudo de coorte retrospectivo</p>	<p>Examinar a eficácia da conceção assistida por computador combinada com a impressão em 3D em autotransplante de dentes.</p>	<p>Dividiram 41 casos de autotransplante dentário que foram assistidos por modelos impressos em 3D e guias cirúrgicas em dois grupos, de acordo com a possibilidade de colocar com sucesso o dente doador após a preparação da <i>socket</i> alveolar guiada pelo dente modelo.</p>	<p>- O grupo em que o dente doador não pode ser colocado com sucesso, necessitou de mais tempo para preparação da <i>socket</i> alvéolar, assim como um tempo extra-alveolar superior ao grupo em que o dente doador pode ser colocado com sucesso. - O número de ensaios de posicionamento com o dente doador do grupo em que o dente doador não pode ser colocado com sucesso foi superior ao do outro grupo.</p>
<p><b>J-j. XIA et al.</b> 2020 Artigo de investigação</p>	<p>Realizar um autotransplante dentário com a ajuda do modelo CARP para minimizar o tempo extra-oral, assegurar um contacto ótimo entre o dente doador e o osso recetor, diminuir a dor pós-operatória.</p>	<p>Um total de 28 molares comprometidos (1° ou 2°molares) em 27 pacientes foram transplantados com terceiros molares utilizando a técnica do CARP. O tempo cirúrgico e o tempo extra-alveolar foram documentados. No pós-operatório, foi medida a distância entre a margem cervical do dente transplantado e a parede alveolar.</p>	<p>- Para os 28 dentes transplantados, o tempo extra-oral médio e o tempo médio da cirurgia foram 2,5min e 44min respetivamente. - Em pós operatório, a distância entre a margem cervical do dente transplantado e as paredes alveolares foi inferior a 1mm. - Após 2anos de follow-up, todos os dentes transplantados não apresentam patologia radiolúcida no RX, nem reabsorção radicular, apresentando uma função mastigatória normal. ⇒ <b>Ratio de sucesso: 100%</b></p>

AUTOR/ANO/ ESTUDO	OBJETIVO	MATERIAIS E MÉTODOS	RESULTADOS
<p><b>N.F.Erdem et al.</b> 2020 Estudo retrospectivo</p>	<p>Avaliar a taxa de sucesso de autotransplante dos 3º molares imaturos guiado pelo CARP para o local do 1º ou 2º molares da mandíbula comprometidos por lesões periapicais radiográficas intratáveis.</p>	<p>12 molares mandibulares de 10 pacientes (15-21anos) foram incluídos. Foram utilizadas imagens de CBCT para produzir os modelos CARP dos terceiros molares doadores. Avaliação: mobilidade, placa bacteriana, hemorragia à sondagem, sensibilidade à percussão, bolsa periodontal, vitalidade e oclusão, a RR, anquilose, presença de lamina dura, e cura da lesão periapical.</p>	<p>- 67% demonstraram estabilidade satisfatória ao fim do 3º mês, 33% ao fim do 6º mês. - 92% apresentaram 3mm de sondagem, sem sinal de sangramento - Ao fim do 12º mês, todos os dentes transplantados estavam em oclusão e a funcionar corretamente, sem sinais clínicos ou radiológicos de patologia. Nenhum dente com RR ou anquilose. ⇒ <b>Ratio de sucesso: 100%</b> com uma média de seguimento de 20,4 meses.</p>
<p><b>M.EzEldeen et al.</b> 2019 Ensaio clínico prospetivo controlado</p>	<p>Avaliar o resultado do autotransplante guiado por CBCT em comparação com o protocolo convencional do autotransplante</p>	<p>100 dentes transplantados em 88 pacientes. No grupo teste (50 transplantes em 44 pacientes), a partir dos CBCT feitos, modelos virtuais do dente doador e do local recetor foram criados e impressos em 3D. No grupo convencional (50 transplantes em 44 pacientes), radiografias panorâmicas em 2D foram realizadas.</p>	<p>- Grupo guiado pelo CBCT: taxa de sobrevivência global = 92% e taxa de sucesso = 86% - Grupo convencional: taxa de sobrevivência global = 84% e taxa de sucesso = 78% - As taxas de cura do espaço do ligamento periodontal e da polpa para o grupo teste foram superiores ao grupo convencional. - O uso do dente réplica diminui o número de tentativas de reposicionamento do dente doador (0 a 3 tentativas contra 4 a 7 tentativas) e o tempo extra oral (&lt;1min contra 3-10min).</p>

AUTOR/ANO/ ESTUDO	OBJETIVO	MATERIAIS E MÉTODOS	RESULTADOS
<p><b>Y. Wu et al.</b> 2019 Estudo retrospectivo</p>	<p>Avaliar os resultados clínicos do transplante do terceiro molar para os sítios frescos de extração do primeiro ou segundo molar, utilizando a réplica 3D dos dentes doadores.</p>	<p>10 pacientes (entre 19-42anos) foram submetidos a autotransplante. Observámos a mobilidade, percussão, exame radiográfico, profundidade de sondagem e função mastigatória dos dentes transplantados durante 2 anos de seguimento, que foram transplantados em <i>fresh molar sockets</i> utilizando réplicas 3D.</p>	<p>- O tempo médio extra-oral do dente doador foi reduzido para 1,65 min com a utilização de réplica 3D. - Todos os pacientes não apresentaram bolsas, mobilidade, inflamação ou RR. Algumas sondagens do dente transplantado foram superiores a 3 mm, temporariamente. - O exame clínico dos dentes autotransplantados durante 1 ano de follow-up não mostrou sinais de insucesso. ⇒ <b>Ratio de sucesso: 100%</b></p>
<p><b>J.P.Verweij et al.</b> 2019 Estudo prospetivo</p>	<p>Avaliar as nossas experiências intraoperatórias e analisar o tempo extra-alveolar e o número de tentativas de encaixe durante o autotransplante 3D-guiado.</p>	<p>Os 100 procedimentos de autotransplantes (79 pacientes) incluíram caninos, pré-molares, molares, e 1 dente supranumerário. Todos os procedimentos foram realizados utilizando CBCT pré-operatório para o desenho e fabrico assistido por computador, resultando numa réplica 3D do dente doador.</p>	<p>- Em 82%: tempo extra-alveolar &lt; 1 minuto e uma boa adaptação imediata do dente doador. - Em 14%, o tempo extra-alveolar foi de 1 a 3 minutos ou foram necessárias múltiplas tentativas de encaixe. - Em 4%, o tempo extra-alveolar &gt; 3 minutos. - As dificuldades durante os procedimentos foram causadas por artefactos de movimento no CBCT pré-operatório, um longo intervalo entre a imagem e o procedimento, ou um volume ósseo insuficiente no local receptor.</p>

