

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**

**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

**NARYESLLAN CARVALHO AQUINO**

**SHAYENE SILVA VIEIRA**

**EFICÁCIA DAS DIFERENTES AGULHAS DE IRRIGAÇÃO ENDODÔNTICA:  
REVISÃO DE LITERATURA**

**SCIENTIA AD SAPIENTIAM**

**MACEIÓ - AL**

**2022-2**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**

**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

**NARYESLLAN CARVALHO AQUINO**

**SHAYENE SILVA VIEIRA**

**EFICÁCIA DAS DIFERENTES AGULHAS DE IRRIGAÇÃO  
ENDODÔNTICA: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para conclusão do curso de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Dr. Daniel Pinto de Oliveira.

**SCIENTIA AD SAPIENTIAM**

**MACEIÓ-AL**

**2022-2**

**Catálogo na Fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento**  
**Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

A657e      Aquino, Naryesllan Carvalho.  
Eficácia das diferentes agulhas de irrigação endodôntica : revisão de  
literatura / Naryesllan Carvalho Aquino, Shayene Silva Vieira. – 2022.  
34 f. : il.

Orientador: Daniel Pinto de Oliveira.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Odontologia) –  
Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Odontologia. Maceió,  
2022.

Bibliografia: f. 30-34.

1. Eficácia. 2. Agulhas de irrigação. 3. Terapêutica. I. Vieira, Shayene  
Silva. II. Título.

CDU: 616.314

## **AGRADECIMENTOS**

Shayene Silva Vieira

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me sustentado e guiado meus passos até aqui, nesses longos anos de graduação, sem Ele nada disso seria possível.

Aos meus pais, por investirem desde pequena, da melhor forma possível, no meu conhecimento, tanto financeiramente como psicologicamente, em especial, a minha mãe, Nivalda Cavalcante, por acompanhar de perto não só os momentos bons e sim todos os aperreios, frustrações e momentos de tristeza que foram vividos durante esses anos de estudo e por sempre ter uma palavra de ânimo e conforto. Ao meu pai, Rógenes Cavalcante, pelas noites mal dormidas e perigos enfrentados na estrada para manter nosso conforto e sustento em detrimento do seu.

Ao meu esposo, Mateus Lima, por sempre estar por perto desde o início da graduação, me motivando, orientando e estimulando a dar o melhor de mim, assim como ele sempre faz em tudo que se envolve. Obrigada meu amor, por suportar minhas crises de estresse e ansiedade e por acalmar minha mente quando a dúvida e a tristeza permearam meu ser.

À minha irmã, Sheila, pelos momentos de risos e descontração que foram necessários nessa trajetória, pelo apoio e por sempre confiar em mim, mesmo quando nem eu mais confiava.

À minha tia, Rose Mary, por ser uma grande investidora dos meus sonhos, pela confiança e por querer sempre ofertar e fazer o melhor por mim, desde a minha existência.

À minha dupla, Naryesllan, que esteve comigo desde o começo do curso, e agora nessa etapa final, agradeço o apoio, incentivo e dedicação nesse trabalho.

Sou grata a todos os professores que contribuíram para minha trajetória acadêmica, em especial ao professor Dr. Daniel Oliveira, nosso orientador, pela sugestão do tema e empenho nos grupos de estudo para que esse trabalho fosse desenvolvido da melhor forma possível e por ser sempre esclarecer nossas dúvidas com a maior paciência.

## **AGRADECIMENTOS**

Naryesllan Carvalho Aquino

Parafraseando Belchior “[...] quero lhe falar como eu vivi e tudo que aconteceu comigo. Viver é melhor que sonhar e eu sei que o amor é uma coisa boa.” Concluir esse ciclo sempre foi um sonho que parecia distante, mas no apogeu do término, sinto todos os sentimentos do mundo. Desde 2018 minha vida mudou, e, com ela, eu também. Cada dia que passa me torno um pouco mais a mulher que sempre quis ser. E esse é um grande passo.

Sem sombra de dúvidas, eu não teria conseguido o título de Cirurgiã-Dentista se não fosse o meu esposo, Adonias, que segurou forte minha mão e não me deixou desistir em vários momentos. Mais do que isso, sempre fez tudo que pôde para me ver sendo o melhor que eu poderia ser. Obrigada por me ajudar a enxergar meu potencial. Essa conquista é nossa.

Aos meus caríssimos pais, Albislan e Macielly, devo tudo desde que nasci. Agradeço por serem os pilares dessa conquista e por me ensinarem a ser forte e determinada, além de terem me apresentado com o melhor irmão do mundo, Pedro. Pensar em vocês sempre foi o que mais me motivou.

Quem está nas trincheiras ao nosso lado importa mais do que a própria guerra. Tive o privilégio de ter os melhores mestres na UFAL. Mais que mestres, fiz grandes amigos que me ensinaram sobre a profissão e a vida. Agradeço ao meu excelente orientador, Daniel, por todos os ensinamentos que vão muito além do TCC. E um agradecimento especial à minha dupla de trajetória, Shayene. Shay, sem você nada disso seria possível! Não teria como ser outra pessoa comigo ao longo desses anos.

E, finalmente, ressaltando sua grandiosa importância, agradeço a Deus, meu Criador e amigo. Aquele que sempre me amparou, protegeu, guiou e guardou. Com Seu olhar benevolente, fez o impossível ser possível na minha vida. Só Sua generosidade me fez chegar onde estou. E caminhando. Obrigada!

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>METODOLOGIA</b> .....	9
<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	10
<b>Tabela 1:</b> Autor, ano, revista, agulhas comparadas e resultados de cada artigo selecionado para o presente estudo. ....	10
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
<b>Tabela 2</b> - Estudos que analisaram a <b>taxa de fluxo</b> da solução irrigante e eficiência de lavagem associada aos diferentes tipos de agulhas.....	18
<b>Tabela 3</b> - Estudos que analisaram <b>pressão apical</b> associada aos diferentes tipos de agulhas.....	21
<b>Tabela 4</b> - Estudos que analisam a <b>extrusão periapical de detritos</b> associada aos diferentes tipos de agulhas.....	23
<b>Tabela 5</b> - Estudos que analisaram a <b>limpeza do terço apical</b> nas diferentes agulhas.....	26
<b>Tabela 6</b> - Estudos que analisaram o <b>tamanho apical mínimo</b> para um bom desempenho das agulhas de irrigação. ....	27
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	29
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	30

## RESUMO

A irrigação é uma parte fundamental do sucesso do tratamento do canal radicular, pois cumpre várias funções mecânicas, químicas e microbiológicas importantes.<sup>14,19</sup> Este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia dos diferentes desenhos de agulhas de irrigação endodôntica durante o tratamento endodôntico, investigando quais promoveram maior limpeza de todo canal radicular, principalmente da região apical, de acordo com os parâmetros de tamanho, calibre, desenho e inserção da agulha, fluxo de irrigação, pressão apical e risco de extrusão da solução irrigadora. Para isso foi realizada uma revisão sistemática da literatura, selecionando 15 artigos que compararam os diferentes tipos de agulhas de irrigação e excluindo os artigos que compararam as técnicas de irrigação endodôntica. Assim, obteve-se que as agulhas de ponta aberta possuem melhor desempenho na região apical, porém geram níveis de pressão apical maiores e conseqüentemente, aumentam o risco de extrusão periapical. Já as agulhas de saída lateral também promovem um bom desempenho apical e apesar de necessitar de uma maior profundidade de inserção, exercem menores valores de pressão apical quando comparadas as agulhas de ponta aberta, tornando-se mais seguras, pois diminuem o risco de extrusão.

