

# **INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **ANESTESIA EM MEDICINA DENTÁRIA: NOVAS TECNOLOGIAS E ABORDAGENS FARMACOLÓGICAS**

Trabalho submetido por  
**André Ortega Ferreira**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**outubro de 2024**



# **INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **ANESTESIA EM MEDICINA DENTÁRIA: NOVAS TECNOLOGIAS E ABORDAGENS FARMACOLÓGICAS**

Trabalho submetido por  
**André Ortega Ferreira**  
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof. Doutor Gonçalo Martins Pereira**

**outubro de 2024**



## **Agradecimentos**

Ao meu orientador, Prof. Doutor Gonçalo Martins Pereira, o meu sincero agradecimento pela dedicação, paciência e sabedoria partilhada ao longo deste percurso. Os seus conselhos e apoio foram fundamentais para que eu pudesse crescer tanto a nível académico como pessoal.

O apoio incondicional da minha família foi essencial para o meu sucesso. Aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e me proporcionaram todas as condições para que pudesse chegar até aqui. À minha irmã, pelo carinho, incentivo e por estar sempre presente, tanto nos momentos bons como nos mais desafiantes. Sem vocês, nada disto teria sido possível. A minha gratidão por todo o amor, apoio e sacrifício é eterna.

À Carolina, minha dupla de box, pela amizade, companheirismo e por termos partilhado tantas experiências ao longo destes anos. O nosso crescimento juntos, tanto a nível pessoal quanto profissional, criou laços para a vida.

A todos os meus amigos, que me ajudaram a ser uma pessoa melhor. A vossa amizade e apoio foram inestimáveis e tornaram este percurso muito mais leve e alegre. Cada conversa, cada momento partilhado, contribuiu para que eu me tornasse quem sou hoje.

A todos os professores com quem tive o privilégio de aprender, um agradecimento especial. Vocês foram essenciais na minha formação como médico dentista, transmitindo não só o conhecimento técnico, mas também os valores e a ética que levarei para a minha prática profissional.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desta caminhada, deixo aqui o meu mais profundo agradecimento. Este trabalho é o reflexo de todo o apoio e confiança que recebi ao longo desta jornada.



## **Resumo**

A anestesia desempenha um papel crucial na Medicina Dentária, proporcionando conforto e segurança aos pacientes durante procedimentos clínicos. No entanto, a utilização convencional da anestesia não está isenta de desafios. Os pacientes frequentemente enfrentam desconforto e ansiedade associados às técnicas convencionais, destacando a necessidade inerente de avanços na área.

A descoberta da anestesia ocorreu há aproximadamente 180 anos, possibilitando, a partir desse marco, a realização de tratamentos médico-dentários sem causar dor. Existem dois tipos principais: anestesia local e geral, bem como técnicas complementares como a sedação consciente. A anestesia local é a mais frequente na Medicina Dentária, sendo que existe uma ampla variedade de técnicas e fármacos disponíveis para a sua aplicação.

Num cenário de avanços na anestesia em Medicina Dentária, diversas abordagens inovadoras têm sido investigadas, como o controle computadorizado, sistemas vibrotáteis e de anestesia intraóssea, visando maior conforto durante os procedimentos dentários. Foram realizados estudos que destacam os benefícios potenciais na redução da ansiedade e melhoria da experiência do paciente ao utilizar um sistema sem agulhas em comparação com as técnicas tradicionais, enfatizando a relevância da anestesia sem a utilização de agulhas.

Nesse âmbito, soluções inovadoras de anestésicos tópicos têm demonstrado eficácia na redução da dor, especialmente em crianças, contribuindo para experiências mais positivas em clínica. A iontoforese representa um potencial de inovação na aplicação de medicamentos na cavidade oral, ampliando as perspectivas sobre a administração de anestesia oral. Também a crioterapia, os sistemas de injeção a jato e a utilização de spray nasal anestésico representam alternativas com viabilidade para a anestesia sem a utilização de agulhas, cuja premissa é sempre melhorar o conforto do paciente e consequentemente a sua adesão ao plano de tratamento proposto pelo médico dentista.

Palavras-chave: agulha, anestesia, dor, novas tecnologias



## **Abstract**

Anesthesia plays a crucial role in Dentistry, providing comfort and safety to patients during clinical procedures. However, the conventional use of anesthesia is not without challenges. Patients often face discomfort and anxiety associated with conventional techniques, highlighting the inherent need for advances in the field.

The discovery of anesthesia occurred approximately 180 years ago, enabling medical and dental treatments to be performed without causing pain. There are two main types: local and general anesthesia, as well as complementary techniques such as conscious sedation. Local anesthesia is the most common in Dentistry, with a wide variety of techniques and drugs available for its application.

In a scenario of advancements in dental anesthesia, various innovative approaches have been investigated, such as computer-controlled systems, vibrotactile systems, and intraosseous anesthesia, aiming for greater comfort during dental procedures. Studies have been conducted highlighting the potential benefits in reducing anxiety and improving patient experience by using a needle-free system compared to traditional techniques, emphasizing the relevance of needle-free anesthesia.

In this context, innovative formulations of topical anesthetics have shown efficacy in reducing pain, especially in children, contributing to more positive clinical experiences. Iontophoresis represents a potential innovation in the application of medications in the oral cavity, expanding the perspectives on oral anesthesia administration. Additionally, cryotherapy, jet injection systems, and the use of anesthetic nasal sprays represent viable alternatives for needle-free anesthesia, whose premise is always to improve patient comfort and consequently their adherence to the treatment plan proposed by the dentist.

Key-words: anesthesia, needle, new technologies, pain



## ÍNDICE GERAL

<b>I. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>II. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>15</b>
<b>A. PERSPETIVA CLÁSSICA DA ANESTESIA EM MEDICINA</b>	
<b>DENTÁRIA.....</b>	<b>15</b>
1. Contextualização histórica.....	15
2. Conceito de anestesia em Medicina Dentária.....	16
3. Abordagem química dos anestésicos locais.....	18
4. Farmacologia dos anestésicos locais.....	19
5. Toxicidade, complicações e efeitos adversos.....	21
6. Fármacos mais usados em Medicina Dentária.....	24
a) Lidocaína.....	24
b) Articaina.....	25
c) Mepivacaína.....	27
7. Anestésicos tópicos.....	28
8. O papel dos vasoconstritores.....	29
9. Armamentário.....	30
a) Seringa Carpule.....	30
b) Agulha.....	31
10. Principais técnicas convencionais de anestesia local.....	33
a) Anestesia na arcada superior.....	33
b) Anestesia na arcada inferior.....	34
<b>B. NOVAS TECNOLOGIAS E ABORDAGENS FARMACOLÓGICAS.....</b>	<b>36</b>
1. Sistemas de administração anestésica local controlada por computador....	36
a) Soluções de CCLAD disponíveis no mercado atualmente.....	39
• <i>The Wand STA® (Single Tooth Anesthesia)</i> .....	40
• <i>Quicksleeper®</i> .....	40
• <i>Comfort Control Syringue™</i> .....	42
• <i>Calaject™</i> .....	43
2. Sistemas Vibrotáteis.....	44

a) Sistemas vibrotáteis disponíveis no mercado.....	46
• <i>DentalVibe</i> ®.....	46
• <i>Vibraject</i> ®.....	47
• <i>Accupal</i> ™.....	48
3. Anestesia intraóssea.....	49
a) Sistemas de anestesia intraóssea disponíveis no mercado.....	50
• <i>IntraFlow</i> ®.....	50
• <i>Stabident</i> ®.....	51
• <i>X-Tip</i> ™.....	52
4. Sistemas de anestesia sem agulha.....	53
a) Novas soluções de anestesia tópica.....	54
• <i>Oraqix</i> ®.....	54
• <i>Denti-patch</i> ®.....	55
b) Anestesia com spray nasal.....	56
• <i>Kovanaze</i> ®.....	56
c) Sistemas de injeção a jato.....	58
• <i>Injex</i> ®.....	58
• <i>Comfort-in</i> ™.....	59
d) Iontoforese.....	60
e) Crioterapia em medicina dentária.....	62
<b>III. CONCLUSÃO.....</b>	<b>65</b>
<b>IV. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>67</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Estrutura Química da Lidocaína. Adaptado de (Drasner, 2021).....	18
<b>Figura 2</b> – Esquema representativo das vias de anestésico local até os seus recetores nos canais de sódio. Adaptado de (Drasner, 2021).....	20
<b>Figura 3</b> - Armamentário de anestesia local (de cima para baixo): agullha, anestubo, seringa. Adaptado de (Malamed, 2019).....	30
<b>Figura 4</b> - Agullha dentária com bisel escalpelo. Adaptado de (Malamed, 2019).....	32
<b>Figura 5</b> - Bloqueio do nervo alveolar inferior. Adaptado de (Malamed, 2019).....	35
<b>Figura 6</b> - Exemplos de sistemas de CCLAD. Da esquerda para a direita: The Wand STA®, Comfort Control Syringe™, Quicksleeper®, Calaject™. Adaptado de (Aps & Tom, 2015; Jung et al., 2017; Rønvig Dental, 2024).....	39
<b>Figura 7</b> - Exemplos de sistemas vibrotáteis. Da esquerda para a direita: Vibraject®, Accupal™, DentalVibe®. Adaptado de (Nasehi et al., 2015; Salgotra et al., 2014)....	46
<b>Figura 8</b> - Exemplos de sistemas de anestesia intraóssea. Da esquerda para a direita: IntraFlow®, X-Tip™, Stabident®. Adaptado de (Aps & Tom, 2015; Fairfax Dental, 2024).....	50
<b>Figura 9</b> - Exemplos de novos sistemas de anestesia tópica. Da esquerda para a direita: Oraqix®, Denti-patch®. Adaptado de (Dentsply Sirona, 2024; Menon et al., 2019)...	54
<b>Figura 10</b> - Spray nasal Kovanaze®. Adaptado de (Cohen, 2016).....	56
<b>Figura 11</b> - Exemplos de sistemas de injeção a jato. Adaptado de (Al-kaf, 2017; Nogueira et al., 2024).....	58
<b>Figura 12</b> - Esquema representativo da eletrosmose (A) e da eletrorrepulsão (B). Adaptado de (Gratieri et al., 2008).....	60



## ÍNDICE DE TABELAS

**Tabela 1** – Propriedades farmacocinéticas de anestésicos locais (Drasner, 2021)..... 21

**Tabela 2** – Doses máximas recomendadas de anestésicos locais (Carvalho et al., 2013)..... 23



## **LISTA DE SIGLAS**

**AI** - Anestesia intraóssea

**CCLAD** - Computer Controlled Local Anesthesia Device

**CCS** - Comfort Control Syringe™

**EMLA®** - Eutectic Mixture of Local Anesthetics

**FDA** - Food and drug administration

**FPS** - Faces Pain Scale

**FRS** - Faces Rating Scale

**IANB** - Inferior Alveolar Nerve Block

**SEM** - Sound, Eye, Motor

**SNC** - Sistema Nervoso Central

**STA** - Single Tooth Anesthesia

**VAS** - Visual Analogue Scale

**VRS** - Verbal Rating Scale



## **I. INTRODUÇÃO**

A anestesia desempenha um papel essencial na medicina dentária, permitindo a realização de procedimentos clínicos com conforto e segurança para os pacientes. Desde a sua descoberta há aproximadamente 180 anos, a anestesia transformou a prática clínica, possibilitando intervenções complexas sem causar dor significativa. A anestesia local, a mais frequentemente utilizada na medicina dentária, bloqueia a sensação de dor numa área específica, permitindo que o paciente permaneça consciente e cooperativo durante o tratamento. Este método de anestesia é aplicado através de diversas técnicas, incluindo infiltração, bloqueios nervosos e aplicação tópica, garantindo uma abordagem adaptada às necessidades de cada procedimento (Borges, 2021; Weaver, 2019).

A pesquisa contínua em anestesia dentária concentra-se no desenvolvimento de novos agentes anestésicos com melhores perfis de segurança e menores efeitos colaterais. Inovações recentes incluem anestésicos de ação rápida e curta duração, bem como sistemas de maior precisão que tornam a administração menos invasiva e mais previsível. Estas melhorias não só aumentam o conforto do paciente, como também otimizam a eficiência dos procedimentos clínicos, reduzindo o tempo de recuperação e permitindo intervenções mais precisas. Assim, a anestesia em medicina dentária continua a evoluir, beneficiando tanto os profissionais de saúde como os pacientes, e permanecendo um campo vital de estudo e inovação (Borges, 2021).

Esta revisão de literatura propõe-se a explorar as inovações mais recentes no âmbito das novas tecnologias e abordagens farmacológicas aplicadas à anestesia em medicina dentária. A crescente demanda por métodos de anestesia mais eficazes e confortáveis motiva a investigação das novas técnicas abordadas na literatura. A compreensão mais profunda do atual estado da arte tem como objetivo fomentar pesquisa adicional que futuramente se irá traduzir em melhorias na prática clínica (Borges, 2021).



## II. DESENVOLVIMENTO

### A. PERSPETIVA CLÁSSICA DA ANESTESIA EM MEDICINA DENTÁRIA

#### 1. Contextualização Histórica

No século XIX, mais precisamente em 1844, os médicos dentistas Horace Wells e William T. G. Morton introduziram uma verdadeira revolução na medicina dentária ao trazerem para a prática clínica a anestesia, utilizando, respetivamente, óxido nitroso e éter etílico. Esta inovação não só mitigou a dor associada aos procedimentos clínicos, mas também transformou radicalmente a experiência dos pacientes durante tratamentos cirúrgicos (Borges, 2021; Weaver, 2019).

Dr. Morton desempenhou um papel crucial neste avanço ao realizar uma bem-sucedida demonstração pública do uso do éter como anestésico em 1846. Esta ação teve um impacto marcante na medicina dentária da época, alterando permanentemente a perspetiva dos pacientes em relação aos tratamentos dentários. Dr. Morton administrou o anestésico a um paciente do chefe de cirurgia do *Massachusetts General Hospital*, o Dr. John Collins Warren, uma figura proeminente na *Harvard Medical School* e um dos fundadores do *New England Journal of Medicine and Surgery* (Borges, 2021; Weaver, 2019).

A demonstração de Dr. Morton, que manteve o paciente adormecido durante a operação, contrastou vividamente com os procedimentos anteriores, onde os gritos dolorosos eram uma constante. O impacto desta descoberta foi tão significativo que o Dr. Warren, impressionado com a eficácia do éter em evitar a dor, assegurou-se de que tal inovação fosse divulgada e disponibilizada globalmente a outros médicos (Borges, 2021; Weaver, 2019).

Embora haja um reconhecimento histórico de Horace Wells como um dos pioneiros na descoberta da anestesia em 1844, a demonstração pública bem-sucedida de Dr. Morton, com a influência do Dr. Warren, foi particularmente relevante para a consolidação da anestesia na prática médica e dentária. As associações médicas dos Estados Unidos

reconheceram a contribuição de Dr. Wells, mas deram destaque especial à realização pioneira de Dr. Morton em 1846 (Borges, 2021; Weaver, 2019).

Ao longo dos anos, a anestesia tornou-se uma ferramenta indispensável na Medicina Dentária, proporcionando alívio da dor e permitindo procedimentos mais complexos e extensos. A evolução da anestesiologia continuou com a troca constante de conhecimentos entre médicos e médicos dentistas, consolidando a arte e a ciência da anestesia ao longo do século XIX e além. Assim, a anestesia, desde as suas origens há quase dois séculos, é uma peça fundamental no conforto e na segurança dos pacientes durante intervenções clínicas (Borges, 2021; Weaver, 2019).

## **2. Conceito de Anestesia em Medicina Dentária**

Em medicina dentária, o termo “anestesia” refere-se à utilização de técnicas anestésicas para gerir a dor durante procedimentos clínicos. Existem dois tipos principais: anestesia local e geral, bem como técnicas complementares como a sedação consciente (Borges, 2021).

A anestesia local é caracterizada pela perda de sensação numa área específica do corpo, resultante da redução da excitação nas terminações nervosas ou da inibição do processo de condução nos nervos periféricos. Uma característica relevante é a capacidade de induzir essa perda de sensação sem provocar a perda de consciência, diferenciando-se, assim, da anestesia geral. A anestesia local é a mais frequente na Medicina Dentária, sendo que existe uma ampla variedade de técnicas e fármacos disponíveis para sua aplicação (Borges, 2021).

A anestesia tópica em medicina dentária refere-se à aplicação de anestésicos locais diretamente na superfície da mucosa oral para reduzir a sensibilidade e o desconforto durante procedimentos clínicos, como injeções de anestesia local. Esses anestésicos tópicos são frequentemente utilizados para diminuir a dor da punção da agulha durante a administração de anestesia local, tornando a experiência do paciente mais confortável e menos dolorosa. Estudos demonstram que a anestesia tópica é eficaz na redução da sensação de dor e na melhoria da tolerância do paciente, sendo uma ferramenta importante

para garantir o bem-estar dos pacientes durante o tratamento dentário (Franz-Montan, 2006).

Os anestésicos gerais agem deprimindo o Sistema Nervoso Central (SNC) o suficiente para viabilizar a realização de cirurgias e procedimentos desconfortáveis. Contudo, devido aos seus índices terapêuticos baixos, a sua administração requer extrema precaução devido à sua janela terapêutica estreita que os faz atingir níveis tóxicos mais facilmente. A escolha dos fármacos e das vias de administração baseia-se nas propriedades farmacocinéticas e nos efeitos secundários específicos de cada medicamento. O profissional deve levar em consideração o contexto do procedimento proposto, as características individuais do paciente e as condições médicas associadas ao selecionar esses agentes anestésicos (Ingrande et al., 2023).