AUTOR/ANO/ ESTUDO	OBJETIVO	MATERIAIS E MÉTODOS	RESULTADOS
<p><b>F.Abella et al.</b> 2018 Relatório de casos</p>	<p>Avaliar os resultados clínicos para dentes autotransplantados com formação radicular completa usando modelos orientadores impressos em 3D e réplicas de dentes.</p>	<p>27 terceiros molares com raízes completamente formadas foram autotransplantados em pacientes entre 20-59anos. Cada dente doador e local recetor (sítio do 1º ou 2º molar) foram analisados e submetidos a um CBCT. O planeamento virtual com angulação correta, rotação e posicionamento preciso do dente doador foram pré-definidos, seguidamente imprimiram em 3D</p>	<p>- Follow up de 2 anos: Em 22 dos 24 dentes transplantados não ocorre inflamação, reabsorção radicular ou patologia periapical. O espaço periodontal está presente, e o suporte ósseo é similar aos dentes adjacentes. Não há dor nem desconforto. 2 dentes com mobilidade e inflamação foram extraídos. ⇒ <b>Ratio de sucesso: 91,7%</b></p>
<p><b>W.He et al.</b> 2018 Experiência preliminar</p>	<p>Descrever uma nova abordagem para o autotransplante de dentes assistido por computador e avaliar preliminarmente a sua viabilidade, precisão e estabilidade.</p>	<p>8 sisos com formação radicular completa de 8 pacientes adultos foram autotransplantados. Réplicas individuais de dentes doadores, modelos cirúrgicos e arcadas, foram desenhados e produzidos virtualmente, usando impressão 3D, sendo depois aplicados nas cirurgias.</p>	<p>- O tempo extra-alveolar dos dentes doadores foi &lt; a 3 min. Todos os dentes autotransplantados mostraram uma função mastigatória normal. A anquilose foi encontrada apenas num paciente. - A taxa de sucesso global foi de 87,5%, enquanto a taxa de sobrevivência após 1 ano foi de 100%. -Observamos diferenças lineares entre a posição projetada e a posição imediata do autotransplante.</p>

AUTOR/ANO/ ESTUDO	OBJETIVO	MATERIAIS E MÉTODOS	RESULTADOS
<p><b>Y.Jang et al.</b> 2016 Estudo retrospectivo</p>	<p>Avaliar os fatores prognóstico e os resultados clínicos para dentes autotransplantados com formação radicular completa.</p>	<p>Foram avaliados 105 casos de dentes autotransplantados (96 pacientes) durante um período de até 12 anos, sendo os resultados clínicos avaliados com base na análise de sobrevivência.</p> <p>Os modelos CARP dos dentes doadores e local recetor foram produzidos a partir das imagens de CBCT.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A taxa de sobrevivência cumulativa dos dentes foi de 68,2% aos 12 anos após o autotransplante dentário.</li> <li>- A idade do paciente (&lt;45anos), posição do doador (maxilar) e tempo extra-oral (&lt;15min) aumentam a sobrevivência.</li> <li>- A exodontia cirúrgica do dente doador é associada a mais incidência de RR.</li> <li>- O transplante imediato e a baixa estabilidade inicial são associados menos incidência de anquilose.</li> </ul>
<p><b>J.P.Verweij</b> 2016 Estudo prospetivo</p>	<p>Avaliar a utilização da réplica de dente impressa em 3D durante os procedimentos de autotransplante e avaliar as vantagens desta nova técnica.</p>	<p>Foram incluídos 5 transplantes de pré-molares maxilares com desenvolvimento radicular completo. Uma réplica impressa em 3D do dente doador foi utilizada para preparar o neo-alvéolo de adaptação precisa no local recetor antes de extrair o dente doador.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para cada procedimento de transplante, o tempo cirúrgico era inferior a 30 minutos.</li> <li>- Um bom ajuste imediato do dente doador no neo-alvéolo foi conseguido com um tempo extra-alveolar inferior a um minuto para todos os transplantes.</li> </ul>

AUTOR/ANO/ ESTUDO	OBJETIVO	MATERIAIS E MÉTODOS	RESULTADOS
<p><b>M.Shahbazian et al.</b> 2013 Estudo retrospectivo (<i>case-control study</i>)</p>	<p>Comparar o resultado do planeamento cirúrgico baseado no CBCT e técnica de transferência para autotransplante dentário versus autotransplante convencional.</p>	<p>40 pacientes pediátricos em que 48 dentes foram transplantados. Enquanto o grupo de estudo (idade média de 11 anos) foi submetido a imagens CBCT para planeamento cirúrgico e transferência através da produção de réplicas de dentes, o grupo de controlo (idade média de 12 anos) foi submetido a autotransplante convencional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O uso de CBCT pré-operatório e de réplicas de dente, diminui o tempo extra-alveolar, reduzindo o número de tentativas de posicionamento do dente doador.</li> <li>- No grupo de controlo, 6 pacientes apresentaram 1 ou mais complicações, enquanto que no grupo de estudo foram observadas apenas em 2 pacientes.</li> </ul>