**Palavras - chave:** Eficácia; Diferentes Agulhas de Irrigação; Tratamento Endodôntico.

## **ABSTRACT**

Irrigation is a fundamental part of a successful endodontic treatment as it fulfills several important mechanical, chemical, and microbiological functions.<sup>14,19</sup> The aim of this study was to evaluate the effectiveness of different types of endodontic irrigation needles during endodontic treatment, to investigate which one promoted the maximum irrigant replacement mainly in the apical region, according to the parameters of size, caliber, design and insertion of the needle, irrigation flow, apical pressure and extrusion risk. A systematic literature review selected 15 articles that compared different types of irrigation needles and excluding articles that compared endodontic irrigation techniques. Thus, open-ended needles perform better in the apical region, but higher apical pressure levels and, consequently, increase the periapical extrusion risk. Vented side needles also promote good apical performance and, despite requiring a depth insertion, exert lower apical pressure values when compared to open-ended needles, making them safer, as they reduce the risk of extrusion.

**Keywords:** Efficiency; Different Irrigation Needles; Endodontic treatment.

## INTRODUÇÃO

A irrigação é uma parte fundamental do sucesso do tratamento do canal radicular, pois cumpre várias funções mecânicas, químicas e microbiológicas importantes. A irrigação também é a única maneira de impactar as áreas da parede do canal radicular que não são tocadas pela instrumentação mecânica. A eficácia da irrigação depende tanto da ação da lavagem mecânica quanto da capacidade dos irrigantes de matar bactérias e dissolver tecidos.<sup>14,19</sup>

Grandes áreas nos canais oval e plano podem permanecer intocadas apesar da instrumentação cuidadosa. Essas áreas contêm restos de tecidos e biofilmes que só podem ser removidos por meios químicos por meio de irrigação. O terço apical do canal radicular representa um desafio especial para a irrigação, pois o equilíbrio entre segurança e eficácia é particularmente importante nesta área.<sup>3</sup>

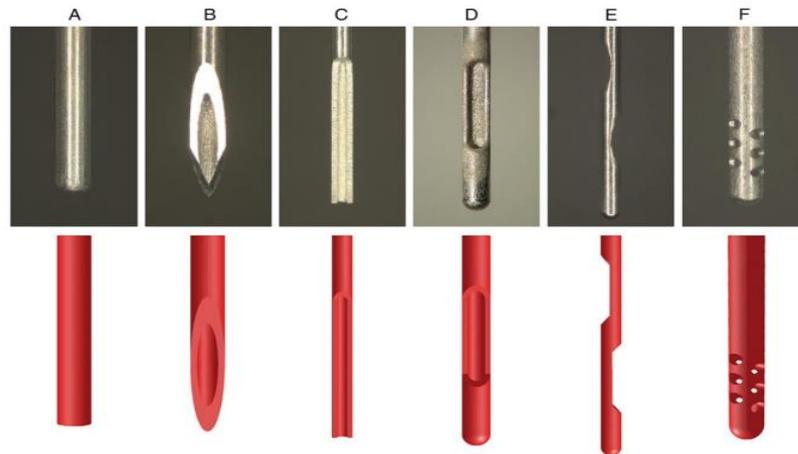
Nesse sentido, a penetração do irrigante e a ação de lavagem criada pela irrigação dependem não apenas da anatomia do sistema de canais radiculares, mas também do sistema de entrega, da profundidade de colocação e as propriedades de volume e fluido do irrigante.<sup>14,17,19</sup>

Diferentes meios de entrega são usados para irrigação do canal radicular, desde a entrega tradicional por seringa-agulha até vários sistemas acionados por máquinas, incluindo bombas automáticas, pontas vibratórias e energia sônica ou ultrassônica. O objetivo das várias maneiras de melhorar a irrigação é garantir a distribuição ideal dos irrigantes por todo o sistema de canais radiculares para uma limpeza mais previsível das áreas de difícil acesso.<sup>3</sup>

Idealmente, os irrigantes do canal radicular devem eliminar detritos, dissolver tecido orgânico, matar micróbios, destruir subprodutos microbianos e remover a smear layer. Para atingir esses objetivos, deve haver um sistema de entrega eficaz para o comprimento de trabalho. Tal sistema de entrega deve ter fluxo e volume adequados de irrigante ao comprimento de trabalho para ser eficaz no desbridamento do sistema de canais sem forçar a solução nos tecidos perirradiculares.<sup>2,21</sup>

Existem vários tipos de agulhas usadas na irrigação convencional. Foram descritos 6 tipos que podem ser divididos em dois grupos principais: agulhas com final aberto (A-C) e com final fechado (D-E).

**Figura 1:** Agulhas com final aberto: (A) Achatada ou romba, (B) Com bisel ou chanfro, (C) Com fenda; Agulhas com final fechado: (D) Ventilada lateral única, (E) Ventilação lateral dupla e (F) multiventilada (orifícios).



Fonte: Boutsoukis, C., Verhaagen, B., Versluis, M., Kastrinakis, E., Wesselink, P. R., & van der Sluis, L. W. (2010). Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model. *Journal of endodontics*, 36(5), 875-879.

Sendo assim, este estudo tem por objetivo avaliar a eficácia dos diferentes desenhos de agulhas de irrigação endodôntica durante o tratamento endodôntico, investigar quais promovem maior limpeza de todo canal radicular, principalmente da região apical, de acordo com os parâmetros de tamanho, calibre, desenho e inserção da agulha, fluxo de irrigação, pressão apical e risco de extrusão da solução irrigadora através de estudos existentes.

## METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma revisão da literatura dos estudos que avaliaram a eficácia dos diferentes tipos de agulhas de irrigação endodôntica. Para seleção dos artigos foram utilizados os descritores: “eficácia”, “diferentes agulhas de irrigação” e “tratamento endodôntico”.

As bases de dados usadas foram a Scientific Eletronic Library Online (SciELO), Google Academic, Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Sistema Online de Busca e Análise de Literatura Médica (MEDLINE), inicialmente foram priorizados artigos dos últimos dez anos e de revistas mais renomadas em Endodontia: “Journal of Endodontics” e “International Endodontic Journal”. No entanto, alguns artigos de outras revistas e do período de 2007- 2022 foram selecionados devido à sua relevância para o tema. A coleta de dados foi iniciada em outubro de 2022 e finalizada em março de 2023.

Como critério de exclusão foi utilizado a não comparação dos diferentes desenhos de agulhas de irrigação. Após a seleção dos artigos foi realizada a leitura exploratória e seletiva para escolha dos artigos que estavam de acordo com o tema e objetivo desse estudo, finalizando com a leitura interpretativa.