Estudos sugerem que a anestesia geral é frequentemente indicada para indivíduos muito jovens, pacientes com ansiedade extrema, limitações médicas ou incapacidades mentais e físicas, que podem não conseguir tolerar o tratamento dentário sob anestesia local ou sedação consciente (Chang et al., 2014; Ramazani, 2016; Sari et al., 2014).

A sedação consciente é definida como um estado de consciência minimamente reduzido, mantendo a capacidade do paciente de respirar de forma autônoma e contínua, assim como de responder adequadamente a estímulos físicos e comandos verbais. Essas condições são típicas da sedação pré-operatória e da administração controlada da mistura gasosa de óxido nitroso/oxigênio (Cavalcante et al., 2011).

Para alcançar uma sedação consciente ideal, é essencial que o agente sedativo seja eficaz, tenha uma dosagem que não afete os sinais vitais, permita uma recuperação rápida do paciente e apresente uma baixa incidência de efeitos adversos. Além disso, sempre que possível, a administração deve ocorrer de forma atraumática (Cavalcante et al., 2011).

Estudos demonstram que a sedação consciente é frequentemente utilizada em crianças, pacientes pouco cooperantes, com medo ou necessidades especiais, possibilitando a conclusão dos tratamentos dentários de forma mais tranquila e eficaz (Chouchene et al., 2020; Galeotti et al., 2016).

### 3. Abordagem química dos anestésicos locais

Os anestésicos locais são predominantemente compostos por um grupo lipofílico, como um anel aromático, ligado a uma cadeia intermediária por meio de um éster ou de uma amida, conectando-se a um grupo ionizável, como uma amina terciária (figura 1). Devido à maior propensão das ligações éster à hidrólise em comparação com as ligações amida, os ésteres geralmente apresentam uma duração de ação mais curta (Becker & Reed, 2012; Catterall & Mackie, 2023; Drasner, 2021).

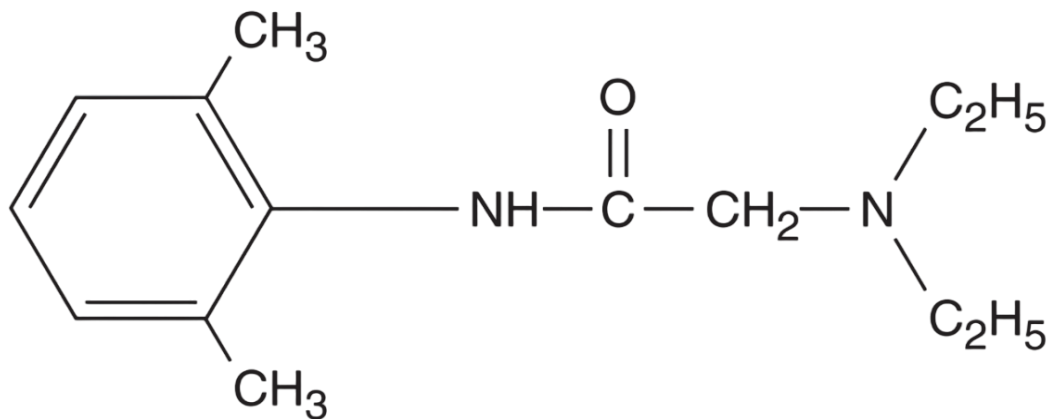


Figura 1 - Estrutura Química da Lidocaína. Adaptado de (Drasner, 2021)

Os anestésicos locais são considerados bases fracas e, na prática clínica, geralmente são disponibilizados na forma de sais para melhorar a solubilidade e estabilidade. No organismo, existem como base sem carga ou como catião. As proporções relativas dessas duas formas são determinadas pelo seu pKa e pelo pH dos líquidos corporais, conforme a equação de Henderson-Hasselbalch, expressa da seguinte forma: (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021)

$$\text{pKa} = \text{pH} - \log \left[ \frac{\text{base}}{\text{ácido conjugado}} \right]$$

Se as quantidades da base e do ácido conjugado forem idênticas, a segunda parte da equação à direita é removida, uma vez que o logaritmo de 1 é igual a 0, resultando na seguinte forma: (Drasner, 2021)

$pK_a = pH$  (quando concentração de base = concentração de ácido conjugado)

O  $pK_a$  pode ser considerado uma forma eficaz de avaliar a propensão dos compostos a existirem numa forma carregada ou não carregada, indicando que quanto menor for a  $pK_a$ , maior será a percentagem de bases fracas não carregadas em um determinado pH. Dado que a maioria dos anestésicos locais possui  $pK_a$  na faixa de 7,5 a 9, a forma carregada catiónica constitui a maior parte presente em pH fisiológico. Uma notável exceção é a benzocaína, que possui um  $pK_a$  de aproximadamente 3,5, resultando no fármaco existindo apenas como base não ionizada em condições fisiológicas normais (Catterall & Mackie, 2023; Drasner, 2021).

A acidez presente nos tecidos inflamados diminui consideravelmente o seu pH, situando-o bem abaixo de 7,4. Este fenómeno tem sido proposto como uma razão para as complicações enfrentadas ao tentar anestésiar tecidos inflamados ou infetados. (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021).

#### **4. Farmacologia dos anestésicos locais**

O principal mecanismo de ação dos anestésicos locais é a interrupção da atividade dos canais de sódio controlados por voltagem (figura 2). As células excitáveis dos axónios nervosos, assim como as membranas do músculo cardíaco e dos corpos celulares neuronais, mantêm um potencial transmembranar em repouso que varia de -90 a -60 mV. Durante o processo de excitação, os canais de sódio abrem-se, permitindo um rápido influxo de iões de sódio que despolariza eficazmente a membrana até atingir o potencial de equilíbrio do sódio (+40 mV) (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021; Malamed, 2019).

Esta despolarização resulta no encerramento dos canais de sódio devido à inativação, enquanto os canais de potássio simultaneamente se abrem. O fluxo de potássio para fora da célula promove a repolarização da membrana até atingir o potencial de equilíbrio do potássio, aproximadamente -95 mV. A repolarização leva os canais de sódio de volta ao estado de repouso, com um tempo de recuperação característico que determina o período refratário (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021; Malamed, 2019).

A manutenção dos gradientes iônicos através da membrana é realizada pela bomba de sódio-potássio (figura 2). Esses padrões iônicos são semelhantes aos observados no músculo cardíaco, embora mais simplificados, e os anestésicos locais provocam efeitos comparáveis em ambos os tipos de tecido (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021; Malamed, 2019).

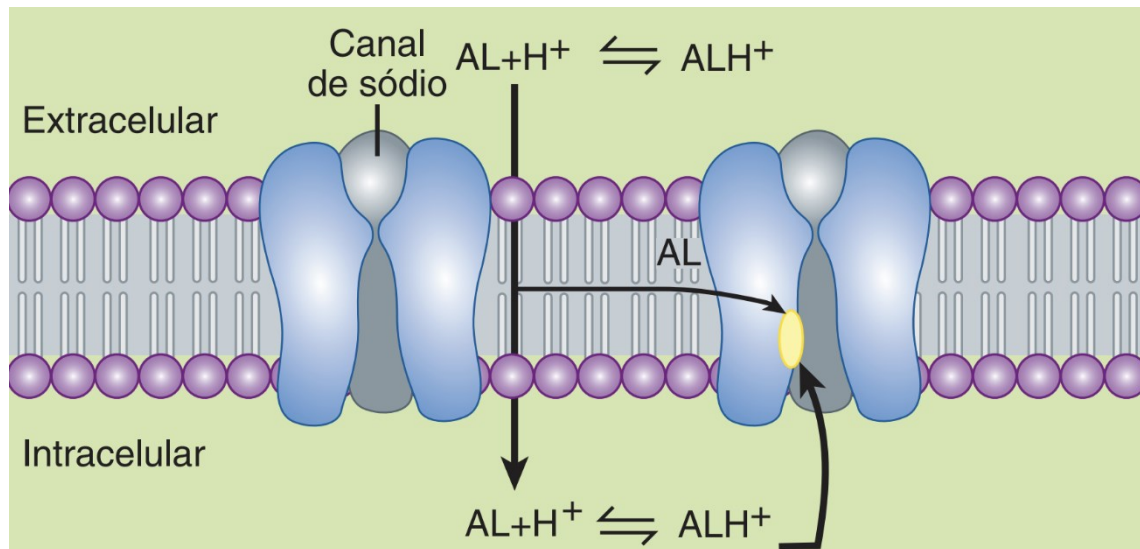


Figura 2 – Esquema representativo das vias de anestésico local até os seus recetores nos canais de sódio. Adaptado de (Drasner, 2021)

A absorção sistêmica de um anestésico local injetado a partir do seu local de administração é influenciada por vários fatores, incluindo a dose, o local da injeção, a afinidade do fármaco pelos tecidos, o fluxo sanguíneo local nos tecidos, o uso de um vasoconstritor (por exemplo, epinefrina) e as propriedades físico-químicas do próprio fármaco. Geralmente, os anestésicos mais lipossolúveis são mais potentes, têm uma duração de ação mais longa e demoram mais tempo a produzir os seus efeitos clínicos. A ligação extensiva a proteínas também contribui para prolongar a sua duração (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021).

Os níveis sanguíneos máximos atingidos durante a anestesia por bloqueio regional são minimamente afetados pela concentração do anestésico ou pela velocidade de injeção. A distribuição destes agentes (tabela 1) pode ser modelada eficazmente por um sistema de dois compartimentos. A fase alfa inicial reflete uma distribuição rápida no sangue e em órgãos bem perfundidos (por exemplo, cérebro, fígado, coração, rins), caracterizada por

uma queda exponencial acentuada na concentração. Esta fase é sucedida por uma fase beta de declínio mais lento, que reflete a distribuição do fármaco em tecidos com menor perfusão (por exemplo, músculos, intestino), apresentando uma taxa de declínio quase linear (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021).

Os anestésicos locais do tipo amida sofrem metabolização no fígado (tipo amida), resultando em metabólitos mais hidrossolúveis excretados na urina. Por outro lado, os anestésicos locais do tipo éster são rapidamente hidrolisados no sangue pela butirilcolinesterase circulante, originando metabólitos inativos (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021).

Tabela 1 – Propriedades farmacocinéticas de anestésicos locais (Drasner, 2021)

<b>Fármaco</b>	<b>t1/2 de Distribuição (min)</b>	<b>t1/2 de eliminação (h)</b>
Bupivacaína	28	3,5
Lidocaína	10	1,6
Mepivacaína	7	1,9
Prilocaina	5	1,5
Ropivacaína	23	4,2

## **5. Toxicidade, contraindicações e efeitos adversos**

Apesar dos anestésicos locais desempenharem um papel fundamental na prática clínica, para uma administração segura e eficaz desses medicamentos, é imprescindível compreender detalhadamente as suas potenciais toxicidades, alergias, efeitos adversos e contraindicações (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021).

As reações alérgicas aos anestésicos locais são extremamente raras, mas podem ocorrer em pacientes sensíveis a esses compostos. A maioria dos anestésicos locais pertence à classe das amidas, que apresentam menor potencial alergénico em comparação com os ésteres. No entanto, é crucial realizar uma avaliação cuidadosa da história clínica do paciente para identificar possíveis alergias conhecidas a esses medicamentos e estar

preparado para controlar emergências alérgicas, se necessário (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021).

A toxicidade dos anestésicos locais, quando ocorre, geralmente está associada à absorção sistêmica excessiva do fármaco, resultando em efeitos adversos no sistema nervoso central. Os efeitos adversos dos anestésicos locais podem variar de acordo com o tipo de fármaco e a sensibilidade individual do paciente. A lidocaína, por exemplo, pode causar sintomas de toxicidade neurológica como tonturas, confusão, convulsões e depressão respiratória, especialmente quando administrada em doses excessivas. Os sintomas comuns entre os diversos incluem sensações de formigamento, dormência, dor no local da injeção e reações locais como edema e eritema (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021).

Embora essas reações geralmente sejam leves e transitórias, é crucial monitorizar os pacientes durante e após a administração do anestésico local para detectar precocemente qualquer sinal de reação adversa grave. Estratégias para mitigar o risco de toxicidade incluem atenção rigorosa à dosagem apropriada, técnica de administração correta e monitorização contínua do paciente durante o procedimento (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021).

As contraindicações para o uso de anestésicos locais devem ser consideradas em pacientes com condições médicas preexistentes que possam aumentar o risco de complicações. Por exemplo, pacientes com patologias cardíacas graves podem ser mais suscetíveis a efeitos adversos cardiovasculares dos anestésicos locais, como arritmias cardíacas. Da mesma forma, pacientes com histórico de convulsões ou patologias neurológicas devem ser monitorizados de perto devido ao potencial de desencadear convulsões (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021).

A administração conjunta de depressores do sistema nervoso central (por exemplo, opioides, fármacos ansiolíticos, fenotiazinas, barbitúricos) com anestésicos locais tende a potenciar as ações depressoras do sistema nervoso central destes últimos. O uso simultâneo de anestésicos locais e fármacos que partilham uma via metabólica comum pode desencadear reações adversas. Tanto os anestésicos locais do tipo éster quanto o relaxante muscular despolarizante succinilcolina necessitam de pseudocolinesterase plasmática para a sua hidrólise. A utilização conjunta destes fármacos pode resultar numa

apneia prolongada. Por outro lado, fármacos que induzem a produção de enzimas microsossomais hepáticas (por exemplo, barbitúricos) podem modificar a velocidade de metabolização dos anestésicos locais do tipo amida. A indução aumentada destas enzimas hepáticas acelera o metabolismo dos anestésicos locais (Malamed, 2019).

Para garantir a segurança e eficácia na administração de anestésicos locais, é fundamental adotar práticas de injeção adequadas, como aspiração antes da injeção para verificar a posição da agulha e a ausência de injeção intravascular. A escolha adequada do vasoconstritor, quando indicado, também é crucial para minimizar a absorção sistêmica do anestésico local (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021).

Embora os anestésicos locais sejam ferramentas indispensáveis em medicina dentária, uma abordagem informada e cautelosa é essencial para garantir sua administração segura e eficaz. Uma compreensão abrangente dos aspetos farmacológicos, toxicológicos e clínicos desses fármacos é crucial para minimizar os riscos e maximizar os benefícios para o paciente (Becker & Reed, 2012; Drasner, 2021).

Na tabela 2 encontram-se as doses máximas, e respetiva equivalência em anestubos, das principais associações de anestésico local e vasoconstritor disponíveis no mercado (Carvalho et al., 2013).

Tabela 2 – Doses máximas recomendadas de anestésicos locais (Carvalho et al., 2013)

<b>Fármaco</b>	<b>Dose máxima (mg/kg)</b>	<b>Dose máxima total (mg)</b>	<b>Equivalência em anestubos</b>
Lidocaína 2% + epinefrina	7	500	13
Articaína 4% + epinefrina	6.6	500	6
Mepivacaína 3%	6.6	400	11

## **6. Fármacos mais usados em medicina dentária**

### **a) Lidocaína**

A lidocaína foi desenvolvida em 1943 e lançada no mercado em 1948 como o primeiro anestésico local da classe amida. A sua introdução na prática clínica revolucionou o campo, substituindo a procaína como a escolha principal para o controlo da dor. Em comparação com a procaína, a lidocaína apresenta um início de ação mais rápido (3 a 5 minutos versus 6 a 10 minutos), proporciona uma anestesia mais profunda, tem uma duração mais prolongada e é mais potente (Drasner, 2021; Malamed, 2019; Wang et al., 2021).

A incidência de alergia aos anestésicos locais do tipo amida é praticamente nula, e reações alérgicas verdadeiras, documentadas e reproduzíveis são extremamente raras. Essa é uma vantagem significativa da lidocaína (e de todas as amidas) sobre os anestésicos locais do tipo éster. Em poucos anos após a sua introdução, a lidocaína superou a procaína como o anestésico local mais utilizado na medicina, posição que ainda mantém na maioria dos países. A lidocaína é considerada o padrão, sendo o referencial para comparação de todos os novos anestésicos locais (Malamed, 2019; Oliveira Filho, 2020).

A lidocaína está disponível em diversas formulações: 2% com epinefrina 1:50.000, 2% com epinefrina 1:100.000 e 2% com epinefrina 1:200.000. Em alguns países encontra-se disponível lidocaína a 2% com epinefrina 1:80.000 e 1:300.000. A lidocaína a 2% sem epinefrina já não é utilizada na prática clínica da atualidade (Malamed, 2019; Oliveira Filho, 2020).

Em relação à duração e profundidade da anestesia para a maioria dos procedimentos em pacientes padrão, a preferência recai sobre a lidocaína a 2% com epinefrina 1:100.000 em detrimento da lidocaína a 2% com epinefrina 1:50.000. Ambas as formulações oferecem duração e profundidade iguais, porém a solução 1:100.000 contém apenas metade da quantidade de epinefrina presente na solução 1:50.000. Embora a quantidade de epinefrina na solução 1:50.000 seja insignificante para a maioria dos pacientes, aqueles classificados como ASA 3 e ASA 4, com histórico de distúrbios cardiovasculares, podem ser excessivamente sensíveis a essas concentrações. Além disso, pacientes idosos tendem

a ser mais sensíveis aos vasoconstritores. Nesses casos, é recomendado o uso de uma formulação de epinefrina mais diluída, como 1:100.000 ou 1:200.000 (Malamed, 2019; Oliveira Filho, 2020).