Segundo Hwang *et al.* (2022), a taxa de sucesso foi 100% com follow-up superior a 12 meses. No grupo CARP, 50% dos pacientes necessitaram de tratamento endodôntico, comparativamente aos 91% do grupo TAT convencional, demonstrando, assim, a mais-valia na utilização da técnica CARP.(2)

Han *et al.* (2021) compararam o tempo extra-oral dos dentes que foram colocados diretamente no alvéolo após preparação com a réplica 3D e dos que não foram posicionados com utilização de réplica. As médias são, respetivamente,  $3,75\text{min} \pm 2,57\text{min}$  e  $7,29\text{min} \pm 2,57\text{min}$ . A diferença encontrada foi estatisticamente significativa. 51,2% dos dentes doadores não foram colocados corretamente no alvéolo, após preparação com o modelo 3D e a guia. Neste grupo, o número médio de tentativas de posicionamento foi  $3,19 \pm 0,75$ . É estatisticamente significativo em comparação com o grupo dos doadores colocados eficazmente, que apresentou um número médio de tentativas de adaptabilidade de  $2,00 \pm 0,86$ .(15)

Nos TAT orientados por Erdem *et al.* (2020), o sucesso foi de 100% com um follow-up entre 18 e 27 meses. 67% dos transplantes mostraram estabilidade após 3 meses, e 33% após 6 meses. Em relação à oclusão, 25% estavam em oclusão após 3 meses, 42% após 6 meses e 25% aos 12 meses. Radiograficamente, nenhum transplante apresentou anquilose nem RR e em todos os casos a lâmina dura estava presente.(14)

EzEldeen *et al.* (2019) obtêm uma taxa de sucesso de 92% nos TAT guiados por CBCT comparativamente aos 86% nos TAT convencionais e, uma taxa de sobrevivência de 84% em comparação com 78%, respetivamente. A percentagem de cura das CLP e da polpa foi 86% e 92% respetivamente no grupo dos 3D-TAT, quando confrontada com os 82% e 88% no grupo convencional. No entanto, não foram consideradas diferenças estatisticamente significativas. Em relação ao tempo extra-alveolar, no grupo CBCT revelou-se inferior a 1min, enquanto no grupo convencional variou de 3 a 10 min. As tentativas de posicionamento variaram entre 0 e 3, no grupo CBCT, e entre 4 a 7 tentativas no grupo convencional.(16)

Verweij *et al.* (2019) executaram 100 TAT. O tempo extra-alveolar médio foi de 49 segundos. 82% dos transplantes foram posicionados imediatamente com um tempo extra-alveolar inferior a 1 minuto. Contudo, 4% dos dentes tiveram um tempo extra-alveolar superior a 3 minutos e 7% necessitaram de 3 ou mais tentativas para uma correta adaptação ao alvéolo.(10)

Abella *et al.* (2018) demonstraram um tempo extra-oral entre 2 e 5 minutos, com um tempo médio de 3,45 minutos, dependendo se tinha sido realizada apicectomia dos últimos milímetros do doador. Após 2 anos de follow-up, a taxa de sucesso foi de 91,7%. Dentro dos 24 dentes incluídos no estudo, 22 cumpriram os critérios de sucesso, com um espaço do ligamento periodontal contínuo no RX e sem dor nem desconforto. No entanto, 2 transplantes foram exodonciados devido a inflamação severa e mobilidade.(1)

Shahbazian *et al.* (2013) compararam 2 grupos, um usando o protocolo convencional do TAT e o outro o protocolo baseado no CBCT, CARP e réplica 3D. Cada grupo era formado por 48 dentes. No grupo convencional, 18 transplantes foram considerados como bem-sucedidos, 22 como sobreviventes, e 8 como falhados. Do outro lado, no grupo de estudo, 22 dentes foram classificados como bem-sucedidos, 24 como sobreviventes e 2 como falhados. No entanto, por causa do número limitado da amostra, estes resultados não são estatisticamente relevantes. As tentativas de adaptabilidade do doador foram entre 0 e 3 no grupo com modelo 3D, comparativamente com 4 -7 no grupo de TAT convencional.(12)

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. Procedimento do autotransplante dentário assistido por computador

#### 5.1.1. Seleção dos pacientes

A seleção dos pacientes revela-se um critério fundamental. Os estudos apresentam critérios de inclusão em comum como a ausência de doenças sistêmicas, que são contra-indicações relativas para a cirurgia,(1–3,14,17–19) Os pacientes selecionados devem ainda apresentar uma quantidade de osso alveolar suficiente no local recetor,(18,19) bem como ausência de infecção aguda no local que vai receber o transplante dentário.(14,18) A boa higiene oral (2,3,14,19) dos pacientes é importante, bem como a cooperação com o tratamento.(3,14,19) Alguns dos autores incluem pacientes jovens com desenvolvimento radicular incompleto do dente doador,(14,16) enquanto outros incluem adultos com dente doador maduro.(1–3,17–19) Em geral, os terceiros molares são os dentes preferidos para utilizar como dente doador e tratar o local edêntulo onde a função mastigatória é mais importante.(1–3,14,15,18–20)

#### 5.1.2. Análise radiográfica pré-operativa com o CBCT

Em todos os estudos, os pacientes foram submetidos a um CBCT que tem como objetivo obter imagens radiográficas em 3D dos maxilares, especialmente das zonas que interessa reabilitar. O CBCT funciona com um feixe de cone aberto, que permite que todo o volume seja digitalizado com uma única resolução, sendo que, desta forma, só roda uma vez em torno do paciente. O CBCT é uma técnica de baixa dose de radiação, com a possibilidade de usar diferentes campos de visão, em geral o mais pequeno possível.(1,13) No entanto, usar o campo de visão mais pequeno tem como principal desvantagem não avaliar o volume de osso no local recetor. Assim sendo, o volume de osso é avaliado clinicamente, podendo surgir dificuldades durante a cirurgia.(10)

São realizadas diferentes medições do dente doador com o objetivo de verificar a adaptação com o local recetor. É medido o comprimento e largura do dente (coroa e raízes);(1,3,12,14,18,19) as dimensões méso-distal, vestibulo-lingual e cervicais;(1,12,14,18) bem como o estado de maturação das raízes.(18) Essas medições são comparadas com as medições efetuadas no local recetor, especialmente com a altura e largura do osso alveolar residual.(1,14,18) Na figura 2, são apresentadas as medições efetuadas por Wu *et al.* (2019) a partir das imagens de CBCT pré-operatórias.