Foram selecionados 15 artigos a partir do objetivo dessa revisão e segundo o critério de exclusão escolhido. Todos os autores desta revisão avaliaram conjuntamente os artigos selecionados.

## REVISÃO DA LITERATURA

**Tabela 1:** Autor, ano, revista e agulhas comparadas de cada artigo selecionado para o presente estudo.

<b>AUTOR / ANO / REVISTA</b>	<b>AGULHAS COMPARADAS</b>
VINOTHKUMAR et al. (2007), JOE	Saída lateral única e dupla - 25G Ponta aberta em bisel - 25G
BOUTSIOUKIS et al. (2010), JOE	Ponta aberta romba - 30G Ponta aberta em bisel - 30G Ponta aberta em fenda - 30G Saída lateral única - 30G Saída lateral dupla - 30G Múltipla ventilação lateral - 30G
SHEN et al. (2010), JOE	Ponta aberta em fenda - 27G Ponta aberta em bisel - 27G Ponta aberta com saída lateral - 27G Ponta fechada com saída lateral - 27G
ŠNJARIĆ et al. (2012), Croat Med J	Saída lateral única - 27G Ponta aberta em bisel - 27G Ponta aberta em fenda - 27G
DEVI et al. (2012), Aust	Ponta aberta em bisel - 25 e 30G

Endod Journal	Saída lateral única (Max-i-Probe) - 25 e 30G
PARK et al. (2013), JOE	Ponta aberta romba - 25G Ponta aberta romba - 30G Ponta aberta em fenda - 27G Saída lateral única - 30G
TANOMARU et al. (2013), Braz Dent Journal	Saída lateral - 23G Saída lateral - 30G Ponta aberta - 22G Ponta aberta - 30G
BOUSSIUKIS et al (2014), International Endodontic Journal	Ponta aberta – 30G (NaviTip, Ultradent) Ponta fechada – 30G (KerrHawe Irrigation Probe)
UZUNOGLU et al. (2015), Braz Dent Journal	Ponta aberta - 27G Ponta fechada - 28G
SILVA et al. (2016), Braz Dental Journal	Ponta aberta romba Saída lateral única Saída lateral dupla
LOROÑO et al. (2020), International Endodontic Journal	Saída lateral – 30 G Ponta aberta – 30G Ponta aberta entalhada – 30G
BOUSSIUKIS et al. (2021), JOE	Ponta aberta - 30G Ponta fechada - 30G Ponta fechada - 31G
JAGGI et al. (2021), MDPI	Ponta aberta - 25G Saída lateral - 25G Ponta aberta - 30G Saída lateral - 30G
PROVOOST et al. (2022), Dentistry Journal	Ponta aberta – 30G (NaviTip, Ultradent) Saída lateral – 30G (ProRinse Dentsply) Dupla saída lateral – 30G (IrriFlex, Vevey)

**Legenda:** Braz. Dent. J = Brazilian Dental Journal / JOE = Journal of endodontics / Croat Med J = Croatian Medical Journal / Aust Endod J = Australian Endodontic Journal / MDPI = Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Fonte: acervo próprio (2023).

VINOTHKUMAR et al. (2007) examinaram a eficácia mecânica dos diferentes designs de agulha de irrigação através da inoculação de cepas de *Escherichia Coli* em canais radiculares de trinta dentes caninos humanos instrumentados, com tamanho apical de 60, usando três desenhos de agulhas diferentes com calibre de 25G (saída lateral única, dupla e ponta aberta em bisel) com inserção de um milímetro aquém do comprimento de trabalho (CT). Para medição da limpeza foi utilizado um

luminômetro de tubo único. Assim, averiguou-se que a agulha de saída lateral única teve melhor desempenho por promover uma turbulência ascendente que melhorou a limpeza completa dos canais radiculares.

BOUTSIOUKIS et al. (2007) monitoraram a irrigação intracanal *ex vivo* com três tipos de agulhas endodônticas diferentes (25, 27 e 30 G de ventilação lateral), a fim de detectar diferenças existentes na taxa de fluxo do irrigante, pressão intra-barril, duração da irrigação e volume de irrigante fornecido através das agulhas estudadas. Um dente incisivo central superior humano recém-extraído foi selecionado. O preparo do canal radicular foi realizado com limas H (Antaeos; Vereinigte Den talwerke GmbH & Co) com a técnica step-back. O canal foi irrigado entre os instrumentos com 5 mL de NaOCl a 1% utilizando uma seringa de 5 mL. A raiz do dente foi envolvida em uma única camada de papel alumínio (0,01 mm de espessura) e o dente foi embutido em um bloco de resina até a junção cimento-esmalte. Um sistema de teste foi construído para permitir a medição das variáveis selecionadas com transdutores de pressão e deslocamento durante a irrigação em um canal radicular preparado. Dez endodontistas especialistas participaram do estudo realizando o procedimento de irrigação. Cada operador realizou dez procedimentos de irrigação com cada agulha. Foram detectadas diferenças significativas entre as três agulhas para a maioria das variáveis. A duração das taxas de entrega e fluxo diminuíram significativamente à medida que o diâmetro da agulha aumentou, enquanto a pressão aumentou até 400–550 kPa. O gênero do operador teve impacto significativo nos resultados; em geral, os operadores masculinos forneceram menos irrigante em menos tempo do que as mulheres operadoras, enquanto a vazão média foi maior para homens do que para as mulheres. A experiência dos operadores (anos) correlacionou-se negativamente com o volume de irrigante entregue; levantou-se a hipótese de que a falta de experiência clínica poderia levar a uma menor autoconfiança na decisão sobre a quantidade de irrigante necessária para cada irrigação.

BOUTSIOUKIS et al. (2010) objetivaram avaliar o desenho da ponta da agulha no fluxo apical do irrigante dentro de um canal radicular preparado através do Modelo Computacional de Fluidodinâmico (Modelo CFD). Foram modelados e testados seis tipos de agulhas 30 G com diâmetro interno e externo padronizados. As agulhas de ponta aberta apresentaram jatos de irrigante de alta velocidade semelhantes no canal

radicular. Já as de ponta fechada demonstraram padrão de fluxo direcionado para a parede do canal radicular ao invés de direcionamento apical. A substituição de irrigante estendeu-se a mais de 2 mm apicalmente nas agulhas de ponta aberta, enquanto foi limitada entre 1 e 1,5 mm nas de ponta fechada.

No estudo de SHEN et al. (2010) foram avaliados taxa de fluxo e pressão apical através do Modelo CFD relacionados a quatro desenhos de pontas de agulhas (ponta aberta em fenda, bisel e saída lateral única e ponta fechada com saída lateral única - 27G). Para tal, foi adicionado corante vermelho nos condutos radiculares para avaliar a substituição do irrigante. Averiguou-se que o irrigante imediatamente apicalmente à ponta das agulhas foi trocado rapidamente quando essas agulhas foram colocadas a 3 mm do ápice em um canal radicular. Quando colocadas a 5 mm do ápice, o irrigante quase atingiu o ápice com a agulha de ponta aberta entalhada; e, a agulha de ponta fechada com ventilação lateral demonstrou menor penetração do irrigante em direção ao ápice.