Para promover a hemostase em procedimentos nos quais a hemorragia é uma preocupação, a lidocaína a 2% com epinefrina 1:50.000 é preferida, pois reduz a hemorragia (especialmente durante cirurgias periodontais) em 50% em comparação com a diluição de epinefrina 1:100.000. Os vasoconstritores atuam diretamente no local da administração para diminuir a perfusão tecidual, e a solução 1:50.000 oferece uma excelente ação hemostática. Embora a diluição 1:100.000 também possa ser usada para promover a hemostase a sua eficácia é inferior. Ambas as diluições de epinefrina (1:50.000 e 1:100.000) podem levar a uma vasodilatação de *rebound* à medida que a concentração de epinefrina no tecido diminui. Por isso, é importante administrar volumes mínimos de solução para garantir uma excelente hemostasia durante procedimentos cirúrgicos em tecidos moles (Malamed, 2019).

Os sinais e sintomas de toxicidade da lidocaína podem incluir estimulação do sistema nervoso central, seguida por depressão do SNC. No entanto, em alguns casos, a fase de estimulação pode ser breve ou até mesmo inexistente. Embora tremores musculares e convulsões sejam sintomas comuns de níveis elevados de lidocaína no sangue, os primeiros sinais de overdose podem ser sonolência, que pode progredir para perda de consciência e paragem respiratória (Malamed, 2019; Oliveira Filho, 2020).

A lidocaína a 2% com epinefrina continua a ser a formulação de anestésico local mais amplamente utilizada na prática clínica em todo o mundo, com aproximadamente mil milhões de anestubos fabricados anualmente, em todas as formulações disponíveis (Malamed, 2019; Wang et al., 2021).

## **b) Articaína**

Aprovada para utilização nos Estados Unidos em abril de 2000 como anestésico para uso em medicina dentária, a articaína destaca-se entre os anestésicos do tipo amino-amida por possuir um anel tiofeno em vez de um anel de benzeno, além de um grupo éster adicional

sujeito a metabolismo por esterases plasmáticas. A modificação do anel visa aumentar a lipofilicidade, melhorando assim a penetração nos tecidos, enquanto a inclusão do éster resulta numa semi-vida plasmática mais curta, cerca de 20 minutos, conferindo-lhe um índice terapêutico mais favorável em relação à toxicidade sistémica. Essas características contribuíram para a ampla popularidade da articaína na anestesia dentária, onde geralmente é considerada mais eficaz e possivelmente mais segura do que a lidocaína, que era o padrão anterior (Drasner, 2021; Malamed, 2019; Snoeck, 2012; Wang et al., 2021).

A articaína está disponível na Europa desde 1976 e no Canadá desde 1983 em duas formulações diferentes, uma com 4% de concentração e epinefrina 1:100.000, e outra com epinefrina 1:200.000. Nos Estados Unidos, o cloridrato de articaína foi aprovado pela FDA em maio de 2000 para comercialização, com a mesma concentração de epinefrina (Malamed, 2019; Snoeck, 2012).

Desde sua introdução no mercado dos EUA, a articaína tem ganhado popularidade gradualmente e em 2018 foi o segundo anestésico local mais utilizado no país, representando cerca de 39,3% do mercado. Com uma participação de mercado constante em torno de 98%, a articaína estabeleceu-se como o agente anestésico dental local de primeira escolha na Alemanha (Halling et al., 2021; Malamed, 2019).

A articaína é conhecida pela sua capacidade de se difundir mais eficazmente através de tecidos moles e duros, o que pode proporcionar uma anestesia mais abrangente e menos desconfortável para os pacientes. No entanto, relatos de parestesia têm sido mais frequentes após o uso de articaína, especialmente após bloqueios do nervo alveolar inferior (Malamed, 2019; Snoeck, 2012).

Além disso, como outros anestésicos locais, a articaína pode causar meta-hemoglobinemia, uma condição em que a quantidade de meta-hemoglobina no sangue aumenta, levando a uma redução na quantidade de oxigénio disponível para os tecidos. Portanto, é recomendado precaução ao administrar articaína em pacientes com histórico de meta-hemoglobinemia ou em conjunto com agentes indutores dessa condição (Malamed, 2019).

A segurança do uso da articaína durante a gravidez não é totalmente compreendida, sendo classificada como um medicamento de classe C pela FDA. Recomenda-se cautela ao administrar o medicamento a mulheres lactantes, pois não se sabe se ele é excretado no leite materno. Além disso, a administração de articaína em crianças menores de 4 anos não é recomendada devido à falta de dados sobre sua segurança e eficácia nessa faixa etária (Malamed, 2019).

**c) Mepivacaína**

A mepivacaína recebeu aprovação da FDA em abril de 1960 e é comumente usada em procedimentos dentários que não exigem uma anestesia prolongada ou profunda da polpa. Geralmente é empregada em pacientes pediátricos, sendo frequentemente apropriada também para tratamento de pacientes idosos (Malamed, 2019; Oliveira Filho, 2020; Wang et al., 2021).

Quando combinada com um vasoconstritor, a mepivacaína proporciona uma anestesia com profundidade e duração semelhantes às soluções de lidocaína-epinefrina. A propriedade menos intensa de vasodilatação da mepivacaína resulta numa duração mais prolongada da anestesia pulpar em comparação com a maioria dos outros anestésicos locais quando administrada sem um vasoconstritor (Malamed, 2019; Oliveira Filho, 2020).

Normalmente, espera-se uma anestesia pulpar com duração de cerca de 60 minutos e uma anestesia de tecido mole com duração de 3 a 5 horas. Nos Estados Unidos, a mepivacaína está disponível em combinação com levonordefrina (1:20.000) e em outros lugares com epinefrina (1:100.000). Para obtenção de hemostase a epinefrina é preferida à levonordefrina (Drasner, 2021; Malamed, 2019).

É extremamente rara a incidência de alergia verdadeira, documentada e reprodutível à mepivacaína, que é um anestésico local do tipo amida (Malamed, 2019; Oliveira Filho, 2020).

Os sinais e sintomas de toxicidade da mepivacaína geralmente seguem o padrão mais típico de estimulação do sistema nervoso central seguida por depressão. Embora possível, a ausência de estimulação seguida por depressão imediata do sistema nervoso central (por exemplo, sonolência e inconsciência, como é mais comum com a lidocaína) é rara com a mepivacaína (Malamed, 2019; Oliveira Filho, 2020).

A mepivacaína é o terceiro anestésico local mais utilizado em Medicina Dentária, com aproximadamente 300 milhões de anestubos fabricados anualmente (Malamed, 2019).

## **7. Anestésicos tópicos**

A aplicação de anestésicos locais de forma tópica desempenha um papel fundamental na administração de anestesia local intraoral sem causar trauma. Enquanto os anestésicos tópicos convencionais não conseguem atravessar a pele intacta, eles são capazes de penetrar em áreas lesionadas, como em casos de queimaduras solares, e também em membranas mucosas (Malamed, 2019).

Em geral, a concentração de um anestésico local aplicado topicamente é maior do que a sua forma injetável, facilitando assim a sua absorção através da membrana mucosa. No entanto, essa maior concentração pode aumentar o risco de toxicidade, tanto localmente nos tecidos quanto sistemicamente, se houver uma absorção eficiente do fármaco. Como as formulações tópicas não contêm vasoconstritores e os anestésicos locais tendem a dilatar os vasos sanguíneos, algumas formulações tópicas podem ser rapidamente absorvidas pela corrente sanguínea, alcançando níveis sanguíneos semelhantes aos obtidos pela administração intravenosa direta (Malamed, 2019; Silva et al., 2019).

No entanto, muitos anestésicos locais injetáveis não são eficazes quando aplicados topicamente, pois as concentrações necessárias para produzir anestesia por essa via são elevadas, aumentando significativamente o risco de toxicidade local nos tecidos (Malamed, 2019).

Normalmente, os anestésicos tópicos são eficazes apenas nos tecidos superficiais, atingindo uma profundidade de cerca de 2 a 3 mm. Isso significa que os tecidos mais

profundos à área de aplicação podem não ser adequadamente anestesiados. No entanto, essa anestesia superficial possibilita uma penetração menos traumática da agulha na membrana mucosa (Malamed, 2019; Silva et al., 2019).

O creme *EMLA*® (*Eutectic Mixture of Local Anesthetics*) é um anestésico tópico usado frequentemente na prática clínica. O *EMLA*® é uma emulsão composta por 2,5% de lidocaína e 2,5% de prilocaína, onde a fase oleosa consiste numa mistura eutética desses dois compostos numa proporção de 1:1 em peso. Devido à sua eficácia na penetração da pele íntegra, é intuitivo pensar que o *EMLA*® também pode proporcionar anestesia tópica eficaz na cavidade oral. Embora o folheto informativo originalmente desaconselhasse o uso do *EMLA*® em membranas mucosas, estudos clínicos subsequentes mostraram resultados satisfatórios (C. R. Lee & Yang, 2019; Malamed, 2019).

Os anestésicos tópicos benzocaína e lidocaína são insolúveis em água, mas solúveis em álcool, propilenoglicol, polietilenoglicol e outros veículos apropriados para aplicação tópica. As formas de base desses anestésicos são absorvidas mais lentamente na corrente sanguínea, o que reduz o risco de overdose após a aplicação dentária (Malamed, 2019).

## **8. O Papel dos vasoconstritores**

A eficácia de um anestésico local está diretamente relacionada com o tempo de contacto com o nervo. Estratégias que mantenham o fármaco em proximidade ao nervo prolongam a duração da anestesia. Na prática clínica, é comum adicionar um vasoconstritor, geralmente a epinefrina, aos anestésicos locais (Catterall & Mackie, 2023; Malamed, 2019).

O vasoconstritor desempenha um papel duplo. Ao diminuir a taxa de absorção, permite a localização do anestésico no local desejado e assegura que a eliminação do fármaco acompanhe a sua entrada na circulação sistémica, reduzindo a toxicidade sistémica. Contudo, é importante notar que a epinefrina em doses elevadas pode dilatar os leitos vasculares do músculo esquelético através de ações nos recetores adrenérgicos  $\beta_2$ , podendo aumentar a toxicidade sistémica do anestésico depositado no tecido muscular (Catterall & Mackie, 2023; Malamed, 2019).

Alguns vasoconstritores podem ser absorvidos sistemicamente, ocasionalmente em quantidade suficiente para desencadear reações adversas. Além disso, pode ocorrer cicatrização retardada, edema ou necrose do tecido após a administração de anestesia local. Estes efeitos parecem relacionar-se, em parte, ao aumento do consumo de oxigénio pelo tecido provocado pelas aminas simpaticomiméticas e pela vasoconstrição provocada pelo vasoconstritor, resultando em hipóxia e lesão nos tecidos locais. Por essa razão, evita-se o uso de vasoconstritores em anestésias locais para áreas anatómicas com circulação colateral limitada, como por exemplo o palato duro (Catterall & Mackie, 2023; Malamed, 2019).

## 9. Armamentário



Figura 3 - Armamentário de anestesia local (de cima para baixo): agulha, anestubo, seringa.  
Adaptado de (Malamed, 2019)

### a) Seringa Carpule

A seringa metálica de carregamento pela culatra (figura 3), tipo cartucho, é a mais amplamente utilizada na medicina dentária. Tal designação sugere que o anestubo é inserido na seringa lateralmente, através do barril. A agulha é conectada ao barril da

seringa através de um adaptador. Ao ser introduzida no barril, a agulha perfura o diafragma do cartucho de anestésico local. Geralmente, estas seringas são feitas de latão cromado e aço inoxidável (Malamed, 2019).

A seringa aspirativa possui um mecanismo, frequentemente denominado arpão, fixado ao pistão, que é utilizado para penetrar na tampa de borracha de silicone, conhecida como bujão, na extremidade oposta do cartucho. Quando uma pressão negativa é aplicada no anel do polegar pelo operador, sangue pode entrar na agulha e ser visível no cartucho se a ponta da agulha estiver dentro de um vaso sanguíneo. Pressionando o anel do polegar, o anestésico local é injetado na agulha e nos tecidos onde a ponta da agulha está posicionada. O anel do polegar e os apoios dos dedos proporcionam ao operador um maior controle sobre a seringa. Alguns fabricantes oferecem seringas com anéis de polegar de tamanhos diferentes para melhor adequação às mãos dos profissionais (Malamed, 2019).

O anestubo é um recipiente de vidro que armazena o anestésico local, juntamente com outros componentes. Na maioria dos países, cada unidade contém cerca de 1,8 mL da solução anestésica. Em países como Reino Unido, Nova Zelândia e Austrália, as cápsulas pré-preenchidas contêm cerca de 2,2 mL da solução anestésica, enquanto países como França e Japão têm cápsulas de 1 mL (Malamed, 2019).

## **b) Agulha**

A agulha utilizada em procedimentos dentários (figura 3) é composta por uma peça única de metal tubular, que é revestida por um adaptador de seringa feito de plástico ou metal, e também pelo cubo da agulha. Todos os modelos de agulhas compartilham características semelhantes, incluindo o bisel, o veio, o cubo e a extremidade penetrante do cartucho (Malamed, 2019).

O bisel da agulha é a parte que define sua ponta ou extremidade. Existem vários tipos de biséis disponíveis em agulhas dentárias, como curto, médio, longo, multibisel e escalpelo. A sua função principal é fornecer uma superfície de corte que permita à agulha penetrar na mucosa com o mínimo de resistência possível, visando aumentar o conforto do paciente durante o procedimento (Malamed, 2019).

A agulha é projetada de forma a minimizar o trauma tecidual durante sua inserção. Nesse sentido, o *design* do bisel escarpelo (figura 4) é particularmente recomendado para procedimentos de infiltração e injeções no ligamento periodontal, uma vez que requer menos força para penetrar na mucosa (Malamed, 2019).



Figura 4 - Agulha dentária com bisel escarpelo. Adaptado de (Malamed, 2019)

A orientação do bisel durante a inserção da agulha pode ser facilitada por indicadores presentes no cubo da agulha, fornecidos por alguns fabricantes. Isso auxilia os profissionais de saúde a garantir uma inserção precisa da agulha durante o procedimento (Malamed, 2019).

O veio da agulha consiste em um tubo metálico contínuo que se estende desde a ponta da agulha até o cubo, passando pelo adaptador de seringa. A seleção adequada de agulhas para diferentes técnicas de injeção leva em consideração tanto o calibre quanto o comprimento da agulha, sendo o calibre referente ao diâmetro do lúmen da agulha (Malamed, 2019).

Existe uma tendência crescente para o uso de agulhas de menor diâmetro, com calibre mais alto, sob a premissa de que são menos traumáticas para os pacientes do que as agulhas de maior diâmetro. No entanto, essa suposição carece de fundamentação (Malamed, 2019).

As agulhas mais comumente utilizadas na prática clínica são as 30G curtas e as 27G longas. Apesar disto, a agulha 25G, seja longa ou curta, ainda é a preferida para injeções com alto risco de aspiração positiva. A agulha 27G pode ser empregada em outras técnicas de injeção, desde que a percentagem de aspiração seja baixa e a profundidade de penetração nos tecidos não seja significativa, devido à maior deflexão desta agulha mais fina. Por outro lado, a agulha 30G não possui uma recomendação específica para nenhuma

técnica de injeção, embora possa ser utilizada em casos de infiltração localizada (Malamed, 2019; Reed et al., 2012).

## **10. Principais técnicas convencionais de anestesia local**

Os anestésicos locais podem ser administrados de forma a não causar dor ou trauma. Cada uma das técnicas de anestesia local apresentadas pode ser realizada de maneira atraumática, inclusive a aplicação de anestésicos locais no palato, uma região altamente sensível na cavidade oral (Malamed, 2019).

É necessário que o médico dentista possua diversas habilidades e atitudes, sendo a empatia uma das mais importantes. Se este acreditar sinceramente que as injeções de anestésico local não precisam de ser dolorosas, é possível realizar pequenas alterações na técnica para tornar os procedimentos menos dolorosos para o paciente (Malamed, 2019).

Para auxiliar nesse objetivo, recomenda-se o uso de anestésicos tópicos, pois alguns estudos indicam que eles podem reduzir a dor tanto da inserção da agulha quanto da injeção. Apesar disso, a evidência relativamente ao uso de anestesia tópica não demonstra que clinicamente exista sempre o alívio da dor durante a inserção da agulha, sendo tal alívio mais evidente na maxila (Maia et al., 2022; Malamed, 2019).

Recomenda-se aplicar o anestésico tópico por pelo menos 1 minuto. Uma aplicação adequada do anestésico tópico, aliada a tecidos tensionados e a um apoio firme da mão, pode resultar em uma penetração inicial dos tecidos praticamente indolor na maioria dos casos (Malamed, 2019; Silva et al., 2019).

### **a) Anestesia na arcada superior**

A técnica de infiltração local é a mais vulgarmente usada na maxila, onde o anestésico é injetado no fundo do vestíbulo. A solução anestésica é injetada junto ao ápice do dente alvo para o tratamento. Isso resulta na anestesia dos ramos terminais dos nervos que se

estendem aos tecidos pulpare e moles situados distalmente ao local da injeção (Malamed, 2019).

Do ponto de vista técnico, a injeção comumente denominada na medicina dentária como infiltração local é na verdade um bloqueio de campo, uma vez que a solução anestésica é depositada no ápice ou acima dele do dente a ser tratado. Apesar de tecnicamente impreciso, o termo continua a ser utilizado para referenciar esta técnica (Malamed, 2019).