No TAT convencional, radiografias periapicais e ortopantomografia são realizadas, no entanto, essas imagens em 2D podem levar a erros uma vez iniciada a cirurgia. O TAT com CBCT antecipa a compatibilidade do doador e recetor, dando a possibilidade de excluir um dente doador que não se adapte ao local recetor antes da cirurgia.(2,12,16)

No caso de pacientes jovens, esta técnica com o uso do CBCT envolve uma importante exposição a radiações. Devido à maior sensibilidade das crianças à radiação, todas as doses pediátricas devem ser otimizadas.(12)

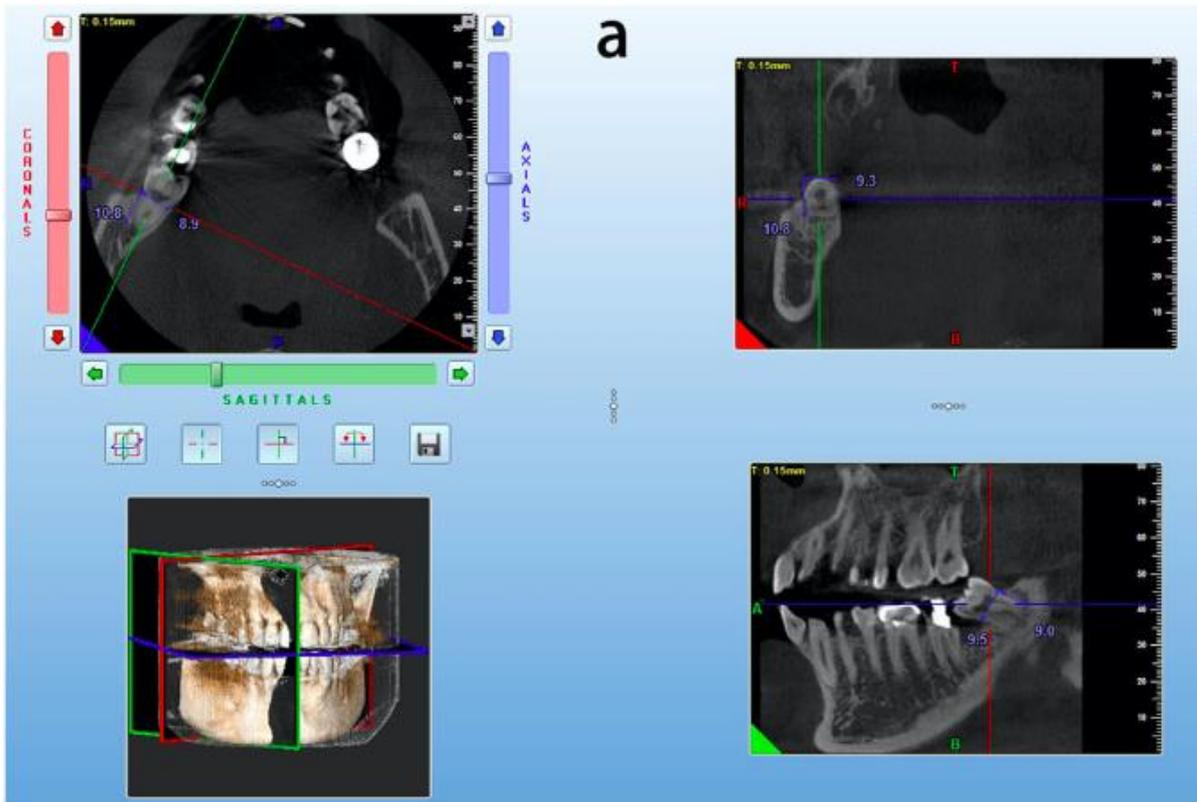


Figura 2 : Medidas mesio-distal e vestibulo-lingual do dente doador no CBCT (*Imagem retirada de Wu et al, 2019, Autotransplantation of mature impacted tooth to a fresh molar socket using a 3D replica and guided bone regeneration: two years retrospective case series*)

### 5.1.3. CARP

As imagens obtidas através do CBCT são convertidas no formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), e posteriormente analisadas num *software*. Através desta técnica é possível a segmentação do dente doador, do local recetor e dos dentes e osso adjacentes. As imagens são guardadas, designando-se STL (stereolithography). O *software* de planeamento virtual torna possível a criação do modelo CARP. Desta forma é possível predefinir a angulação correta, a rotação e posição ideal do doador. Este modelo CARP é virtualmente movido para determinar a adequação relativamente aos pontos de referência anatómicos do local recetor.(1–3,9,13,19,20) Abella *et al.* (2018) sugerem em alguns casos uma apicectomia de 3–4mm do dente doador para minimizar a preparação do local recetor.(1)

Durante a determinação do posicionamento 3D ideal do dente, é importante verificar a aproximação cervical entre a superfície da raiz do dente transplantado e o osso. Se o tecido ósseo se encontra abaixo da porção cervical, existe um menor risco de infecção e uma maior probabilidade de sucesso no tratamento.(1)