ŠNJARIĆ et al. (2012) analisou a influência do tipo de agulha, profundidade de inserção e taxa de fluxo do irrigante no padrão de fluxo do irrigante e pressão apical por análise de dinâmica computacional de fluidos (CFD) baseada em irrigação endodôntica *ex-vivo*. Foram usadas 3 tipos de agulhas (saída lateral única, ponta aberta em bisel e em fenda - 27G) e encontrou-se que a agulha com ventilação lateral exigiu uma profundidade de inserção mais próxima da CT em relação à eficiência de substituição do irrigante, em comparação com as agulhas de irrigação de extremidade aberta, porém tais agulhas aumentam a pressão apical.

DEVI et al. (2012) analisaram o padrão de fluxo de irrigante nas agulhas de ponta aberta chanfrada (25G e 30G) e de saída lateral única (25G e 30G) em vinte modelos de canais radiculares simulados com tamanhos apicais de 10, 15, 20, 25 e 30, com objetivo de saber qual desenho de agulha aumentam a probabilidade da solução de irrigação passar pelo forame apical. Para isso, usaram água com corante alimentício azul e vermelho para analisar a troca de irrigante sendo constatado que quanto maior o calibre, menor o diâmetro da agulha e por isso ela pode ser inserida no canal radicular mais profundamente, mostrando uma reposição eficiente de irrigante e maior desbridamento de bactérias e smear layer. O estudo destacou que as agulhas de saída lateral também levam a extrusão do irrigante e que ambas as

agulhas eram eficazes; todavia, as agulhas de ponta aberta não devem ser utilizadas travadas no canal radicular, fazendo com que a ação irrigante possa existir. Além disso, deve-se utilizar pressão mínima para as agulhas de ponta aberta e fechada, pois o aumento da taxa de fluxo faz apenas aumentar a pressão apical e o risco de extrusão, não aumentando a eficácia das agulhas.

PARK et al. (2013), realizaram um estudo in vitro e avaliaram a extensão do fluxo de irrigação além da ponta da agulha durante a irrigação com seringa e agulha. Para avaliar a extensão do fluxo, foi medido a depuração de corante cristal violeta eliminado através de um canal radicular simulado e uso de uma bomba peristáltica digital à 3 mm do ápice para irrigação. Com isso, foi-se observado que até uma taxa de fluxo de 4 mL/min a eliminação do corante era dose dependente e que logo após esse fluxo, a eliminação do corante se estabilizou para todas as agulhas usadas no estudo (ponta aberta romba 25 e 30G, ponta aberta em fenda 27G e saída lateral única 30G). Observou-se ainda que as agulhas que mais limpavam o canal foram as agulhas de ponta aberta (30G romba e 27G em fenda).

TANOMARU et al. (2013) avaliaram a limpeza do terço apical dos canais radiculares em quatro designs de agulhas (ponta aberta 22G e 30G e saída lateral única 23G e 30G) em doze incisivos inferiores humanos recém-extraídos, com ampliação foraminal de 20, 30 e 40, através do preenchimento dos canais com contraste radiopaco engrossado com propilenoglicol e óxido de zinco e as agulhas sendo inseridas a um milímetro de recuo de onde sentiu-se resistência. O mesmo dente foi radiografado várias vezes com um sistema digital para avaliar os quatro tipos de agulha nesses três estágios de alargamento do canal. As imagens pré-irrigação (canais preenchidos com contraste) e pós-irrigação (canais com contraste remanescente) foram submetidas à subtração digital para avaliar o quanto foi removido. A irrigação foi feita com uma velocidade de fluxo de 5mL/min e encontrou-se que as agulhas 30G de ponta aberta e fechada obtiveram melhor desempenho quando comparadas às demais.

BOUSSIUKIS et al. (2014) visaram avaliar o efeito do tipo de agulha e profundidade de inserção, tamanho do canal radicular e taxa de fluxo do irrigante no aprisionamento de bolhas de ar na parte apical de um canal radicular (bloqueio de vapor apical) durante a irrigação com seringa usando experimentos e o Modelo de

Dinâmica de Fluidos (CFD). Vinte blocos de resina transparente (modelos de canal radicular, J. Morita Corp, Kyoto, Japão) foram usados para criar canais radiculares artificiais padronizados retos de um comprimento uniforme de 18 mm. Nenhum dos canais penetrou em todo o comprimento do bloco de resina, portanto, um “sistema fechado” foi simulado na extremidade apical em todos os casos. O aprisionamento de bolhas durante a irrigação de canais radiculares artificiais retos de tamanho 35 ou 50 foi avaliado por visualizações em tempo real. O irrigante foi administrado por uma agulha de extremidade fechada ou de extremidade aberta posicionada a 1 ou 3 mm do comprimento de trabalho a uma taxa de fluxo de 0,033–0,260 mL/s. Foram utilizados dois tipos de agulhas de irrigação 30G, uma de extremidade aberta (NaviTip, Ultradent) e uma de extremidade fechada (KerrHawe Irrigation Probe, KerrHawe SA). Cada agulha foi conectada a um conector em T, que foi montado em um estágio de translação personalizado para permitir um posicionamento preciso e estável. Encontrou-se que aumentar o tamanho apical, usando uma agulha de ponta aberta, posicionando a agulha mais perto de WL e entregando o irrigante em uma taxa de fluxo mais alta resultou em um bloqueio de vapor significativamente menor. Um ângulo de contato aumentado resultou no aprisionamento de uma bolha maior quando uma taxa de fluxo baixa foi usada.

UZUNOGLU et al. (2015) avaliaram extrusão de debris apicalmente associando o uso de dois tipos de agulhas (ponta aberta 27G e ponta fechada 28G) com diferentes limas (ProTaper Next e OneShape Apical) em 48 pré-molares inferiores. Os detritos extruídos durante a instrumentação foram coletados em tubos Eppendorf que foram pesados para obtenção do peso final com os detritos extrusados. Verificou-se que independentemente da associação realizada, apesar de não haver diferença estatisticamente significativa entre limas e agulhas quanto à quantidade de detritos extruídos apicalmente, todas levaram a extrusão de debris, mas dentro do grupo da OneShape Apical combinado com agulha de ponta fechada, o peso dos detritos extruídos apicalmente foi menor.

SILVA et al. (2016) avaliou a influência da ponta da agulha, curvatura do canal radicular e diâmetro apical final em detritos periapicais e extrusão de irrigante durante a instrumentação do canal radicular. Foi utilizado os canais radiculares méso-vestibulares de 90 molares humanos e a quantidade de material extrudado após a

instrumentação foi calculada para cada grupo. As agulhas duplamente ventiladas geraram menor extrusão de material para os tecidos periapicais quando comparado com as agulhas de ponta aberta.