Esta técnica é usada preferencialmente para a anestesia de áreas mais pequenas e localizadas, que envolvam até dois ou três dentes. Para situações que envolvam mais dentes e numa área menos circunscrita, poderá optar-se pelas técnicas de bloqueio do nervo alveolar superior, maxilar ou nasopalatino (Malamed, 2019).

A anestesia dos dentes maxilares, embora por vezes desafiadora, é geralmente mais viável, graças à fina espessura da placa cortical óssea que reveste esses dentes, facilitando a difusão do anestésico local quando administrado por meio de injeção de infiltração local. Isto leva a que menos frequentemente se recorrem a técnicas suplementares como as injeções no ligamento periodontal, intrasseptais, intracrestais e intraósseas. Não obstante, estas técnicas podem tanto ser usadas na mandíbula como na maxila, se houver necessidade (Malamed, 2019).

## **b) Anestesia na arcada inferior**

Alcançar uma anestesia profunda e consistente na mandíbula tem sido uma tarefa desafiadora, especialmente em molares mandibulares e quando há envolvimento de dentes infetados (Malamed, 2019).

A taxa de insucesso consideravelmente mais alta para a anestesia mandibular é atribuída à espessura da placa cortical óssea na mandíbula adulta. Uma dificuldade adicional com a abordagem tradicional ao nervo alveolar inferior, ou seja, "bloqueio mandibular", ou bloqueio do nervo alveolar inferior (figura 5) é a falta de referências consistentes. Vários autores descreveram diversas abordagens para este nervo muitas vezes esquivo, e as taxas de insucesso relatadas são comumente elevadas. Estudos que utilizaram ultrassonografia

e radiografia para localizar precisamente o feixe neurovascular alveolar inferior ou o foramen mandibular, respectivamente, revelaram que a localização precisa da agulha não garantia o controlo eficaz da dor (Malamed, 2019).



Figura 5 - Bloqueio do nervo alveolar inferior. Adaptado de (Malamed, 2019)

A dificuldade em alcançar a anestesia mandibular levou ao desenvolvimento de técnicas alternativas ao bloqueio tradicional do nervo alveolar inferior. Estas incluem o bloqueio do nervo mandibular Gow-Gates, o bloqueio de Akinosi-Vazirani, anestesia intraligamentar, anestesia intraóssea, e, mais recentemente, o uso de anestésicos locais tamponados (C. R. Lee & Yang, 2019; Reed et al., 2012; (Santana Escobar, 2021).

Em circunstâncias ideais, o médico dentista deve estar familiarizado com cada uma destas técnicas, tornando-se proficiente em pelo menos uma delas e tendo um conhecimento prático das outras para ser capaz de as usar com uma boa expectativa de sucesso, caso a situação apropriada surja. Trabalhos recentes com infiltração mandibular em pacientes adultos com o anestésico local cloridrato de articaína têm demonstrado taxas significativas de sucesso, o que sugere que esta técnica pode ser uma alternativa viável à injeção de bloqueio do nervo (Freitas et al., 2021).

## **B. NOVAS TECNOLOGIAS E ABORDAGENS FARMACOLÓGICAS**

A anestesia em medicina dentária é um campo em constante evolução, com inovações tecnológicas e farmacológicas que visam melhorar a segurança, a eficácia e o conforto dos pacientes durante os procedimentos dentários. A introdução de novas tecnologias e abordagens farmacológicas tem sido essencial para enfrentar os desafios associados à anestesia tradicional, como a ansiedade, o desconforto e os efeitos adversos (Patel et al., 2023).

As novas tecnologias e abordagens farmacológicas em anestesia dentária estão a revolucionar a prática clínica, oferecendo soluções mais seguras, eficazes e confortáveis para os pacientes. A contínua pesquisa e desenvolvimento nessa área são essenciais para aprimorar ainda mais os cuidados dentários e garantir a melhor experiência possível para os pacientes (Patel et al., 2023).

### **1. Sistemas de administração anestésica local controlada por computador**

A anestesia controlada por computador (CCLAD, do inglês *Computer Controlled Local Anesthesia Device*) representa um avanço significativo na administração de anestésicos locais na medicina dentária, proporcionando uma experiência mais precisa e confortável para os pacientes. Este sistema utiliza tecnologia avançada para regular automaticamente o fluxo e a pressão do anestésico, resultando numa injeção mais suave e consistente (Attia et al., 2022; Kwak et al., 2016).

O princípio básico da CCLAD envolve um microprocessador que controla a taxa de fluxo do anestésico. Este microprocessador está integrado numa unidade de controlo que permite ao operador seleccionar diferentes modos de injeção, adaptando a administração de acordo com as necessidades específicas do procedimento e a sensibilidade do paciente. Por exemplo, podem ser seleccionados modos de injeção extremamente lenta para áreas sensíveis ou densas, ou modos mais rápidos para procedimentos que requerem uma anestesia rápida e eficaz (Attia et al., 2022; Kwak et al., 2016).

Outra característica técnica fundamental da CCLAD é o controlo preciso da pressão de injeção. Durante a administração do anestésico, o sistema ajusta automaticamente a pressão de acordo com a resistência do tecido. Isso é crucial para minimizar a dor associada à injeção, uma vez que variações na pressão podem causar desconforto significativo. Este controlo é conseguido através de sensores integrados que monitorizam continuamente a resistência do tecido e ajustam a pressão de forma dinâmica (Kwak et al., 2016).

Existe também a possibilidade de fornecer *feedback* em tempo real ao operador. O dispositivo fornece informações contínuas sobre a pressão e a quantidade de anestésico administrado, permitindo ajustes imediatos durante o procedimento. Este *feedback* contínuo é essencial para garantir a precisão da administração e a segurança do paciente. A capacidade de monitorização contínua ajuda a evitar a administração excessiva de anestésico, reduzindo o risco de efeitos adversos e toxicidade (Attia et al., 2022; Kwak et al., 2016).

Outro aspeto técnico importante é a possibilidade de redução da quantidade de anestésico necessário. Devido à precisão da administração, a CCLAD permite uma distribuição mais eficiente do anestésico, atingindo as terminações nervosas necessárias sem desperdício do fármaco. Isso não apenas melhora a eficácia da anestesia, mas também diminui a probabilidade de efeitos colaterais e toxicidade sistémica (Kwak et al., 2016).

Estes sistemas geralmente incluem uma caneta injetora leve e ergonómica, conectada à unidade de controlo. Esta caneta é projetada para ser fácil de manusear, proporcionando ao médico maior controlo sobre o processo de injeção. Além disso, a ergonomia da caneta ajuda a reduzir a fadiga do operador, permitindo um posicionamento mais preciso da agulha e uma administração mais controlada do anestésico (Kwak et al., 2016).

A tecnologia por trás da CCLAD também abrange a integração de protocolos específicos para diferentes procedimentos. Os dispositivos podem ser programados com várias configurações de fluxo e pressão, ajustáveis para diferentes tipos de injeções, como infiltrativas, bloqueios de nervos, injeções intraligamentares ou intraósseas. Esta flexibilidade permite uma adaptação precisa às necessidades clínicas, melhorando a eficiência e a eficácia dos procedimentos (Attia et al., 2022; Kwak et al., 2016).

Além dos benefícios técnicos, a CCLAD proporciona melhorias significativas na experiência do paciente. A percepção de uma injeção menos dolorosa e mais controlada pode reduzir a ansiedade e o medo associados a uma consulta no médico dentista, melhorando a aceitação e a cooperação do paciente (Kwak et al., 2016).

Diversos estudos recentes compararam a CCLAD com a anestesia local convencional, revelando detalhes importantes sobre suas vantagens e limitações. Estudos mostraram que a CCLAD pode ter um impacto positivo na duração da anestesia e na resposta dos pacientes, indicando que pode ser tão eficaz quanto a anestesia convencional em termos de controle da dor e satisfação do paciente (Flisfisch et al., 2021). Além disso, a CCLAD pode ser eficaz na redução da dor durante a administração de anestesia local, o que pode melhorar a experiência do paciente durante os procedimentos clínicos (Attia et al., 2022).

Um estudo realizado por Saoji et al. (2019) comparou a eficácia da CCLAD com métodos tradicionais. Num ensaio clínico aleatorizado com 90 participantes, a CCLAD demonstrou um início e recuperação mais rápidos da anestesia, com tempos médios de 4.83 minutos e 34.2 minutos, respetivamente. A seringa convencional, por outro lado, resultou em tempos médios de 11.0 minutos e 43.5 minutos, respetivamente. Isso traduz-se numa diferença estatisticamente significativa ( $p=0.001$ ). Além disso, os pacientes do grupo em que foi utilizada CCLAD relataram menor dor durante e após o procedimento, destacando o sistema como uma alternativa superior aos métodos convencionais de administração de anestésicos (Saoji et al., 2019).

Um estudo conduzido por Anil & Keskin (2024) avaliou a eficácia da CCLAD em comparação com injeções tradicionais em crianças, monitorando comportamento disruptivo, dor, ansiedade e parâmetros bioquímicos. O estudo revelou que o grupo CCLAD apresentou níveis significativamente menores de dor e ansiedade, conforme medido por escalas psicométricas e biomarcadores, como cortisol salivar (Anil & Keskin, 2024).

Uma revisão sistemática revelou que o uso da CCLAD reduz significativamente a dor e a ansiedade em pacientes pediátricos e adultos apreensivos durante procedimentos clínicos. Estudos mostraram que esses dispositivos melhoram o comportamento

cooperativo e diminuem a percepção de dor, especialmente em injeções de anestesia local IANB em crianças. Comparados às seringas tradicionais, a CCLAD proporciona maior aceitabilidade, menor dor e ausência de complicações, como mordidas nos lábios ou bochechas. No entanto, custos e ajustes operacionais ainda limitam sua adoção em clínicas (Altuhafy et al., 2024).

A anestesia controlada por computador combina avanços tecnológicos com práticas clínicas para proporcionar uma administração de anestésicos mais precisa, eficaz e confortável. O controle automatizado do fluxo e da pressão, o *feedback* em tempo real, a redução da quantidade de anestésico necessário e a melhora na experiência do paciente tornam a CCLAD uma inovação valiosa na medicina dentária (Attia et al., 2022; Kwak et al., 2016).

#### a) Soluções de CCLAD disponíveis no mercado atualmente



Figura 6 - Exemplos de sistemas de CCLAD. Da esquerda para a direita: *The Wand STA*®, *Comfort Control Syringe*™, *Quicksleeper*®, *Calaject*™. Adaptado de (Aps & Tom, 2015; Jung et al., 2017; Rønvig Dental, 2024)

- ***The Wand STA*® (Single Tooth Anesthesia)**

O *Wand STA*® (figura 6), desenvolvido pela *Milestone Scientific*, utiliza um microprocessador avançado para controlar a pressão e a taxa de fluxo do anestésico durante a injeção, com o objetivo de proporcionar uma experiência menos dolorosa para o paciente. Ao ajustar precisamente a taxa de fluxo do anestésico, o controle do microprocessador do *Wand STA*® assegura uma administração uniforme e controlada, com *feedback* visual e auditivo para o operador, permitindo monitorização em tempo real do processo e ajustes conforme necessário (Garret-Bernardin et al., 2017).

Um estudo de Garret-Bernardin et al. (2017) incluiu 67 crianças e adolescentes, de 7 a 15 anos, do Hospital Pediátrico *Bambino Gesù*, em Roma, Itália. Todos os pacientes necessitavam de anestesia local para tratamentos dentários em ambos os lados do arco dentário. Os participantes estavam em boa saúde geral, sem contraindicações ao uso de anestésico local. Três odontopediatras experientes, calibrados para a escala de Venham modificada, participaram do estudo. Esta escala de seis pontos avalia a colaboração do paciente, variando de 0 (relaxado) a 5 (incontrolável) (Garret-Bernardin et al., 2017).

As injeções foram realizadas pelo mesmo odontopediatra em duas consultas separadas: uma com o sistema computadorizado *Wand STA*® e outra com a seringa tradicional. A ordem de administração foi aleatória e os pacientes, com os olhos fechados e sem som audível do *Wand STA*®, não sabiam qual tipo de anestesia estava a ser usada. Nenhum paciente tinha recebido anestesia local previamente, para evitar influências de memórias anteriores (Garret-Bernardin et al., 2017).

Dos pacientes, 38 consideraram a injeção com a seringa tradicional mais dolorosa, enquanto 12 acharam o *Wand STA*® mais doloroso. Não houve diferença significativa de dor entre meninos e meninas. A média de dor medida pela escala visual analógica (VAS) foi de 1,24 para meninas e 1,26 para meninos com o *Wand STA*®, e 1,91 para meninas e 2,32 para meninos com a seringa tradicional. Houve uma redução média significativa de 1,09 pontos na VAS com o *Wand STA*® em comparação com a seringa tradicional ( $p = 0.0003$ ). A sequência de tratamento e o tipo de tratamento não tiveram efeito significativo (Garret-Bernardin et al., 2017).

- ***Quicksleeper*®**

O *Quicksleeper*® (figura 6) é um dispositivo de anestesia intraóssea amplamente utilizado em medicina dentária para procedimentos que requerem anestesia local, como extrações de terceiros molares inferiores. Este sistema distingue-se pelo seu método de administração controlada por computador, que permite uma injeção precisa e eficaz diretamente no osso, otimizando a eficácia anestésica e minimizando a dor durante a aplicação (Beneito-Brotons et al., 2012; Sovatdy et al., 2018).

As características técnicas do *Quicksleeper*® incluem uma agulha rotativa que penetra o osso de forma controlada e um sistema computadorizado que regula a pressão e a velocidade da injeção anestésica. Este controlo preciso garante uma distribuição uniforme do anestésico, resultando num bloqueio nervoso mais eficaz e rápido em comparação com as técnicas convencionais. Além disso, a utilização do *Quicksleeper*® pode reduzir significativamente a ansiedade e o desconforto dos pacientes, fatores críticos em contexto clínico (Aps, 2013; Özer et al., 2012).

Entre as vantagens do uso do *Quicksleeper*® estão a sua rapidez na obtenção da anestesia, a eficácia em áreas que tradicionalmente são difíceis de anestésias com métodos convencionais, como a região dos molares inferiores, e a diminuição do tempo de latência anestésica. Estudos mostram que a anestesia intraóssea com *Quicksleeper*® permite um início de ação mais rápido e previsível, o que pode ser particularmente útil em procedimentos cirúrgicos e de emergência. Além disso, a precisão do sistema reduz a necessidade de múltiplas injeções, minimizando o desconforto e aumentando a satisfação do paciente (Beneito-Brotons et al., 2012; Sovatdy et al., 2018).

No entanto, o *Quicksleeper*® também apresenta algumas desvantagens. Uma delas é o custo relativamente elevado do dispositivo e a necessidade de formação especializada para seu uso adequado, o que pode representar uma barreira para a sua adoção em procedimentos mais simples ou em áreas com recursos limitados. Além disso, embora a técnica intraóssea seja geralmente segura, existe um risco potencial de complicações, como a fratura do osso, especialmente se a técnica não for executada corretamente (Aps, 2013; Özer et al., 2012).

Um estudo prospetivo cego foi realizado entre março de 2007 e maio de 2008, envolvendo 30 pacientes, cada um submetido a duas técnicas anestésicas: convencional e intraóssea com o sistema *Quicksleeper*®. Utilizando um *design* boca dividida, cada paciente recebeu tratamento num dente com uma técnica e no dente homólogo contralateral com a outra técnica, com um intervalo de 7 dias entre os procedimentos. A anestesia foi sempre administrada pelo mesmo profissional (Beneito-Brotons et al., 2012).

Os resultados mostraram que a anestesia intraóssea causou desconforto em 46,3% dos pacientes, enquanto a técnica convencional causou desconforto em 32,1%, sem diferença

estatisticamente significativa. A latência foi significativamente menor com a técnica intraóssea ( $0,48 \pm 0,32$  minutos) comparada à técnica convencional ( $7,1 \pm 2,23$  minutos). A maioria dos pacientes (69,7%) preferiu a anestesia intraóssea. As diferenças nas preferências foram estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) (Beneito-Brotons et al., 2012).

- ***Comfort Control Syringe™***

O *Comfort Control Syringe™* (CCS) (figura 6) é um dispositivo utilizado na administração de anestesia local em medicina dentária. Uma das principais vantagens do CCS é a redução significativa da dor associada à injeção anestésica. Estudos demonstram que o uso do CCS pode diminuir a ansiedade e o desconforto do paciente, especialmente em populações sensíveis como crianças e pessoas com fobia de agulhas. Langthasa et al. (2012) conduziram um estudo comparativo envolvendo crianças e observaram que o uso do CCS resultou em uma percepção de dor significativamente menor durante os procedimentos clínicos, em comparação com a técnica convencional de injeção. Este achado é crucial para a odontopediatria, onde o controle da dor e do medo é fundamental para o sucesso do tratamento (Langthasa et al., 2012).

Outra vantagem importante do CCS é a precisão na administração do anestésico, o que resulta numa eficácia anestésica superior e menor necessidade de injeções adicionais. A administração controlada por computador permite um início de ação anestésica mais previsível e eficaz, melhorando a eficiência do procedimento médico-dentário e a satisfação do paciente. A capacidade de ajustar a taxa de injeção e a pressão torna o CCS uma ferramenta versátil, adequada para uma ampla gama de procedimentos clínicos, desde restaurações simples até extrações complexas (Saxena et al., 2013; Sharma, 2012).