A réplica do dente obtida, é então enviada ao laboratório ou a uma impressora 3D, no próprio consultório, para produção. O modelo deve ser fabricado num material biocompatível tal como resina(1,15,18,20), titânio(13) ou uma liga de cromo-cobalto.(10,14,19) As vantagens do cromo-cobalto são: preço reduzido e a possibilidade de esterilizar sem deformar a forma do dente impresso.(10) Hwang *et al.* (2022) utilizaram um método diferente. Estes autores fabricaram o modelo 3D em *polylastic acid* (impressão entre 5-10min), criando um modelo negativo em alginato e, posteriormente, a réplica de dente é feita em orto resina. Este procedimento apresenta um baixo custo.(2)

Alguns autores produziram também modelos orientadores. Estes modelos permitem guiar o dente na preparação alveolar e confirmar a posição correta do transplante.(1,12,15,16,19) Shahbazian *et al.* (2013) criaram 3 guias: 1 guia de perfuração, 1 modelo do dente anexado e 1 sem o modelo do dente.(12) Por outro lado, He *et al.* (2018) produzem, além da réplica do doador e do modelo orientador, uma barra em arco de modo a fixar o dente transplantado na posição adequada depois da cirurgia.(19)

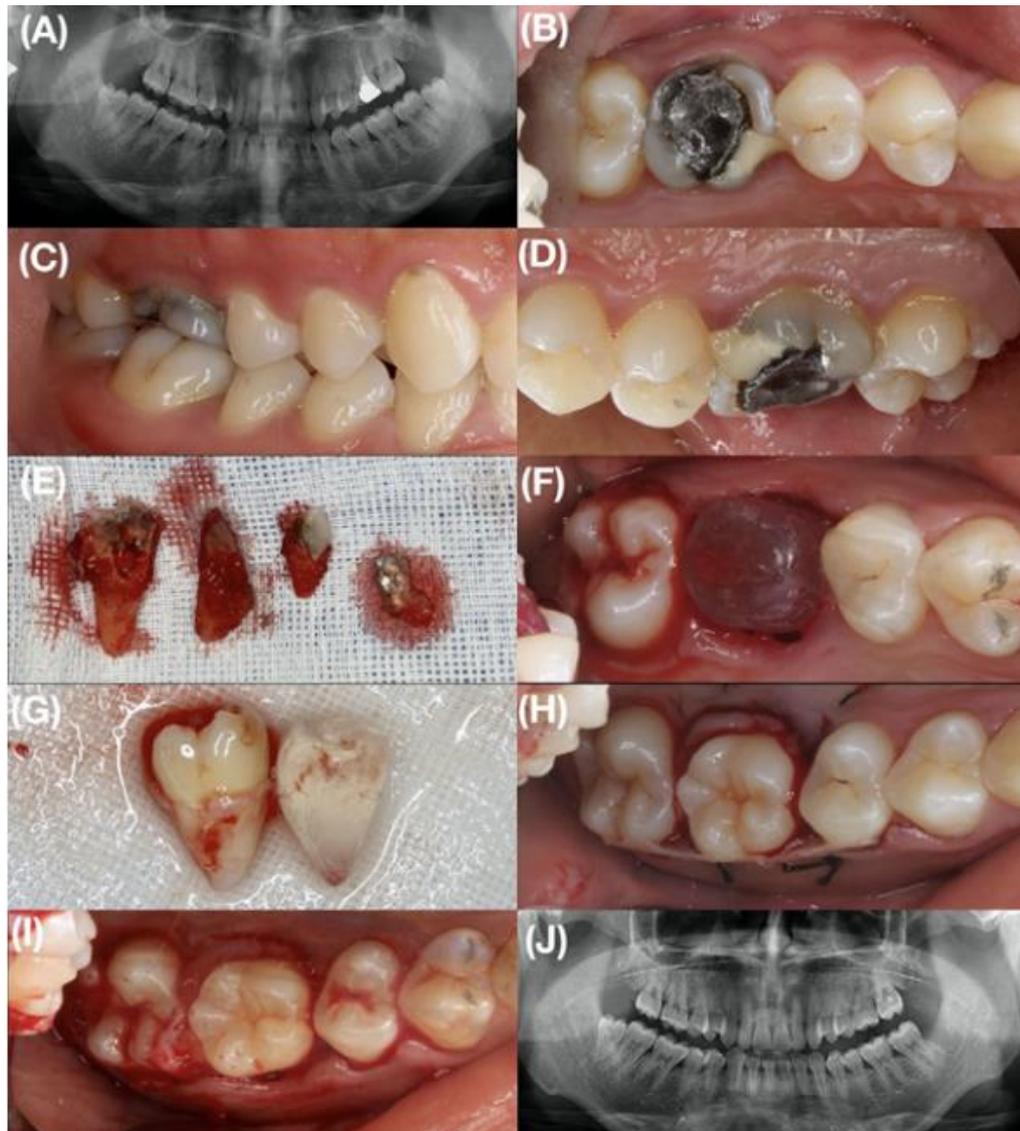
#### 5.1.4. Protocolo cirúrgico

Em cada estudo, todos os TAT são realizados apenas por um cirurgião com experiência, seguindo um protocolo proposto por Abella *et al.* (2018):(1)

- Profilaxia com antibiótico e AINEs antes da cirurgia
- Anestesia local
- O dente no local recetor deve ser seccionado com uma broca de carboneto de tungsténio para diminuir o trauma ósseo.

- Depois da extração, o alvéolo recetor deve ser preparado com brocas cirúrgicas esféricas a baixa velocidade e irrigado com soro.
- Verificar a adaptação da réplica 3D do dente no alvéolo e do correto posicionamento no modelo de orientação.
- Extração do dente doador. Uma incisão intrasulcular deve ser feita para preservar, na medida do possível, o ligamento periodontal. O uso das alavancas deve ser minimizado e o boticão colocado acima da junção esmalte-cimento para evitar qualquer dano do cimento e do ligamento periodontal.
- O dente doador deve ser colocado na posição ideal no local recetor com a ajuda da guia de orientação.
- O dente deve ser posicionado em sub oclusão e estabilizado com sutura e férula semirrígida durante 2 a 3 semanas.
- Prescrição de antibióticos e AINEs
- Radiografia periapical pós-operatória para avaliar a posição do dente.
- Tratamento endodôntico do transplante 2 semanas depois, se necessário.