LOROÑO et al. (2020) objetivaram comparar usando o Modelo Computacional de Fluidodinâmica (CFD) o padrão de fluxo, velocidade do irrigante, pressão apical e tensão de cisalhamento produzidas por agulhas do tipo ventilação lateral, ponta aberta e ponta aberta entalhada em duas profundidades de inserção na ramificação apical de canais radiculares ovais. Para tal, cinco primeiros molares inferiores extraídos foram escaneados utilizando microtomografia computadorizada (XT -H-160; Nikon, Leuven, Bélgica). Um molar inferior com canal oval e ramificação apical foi selecionado para, posteriormente, ser utilizada a análise CFD (após preparo e reconstrução geométrica). Geometrias com as agulhas em duas posições - a um e três milímetros do comprimento de trabalho - foram desenvolvidas para as simulações. A profundidade de penetração da agulha no canal radicular influenciou fortemente a tensão de cisalhamento e a pressão apical. Os três tipos de agulhas revelam que a maior tensão de cisalhamento, velocidade e pressão apical foram a 1mm do comprimento de trabalho (CT). A agulha de ventilação lateral demonstrou uma combinação de baixa tensão positiva e alta tensão de cisalhamento; a de ponta aberta entalhada demonstrou menor tensão de cisalhamento e a de ponta aberta maior pressão apical.

BOUTSIUKIS et al. (2021), que avaliaram o fluxo do irrigante em duas taxas de fluxo (0,05 e 0,15 mL/s) em canais radiculares curvos preparado para os tamanhos apicais 20, 25 e 30 com agulhas simuladas (31mm) de ponta aberta 30G e de saída lateral única 30G e 31G através de um Modelo Computacional de Fluidodinâmico (Modelo CFD). A agulha foi inserida a uma distância mínima sem travamento no comprimento de trabalho (0,5 mm do ápice). Assim, analisou-se que o irrigante não conseguiu penetrar até o comprimento de trabalho em canais radiculares preparados para o tamanho apical 20 ou 25 e que a agulha de ponta aberta de 30 G combinada com a baixa taxa de fluxo permitiu que o irrigante atingisse o comprimento de trabalho em canais radiculares cônicos de tamanho 30, mantendo uma pressão apical relativamente baixa, mas a tensão de cisalhamento da parede era muito baixa. A agulha de ponta fechada 31-G combinada com a alta taxa de fluxo também forneceu

o irrigante ao comprimento de trabalho em canais radiculares de tamanho 30 e desenvolveu maior tensão de cisalhamento da parede, mas a pressão apical também foi maior.

JÄGGI et al. (2021) tiveram como objetivo avaliar *in vitro* a pressão apical durante o fornecimento de irrigante com irrigação por seringa e agulha em dentes imaturos com forame apical aberto. A irrigação convencional com seringa foi realizada em um incisivo imaturo impresso em 3D. Foi utilizada uma seringa de 5 mL (Omnifix Solo, B. Braun Medical AG, Sempach, Suíça) combinada com agulhas de 25 G e 30 G. Os designs de ponta de agulha com extremidade aberta e ventilação lateral foram avaliados. As agulhas foram colocadas no comprimento do dente (CT) que foi estabelecido como 16mm, CT - 1 mm, CT - 2 mm e CT - 4 mm. O êmbolo da seringa foi movido com uma força de 10 N, 20 N, 40 N e 80 N para simular as condições clínicas. Para avaliar as forças exercidas no êmbolo da seringa de irrigação, dezesseis dentistas, nove mulheres e sete homens, foram encarregados de realizar a irrigação da seringa. Os participantes foram instruídos a realizar o procedimento como fazem no atendimento endodôntico ao paciente. Os dentistas participantes realizaram irrigação do canal radicular em um dente impresso em 3D com a agulha de irrigação colocada no CT da seguinte forma: duas vezes, por pelo menos 10 s, com a agulha de ventilação lateral de 30 G e duas vezes, novamente para pelo menos 10 s, com a agulha de 25 G com ventilação lateral. A água foi utilizada como irrigante. Um sensor de pressão mediu as pressões periapicais durante a irrigação. Cada experimento foi repetido 10 vezes. Como resultado reuniram que agulhas 30G com ponta aberta e ventilação lateral apresentaram pouco risco de extrusão apical - entre 10 a 40 Newton de força - e levando 40 segundos ou mais para uma seringa de 5mL.

PROVOOST et al. (2022) objetivaram avaliar a influência do desenho da agulha e da vazão do irrigante na remoção de biofilmes maduros de *Enterococcus faecalis* durante a irrigação com hipoclorito de sódio. Para isso, utilizaram quarenta e oito dentes humanos uniradiculares, que foram instrumentados com a lima ProTaper F3, autoclavados e inoculados com *Enterococcus faecalis* para estabelecer um biofilme de duas semanas de idade. Biofilmes de *E. faecalis* foram tratados com hipoclorito de sódio que foi injetado nos canais radiculares usando três tipos de agulhas (NaviTip, ProRinse, IrriFlex). Para a agulha IrriFlex, uma, duas ou quatro barras de pressão

foram aplicadas à solução irrigadora para aumentar as taxas de fluxo. As bactérias foram marcadas com o kit Live/DEAD BacLight Bacterial Viability, e a viabilidade foi avaliada por citometria de fluxo (FCM). A viabilidade bacteriana foi significativamente reduzida após irrigação passiva com hipoclorito de sódio, mas o número de bactérias viáveis recuperadas de espécimes do canal radicular irrigados com a agulha Pro-Rinse foi significativamente maior em comparação com as agulhas NaviTip e IrriFlex ( $p < 0,05$ ). Quando a vazão do irrigante foi aumentada, a viabilidade dos biofilmes bacterianos foi significativamente reduzida em comparação com a irrigação passiva com a agulha IrriFlex ( $p < 0,05$ ). A aplicação de taxas de fluxo mais altas durante a irrigação usando a agulha IrriFlex não reduziu ainda mais a viabilidade bacteriana.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A irrigação convencional com seringas ainda permanece amplamente aceita.<sup>15</sup>  
<sup>25</sup> Todavia, diversos fatores físicos devem ser levados em consideração quanto a irrigação de canais radiculares, como a taxa de fluxo dos fluidos, que tem demonstrado influenciar a substituição do irrigante em certas partes do canal radicular, tendo fundamental importância nas áreas intocadas pela instrumentação mecânica.<sup>22</sup>

As tabelas a seguir apresentam resultados em concordância e/ou discordância entre os autores analisados acerca de algumas características inerentes aos desenhos das agulhas de irrigação endodôntica.

**Tabela 2** - Estudos que analisaram a **taxa de fluxo** da solução irrigante e eficiência de lavagem associada aos diferentes tipos de agulhas.