No entanto, o CCS também apresenta algumas desvantagens. O custo inicial elevado do dispositivo pode ser uma barreira para sua adoção em algumas práticas clínicas, especialmente em consultórios com recursos financeiros limitados. Além disso, o uso eficaz do CCS requer formação especializada, o que pode representar um desafio adicional para os profissionais. A necessidade de manutenção regular do dispositivo para garantir seu funcionamento adequado também pode adicionar custos operacionais a longo prazo (Saxena et al., 2013).

Langthasa et al. (2012) conduziram um estudo comparativo para avaliar a percepção da dor em pacientes pediátricos ao utilizarem a CCS e a técnica de injeção convencional durante procedimentos clínicos dentários. Cinquenta crianças (31 rapazes e 19 raparigas) com idades entre 6 e 14 anos, que necessitavam de anestesia local em ambos os lados do arco dentário para diferentes procedimentos, foram selecionadas para este estudo. Numa consulta utilizou-se CCS numa hemi-arcada, e, no dia seguinte, a técnica de injeção convencional foi aplicada na hemi-arcada contralateral (Langthasa et al., 2012).

Para avaliar a percepção de dor das crianças imediatamente após a injeção, foram utilizadas a escala visual analógica (VAS) e a escala de avaliação de dor facial (FRS). Diversos parâmetros fisiológicos (como a frequência cardíaca e a tensão arterial) foram medidos antes, durante e após os dois procedimentos de injeção e comparados para verificar variações estatísticas (Langthasa et al., 2012).

O teste t pareado indicou uma diferença estatisticamente significativa na percepção de dor das crianças, entre a técnica computadorizada e a técnica convencional. No entanto, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa ao comparar os parâmetros fisiológicos em vários intervalos entre as duas técnicas (Langthasa et al., 2012).

- ***Calaject™***

O *Calaject™* (figura 6) é um dispositivo de anestesia controlada por computador utilizado para administrar anestésicos locais em procedimentos dentários (Romero-Galvez et al., 2016).

Entre as vantagens do *Calaject™*, destaca-se a redução significativa da dor percebida pelos pacientes durante a administração do anestésico. Outra vantagem é a precisão na dosagem do anestésico, o que pode resultar em menor necessidade de readministrações e, consequentemente, em menor risco de complicações associadas ao excesso de anestésico. A ergonomia do dispositivo também contribui para uma aplicação mais eficiente e menos cansativa para o dentista (Attia et al., 2022; Romero-Galvez et al., 2016).

No entanto, o *Calaject*<sup>TM</sup> também apresenta algumas desvantagens. O custo inicial de aquisição e manutenção do dispositivo pode ser elevado, o que pode representar um obstáculo para pequenos consultórios. Além disso, a necessidade de formação específica para o uso correto do dispositivo pode ser vista como uma barreira inicial para a sua adoção. Alguns profissionais podem também hesitar em mudar para um novo sistema devido à familiaridade e confiança nos métodos tradicionais de anestesia (Romero-Galvez et al., 2016).

Diversos estudos têm validado a eficácia do *Calaject*<sup>TM</sup> em comparação às técnicas convencionais de anestesia. Um estudo conduzido por Romero-Galvez et al. (2016) investigou a dor sentida por pacientes durante injeções de anestesia local no palato, comparando o uso de uma seringa tradicional e o sistema *Calaject*<sup>TM</sup> (Romero-Galvez et al., 2016).

Romero-Galvez et al. (2016) realizaram um ensaio clínico randomizado, controlado e cego com vinte e cinco voluntários no Hospital Odontológico da Universidade de Barcelona. Cada participante recebeu duas injeções de 0,3 mL de mepivacaína a 3%, uma com a seringa tradicional e outra com o sistema *Calaject*<sup>TM</sup> na mesma sessão. A intensidade da dor foi avaliada após cada injeção utilizando uma escala visual analógica de 100 mm (VAS). A dor média registada foi de 44,8 mm com a seringa tradicional e 28,8 mm com o sistema *Calaject*<sup>TM</sup>, uma diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,001$ ). Dor moderada ou severa foi relatada mais frequentemente no lado controlo (68%) em comparação ao lado experimental (28%). Concluiu-se que o sistema *Calaject*<sup>TM</sup> reduz significativamente a dor em comparação com a seringa tradicional ao administrar anestesia local no palato (Romero-Galvez et al., 2016).

## **2. Sistemas Vibrotáteis**

Os sistemas vibrotáteis de anestesia local em medicina dentária representam uma abordagem inovadora fundamentada em princípios neurofisiológicos para mitigar a dor durante procedimentos clínicos. Uma das teorias centrais que sustentam a eficácia desses sistemas é a "*Gate Control Theory*". Proposta por Melzack e Wall em 1965, esta teoria postula que a dor é modulada por um mecanismo de controle localizado no sistema

nervoso central. Especificamente, sugere-se que a transmissão dos sinais de dor ao cérebro pode ser regulada por neurónios sensoriais de grande diâmetro, os quais, quando estimulados por estímulos não dolorosos, como vibrações, têm a capacidade de atenuar transmissão desses sinais dolorosos. Isso resulta na redução da percepção da dor durante a administração da anestesia local se for aplicada vibração no local de injeção (Erdogan et al., 2018).

Além disso, a aplicação de vibração no local da injeção anestésica também desencadeia uma resposta de "distração sensorial". Esta resposta é baseada na competição entre os estímulos vibratórios e os sinais de dor, levando à diminuição da percepção da dor devido à sobrecarga sensorial induzida pelas vibrações. Assim, os recetores sensoriais são temporariamente saturados com estímulos vibratórios, reduzindo a transmissão dos sinais de dor ao sistema nervoso central e, conseqüentemente, diminuindo a sensação dolorosa durante o procedimento (Erdogan et al., 2018).

Outro mecanismo proposto para explicar a eficácia dos sistemas vibrotáteis de anestesia local envolve a ativação do sistema de modulação descendente da dor. Este sistema é responsável pela libertação de neurotransmissores inibitórios, tais como as endorfinas, em resposta à estimulação vibratória. As endorfinas têm propriedades analgésicas naturais e são capazes de modular a percepção da dor ao nível do sistema nervoso central, contribuindo assim para a redução da sensação dolorosa associada à injeção anestésica (Erdogan et al., 2018).

Uma revisão sistemática e meta-análise demonstrou que o uso de vibração intraoral é eficaz na redução da dor percebida por crianças durante a administração de anestesia local em medicina dentária. A maioria dos estudos relatou menores pontuações de dor quando a vibração foi utilizada, com uma diferença significativa na percepção de dor (diferença média padronizada de -0,99). No entanto, não houve diferença significativa nas reações observadas de dor entre os grupos de vibração e controlo. A qualidade da evidência foi considerada baixa, devido ao alto risco de viés nos estudos incluídos (Tirupathi & Rajasekhar, 2020).

a) **Sistemas vibrotáteis disponíveis no mercado**



Figura 7 - Exemplos de sistemas vibrotáteis. Da esquerda para a direita: *Vibraject*®, *Accupal*™, *DentalVibe*®. Adaptado de (Nasehi et al., 2015; Salgotra et al., 2014)

• ***DentalVibe*®**

O *DentalVibe*® (figura 7) possui características técnicas específicas que o tornam uma ferramenta valiosa para os médicos dentistas. Segundo Jung et al. (2017), o *DentalVibe*® utiliza vibrações de alta frequência para estimular os mecanorreceptores na área de injeção, interferindo nos sinais de dor transmitidos ao cérebro, de acordo com a “*Gate Control Theory*” (Jung et al., 2017).

Uma das principais vantagens do *DentalVibe*® é a sua capacidade de melhorar significativamente a experiência do paciente durante a administração de anestesia local. Estudos relataram que pacientes submetidos à anestesia com o uso do *DentalVibe*® experimentaram menos dor e desconforto em comparação com aqueles que receberam anestesia por métodos convencionais. Contudo, o *DentalVibe*® também apresenta algumas limitações. Uma desvantagem potencial é o custo associado à aquisição e manutenção do dispositivo, o que pode representar um investimento significativo para clínicas dentárias. Além disso, é importante ressaltar que a eficácia do *DentalVibe*® pode variar dependendo da sensibilidade individual do paciente à dor e da habilidade do profissional em administrar a anestesia (Davoudi et al., 2016; Ghorbanzadeh et al., 2019; Nasehi et al., 2015).

Um ensaio clínico randomizado com 60 pacientes foi realizado, onde 30 pacientes receberam anestesia infiltrativa na maxila anterior e 30 receberam bloqueio do nervo alveolar inferior. O *DentalVibe*® foi usado aleatoriamente em uma das duas sessões de

tratamento. Os resultados demonstraram que o uso do *DentalVibe*® reduziu significativamente a dor durante a inserção da agulha e a injeção anestésica nos grupos de infiltração maxilar e IANB mandibular ( $p < 0.0001$ ). Na escala VAS de 100mm utilizada, a medição de dor para o método convencional no bloqueio do nervo alveolar inferior foi de 35.1mm na inserção da agulha, enquanto que para o *DentalVibe*® foi de 14.1mm (Ghorbanzadeh et al., 2019).

No entanto, mais pesquisas são necessárias para fornecer evidências conclusivas sobre a superioridade do *DentalVibe*® em relação às técnicas anestésicas convencionais em diferentes contextos clínicos (Ghorbanzadeh et al., 2019).

- ***Vibraject*®**

O *Vibraject*® (figura 7) é um dispositivo que utiliza vibração de alta frequência para reduzir a sensação de dor durante a administração de anestesia local. Ele é acoplado à seringa convencional e gera vibrações que interferem nos receptores de dor, diminuindo assim a percepção da injeção. Esta técnica tem sido considerada promissora devido à sua simplicidade de uso e potencial para melhorar a experiência do paciente durante o procedimento clínico (Jung et al., 2017).

Uma das principais vantagens do *Vibraject*® é sua capacidade de reduzir o desconforto associado à injeção de anestesia local. Estudos demonstraram que a aplicação de vibração durante a administração de anestésicos pode resultar numa diminuição significativa na dor percebida pelos pacientes em comparação com a técnica convencional de injeção, mas são necessários mais estudos para comprovar a sua eficácia (Davoudi et al., 2016; Sriram, 2014).

No entanto, algumas desvantagens também foram observadas com o uso do *Vibraject*®. Um aspecto prático importante a considerar é a possível interferência da vibração na precisão da administração do anestésico. Além disso, alguns pacientes podem não tolerar bem a sensação de vibração, o que poderia resultar em desconforto adicional. O custo do equipamento pode também ser um fator que desmotiva a aquisição do aparelho por clínicas dentárias (Mittal et al., 2023).

Um estudo comparou a dor associada a injeções de anestesia local em crianças utilizando uma seringa convencional e o dispositivo *Vibraject*®. Este estudo incluiu 75 crianças com idades entre 6 e 10 anos. Os resultados mostraram que o uso da seringa assistida por *Vibraject*® reduziu significativamente a dor em comparação com a seringa convencional. Os valores médios do VAS com a seringa convencional foram 5.12 no grupo I (Infiltração bucal superior), 5.84 no grupo II (infiltração palatina posterior) e 4.72 no grupo III (Bloqueio do nervo alveolar inferior), enquanto com a seringa *Vibraject*® foram 3.64, 5.04 e 3.72, respetivamente. A diferença foi estatisticamente significativa em todos os grupos ( $p < 0.05$ ), com menor dor associada ao uso do *Vibraject*® (Albouni et al., 2022).

- ***Accupal*™**

O *Accupal*™ (figura 7) é um sistema utiliza um dispositivo barovibrotáctil que combina pressão e vibração para administrar anestesia de maneira mais confortável e menos dolorosa para os pacientes. A tecnologia subjacente ao *Accupal*™ envolve a aplicação de estímulos mecânicos na área de injeção, que desvia a atenção do paciente da dor associada à penetração da agulha e à injeção do anestésico. Tecnicamente, o *Accupal*™ funciona ao aplicar uma pressão constante e uma vibração oscilatória na região a ser anestesiada. Esse dispositivo tem sido particularmente útil em anestésias palatinas, conhecidas por serem mais dolorosas (Gangawane et al., 2022; Pahade et al., 2023).

Um estudo avaliou a eficácia do dispositivo *Accupal*™ em reduzir a dor durante injeções palatinas em 50 pacientes. Utilizando um desenho clínico randomizado e cruzado, o estudo comparou a dor percebida entre injeções tradicionais e aquelas realizadas com o *Accupal*™. Os resultados mostraram uma diferença significativa na percepção de dor, com a mediana do VAS sendo 1,96 para *Accupal*™ e 6,08 para a técnica convencional ( $p < 0,01$ ). Não houve diferença significativa nos níveis de ansiedade medidos pelos parâmetros fisiológicos (Gangawane et al., 2022).

As vantagens do *Accupal*™ são diversas. Primeiramente, ele proporciona uma experiência menos dolorosa para os pacientes, o que pode reduzir a ansiedade associada aos procedimentos clínicos. Além disso, a aplicação de pressão e vibração simultâneas pode facilitar uma distribuição mais uniforme do anestésico, potencialmente melhorando a eficácia da anestesia (Gangawane et al., 2022).

A sua principal limitação é o custo associado ao dispositivo, que pode ser mais elevado do que as seringas convencionais, representando um investimento significativo para clínicas dentárias. Além disso, a necessidade de formação específica para o uso adequado do dispositivo pode representar uma barreira para a sua adoção ampla. Outro ponto a considerar é a potencial variação na resposta dos pacientes ao estímulo vibratório, que pode ser fonte de um desconforto adicional (Gangawane et al., 2022; Pahade et al., 2023).

### **3. Anestesia intraóssea**

A anestesia intraóssea (AI) é uma técnica avançada utilizada em medicina dentária que permite a injeção direta do anestésico na estrutura óssea esponjosa adjacente ao dente a ser tratado. Esta abordagem oferece um efeito anestésico rápido e localizado, minimizando a anestesia dos tecidos moles circundantes. Ao direcionar o anestésico diretamente na área desejada, a AI proporciona uma anestesia eficaz e reduzida em termos de tempo de latência, o que a torna particularmente útil em procedimentos médico-dentários complexos (Peñarrocha-Oltra et al., 2012).

Uma das principais vantagens da AI é a possibilidade de realizar anestesia mandibular bilateral sem causar anestesia dos lábios e da língua, o que não é alcançável com as técnicas convencionais. Além disso, a AI requer um menor volume de solução anestésica, o que pode diminuir o risco de toxicidade e outras complicações associadas ao uso de grandes quantidades de anestésico (Aps, 2013; Peñarrocha-Oltra et al., 2012).

No entanto, a AI não está isenta de complicações. Uma delas é a dor no local da injeção, que pode ser mais intensa do que com a anestesia convencional. Outro ponto a ser considerado é o aumento da frequência cardíaca devido à presença de vasoconstritores como a adrenalina na solução anestésica, embora este aumento seja geralmente mais pronunciado com a anestesia convencional. Ainda assim, a AI oferece uma série de benefícios, especialmente em pacientes onde a anestesia convencional pode falhar devido à complexidade anatômica ou presença de infecções (Peñarrocha-Oltra et al., 2012).

A AI também minimiza os efeitos colaterais nos tecidos moles, reduzindo o risco de complicações como mordedura acidental de lábios e língua após o procedimento. Isso traduz-se em maior conforto para o paciente durante o período pós-operatório e uma recuperação mais favorável (Beneito-Brotons et al., 2012).

a) **Sistemas de anestesia intraóssea disponíveis no mercado**

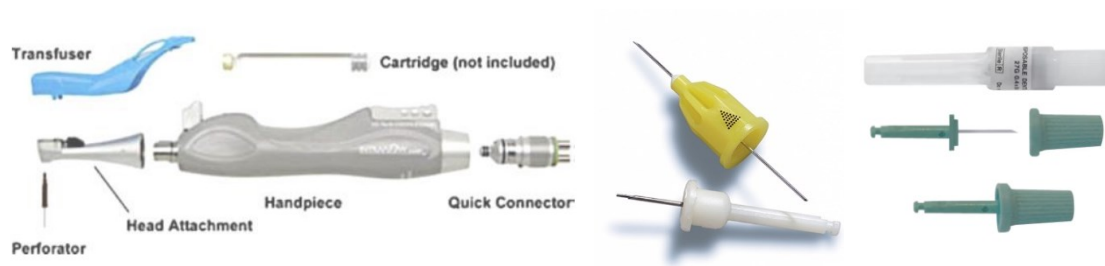


Figura 8 - Exemplos de sistemas de anestesia intraóssea. Da esquerda para a direita: *IntraFlow*®, *X-Tip*™, *Stabident*®. Adaptado de (Aps & Tom, 2015; Fairfax Dental, 2024)

- ***IntraFlow*®**

O sistema *IntraFlow*® (figura 8) de anestesia intraóssea é uma técnica utilizada em medicina dentária, especialmente em procedimentos endodônticos. Este sistema permite a perfuração do osso cortical adjacente ao dente a ser operado e a injeção do anestésico diretamente no osso esponjoso, proporcionando uma difusão rápida e uma anestesia quase imediata. Comparado a outras técnicas, o *IntraFlow*® é mais simples e rápido, consistindo de uma única etapa de perfuração e injeção, ao contrário de sistemas convencionais que requerem múltiplos passos (Remmers et al., 2008).