No entanto, em cada estudo existem diferenças no protocolo. Han *et al.* (2021) fixam o transplante com arame e resina fluida.(15) No caso do dente doador estar incluso, a extração cirúrgica é feita com retalho, osteotomia e luxação mínima acima da junção esmalte-cimento.(14,17) Verweij *et al.* (2016, 2019) posicionam o transplante pelo menos 1mm abaixo do plano oclusal, de forma a prevenir forças oclusais pós-operatórias.(10,13)



**Figura 3 :** (A) Radiografia panorâmica do primeiro molar maxilar esquerdo com cárie profunda. (B-D) Fotografias intra-orais pré-operatórias. (E) Foi extraído o primeiro molar do maxilar esquerdo. (F) A réplica do dente encaixava equitativamente bem no local recepto. (G) O dente doador foi extraído com um trauma mínimo e comparado com o dente da réplica. (H) O dente doador foi imediatamente substituído na cavidade óssea preparada. (I) O dente doador foi transplantado e ferulizado com resina composta ao dente adjacente e, a gengiva circundante foi suturada firmemente. (J) A radiografia panorâmica pós-operatória foi tirada imediatamente após o autotransplante. *(Imagens retiradas de Xia et al, 2020, Autotransplantation of third molars with completely formed roots to replace compromised molars with the computer-aided rapid prototyping)*

## 5.2. Influência nos fatores e resultados

### 5.2.1. Taxa de sucesso e de sobrevivência

O sucesso do TAT é definido segundo vários critérios. Entre alguns desses critérios destacam-se a ausência de mobilidade patológica, de lesão radiolúcida ao redor do implante, de anquilose, de RR, de inflamação no sítio recetor, de bolsa periodontal (a profundidade de sondagem não deve ser superior a 3mm).(1,12,14) A sobrevivência do dente é definida como a permanência do transplante no período de follow-up com ou sem preencher os critérios de sucesso.(12,14)

Hwang *et al.* (2022), Erdem *et al.* (2020) e Wu *et al.* (2019) relataram todos uma taxa de sucesso de 100% com um follow-up entre 12 e 27 meses.(2,14,18) Segundo Abella *et al.* (2018) e Lucas-Taulé *et al.* (2021), o sucesso foi inferior aos autores anteriores, mas manteve-se superior a 90%.(1,20) Por outro lado, He *et al.* (2018) revelaram uma taxa de sucesso mais baixa, mas a sobrevivência depois de 1 ano foi de 100%.(19) Em qualquer caso, encontram uma incidência elevada de sucesso, graças ao modelo 3D que minimiza o dano dos CLP e permite preservar o dente doador.

A taxa de sobrevivência dos TAT liderados por Lucas-Taulé *et al.* (2021) foi superior à dos TAT reportados por Jang *et al.* (2016). No entanto, o follow up é relativamente diferente: 29 meses contrariamente aos 12 anos, respetivamente. É o único artigo dentro dos selecionados com um follow-up tão longo, o que pode explicar uma sobrevivência mais baixa. Jang *et al.* (2016) demonstraram também que os pacientes com idade inferior a 45anos, com dente doador do maxilar e com um tempo extra-alveolar inferior a 15min são associados a uma melhor sobrevivência.(17,20)

Aquando da comparação entre os 3D-TAT e os TAT convencionais, os autores encontraram mais transplantes bem-sucedidos e menos transplantes falhados no grupo assistido por o CBCT, CARP e 3D replica.(12,16)

### 5.2.2. Tempo extra-alveolar

A réplica de dente permite a preparação do alvéolo sem usar o dente doador, o que diminui consideravelmente o tempo extra-alveolar. É recomendado que este tempo seja o mais curto possível para a sobrevivência das CLP. Vários autores que utilizaram o método 3D-TAT relataram um tempo extra-alveolar inferior a 1min.(2,9,12–14,16) Abella *et al.* (2018) e Xia *et al.* (2020) obtiveram um tempo extra-oral um pouco mais elevado (até 5min), dependendo se foi realizado uma apicectomia dos últimos milímetros do doador.(1,3) Em comparação, no grupo dos TAT com método convencional, o tempo extra-alveolar variou entre 3 e 10min.(12,16)

Ainda Wu *et al.* (2019) reportaram um tempo extra-alveolar inferior ou igual a 1min em 80% dos casos. No entanto, em 20% dos casos, este tempo aumentou o que pode ser devido à data incompleta do CBCT durante a transmissão, a inexatidão da segmentação, à gama de erros da réplica 3D, ou seja, a inexatidão do modelo.(18) Também, Verweij *et al.* (2019) encontraram um resultado similar com um tempo extra-alveolar inferior a 1min em 82% dos transplantes. As falhas de TAT deveram-se a uma baixa qualidade do CBCT, o que conduziu a uma menor precisão da réplica.(10)

Han *et al.* (2021) constataram que os dentes doadores que não podem ser colocados com sucesso passam mais tempo extra-alveolar do que os dentes doadores que podem ser colocados diretamente com sucesso.(15)

### 5.2.3. Número de tentativas de adaptabilidade

A utilização da réplica de dente e de uma guia cirúrgica limita o número de tentativas de adaptação. Permite uma adaptação previsível ao dente transplantado e, evita danos iatrogénicos no LP, na bainha epitelial da raiz de Hertwig e, no ápice do dente. Em algumas cirurgias, todos os dentes foram posicionados diretamente na primeira tentativa.(9,13) Verweij *et al.* (2019) reportaram uma adaptação direta do transplante no local recetor em 82% dos casos. No entanto,