TAXA DE FLUXO	
AUTOR	RESULTADO
BOUTSIOUKIS et al. (2007)	Agulhas de menor calibre requerem maior esforço para fornecer o irrigante o que gera uma maior pressão intra-barril, embora a taxa de fluxo de irrigação seja o fator que mais influente na extrusão periapical.
BOUTSIOUKIS et al. (2010)	Não houve vantagem significativa entre as agulhas de ponta aberta e elas tiveram melhor desempenho que as agulhas de saída lateral;
DEVI et al. (2012)	Os dois desenhos podem ser usados com segurança e eficácia para irrigação se as agulhas forem usadas

	dinamicamente e com uma taxa de fluxo mínima. As agulhas Max-i Probe não impediram que o irrigante fluísse além da ponta da agulha.
PARK et al. (2013)	Todas as 4 agulhas mostraram um aumento dependente da taxa de fluxo no comprimento do corante eliminado durante a irrigação que se estabilizou em taxas de fluxo além de 4 mL/ min. Nessa, as agulhas de ponta aberta de 27G e 30G conseguiram limpar mais o canal radicular.
BOUTSIOUKIS et al. (2014)	A agulha de ponta aberta foi mais eficaz do que a agulha de ponta fechada na prevenção de bloqueio de vapor em uma taxa de fluxo de 0,033 mL/s independentemente do tamanho do canal ou profundidade de inserção. Aumentando o tamanho apical, usando uma agulha de ponta aberta, posicionando a agulha mais perto do CT e entregando o irrigante em fluxo mais alto resulta em bloqueio de vapor menor.
BOUTSIOUKIS et al. (2021)	A agulha de ponta aberta teve melhor desempenho em relação às demais em baixo e alto fluxo e a agulha fechada 31G teve desempenho semelhante apenas no alto fluxo.
PROVOOST et al. (2022)	As agulhas NaviTip e IrriFlex permitiram redução da viabilidade bacteriana abaixo de 2% sem diferença estatística entre essas duas agulhas. Já a porcentagem de bactérias viáveis no canal radicular após a irrigação com agulha ProRinse foi significativamente maior (8%) em comparação com as agulhas NaviTip e IrriFlex.

Fonte: acervo próprio (2023).

BOUTSIOUKIS et al. (2010) relataram que o padrão de fluxo das agulhas de ponta aberta foi diferente das ponta de fechada, resultando em mais substituição de irrigante nas de ponta aberta, achado que foi semelhante nos estudos de PARK et al. (2013) no qual as agulhas de ponta aberta 27 e 30G limpam mais o canal radicular numa taxa de fluxo baixa. BOUTSIOUKIS et al. (2021) também observaram que em baixo fluxo as agulhas de ponta aberta tiveram melhor desempenho que as de ponta fechada. BOUTSIOUKIS et al. (2014) também tiveram resultados semelhantes ao avaliar a taxa de fluxo do irrigante no aprisionamento de bolhas de ar na parte apical de um canal radicular e obtiveram que agulhas de ponta aberta seriam mais eficientes, pois diminuiriam a formação de bolhas no segmento apical do canal.

PARK et al. (2013) analisaram que até uma taxa de fluxo de 4 mL/min a eliminação do corante era dose dependente e que logo após essa taxa de fluxo, a

eliminação do corante se estabilizou para todas as agulhas usadas no estudo (ponta aberta romba 25 e 30G, ponta aberta em fenda 27G e saída lateral única 30G), esse achado pode ser comparado com o estudo de BOUTSIUKIS et al. (2021) que em um baixo fluxo (até 4 mL/min), todas as agulhas avaliadas apresentavam fluxo constante e quando submetidas a uma maior taxa, criou-se um fluxo instável.

Já PROVOOST et al. (2022) relataram que quando pressões mais altas são usadas há uma melhor eliminação de bactérias no canal, o que difere dos resultados encontrados por PARK et al. (2013) e BOUTSIUKIS et al. (2021), os quais concordam que a partir de uma determinada taxa de fluxo não há diferenças significativas de limpeza do canal radicular. Porém, PROVOOST et al. relataram que uma taxa de fluxo excessiva seja deletéria, pois reduz o tempo de interação da solução de irrigação que é rapidamente ejetada para fora do canal radicular durante a injeção, sendo preferível que se utilize de uma taxa de fluxo que favoreça um fluxo homogêneo e contínuo de irrigante pois eliminou o biofilme bacteriano com mais eficiência e evitou o risco de extrusão apical, o que concorda com os resultados encontrados por PARK et al. (2013) e BOUTSIUKIS et al. (2021).

DEVI et al. (2012) também concordam que deve ser utilizado uma pressão mínima para as agulhas de ponta aberta e fechada, pois o aumento da taxa de fluxo faz apenas aumentar a pressão apical e o risco de extrusão, não aumentando a eficácia das agulhas.

Dentre as agulhas de ponta fechada, BOUTSIUKIS et al. (2007) avaliaram as agulhas de ventilação lateral de diferentes calibres (25, 27 e 30G) e observaram que a taxa de fluxo, ao invés da pressão intra-barril, deve ser considerada como fator que influencia diretamente o fluxo além da agulha e que agulhas de menores diâmetros levam a aumento da duração da irrigação, sendo associadas a menores taxas médias de fluxo, o que se traduz em menor troca de irrigante. Quando comparado com os estudos citados anteriormente (PARK et al. e BOUTSIUKIS et al.) que estabeleceram um intervalo de taxa de fluxo claro (< 4mL/min), também é observado um pior desempenho das agulhas, pois a eficácia das agulhas até um determinado ponto é dependente do aumento da taxa de fluxo.

Apesar das diferentes metodologias utilizadas para análise do fluido, é possível observar que para PARK et al. (2013), BOUTSIUKIS et al. (2021), DEVI et al. (2012) e PROVOOST et al. (2022) não é necessário uma taxa de fluxo alta para obter um bom desempenho do fluido dentro do canal radicular pelas diferentes agulhas.

**Tabela 3** - Estudos que analisaram **pressão apical** associada aos diferentes tipos de agulhas.

<b>PRESSÃO APICAL</b>	
<b>AUTOR</b>	<b>RESULTADO</b>
SHEN et al. (2010)	Em relação a pressão apical, a presença de uma abertura lateral reduz essa pressão e a agulha de ponta aberta em bisel comparada à de ponta em fenda resulta numa maior pressão apical.
SNJARIC et al. (2012)	A agulha com ventilação lateral exigiu uma profundidade de inserção mais próxima do CT em relação à eficiência de substituição do irrigante, em comparação com as agulhas de irrigação de extremidade aberta, porém tais agulhas aumentam a pressão apical.
DEVI et al. (2012)	Os dois desenhos podem ser usados com segurança e eficácia para irrigação se as agulhas forem usadas dinamicamente e com pressão mínima. As agulhas Max-i Probe não impediram que o irrigante fluísse além da ponta da agulha.
PARK et al. (2013)	As agulhas de ponta aberta de 27G e 30G conseguiram limpar mais o canal em relação às outras agulhas. Porém em relação a pressão apical as agulhas de ponta romba promoveram maior pressão.
LOROÑO et al. (2020)	A agulha de saída lateral demonstrou baixa pressão apical e alta tensão de cisalhamento. Já a de ponta aberta apresentou alta pressão apical quando a 1mm do CT. A agulha entalhada não foi associada a fluido no ápice e teve menor tensão de cisalhamento dentre as outras estudadas. A profundidade de penetração da agulha influenciou fortemente os valores de tensão de cisalhamento e pressão apical.
JAGGI et al. (2021)	Agulhas 30G com ponta aberta e de saída lateral apresentaram pouco risco de extrusão apical (entre 10 e 40N de força). As agulhas 25G devem ser utilizadas com cautela para reduzir probabilidade de extrusão apical. Agulhas de ventilação lateral mostraram tendência a produzir pressões apicais maiores em comparação às de ponta aberta.