Um estudo comparou a eficácia do *IntraFlow*® com o bloqueio do nervo alveolar inferior na anestesia de dentes posteriores mandibulares com pulpite irreversível. O estudo incluiu 30 pacientes divididos aleatoriamente entre os dois grupos de anestesia. A eficácia da anestesia foi avaliada através de testes elétricos de pulpa a cada quatro minutos durante 20 minutos. O *IntraFlow*® conseguiu anestesia eficaz em 87% dos casos, enquanto o bloqueio do nervo alveolar inferior foi eficaz em 60%. Embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa, o *IntraFlow*® demonstrou um início de anestesia mais

rápido, em média 4,6 minutos contra 8,5 minutos do bloqueio do nervo alveolar inferior. (Remmers et al., 2008).

Os resultados preliminares deste estudo indicam que o sistema *IntraFlow*® pode ser utilizado como método primário de anestesia em dentes com pulpite irreversível, proporcionando uma anestesia previsível e rápida. No entanto, os autores sugerem que mais estudos são necessários para confirmar a significância estatística e validar a eficácia do *IntraFlow*® em comparação com técnicas anestésicas convencionais (Remmers et al., 2008).

- ***Stabident*®**

O sistema *Stabident*® (figura 8) de anestesia intraóssea é uma técnica utilizada na medicina dentária para melhorar a eficácia da anestesia local, especialmente em casos onde métodos convencionais falham, como em pacientes com pulpite irreversível. O *Stabident*® consiste em um perfurador acionado por uma peça de mão de baixa velocidade e uma agulha ultra curta de calibre 27G que injeta a solução anestésica diretamente no osso esponjoso ao redor do dente a ser anestesiado. Essa técnica permite uma anestesia mais profunda e eficaz, contornando problemas como inflamação e infecção que diminuem o pH dos tecidos, reduzindo a eficácia da anestesia (Gallatin et al., 2003; Idris et al., 2014).

Num estudo clínico prospectivo, randomizado e cego, realizado com 41 pacientes adultos, o sistema *Stabident*® foi avaliado quanto à sua eficácia e conforto, comparado com o sistema *X-Tip*™. Os resultados mostraram que o *Stabident*® proporcionou alívio imediato da dor em 87,8% dos casos. Durante a inserção da agulha, 80% dos pacientes classificaram a dor como leve, enquanto 20% relataram dor moderada, sem relatos de dor severa. Em relação à dor pós-operatória, 90% dos pacientes relataram níveis baixos de dor, 7% experimentaram dor moderada, e nenhum paciente relatou dor severa (Gallatin et al., 2003).

Em termos de dor pós-operatória, a incidência foi baixa, com poucos relatos de dor moderada e nenhum caso de dor severa. A anestesia proporcionada pelo *Stabident*® teve início imediato, permitindo que o tratamento endodôntico começasse sem atraso. A

técnica de injeção intraóssea com o *Stabident*® demonstrou ser uma opção valiosa para alcançar uma anestesia eficaz, mesmo em situações desafiadoras, proporcionando um tratamento mais confortável para os pacientes (Gallatin et al., 2003).

- ***X-Tip*™**

O sistema *X-Tip*™ (figura 8) de anestesia intraóssea é uma técnica utilizada na medicina dentária, especialmente útil em casos de falha da anestesia convencional, como o bloqueio do nervo alveolar inferior. O *X-Tip*™ consiste de uma broca especial e uma manga-guia que, após perfurar a placa cortical do osso, permite a injeção de anestésico diretamente no osso esponjoso adjacente ao dente a ser anestesiado. Isso resulta em uma administração mais precisa e eficaz do anestésico. O perfurador do *X-Tip*™ tem um diâmetro de aproximadamente 0,63 mm, correspondente à agulha 27G, facilitando a penetração no osso cortical (Idris et al., 2014).

Num estudo clínico foram selecionados 60 pacientes adultos que necessitavam de tratamento endodôntico em um molar mandibular. Os pacientes receberam inicialmente o bloqueio do nervo alveolar inferior com articaína a 4% e epinefrina 1:100,000. Dos 60 pacientes, 24 continuaram a sentir dor após a administração do bloqueio do nervo. Esses pacientes receberam então a injeção intraóssea utilizando o sistema *X-Tip*™. O estudo concluiu que o *X-Tip*™ foi eficaz em 87,5% dos casos, proporcionando anestesia pulpar como adjuvante da técnica convencional (Idris et al., 2014).

Outro estudo comparativo avaliou a dor durante a injeção e a dor pós-operatória do sistema *X-Tip*™ em relação ao sistema *Stabident*®. O estudo envolveu 41 sujeitos que receberam injeções intraósseas em diferentes locais do primeiro molar mandibular. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa na dor de infiltração, perfuração, inserção da agulha, deposição de solução, remoção da manga-guia e dor pós-operatória entre os dois sistemas. No entanto, foi observado que mais homens experimentaram dor pós-operatória com o sistema *X-Tip*™ nos dias seguintes à intervenção (Gallatin et al., 2003).

Estes estudos validam a eficácia do sistema *X-Tip*™ como uma técnica suplementar de anestesia intraóssea, especialmente em situações onde as técnicas convencionais falham,

oferecendo uma alternativa viável e eficiente para a anestesia em pacientes com pulpites irreversíveis e outros casos desafiadores em medicina dentária (Idris et al., 2014; Gallatin et al., 2003).

#### **4. Sistemas de anestesia sem agulha**

A utilização de agulhas para a administração de anestesia local é uma prática comum e necessária em medicina dentária. No entanto, a agulha representa um dos principais obstáculos no contexto da ansiedade e dor sentida pelos pacientes durante as consultas. A fobia de agulhas, conhecida como belonefobia, é uma condição amplamente documentada que pode provocar reações adversas significativas no paciente, que em último caso levam à evitação das consultas no médico dentista. Este medo pode comprometer a qualidade do atendimento, levando à deterioração da saúde oral dos pacientes que evitam visitas ao dentista devido à antecipação da dor associada à injeção de anestésicos (Oba et al., 2020).

Neste contexto, a inovação e o desenvolvimento de métodos de anestesia sem agulha emergem como soluções promissoras para mitigar esses desafios. Entre esses métodos, destacam-se a anestesia tópica, que utiliza géis, sprays ou cremes aplicados diretamente na mucosa oral, e os sistemas de anestesia por jato (*jet injection*), que entregam o anestésico sob alta pressão sem a necessidade de perfuração da mucosa. Outros avanços incluem a iontoforese que facilita a penetração de anestésicos tópicos através de uma corrente elétrica, e a crioterapia que utiliza frio extremo para anestesiar os nervos (Alameeri et al., 2022; Dhingra et al., 2022; Dixit et al., 2007; Galui et al., 2020; H.-S. Lee, 2016).

Essas alternativas podem proporcionar uma administração de anestesia menos invasiva, reduzindo significativamente a ansiedade e aumentando o conforto do paciente durante o tratamento. A adoção desses métodos representa um avanço significativo na prática clínica, promovendo uma experiência mais positiva para os pacientes e incentivando uma maior adesão aos cuidados de saúde oral (Oba et al., 2020).

### a) Novas soluções de anestesia tópica

A anestesia tópica tem se tornado uma solução cada vez mais popular na medicina dentária, proporcionando uma alternativa menos invasiva e mais confortável para o paciente. Entre as novas soluções destacam-se o *Oraqix*<sup>®</sup>, e o *Dentipatch*<sup>®</sup> (Mayor-Subirana et al., 2014; Shehab et al., 2015)



Figura 9 - Exemplos de novos sistemas de anestesia tópica. Da esquerda para a direita: Oraqix<sup>®</sup>, Denti-patch<sup>®</sup>. Adaptado de (Dentsply Sirona, 2024; Menon et al., 2019)

- **Oraqix<sup>®</sup>**

O *Oraqix*<sup>®</sup> (figura 9) é uma combinação de lidocaína e prilocaína em gel, formulada especificamente para procedimentos periodontais não cirúrgicos. Este anestésico tópico (Menon et al., 2019) é aplicado diretamente na bolsa periodontal, transformando-se em gel após contato com a temperatura corporal, o que permite que o anestésico permaneça no local de aplicação, maximizando a sua eficácia.

O estudo conduzido por Mayor-Subirana et al. (2014) avaliou a eficácia do *Oraqix*<sup>®</sup> em comparação com o *Hurricane*<sup>®</sup> (gel de benzocaína a 20%) e um placebo (vaselina) durante procedimentos de alisamento radicular. Neste estudo clínico randomizado, duplo-cego e controlado por placebo, participaram 15 pacientes que necessitavam de tratamento periodontal em quatro quadrantes. Cada quadrante foi aleatoriamente designado para receber uma das quatro intervenções: *Oraqix*<sup>®</sup>, *Hurricane*<sup>®</sup>, vaselina ou nenhum anestésico. A dor durante o tratamento foi avaliada utilizando uma Escala Visual Analógica (VAS) de 100 mm e uma Escala Verbal de Avaliação (VRS).

Os resultados mostraram que o *Oraqix*® reduziu significativamente a dor em comparação a não usar nenhum anestésico, com uma redução média de 13,3 unidades na VAS. No entanto, não houve diferença significativa na eficácia do *Oraqix*® em comparação com o *Hurricane*® ou a vaselina. Na análise da VRS, o *Oraqix*® também foi mais eficaz que não usar anestésico ou usar vaselina, mas não apresentou diferença significativa em relação ao *Hurricane*®. Quanto aos efeitos adversos, seis pacientes tratados com *Oraqix*® relataram dor ou irritação leve 24 horas após o tratamento, que desapareceram em 48 horas, exceto em um caso (Mayor-Subirana et al., 2014).

- ***Denti-patch*®**

O *Denti-patch*® (figura 9) é um sistema transdérmico de libertação de lidocaína que proporciona anestesia diretamente através da mucosa oral, sendo especialmente útil na odontopediatria devido à sua capacidade de melhorar a aceitação dos pacientes, principalmente crianças. Este método promete oferecer uma anestesia mais profunda e duradoura em comparação com os métodos tradicionais, como o gel de lidocaína (Shehab et al., 2015).

Um estudo realizado por Shehab et al. (2015), comparou a eficácia do sistema *Denti-patch*® com o gel de lidocaína em 100 crianças, com idades entre 9 e 12 anos, que necessitavam de tratamento dentário bilateral envolvendo injeções anestésicas nos arcos maxilar e mandibular. As crianças foram divididas em dois grupos, um necessitando de tratamento no arco maxilar e outro no arco mandibular, e dentro desses grupos, cada criança recebeu o *Denti-patch*® de um lado e o gel de lidocaína no lado contralateral em visitas diferentes, permitindo que cada criança servisse como seu próprio controle (Shehab et al., 2015).

A eficácia da anestesia foi avaliada por meio de duas escalas: a escala SEM (Sound, Eye, Motor) e a escala FPS (Faces Pain Scale). Os resultados mostraram que o *Denti-patch*® foi significativamente mais eficaz do que o gel de lidocaína, tanto na maxila quanto na mandíbula. Na escala SEM, houve uma diferença estatisticamente significativa entre o grupo que utilizou o *Denti-patch*® e o grupo que utilizou o gel, com  $P < 0.0001$  para a maxila e  $P = 0.01$  para a mandíbula. Similarmente, na escala FPS, o *Denti-patch*®

também apresentou resultados superiores, com  $P < 0.0001$  para ambos os arcos (Shehab et al., 2015).

Esses resultados sugerem que o *Denti-patch*® oferece maior conforto durante a aplicação da injeção, reduzindo a reação à dor e proporcionando um conforto superior ao paciente. Apesar de promissor, *Denti-patch*® foi descontinuado e atualmente não se encontra disponível no mercado (Shehab et al., 2015).

## b) Anestesia com spray nasal



Figura 10 - Spray nasal Kovanaze®.  
Adaptado de (Cohen, 2016)

- ***Kovanaze*®**

A anestesia com spray nasal tem se destacado como uma inovação significativa na medicina dentária, especialmente com o uso do *Kovanaze*® (figura 10). Este spray nasal combina tetracaína a 3% e oximetazolina a 0,05%, proporcionando anestesia local eficaz sem a necessidade de injeções dolorosas (Galui et al., 2020).

As vantagens do *Kovanaze*® incluem a capacidade de oferecer uma alternativa menos invasiva e mais confortável em comparação com as anestésias injetáveis tradicionais. A tetracaína é um anestésico local potente, enquanto a oximetazolina atua como descongestionante nasal, reduzindo o sangramento e melhorando a eficácia da anestesia (Capetillo et al., 2019).

Uma revisão literária realizada em 2020 explora a eficácia do spray nasal de tetracaína/oximetazolina (*Kovanaze*®) como uma alternativa à anestesia injetável. São apontados benefícios significativos, como redução da ansiedade e desconforto do paciente, além de resultados anestésicos potencialmente comparáveis aos métodos convencionais no tratamento de dentes anteriores, na maxila (Galui et al., 2020).

Um estudo de Fase 2 investigou a eficácia, segurança e tolerabilidade de um spray nasal contendo tetracaína e oximetazolina (*Kovanaze*®) para induzir anestesia em dentes maxilares. 45 adultos saudáveis foram randomizados numa proporção de 1:2 para receber injeção de lidocaína-epinefrina com spray nasal de solução salina ou o spray nasal de tetracaína e oximetazolina com uma injeção simulada. Dos 30 pacientes que receberam o spray nasal, 83,3% não precisaram de anestesia adicional, uma taxa de sucesso significativamente superior ao placebo ( $p < 0,0001$ ). A duração da anestesia dos tecidos moles foi comparável entre os tratamentos na maioria das áreas avaliadas. Nenhum efeito adverso grave ou sistêmico foi observado, sugerindo que o spray nasal é uma alternativa segura e eficaz para procedimentos dentários maxilares (Ciancio et al., 2013).

Um estudo de Capetillo et al. (2019) comparou a eficácia anestésica do spray nasal *Kovanaze*® com métodos tradicionais em 50 indivíduos. Foi elaborado um estudo cruzado simples-cego, em que os participantes receberam *Kovanaze*® com infiltração simulada ou lidocaína com epinefrina a 2% e spray nasal simulado no incisivo lateral maxilar ou primeiro pré-molar. O sucesso anestésico foi significativamente menor para o spray nasal (22%-37%) em comparação com a infiltração padrão (89%-91%). Inicialmente, 56% dos participantes preferiam o spray nasal, mas após a experiência, 100% preferiram a infiltração convencional. O estudo sugere que, embora o *Kovanaze*® ofereça uma alternativa menos invasiva, sua eficácia é notavelmente inferior às técnicas de injeção convencionais, particularmente em termos de sucesso anestésico (Capetillo et al., 2019).

O uso do spray nasal de tetracaína/oximetazolina (*Kovanaze*®) pode causar alguns efeitos colaterais. Entre os mais comuns estão congestão nasal, rinite, lacrimejar e desconforto nasal. Alguns pacientes relataram também sensação de sabor amargo, dor de garganta e, raramente, sintomas sistêmicos como tontura e cefaleia. No geral, os efeitos colaterais

foram leves e transitórios, e o spray foi bem tolerado pela maioria dos pacientes (Capetillo et al., 2019; Galui et al., 2020).

c) **Sistemas de injeção a jato**



Figura 11 - Exemplos de sistemas de injeção a jato. De cima para baixo: *Injex*®, *Comfort-in*™. Adaptado de (Al-kaf, 2017; Nogueira et al., 2024)

Os sistemas de anestesia a jato utilizam pressão elevada para injetar o anestésico diretamente através da pele ou mucosa. Apesar da sua promessa, os resultados em termos de dor sentida pelo paciente e eficiência ainda não são muito consistentes (Alameeri et al., 2022).

Os sistemas de anestesia a jato, embora inovadores e promissores, apresentam algumas desvantagens e considerações pós-operatórias que devem ser levadas em conta. Primeiramente, a aplicação do anestésico sob alta pressão pode causar desconforto e dor significativa durante a administração, especialmente com o sistema *Injex*®, conforme relatado por Alameeri et al. (2022). No pós-operatório, há relatos de edema e hematomas nos locais de injeção, devido à força do jato de anestésico (Belevcikli et al., 2023).

- ***Injex*®**

O sistema *Injex*® (figura 11) é um dispositivo de injeção sem agulha que utiliza alta pressão para administrar anestesia em medicina dentária. A revisão sistemática de Alameeri et al. (2022) avaliou a eficácia da anestesia sem agulha, com foco no sistema *Injex*® em comparação com a anestesia local convencional. Os estudos incluídos

mostraram que a anestesia a jato tem um início de ação mais rápido (1 ms) e pode ser menos desconfortável durante a administração. No entanto, a duração da ação do *Injex*® é mais curta e pode ser necessária anestesia suplementar, podendo ser menos eficaz em procedimentos prolongados. Além disso, dados mostram que até 51,14% dos pacientes foram incomodados pelo som do *Injex*® (Alameeri et al., 2022).

Apesar de mais dispendioso que os métodos convencionais, o *Injex*® pode ser útil para pacientes com fobia de agulhas. No entanto, mais estudos são necessários para melhorar o *design*, explorar a eficácia em diferentes condições clínicas e avaliar o seu custo-benefício (Alameeri et al., 2022).

- ***Comfort-in*<sup>TM</sup>**

O *Comfort-in*<sup>TM</sup> (figura 11) é um sistema de anestesia sem agulha que administra soluções anestésicas a alta pressão, através de um jato líquido. Um estudo clínico controlado e randomizado de Belevcikli et al. (2023) avaliou a eficácia do sistema *Comfort-in*<sup>TM</sup> em comparação com a administração convencional de anestesia com agulha em crianças. A pesquisa incluiu 120 crianças (240 molares tratados), divididas para receber anestesia tanto com o sistema *Comfort-in*<sup>TM</sup> quanto com a agulha (Belevcikli et al., 2023).