5% dos TAT necessitaram 3 tentativas e, em 2% mais de 3. Nestes casos de dentes doadores imaturos, os CBCT realizados mais de 2 meses antes da cirurgia, levaram a que ocorressem discrepâncias entre o dente doador e o modelo 3D relativamente ao desenvolvimento das raízes. Essas diferenças, podem explicar um número mais elevado de tentativas no posicionamento.(10)

Os autores que compararam o TAT guiado por computador e o TAT convencional, revelaram um menor número de tentativas de adaptabilidade do doador no grupo com modelo 3D do que no grupo de TAT convencional.(12,16)

#### 5.2.4.Fatores periodontais

Um movimento funcional adequado dos dentes transplantados durante o período de fixação é crucial para o sucesso da cicatrização periodontal. Uma ferulização a longo prazo pode ter efeitos negativos (anquilose e RR), enquanto uma fixação semirrígida de aproximadamente 2 semanas, ativa a cura do ligamento e do osso.(1,14)

Jang *et al.* (2016) avaliaram a incidência de RR e anquilose. Uma percentagem mais elevada de RR é associada a uma extração cirúrgica em comparação a uma extração simples do doador. O trauma cirúrgico durante a extração de dentes impactados leva a danos do LP e do cimento. Em relação à anquilose, a incidência mantém-se igual ao fim de 3 a 12 anos. Uma transplantação rápida do dente leva a uma percentagem baixa de anquilose porque existe uma rápida revascularização das CLP. Um *fresh socket* é um melhor leito receptor comparativamente a um *socket* criado cirurgicamente, o que se traduz em menor anquilose. Além disso, a incidência de anquilose aumenta com uma maior estabilidade inicial do transplante. Isto acontece porque a revascularização periodontal é reforçada com micro-movimentos fisiológicos, podendo-se aferir que uma grande estabilidade atrasa a vascularização do transplante.(17)

Um componente significativo no desenvolvimento ósseo é a proximidade cervical entre a superfície da raiz do dente transplantado e o osso alveolar da cavidade recetora. Uma boa

aproximação cervical pode permitir um bom selamento, reduzindo o risco de infecção e invasão bacteriana e, pode ajudar na cicatrização do LP. Xia *et al.* (2019) verificaram que a distância entre a margem cervical do dente e a parede alveolar foi inferior a 1 mm. Assim sendo, concluíram que o tecido periodontal, o osso alveolar e a superfície radicular dos dentes transplantados estão bem ajustados. A probabilidade de infecções pós-operatórias foi reduzida e a probabilidade de uma estabilidade adequada aumentou.(3)

EzEldeen *et al.* (2019) reportaram maior cura da polpa e das CLP nos 3D-TAT do que nos TAT convencional. Dentro dos transplantes falhados, encontramos anquilose e RR.(16)

### 5.3. Os limites

A maioria dos estudos atuais disponíveis na literatura é limitada por um pequeno tamanho de amostra.(1,12,14) Os terceiros molares são os dentes mais usados como dente doador, mas em geral têm uma morfologia das raízes relativamente complexa, enquanto a morfologia simples das raízes do doador é uma vantagem para o sucesso do TAT. Este motivo pode explicar a percentagem de sucesso mais baixo nas experiências com sisos.(1) Apesar disso, o autotransplante não é um tratamento de primeira linha nos pacientes adultos devido à limitação de dentes candidatos como doador.(2)

A tecnologia CARP ainda apresenta alguns limites. O modelo 3D do dente não é completamente coerente com a forma do dente doador. Alguns dentes impressos com a proporção de volume de 1:1 para os dentes doadores simulados por computador são diferentes dos dentes doadores reais.(15) Além disso, o fabrico da réplica 3D necessita um CBCT anterior, o que expõe o paciente a mais dose de radiação do que o TAT convencional com radiografias periapicais. No entanto, o equilíbrio benefício/risco deve ser avaliado, mas de um modo geral, é benéfico, porque minimiza o risco de danificar o dente doador.(10,13)

O TAT é um tratamento pouco conhecido pelos pacientes. A falta de informação aumenta a ansiedade dos pacientes, o que pode ter uma influência negativa no pós-operatório. Os Médicos

Dentistas têm o papel importante de educar e esclarecer os pacientes sobre o procedimento do TAT e seus benefícios ao longo do tempo.(3)

## 6. CONCLUSÃO

O TAT é uma boa alternativa aos tratamentos protéticos com implantes ou pontes, embora ainda não seja muito usado pelos Médicos Dentistas. Em geral, o autotransplante dentário faz-se em crianças com dentes imaturos, utilizando esses dentes como doadores, dado que apresentam a capacidade de regeneração periodontal. No entanto, atualmente também é feita esta cirurgia em pacientes adultos com dentes maduros, ainda que possa implicar um tratamento endodôntico do dente doador. O CBCT, em comparação com o protocolo convencional do TAT com radiografias periapicais, permite uma visualização em 3D do dente doador e do local recetor, permitindo uma análise pré-operatória mais precisa, fazer medições e, verificar a adaptabilidade do doador. Por conseguinte, pode ser criado um modelo CARP a partir das imagens do CBCT. O *software* de planeamento virtual permite a criação duma réplica o mais realista possível do dente doador, e por vezes, a conceção duma guia cirúrgica. O modelo é depois impresso num material biocompatível. O protocolo cirúrgico é muito similar ao TAT convencional, com a diferença de que é o modelo 3D que ajuda a preparar o local recetor.

O TAT assistido por computador apresenta inúmeras vantagens. Primeiro, aumenta a taxa de sucesso e de sobrevivência do transplante. A utilização da réplica do dente doador permite preservar o doador e, especialmente as CLP que são essenciais para o sucesso do TAT. Além disso, o tempo extra-alveolar do dente doador diminui. De facto, o dente é extraído no último momento e posicionado imediatamente no alvéolo que foi preparado com o modelo 3D. O número de tentativas de adaptabilidade consegue também ser diminuído. De um modo geral, o doador é colocado diretamente no alvéolo preparado, com um tempo extra-alveolar inferior a 1 min.