BOUTSIOUKIS et al. (2021)	Os valores máximos de pressão foram semelhantes para a agulha de ponta aberta 30G e a agulha 31G de ponta fechada. A agulha de ponta fechada de 30 G desenvolveu uma pressão máxima mais baixa. Casos de alta vazão resultaram em maior pressão apical do que os de baixa vazão
---------------------------	---

Fonte: acervo próprio (2023).

O aumento da pressão aplicada durante a irrigação tem sido associado à extrusão do irrigante através do ápice.<sup>9, 11, 12, 27, 33</sup> Temos que o êmbolo da seringa dental é relativamente pequeno em área de superfície, e isso junto com a força do polegar de um clínico pode desenvolver altas pressões inesperadas no cilindro da seringa.<sup>24, 37</sup>

Uma vertente de fundamental importância é o aumento da velocidade do fluxo do irrigante, que é diretamente proporcional ao aumento da pressão apical, o que está de acordo com todos os estudos avaliados por essa revisão. O aumento da pressão apical é perscrutado como um risco para extrusão inadvertida de debris e da solução irrigadora para os tecidos periapicais.

Os estudos citados anteriormente de PARK et al. (2013) e BOUTSIOUKIS et al. (2021) também avaliaram essa característica e depreenderam que as agulhas de ponta aberta geram maior pressão apical. Para BOUTSIOUKIS et al. (2021), a agulha de 31G de ponta fechada gerou valores de pressão semelhantes a agulhas 30G de ponta aberta, fato que se deve à redução do calibre.

No estudo de SHEN et al. (2010) averiguou-se que o irrigante imediatamente apicalmente à ponta das agulhas foi trocado rapidamente quando essas agulhas foram colocadas a 3 mm do ápice em um canal radicular. Quando colocadas a 5 mm do ápice, o irrigante quase atingiu o ápice com a agulha de ponta aberta entalhada e a agulha de ponta fechada e ventilação lateral demonstrou menor penetração do irrigante em direção ao ápice. Para todas as agulhas, a pressão apical foi maior quando as agulhas foram colocadas mais próximas do ápice; no entanto, as agulhas de ponta aberta possuem maior pressão apical em detrimento das agulhas de ponta fechada, fato que concorda com os achados de PARK et al. (2013) e BOUTSIOUKIS et al. (2021). Como eles, ŠNJARIĆ et al. (2012) obtiveram que agulhas com ventilação

lateral exigem profundidade de inserção mais próxima do comprimento de trabalho em relação à eficiência de substituição do irrigante, em comparação com as agulhas de irrigação de extremidade aberta, porém tais agulhas aumentam a pressão apical.

LOROÑO et al. (2020) compararam três tipos de agulhas - ventilação lateral, ponta aberta e ponta entalhada - e alcançou que a agulha de ventilação lateral demonstrou baixa pressão apical e alta tensão de cisalhamento; já a agulha de ponta aberta apresentou alta pressão apical quando a 1mm do CT. A agulha entalhada não foi associada a fluido no ápice e teve menor tensão de cisalhamento dentre as outras estudadas. A profundidade de penetração da agulha influenciou fortemente os valores de tensão de cisalhamento e pressão apical. Seus achados são semelhantes aos anteriores.

Já JÄGGI et al. (2021) tiveram como resultado que agulhas 30G de ponta aberta e ventilação lateral apresentaram pouco risco de extrusão apical e agulhas 25G demandam ser utilizadas com cautela para reduzir a probabilidade de extrusão apical. Agulhas de ventilação lateral mostraram tendência a produzir pressões apicais maiores em comparação às de ponta aberta. Tal achado entra em contrassenso com os relatados anteriormente. Isso pode ser explicado devido à dinâmica dos fluidos dentro de um lúmen maior do canal radicular em dentes imaturos e com ápice aberto ser diferente da dinâmica em canais radiculares com menor diâmetro e ápice fechado.

**Tabela 4** - Estudos que analisam a **extrusão periapical de detritos** associada aos diferentes tipos de agulhas.

<b>EXTRUSÃO PERIAPICAL DE DETRITOS</b>	
<b>Autor</b>	<b>RESULTADO</b>
BOUSIOUKIS et al. (2007)	Agulhas de menor calibre requerem maior esforço para fornecer o irrigante, gerando maior pressão intra-barril, embora a taxa de fluxo de irrigação seja o fator mais influente na extrusão periapical.
BOUSIOUKIS et al. (2010)	Não houve vantagem significativa entre as agulhas de ponta aberta e elas tiveram melhor desempenho que as agulhas de saída lateral;
UZUNOGLU et al. (2015)	A agulha de ponta aberta teve pior desempenho em relação a extrusão de detritos quando comparada com a agulha de ponta fechada, mesmo não havendo uma diferença estatisticamente significativa.

SILVA et al. (2016)	A agulha com dupla ventilação lateral teve melhor desempenho em relação a extrusão de detritos.
JAGGI et al. (2021)	Agulhas 30G com ponta aberta e de saída lateral apresentaram pouco risco de extrusão apical (entre 10 a 40N de força). Já as agulhas 25G devem ser utilizadas com cautela para reduzir probabilidade de extrusão apical. Agulhas de saída lateral mostraram tendência a produzir pressões apicais maiores em comparação às de ponta fechada.

Fonte: acervo próprio (2023).

Vários relatos de casos descreveram complicações nos tecidos periapicais causados pela extrusão de irrigantes.<sup>4, 12</sup> A extrusão de detritos e soluções de irrigação pode ser a principal causa de exacerbação inflamatória, podendo causar dor intensa, sensação de queimação, edema, inflamação periapical e retardo na cicatrização da periodontite apical e reparo ósseo.<sup>31</sup>

Portanto, o conhecimento exato do diâmetro externo da ponta das agulhas é crucial para a seleção de agulhas de tamanho adequado durante o tratamento do canal radicular. Tais informações são, em sua maioria, indisponíveis e confusas, pois as unidades do sistema 'gauge' amplamente utilizadas não são diretamente comparáveis ao tamanho dos instrumentos utilizados para procedimentos intracanaís.<sup>38</sup>

A extrusão de detritos depende de vários fatores, incluindo a anatomia apical, tipo e tamanho da agulha de irrigação, profundidade de colocação da agulha, tamanho e conicidade do preparo apical e a técnica de instrumentação.<sup>1</sup> O desenho da ponta da agulha também influencia o padrão de fluxo, a velocidade do fluxo e a pressão da parede apical, que são parâmetros importantes para a eficácia e segurança da irrigação.<sup>29</sup>

Pressão apical e extrusão de debris no canal radicular são fatores intimamente relacionados. BOUTSIUKIS et al. (2010) de acordo com os resultados obtidos em seu estudo, obteve que agulhas que exerceram melhor substituição do irrigante na parte apical do canal radicular também levaram a um aumento da pressão média no forame apical, indicando um risco aumentado de extrusão do irrigante em direção ao tecido periapical.