A escala de medição usada para avaliar a dor durante a injeção foi a escala *Wong-Baker Faces Pain Rating Scale*. Esta escala usa uma série de faces com expressões que vão de um rosto sorridente (indicando nenhuma dor) a um rosto choroso (indicando dor intensa). Os pacientes escolhem a face numerada que melhor representa o nível de dor que estão a sentir (Belevcikli et al., 2023).

Os resultados mostraram que a dor associada à injeção e ao tratamento não foi significativamente diferente entre os dois métodos. A dor durante a injeção foi similar ( $4,00 \pm 2,56$  para *Comfort-in*<sup>TM</sup> e  $4,51 \pm 3,12$  para o método com agulha), assim como a dor durante o tratamento e pós-tratamento. O sistema *Comfort-in*<sup>TM</sup> foi associado a um leve aumento na dor percebida durante a injeção, mas não foi significativamente mais doloroso em comparação com a técnica convencional. Além disso, a preferência dos pacientes foi dividida: 56,38% preferiram a agulha, enquanto 43,62% optaram pelo *Comfort-in*<sup>TM</sup>. A ansiedade dos pacientes teve uma correlação positiva com a intensidade

da dor percebida, destacando a importância de gerenciar a ansiedade infantil durante procedimentos dentários. O estudo sugere que o *Comfort-in*<sup>TM</sup> é uma alternativa viável, embora não superior à técnica convencional em termos de conforto e eficácia (Belevcikli et al., 2023).

#### d) Iontoforese

A iontoforese é uma técnica não invasiva usada para administrar fármacos através da pele usando uma corrente elétrica de baixa intensidade. Este método é amplamente aplicado em várias áreas médicas, e tem atualmente uso limitado no âmbito da anestesia em medicina dentária. A teoria subjacente à iontoforese baseia-se em dois mecanismos principais: a eletrorepulsão e a eletrosmose (figura 12) (Angelo & Polyvios, 2018; Dixit et al., 2007).

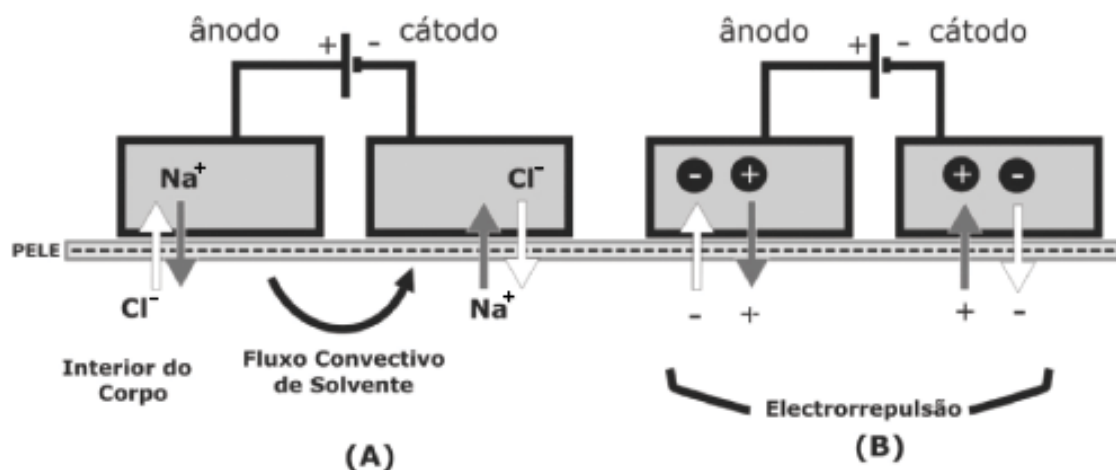


Figura 12 - Esquema representativo da eletrosmose (A) e da eletrorepulsão (B).  
Adaptado de (Gratieri et al., 2008)

A eletrorepulsão, também conhecida como repulsão eletrostática, é um processo onde íons carregados com o fármaco são repelidos por um eletrodo que possui a mesma carga elétrica. Basicamente, quando uma corrente elétrica é aplicada, os íons do medicamento que possuem carga positiva são repelidos pelo ânodo (eletrodo positivo), enquanto os íons com carga negativa são repelidos pelo cátodo (eletrodo negativo). Este fenômeno facilita a movimentação dos íons através da pele ou mucosa, permitindo uma administração mais

eficiente do medicamento diretamente na área desejada (Angelo & Polyvios, 2018; Dixit et al., 2007).

A eletrosmose, por outro lado, é um processo que envolve a movimentação de solventes, geralmente água, carregados através de um campo elétrico. Quando a corrente elétrica é aplicada, as moléculas de água que são naturalmente polarizadas tendem a mover-se em direção ao eletrodo oposto à sua carga. Este fluxo de solvente ajuda a mover os íons do medicamento consigo, promovendo uma maior penetração do medicamento na pele ou mucosa. Este movimento de fluido ocorre sem um gradiente de concentração e é um fator importante que influencia a iontoforese. Em pH fisiológico, a pele humana possui uma carga negativa leve. Dessa forma, o fluxo eletrosmótico acontece do ânodo para o cátodo, aumentando a penetração de medicamentos catiónicos. A eletrosmose é particularmente eficaz em transportar moléculas não carregadas ou moléculas que são demasiado grandes para serem movimentadas apenas pela eletrorepulsão (Angelo & Polyvios, 2018; Dixit et al., 2007).

A iontoforese poderá ser uma alternativa viável e menos dolorosa em comparação com as injeções tradicionais de anestésicos. De acordo com estudos, o uso de iontoforese para administrar anestésicos locais, como os sais de amino amida em formulações mucoadesivas, mostrou ser eficaz. Esta abordagem não só proporciona anestesia adequada, mas também minimiza o desconforto e a ansiedade associados às agulhas (Cubayachi et al., 2015).

A aplicação da iontoforese em medicina dentária é particularmente interessante devido à sua capacidade de controlar a dosagem e a profundidade da penetração do anestésico. Esta técnica permite uma administração precisa do medicamento, reduzindo o risco de sobredosagem e efeitos colaterais. Estudos demonstraram que a iontoforese pode ser usada para atingir a anestesia bucal de forma rápida e eficiente, tornando-a uma opção atraente para procedimentos médico-dentários de curta duração (Angelo & Polyvios, 2018; Cubayachi et al., 2015).

Além disso, a combinação de iontoforese com formulações mucoadesivas maximiza a eficácia do tratamento. As formulações mucoadesivas aderem à mucosa oral, garantindo que o medicamento permaneça em contato próximo com a área-alvo, aumentando assim

a absorção e a eficácia do anestésico. Esta abordagem integrada tem mostrado resultados promissores em pesquisas, indicando um potencial significativo para melhorar a experiência do paciente durante tratamentos (Cubayachi et al., 2015).

#### **e) Crioterapia em medicina dentária**

A crioterapia, quando utilizada como anestesia tópica na medicina dentária, implica a aplicação de frio extremo para anestesiar temporariamente áreas específicas da cavidade oral. Esta técnica visa alterar a percepção da dor ao bloquear temporariamente a condução nervosa, utilizando dispositivos como sprays de nitrogénio líquido ou dióxido de carbono, ou até mesmo pacotes de gelo. O principal objetivo é proporcionar uma anestesia rápida e eficaz, minimizando o desconforto e a ansiedade dos pacientes, especialmente em procedimentos dentários pediátricos (Dhingra et al., 2022; Lakshmanan & Ravindran, 2021).

Num estudo comparativo, foi avaliada a eficácia da crioterapia em relação ao gel anestésico tópico de benzocaína a 20% mediante anestesia infiltrativa em pacientes pediátricos. Nesta pesquisa, 30 crianças receberam crioterapia numa hemi-arcada e benzocaína na hemi-arcada contralateral com os resultados indicando que a crioterapia resultou em pontuações de dor significativamente mais baixas na escala VAS ( $40,66 \pm 14,60$ ) comparado ao gel anestésico ( $61,33 \pm 9,73$ ). Além disso, as pontuações na escala SEM também foram menores para a crioterapia, embora essa diferença não tenha sido estatisticamente significativa (Lakshmanan & Ravindran, 2021).

Outro estudo reforça esses achados, demonstrando a eficácia da crioterapia na redução da dor. Este estudo utilizou um design de boca dividida, onde a crioterapia foi aplicada numa hemi-arcada e gel de benzocaína na hemi-arcada contralateral, verificando que a crioterapia apresentou melhores resultados em termos de redução da percepção da dor e reações comportamentais durante a administração da anestesia. O estudo também destacou que a crioterapia é uma técnica segura e económica, proporcionando um efeito analgésico imediato sem os efeitos adversos comuns associados aos anestésicos tópicos convencionais (Dhingra et al., 2022).

A crioterapia destaca-se como uma alternativa promissora aos anestésicos tópicos tradicionais, especialmente em pacientes pediátricos que têm medo de agulhas. Estudos recentes validam sua eficácia e segurança, apontando vantagens como rapidez de ação, ausência de reações alérgicas e custo-benefício, tornando-a uma opção viável e eficiente para o controle da dor em procedimentos dentários (Lakshmanan & Ravindran, 2021; Dhingra et al., 2022).



### III. CONCLUSÃO

A prática da medicina dentária, ao longo dos anos, tem evoluído consideravelmente em termos técnicos e tecnológicos, visando proporcionar tratamentos mais eficazes e confortáveis aos pacientes. Entre os procedimentos fundamentais, a administração de anestesia desempenha um papel crucial, garantindo a ausência de dor durante as intervenções necessárias. A eficácia e segurança deste processo são de suma importância para o sucesso dos procedimentos clínicos e para o bem-estar dos pacientes.

O avanço da tecnologia na área da medicina dentária tem proporcionado o desenvolvimento de novas técnicas de anestesia, visando aprimorar a qualidade da assistência prestada aos pacientes. Dentre essas inovações, destacam-se o controle computadorizado, sistemas vibrotáteis e de anestesia intraóssea.

A anestesia controlada por computador permite a administração precisa e controlada do anestésico, reduzindo a dor e o desconforto através de uma injeção lenta e regulada. Os sistemas vibrotáteis utilizam microvibrações para interferir com os sinais de dor enviados ao cérebro durante a injeção, tornando o processo menos doloroso. A anestesia intraóssea envolve a injeção direta do anestésico no osso alveolar, proporcionando uma anestesia rápida e eficaz, sem a necessidade de anestésicar grandes áreas de tecido mole.

As agulhas são uma fonte comum de ansiedade e fobia para muitos pacientes em tratamentos dentários. Os sistemas de anestesia sem agulha são ferramentas importantes para contornar esse medo. Ao minimizar a dor e o desconforto associados às injeções tradicionais, essas técnicas incentivam maior aceitação dos tratamentos, melhorando a cooperação do paciente e permitindo que os dentistas realizem procedimentos de maneira mais eficaz.

São diversas as alternativas para a anestesia local sem agulha. Novas soluções de anestesia tópica, como géis e cremes, são aplicadas diretamente na gengiva para adormecer a área superficial. A iontoforese utiliza uma corrente elétrica leve para facilitar a penetração do anestésico através da pele ou mucosa, proporcionando uma anestesia mais profunda sem dor. A crioterapia envolve o uso de frio intenso para provocar a anestesia dos tecidos, sendo uma potencial alternativa à anestesia tópica convencional. O spray

nasal de anestésico é outra inovação, administrando o anestésico através das vias nasais e oferecendo uma alternativa eficaz para certos procedimentos. Os sistemas de injeção a jato, por sua vez, utilizam pressão para administrar o anestésico diretamente no tecido.

Existe evidência científica sólida que comprova a eficácia dos novos métodos de anestesia que utilizam agulhas, sendo amplamente aceites na prática clínica. No entanto, os métodos sem agulha, embora promissores, ainda não são suportados por evidência de alta qualidade. Mais pesquisa e inovação são necessárias para desenvolver sistemas anestésicos sem agulha que possam realmente substituir os métodos convencionais com agulha, garantindo eficácia e conforto comparáveis para os pacientes.

Compreender o impacto de uma anestesia realmente efetiva vai além da esfera clínica, adentrando o domínio económico da profissão de médico dentista. Além de promover o bem-estar e a satisfação do paciente, a experiência positiva durante o tratamento pode ter repercussões financeiras significativas para a clínica e o profissional. A satisfação do paciente é um componente essencial para a fidelização e aquisição de novos clientes. Além disso, a satisfação do paciente está intrinsecamente ligada à sua propensão para retornar à clínica para futuros tratamentos.

Numa perspetiva mais abrangente, uma anestesia com devida qualidade pode ter efeitos benéficos a nível da comunidade. Se for feito um esforço coletivo por parte dos médicos dentistas para realizar tratamentos dentários praticamente indolores, serão menos os pacientes que se irão mostrar ansiosos para ir ao dentista realizar os tratamentos que forem necessários. Como consequência, esta política pode levar a uma melhoria significativa da saúde oral a nível comunitário.

Em suma, a importância de uma anestesia bem executada em medicina dentária não pode ser subestimada. As novas técnicas de anestesia em Medicina Dentária representam importantes avanços na busca por uma prática clínica mais eficaz, segura e confortável para os pacientes. Estas inovações têm o potencial de melhorar significativamente a qualidade dos procedimentos, reduzindo a dor e o desconforto durante os procedimentos e aumentando a satisfação e confiança dos pacientes em relação aos tratamentos dentários.

## IV. BIBLIOGRAFIA

- Alameeri, A. A., AlShamsi, H. A., Murad, A., Alhammadi, M. M., Alketbi, M. H., AlHamwi, A., Al Rawi, N. H., Al Kawas, S., Mohammed, M. M., & Shetty, S. R. (2022). The feasibility of needleless jet injection versus conventional needle local anesthesia during dental procedures: A systematic review. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 48(6), 331.
- Albouni, M. A., Kouchaji, C., Al-Akkad, M., Voborna, I., & Mounajjed, R. (2022). Evaluation of the Injection Pain with the Use of Vibraject during Local Anesthesia Injection for Children: A Randomized Clinical Trial. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 23(7), 749–754. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3383>
- Al-kaf, A. (2017). A Review on Needle Free Injections. *Universal Journal of Pharmaceutical Research*, 2, 5. <https://doi.org/10.22270/ujpr.v2i2.RW1>
- Altuhafy, M., Sodhi, G. S., & Khan, J. (2024). Efficacy of computer-controlled local anesthesia delivery system on pain in dental anesthesia: A systematic review of randomized clinical trials. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 24(4), 245–264. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2024.24.4.245>
- Angelo, Z., & Polyvios, C. (2018). Alternative practices of achieving anaesthesia for dental procedures: A review. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 18(2), 79–88. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2018.18.2.79>
- Anil, Ö., & Keskin, G. (2024, janeiro 3). *Comparison of computer controlled local anesthetic delivery and traditional injection regarding disruptive behaviour, pain, anxiety and biochemical parameters: A randomized controlled trial.* <https://doi.org/10.22514/jocpd.2023.046>
- Aps, J. K. (2013). Intraosseous Local Anesthesia in Dentistry Makes Sense. *International Journal of Clinical Anesthesiology*. <https://www.jscimedcentral.com/article/Intraosseous-Local-Anesthesia-in-Dentistry-Makes-Sense>
- Aps, J., & Tom, K. (2015). Intraosseous Anesthesia as a Primary Technique for Local Anesthesia in Dentistry. *Clinical Research in Infectious Diseases*, 2(1), Artigo 1. <https://doi.org/10.47739/1012>
- Attia, S., Austermann, T., May, A., Mekhemar, M., Conrad, J., Knitschke, M., Böttger, S., Howaldt, H.-P., & Riad, A. (2022). Pain perception following computer-

- controlled versus conventional dental anesthesia: Randomized controlled trial. *BMC Oral Health*, 22(1), 425. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02454-1>
- Becker, D. E., & Reed, K. L. (2012). Local anesthetics: Review of pharmacological considerations. *Anesthesia Progress*, 59(2), 90–101; quiz 102–103. <https://doi.org/10.2344/0003-3006-59.2.90>
- Belevcikli, M., Altan, H., & Demir, O. (2023). Effect of the new needle-free injection system on pain perception and dental anxiety during anesthesia: Randomized controlled split-mouth study. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 23(1), 1–8. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2023.23.1.1>
- Beneito-Brotons, R., Peñarrocha-Oltra, D., Ata-Ali, J., & Peñarrocha, M. (2012). Intraosseous anesthesia with solution injection controlled by a computerized system versus conventional oral anesthesia: A preliminary study. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 17(3), e426–e429. <https://doi.org/10.4317/medoral.17543>
- Borges, S. L. (2021). *Anestesia em Medicina Dentária: O estado da arte*. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/137362>
- Capetillo, J., Drum, M., Reader, A., Fowler, S., Nusstein, J., & Beck, M. (2019). Anesthetic efficacy of intranasal 3% tetracaine plus 0.05% oxymetazoline (Kovanaze) in maxillary teeth. *Journal of endodontics*, 45(3), 257–262.
- Carvalho, B., Fritzen, E. L., Parodes, A. G., Santos, R. B. D., & Gedoz, L. (2013). O emprego dos anestésicos locais em Odontologia: Revisão de Literatura. *Revista Brasileira de Odontologia*, 70(2), 178–181.
- Catterall, W. A., & Mackie, K. (2023). Local Anesthetics. Em L. L. Brunton & B. C. Knollmann (Eds.), *Goodman & Gilman's: The Pharmacological Basis of Therapeutics, 14th Edition* (1–Book, Section). McGraw-Hill Education. [accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1193231309](https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1193231309)
- Cavalcante, L. B., Sanabe, M. E., Marega, T., Gonçalves, J. R., & Abreu-e-Lima, F. C. B. de. (2011). Sedação consciente: Um recurso coadjuvante no atendimento odontológico de crianças não cooperativas. *Arquivos em Odontologia*, 47(1), 45–50.
- Chang, J., Patton, L. L., & Kim, H.-Y. (2014). Impact of dental treatment under general anesthesia on the oral health-related quality of life of adolescents and adults with special needs. *European Journal of Oral Sciences*, 122(6), 363–371. <https://doi.org/10.1111/eos.12150>