No entanto, esta técnica apresenta alguns inconvenientes, essencialmente a dose de radiação mais elevada devido à utilização do CBCT. Também poderá haver distorção do modelo 3D e concomitantemente uma reprodutibilidade insuficiente com o doador. Ainda carecem de estudos para confirmar os benefícios do TAT e sua elegibilidade de modo a substituir os tratamentos protéticos convencionais.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abella F, Ribas F, Roig M, González Sánchez JA, Durán-Sindreu F. Outcome of Autotransplantation of Mature Third Molars Using 3-dimensional–printed Guiding Templates and Donor Tooth Replicas. Vol. 44, *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc.; 2018. p. 1567–74.
2. Hwang LA, Chang CY, Su WC, Chang CW, Huang CY. Rapid prototyping-assisted tooth autotransplantation is associated with a reduced root canal treatment rate: a retrospective cohort study. *BMC Oral Health*. 2022 Dec 1;22(1).
3. Xia J jia, Ge Z yu, Fu X hui, Zhang Y zhen. Autotransplantation of third molars with completely formed roots to replace compromised molars with the computer-aided rapid prototyping. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2020 Apr 1;32(3):265–71.
4. Aslan BI, Üçüncü N, Doğanc A. Long-term follow-up of a patient with multiple congenitally missing teeth treated with autotransplantation and orthodontics. *Angle Orthodontist*. 2010 Mar;80(2):396–404.
5. Czychowska EM, Stenvik A, Bjercke B, Zachrisson BU. Outcome of tooth transplantation: Survival and success rates 17-41 years posttreatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;121(2):110–9.
6. Kim E, Jung JY, Cha IH, Kum KY, Lee SJ. Evaluation of the prognosis and causes of failure in 182 cases of autogenous tooth transplantation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*. 2005 Jul;100(1):112–9.
7. Anssari Moin D, Derksen W, Verweij JP, van Merkesteyn R, Wismeijer D. A Novel Approach for Computer-Assisted Template-Guided Autotransplantation of Teeth with Custom 3D Designed/Printed Surgical Tooling. An Ex Vivo Proof of Concept. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2016 May 1;74(5):895–902.
8. Paulsen HU, Yu Z, Bayer T. A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part II. Tooth survival and pulp healing subsequent to transplantation [Internet]. Vol. 12, *European Journal of Orthodontics*. 1990. Available from: <http://ejo.oxfordjournals.org/>

9. Tong J, Rahmel B, Hsieh JT, Findlay G. Use of computer-aided three-dimensional prototyping to surgically assist in tooth autotransplantation. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2021;
10. Verweij JP, van Westerveld KJH, Anssari Moin D, Mensink G, van Merkesteyn JPR. Autotransplantation With a 3-Dimensionally Printed Replica of the Donor Tooth Minimizes Extra-Alveolar Time and Intraoperative Fitting Attempts: A Multicenter Prospective Study of 100 Transplanted Teeth. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2020 Jan 1;78(1):35–43.
11. S-j L, I-y J, C-y L, K-y K, Lee SJ, Jung IY, et al. DENTAL TRAUMATOLOGY Clinical application of computer-aided rapid prototyping for tooth transplantation Clinical application of computer-aided rapid prototyping for tooth transplantation. Dent ible injury to transplanted tooth during the process of autotrans-plantation. *Dental Traumatology*. 2001;17:114–9.
12. Shahbazian M, Jacobs R, Wyatt J, Denys D, Lambrichts I, Vinckier F, et al. Validation of the cone beam computed tomography-based stereolithographic surgical guide aiding autotransplantation of teeth: Clinical case-control study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 2013 May;115(5):667–75.
13. Verweij JP, Moin DA, Mensink G, Nijkamp P, Wismeijer D, van Merkesteyn JPR. Autotransplantation of premolars with a 3-dimensional printed titanium replica of the donor tooth functioning as a surgical guide: Proof of concept. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2016 Jun 1;74(6):1114–9.
14. Erdem NF, Gümüşer Z. Retrospective Evaluation of Immediate Impacted Third Molars Autotransplantation After Extractions of Mandibular First and/or Second Molars With Chronic Periapical Lesions. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2021 Jan 1;79(1):37–48.
15. Han S, Wang H, Chen J, Zhao J, Zhong H. Application Effect of Computer-Aided Design Combined with Three-Dimensional Printing Technology in Autologous Tooth TransplantationA Retrospective Cohort Study. 2021; Available from: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-711022/v1>

16. EzEldeen M, Wyatt J, Al-Rimawi A, Coucke W, Shaheen E, Lambrichts I, et al. Use of CBCT Guidance for Tooth Autotransplantation in Children. *Journal of Dental Research*. 2019 Apr 1;98(4):406–13.
17. Jang Y, Choi YJ, Lee SJ, Roh BD, Park SH, Kim E. Prognostic Factors for Clinical Outcomes in Autotransplantation of Teeth with Complete Root Formation: Survival Analysis for up to 12 Years. *Journal of Endodontics*. 2016 Feb 1;42(2):198–205.
18. Wu Y, Chen J, Xie F, Liu H, Niu G, Zhou L. Autotransplantation of mature impacted tooth to a fresh molar socket using a 3D replica and guided bone regeneration: two years retrospective case series. *BMC Oral Health*. 2019 Nov 14;19(1).
19. He W, Tian K, Xie X, Wang E, Cui N. Computer-aided autotransplantation of teeth with 3D printed surgical guides and arch bar: A preliminary experience. *PeerJ*. 2018;2018(11).
20. Lucas-Taulé E, Llaquet M, Muñoz-Peñalver J, Nart J, Hernández-Alfaro F, Gargallo-Albiol J. Mid-term outcomes and periodontal prognostic factors of autotransplanted third molars: A retrospective cohort study. *Journal of Periodontology*. 2021 Dec 1;92(12):1776–87.