- Chouchene, F., Abdellatif, A., Fatma, M., Ahlem, B., Fethi, M., & Hichem, G. (2020). Conscious Sedation by the Inhalation of Equimolar Mixture of Oxygen and Nitrous Oxide in a Paediatric Dentistry Department. *Saudi Journal of Oral and Dental Research*, 5(6), 274–280. <https://doi.org/10.36348/sjodr.2020.v05i06.004>
- Ciancio, S. G., Hutcheson, M. C., Ayoub, F., Pantera, E. A., Pantera, C. T., Garlapo, D. A., Sobieraj, B. D., & Almubarak, S. A. (2013). Safety and efficacy of a novel nasal spray for maxillary dental anesthesia. *Journal of Dental Research*, 92(7 Suppl), 43S-8S. <https://doi.org/10.1177/0022034513484334>
- Cohen, A. (2016). *Should Dentists Use Kovanaze Nasal Spray? - Spear Education*. <https://www.speareducation.com/2016/09/should-dentists-use-kovanaze-nasal-spray>
- Cubayachi, C., Couto, R. O. D., De Gaitani, C. M., Pedrazzi, V., Freitas, O. D., & Lopez, R. F. V. (2015). Needle-free buccal anesthesia using iontophoresis and amino amide salts combined in a mucoadhesive formulation. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 136, 1193–1201. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2015.11.005>
- Davoudi, A., Rismanchian, M., Akhavan, A., Nosouhian, S., Bajoghli, F., Haghighat, A., Arbabzadeh, F., Samimi, P., Fiez, A., Shadmehr, E., Tabari, K., & Jahadi, S. (2016). A brief review on the efficacy of different possible and nonpharmacological techniques in eliminating discomfort of local anesthesia injection during dental procedures. *Anesthesia, Essays and Researches*, 10(1), 13–16. <https://doi.org/10.4103/0259-1162.167846>
- Dentsply Sirona. (2024). Oraqix Subgingival Anesthetic from Dentsply Sirona Preventive | Dentalcompare: Top Products. Best Practices [Anúncio] Obtido 3 de setembro de 2024, de <https://www.dentalcompare.com/4675-Periodontal-Local-Anesthetics/38876-Oraqix/>
- Dhingra, N., Mathur, S., & Malik, M. (2022). Effectiveness of cryotherapy, sucrose solution and a combination therapy for pain control during local anesthesia in children: A split mouth study. *J Clin Pediatr Dent*, 46(6), 1–5.
- Dixit, N., Bali, V., Baboota, S., Ahuja, A., & Ali, J. (2007). Iontophoresis-An Approach for Controlled Drug Delivery: A Review. *Current Drug Delivery*, 4, 1–10.
- Drasner, K. (2021). Local Anesthetics. Em B. G. Katzung & T. W. Vanderah (Eds.), *Basic & Clinical Pharmacology*, 15e (1–Book, Section). McGraw-Hill. [accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1176465411](https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1176465411)

- Erdogan, O., Sinsawat, A., Pawa, S., Rintanalert, D., & Vuddhakanok, S. (2018). Utility of Vibratory Stimulation for Reducing Intraoral Injection Pain. *Anesthesia Progress*, 65(2), 95–99. <https://doi.org/10.2344/anpr-65-02-01>
- Fairfax Dental. (2024). Stabident Intraosseous System [Anúncio]. Henry Schein Dental. Obtido 29 de agosto de 2024. <https://www.henryschein.co.uk/gb-en/dental-gb/p/anaesthetics-needles/dental-needles/stabident-intraosseous-system/1106004>
- Flisfisch, S., Woelber, J. P., & Walther, W. (2021). Patient evaluations after local anesthesia with a computer-assisted method and a conventional syringe before and after reflection time: A prospective randomized controlled trial. *Heliyon*, 7(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06012>
- Franz-Montan, M. (2006). *Avaliação Da Eficácia Anestésica Da Ropivacaína a 1% Encapsulada Em Lipossomas, Em Anestesia Topica Em Odontologia*. <https://doi.org/10.47749/t/unicamp.2006.362750>
- Freitas, A. V. de, Pessali, F. C., Sangali, S., Masioli, H. C., & Assis, P. S. de M. (2021). Comparação Da Eficácia Anestésica Entre Infiltração Bucal Com Articaina 4% E Bloqueio Do Nervo Alveolar Inferior Com Lidocaína 2%: Um Ensaio Clínico Prospectivo, Randomizado E Duplo Cego. *Research Society and Development*. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19376>
- Galeotti, A., Garret Bernardin, A., D'Antò, V., Ferrazzano, G. F., Gentile, T., Viarani, V., Cassabgi, G., & Cantile, T. (2016). Inhalation Conscious Sedation with Nitrous Oxide and Oxygen as Alternative to General Anesthesia in Precooperative, Fearful, and Disabled Pediatric Dental Patients: A Large Survey on 688 Working Sessions. *BioMed Research International*, 2016, e7289310. <https://doi.org/10.1155/2016/7289310>
- Gallatin, J., Nusstein, J., Reader, A., Beck, M., & Weaver, J. (2003). A comparison of injection pain and postoperative pain of two intraosseous anesthetic techniques. *Anesthesia Progress*, 50(3), 111–120.
- Galui, S., Biswas, R., Pandey, N., Chatterjee, A. N., Saha, S., & Sarkar, S. (2020). A new horizon in needle-less anesthesia: Intranasal tetracaine/oxymetazoline spray for maxillary dental anesthesia-an overview. *Journal of Oral Research and Review*, 12(2), 101–105.
- Gangawane, A. A., Shah, S. B., Malankar, T. E., Mathur, A., Ginde, S. S., & Lakshmi Priyanka, M. (2022). Comparative evaluation of pain perception during

- conventional greater palatine injections versus the use of a novel barovibrotactile device—In vivo study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 12(5), 542–546. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2022.06.010>
- Garret-Bernardin, A., Cantile, T., D'Antò, V., Galanakis, A., Fauxpoint, G., Ferrazzano, G. F., Rosa, S. D., Vallogini, G., Romeo, U., & Galeotti, A. (2017). Pain Experience and Behavior Management in Pediatric Dentistry: A Comparison Between Traditional Local Anesthesia and the Wand Computerized Delivery System. *Pain Research and Management*, 2017, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2017/7941238>
- Ghorbanzadeh, S., Alimadadi, H., Zargar, N., & Dianat, O. (2019). Effect of vibratory stimulation on pain during local anesthesia injections: A clinical trial. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 44(4), e40. <https://doi.org/10.5395/rde.2019.44.e40>
- Gratieri, T., Gelfuso, G. M., & Lopez, R. F. V. (2008). Princípios básicos e aplicação da iontoforese na penetração cutânea de fármacos. *Química Nova*, 31, 1490–1498. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000600040>
- Halling, F., Neff, A., & Ziebart, T. (2021). Local Anesthetic Usage Among Dentists: German and International Data. *Anesthesia Progress*, 68(1), 19–25. <https://doi.org/10.2344/anpr-67-03-12>
- Idris, M., Sakkir, N., Naik, K. G., & Jayaram, N. K. (2014). Intraosseous injection as an adjunct to conventional local anesthetic techniques: A clinical study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 17(5), 432–435.
- Ingrande, J., Pearn, M. L., & Patel, H. H. (2023). General Anesthetics and Therapeutic Gases. Em L. L. Brunton & B. C. Knollmann (Eds.), *Goodman & Gilman's: The Pharmacological Basis of Therapeutics, 14th Edition* (1–Book, Section). McGraw-HillEducation. [accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1193231126](https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1193231126)
- Jung, R. M., Rybak, M., Milner, P., & Lewkowicz, N. (2017). Local anesthetics and advances in their administration – an overview. *Journal of Pre-Clinical and Clinical Research*, 11(1), 94–101. <https://doi.org/10.26444/jpccr/75153>
- Kwak, E.-J., Pang, N.-S., Cho, J.-H., Jung, B.-Y., Kim, K.-D., & Park, W. (2016). Computer-Controlled Local Anesthetic Delivery for Painless Anesthesia: A Literature Review. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 16(2), 81. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2016.16.2.81>

- Lakshmanan, L., & Ravindran, V. (2021). Efficacy of Cryotherapy Application on the Pain Perception during Intraoral Injection: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 14(5), 616–620. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2032>
- Langthasa, M., Yeluri, R., Jain, A. A., & Munshi, A. K. (2012). Comparison of the pain perception in children using comfort control syringe and a conventional injection technique during pediatric dental procedures. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 30(4), 323. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.108931>
- Lee, C. R., & Yang, H. J. (2019). Alternative techniques for failure of conventional inferior alveolar nerve block. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 19(3), 125–134. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2019.19.3.125>
- Maia, F. P. A., Araujo Lemos, C. A., de Souza Andrade, E. S., de Moraes, S. L. D., do Egito Vasconcelos, B. C., & Pellizzer, E. P. (2022). Does the use of topical anesthetics reduce the perception of pain during needle puncture and anesthetic infiltration? Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 51(3), 412–425. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2021.06.005>
- Malamed, S. F. (2019). *Handbook of local anesthesia* (7th edition). Elsevier.
- Mayor-Subirana, G., Yagüe-García, J., Valmaseda-Castellón, E., Arnabat-Domínguez, J., Berini-Aytés, L., & Gay-Escoda, C. (2014). Anesthetic efficacy of Oraqix® versus Hurracaine® and placebo for pain control during non-surgical periodontal treatment. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 19(2), e192–e201. <https://doi.org/10.4317/medoral.19202>
- Menon, H., Jaidka, S., Somani, R., Kurup, D., Kumar, D., & Jaidka, R. (2019). Recent Advances in Local Anesthesia. *International Journal of Advanced Research*, 7, 734–760. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/9887>
- Mittal, M., Kumar, A., Chopra, R., Kaur, G., & Sharma, S. (2023). Vibrating toothbrush, ice, or topical anesthetic agent to reduce pain of local anesthetic injection in 5- to 12-year-old children undergoing dental procedures—A randomized controlled trial. *Ain-Shams Journal of Anesthesiology*, 15(1), 50. <https://doi.org/10.1186/s42077-023-00347-1>
- Nasehi, A., Bhardwaj, S., Kamath, A.-T., Gadicherla, S., & Pentapati, K.-C. (2015). Clinical pain evaluation with intraoral vibration device during local anesthetic

- injections. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 7(1), e23-27.  
<https://doi.org/10.4317/jced.51643>
- Nogueira, A. P. A., Ferreira, M. C., MAIA, C. de C. R., Gonçalves, B. L. L., Filho, E. M., Costa, C. P., Gavini, G., Grazziotin-Soares, R., & Carvalho, C. N. (2024). Efficacy of articaine anesthesia with needle-free/Comfort-in method and conventional needle injection in dental patients with irreversible pulpitis: A randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 28(3), 205.  
<https://doi.org/10.1007/s00784-024-05582-w>
- Oba, V. C., Adamu, V. E., & Eneajo, N. I. (2020). Dental anxiety and fear. *Orapuh Journal*, 1(2), e713–e713.
- Oliveira Filho, A. A. (2020). *Anestésicos locais utilizados na Odontologia: Uma revisão de literatura*.
- Özer, S., Yaltirik, M., Kirli, I., & Yargic, I. (2012). A comparative evaluation of pain and anxiety levels in 2 different anesthesia techniques: Locoregional anesthesia using conventional syringe versus intraosseous anesthesia using a computer-controlled system (Quicksleeper). *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 114(5 Suppl), S132-139. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2011.09.021>
- Pahade, A., Bajaj, P., Shirbhate, U., & John, H. A. (2023). Recent Modalities in Pain Control and Local Anesthesia in Dentistry: A Narrative Review. *Cureus*, 15(11), e48428. <https://doi.org/10.7759/cureus.48428>
- Patel, B. J., Surana, P., Patel, K. J., Patel, B., Surana, P., & Patel, K. J. (2023). Recent Advances in Local Anesthesia: A Review of Literature. *Cureus*, 15(3). <https://doi.org/10.7759/cureus.36291>
- Peñarrocha-Oltra, D., Ata-Ali, J., Oltra-Moscardó, M. J., Peñarrocha-Diago, M., & Peñarrocha, M. (2012). Side effects and complications of intraosseous anesthesia and conventional oral anesthesia. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 17(3), e430–e434. <https://doi.org/10.4317/medoral.17512>
- Ramazani, N. (2016). Different Aspects of General Anesthesia in Pediatric Dentistry: A Review. *Iranian Journal of Pediatrics*, 26(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.5812/ijp.2613>
- Reed, K. L., Malamed, S. F., & Fonner, A. M. (2012). Local Anesthesia Part 2: Technical Considerations. *Anesthesia Progress*, 59(3), 127–137. <https://doi.org/10.2344/0003-3006-59.3.127>

- Remmers, T., Glickman, G., Spears, R., & He, J. (2008). *The Efficacy of IntraFlow Intraosseous Injection as a Primary Anesthesia Technique*. <https://www.academia.edu/download/95404550/j.joen.2007.12.00520221207-1-d2rm6v.pdf>
- Romero-Galvez et al. (2016). A randomized split-mouth clinical trial comparing pain experienced during palatal injections with traditional syringe versus controlled-flow delivery Calaject technique. *Quintessence International*, 47(9), 797–802. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a36566>
- Rønvig Dental. (2024). Calaject—Sistema de anestesia sem dor [Anúncio]. Akura Medical. Obtido 29 de agosto de 2024, de <https://akura-medical.com/pt-pt/new-tech/calaject/>
- Salgotra, V., Agrawal, R., Mandal, S., & Kohli, S. (2014). New gadgets in local anaesthesia: A review. *IOSR J Dent Med Sci*, 13(3), 62–66.
- Santana Escobar, J. C. (2021). *Efecto de la inyección de lidocaína tamponada o buffer en la práctica odontológica* [bachelorThesis]. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/13274>
- Saoji, H., Nainan, M. T., Nanjappa, N., Khairnar, M. R., Hishikar, M., & Jadhav, V. (2019). Assessment of computer-controlled local anesthetic delivery system for pain control during restorative procedures: A randomized controlled trial. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 13(4), Artigo 4. <https://doi.org/10.15171/joddd.2019.045>
- Sari, M. E., Ozmen, B., Koyuturk, A. E., & Tokay, U. (2014). A retrospective comparison of dental treatment under general anesthesia on children with and without mental disabilities. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 17(3), 361. <https://doi.org/10.4103/1119-3077.130243>
- Saxena, P., Gupta, S. K., Newaskar, V., & Chandra, A. (2013). Advances in dental local anesthesia techniques and devices: An update. *National Journal of Maxillofacial Surgery*, 4(1), 19–24. <https://doi.org/10.4103/0975-5950.117873>
- Sharma, Dr. S. S. (2012). Newer Local Anaesthetic Drugs and Delivery Systems in Dentistry – An Update. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 1(4), 10–16. <https://doi.org/10.9790/0853-0141016>
- Shehab, L. A., Basheer, B., & Baroudi, K. (2015). Effectiveness of lidocaine Denti patch® system versus lidocaine gel as topical anesthetic agent in children. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 33(4), 285–290.

- Silva, F. B. de M., Tuorto, F. R., Vasconcellos, I. P., Silva, O. C. de M., & Resende, R. F. de B. (2019). Eficácia do anestésico tópico em odontologia: Revisão de literatura. *Odonto*, 27(54), Artigo 54. <https://doi.org/10.15603/2176-1000/odonto.v27n54p1-10>
- Snoeck, M. (2012). Articaine: A review of its use for local and regional anesthesia. *Local and Regional Anesthesia*, 23. <https://doi.org/10.2147/LRA.S16682>
- Sovatdy, S., Vorakulpipat, C., Kiattavorncharoen, S., Saengsirinavin, C., & Wongsirichat, N. (2018). Inferior alveolar nerve block by intraosseous injection with Quicksleeper® at the retromolar area in mandibular third molar surgery. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 18(6), 339–347. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2018.18.6.339>
- Sriram, G. (2014). Advances in Local Anaesthesia: A Paediatric overview. *Indian Journal of Dental Advancements*, 06(03). <https://doi.org/10.5866/2014.631605>
- Tirupathi, S. P., & Rajasekhar, S. (2020). The effect of vibratory stimulus on pain perception during intraoral local anesthesia administration in children: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 20(6), 357–365. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2020.20.6.357>
- Wang, Y.-H., Wang, D.-R., Liu, J.-Y., & Pan, J. (2021). Local anesthesia in oral and maxillofacial surgery: A review of current opinion. *Journal of Dental Sciences*, 16(4), 1055–1065. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.12.003>
- Weaver, J. M. (2019). The History of the Specialty of Dental Anesthesiology. *Anesthesia Progress*, 66(2), 61–68. <https://doi.org/10.2344/anpr-66-02-12>