BOUTSIOUKIS et al. (2007) usaram três tipos de agulhas e as compararam em termos de vazão de irrigante, pressão intra-barril, duração da irrigação e volume de irrigante entregue. Nesse sentido, a principal variável diretamente controlada pelos operadores durante este estudo foi a força do polegar do clínico aplicada ao êmbolo da seringa e sendo transmitida ao cilindro. Esta força leva ao desenvolvimento de pressão dentro do cilindro da seringa; a diferença de pressão entre o cilindro da seringa e o canal radicular é a causa do fluxo do irrigante e determina a taxa de fluxo, mas não afeta diretamente o padrão de fluxo dentro do canal radicular. Além disso, a pressão intra-barril é maior do que àquela desenvolvida além da ponta da agulha devido à queda de pressão que ocorre através da agulha durante o fluxo. Assim, a taxa de fluxo, ao invés da pressão intra-barril, deve ser considerada como fator que influencia diretamente o fluxo além da agulha e, assim, na extrusão periapical de detritos.

UZUNOGLU et al. (2015) avaliaram extrusão de debris apicalmente associando o uso de dois tipos de agulhas (ponta aberta 27G e ponta fechada 28G) com diferentes limas (ProTaper Next e OneShape Apical). Verificou-se que independentemente da associação realizada, todas levam a extrusão de debris, mas dentro do grupo da OneShape Apical combinado com agulha de ponta fechada, o peso dos detritos extruídos apicalmente foi menor. SILVA, Paula Barcellos et al (2016) encontraram que a agulha com dupla ventilação lateral teve melhor desempenho em relação a extrusão de detritos em detrimento às outras estudadas, o que se assemelha aos achados de UZUNOGLU et al (2015).

JAGGI et al. (2021) obtiveram que agulhas 30 G com ponta aberta e ventilação lateral nunca excederam o limite crítico para extrusão periapical quando as forças do êmbolo entre 10 e 40 Newton foram aplicadas. No entanto, quando a agulha de irrigação é colocada próximo do comprimento de trabalho, a entrega de irrigante com agulhas de 30 G e uma força de êmbolo pequena ou moderada é aplicada, há risco de extrusão apical do irrigante. Por outro lado, a entrega de irrigante com agulhas de 25 G, independentemente do desenho da ponta da agulha, aumenta o risco de extrusão periapical do irrigante. Usando forças do êmbolo entre 40 e 80 Newton, agulhas de ponta aberta de 25 G produziram pressões apicais indicativas de extrusão apical. Os dados do presente estudo sugerem que a força no êmbolo necessária para

exceder o limite crítico de extrusão é ainda menor com uma agulha de ventilação lateral. Esse achado é contrário aos achados de BOUTSIOUKIS et al. (2007), UZUNOGLU et al (2015) e SILVA et al. (2016), mas pode ser justificado pela metodologia adotada pelo autor, que usa um lúmen de canal radicular de um dente imaturo com ápice aberto.

**Tabela 5** - Estudos que analisaram a **limpeza do terço apical** nas diferentes agulhas.

<b>LIMPEZA DO TERÇO APICAL</b>	
<b>AUTOR</b>	<b>RESULTADO</b>
VINOTHKUMAR et al. (2007)	A agulha de saída lateral única teve melhor desempenho.
PARK et al. (2013)	As agulhas de ponta aberta de 27G e 30G conseguiram limpar mais o canal em relação às outras agulhas.
TANOMARU et al. (2013)	Agulhas 30G com abertura lateral e apical obtiveram melhor desempenho no terço apical quando comparada às demais agulhas estudadas;
BOUTSIOUKIS et al. (2021)	O irrigante penetrou até o CT em canais radiculares de tamanho 30 quando a agulha de ponta aberta de 30G foi usada, independentemente da taxa de fluxo. Isso também foi observado para a agulha 31G de ponta fechada, mas apenas na maior vazão. Ao contrário, a agulha de ponta fechada 30G não pode fornecer o irrigante até CT, mesmo no tamanho apical de 30.
PROVOOST et al. (2022)	As agulhas NaviTip e IrriFlex foram mais eficientes na remoção de biofilmes bacterianos maduros do que a agulha ProRinse, com uma vantagem leve, mas não significativa, para a agulha IrriFlex.

Fonte: acervo próprio (2023).

TANOMARU et al. (2013) avaliaram a limpeza do terço apical dos canais radiculares em quatro designs de agulhas (ponta aberta 22G e 30G e saída lateral única 23G e 30G) e foi observado que as agulhas 30G de ponta aberta e fechada obtiveram melhor desempenho quando comparadas às demais.

Em relação a limpeza do canal radicular, principalmente do terço apical, observa-se que nos diferentes estudos de PARK et al. (2013), BOUTSIOUKIS et al. (2021) e TANOMARU et al. (2013), as agulhas que obtiveram melhor desempenho foram as agulhas de calibre 30G. Para TANOMARU et al. (2013), tais agulhas tiveram

bom desempenho tanto com ponta aberta quanto com ponta fechada, o que difere de PARK et al. (2013) e BOUTSIUKIS et al. (2021), que relataram desempenho superior das agulhas de 30G de ponta aberta.

PROVOOST et al. (2022) examinaram a limpeza do canal radicular com agulhas 30G através da eliminação de biofilmes de *Enterococcus faecalis* e depreenderam que agulhas de ponta aberta (NaviTip) e fechada de dupla saída lateral (IrriFlex) tiveram desempenho semelhantes na limpeza do canal radicular, com leve vantagem para a IrriFlex quando comparada com a de ponta fechada e saída lateral única (ProRinse). Tal resultado é semelhante ao estudo de TANOMARU et al. (2013) no qual ambas as agulhas, de ponta aberta e fechada 30G, tiveram desempenho semelhantes, porém o estudo de TANOMARU et al. não avaliara as agulhas de saída lateral dupla, não sendo possível compará-las.

Já VINOTHKUMAR et al. (2007), examinaram a limpeza dos canais radiculares através da inoculação de cepas de Escherichia Coli usando três desenho de agulhas diferentes com calibre de 25G (saída lateral única, dupla e ponta aberta em bisel) e averiguou-se que a agulha de saída lateral única teve melhor desempenho por promover uma turbulência ascendente que melhorou a limpeza completa dos canais radiculares. Tal resultado difere dos achados dos demais estudos o que pode ser justificado por VINOTHKUMAR et al. (2007) terem avaliado agulhas de um único calibre, não podendo ser comparado com os demais.

**Tabela 6** - Estudos que analisaram o **tamanho apical mínimo** para um bom desempenho das agulhas de irrigação.

TAMANHO APICAL MÍNIMO	
AUTOR	RESULTADO
TANOMARU et al. (2013)	O desempenho da agulha nos diferentes diâmetros mostrou que todos os grupos, exceto a de ponta aberta 22G, tiveram melhor desempenho em canais radiculares alargados até uma lima K de tamanho 40. No entanto, essas diferenças não foram estatisticamente significativas.
BOUTSIUKIS et al. (2021)	O irrigante não pode penetrar até o CT em canais radiculares preparados para tamanho apical 20 ou 25, independentemente do tipo e tamanho da agulha e da taxa

	de fluxo. Foi necessário um tamanho apical mínimo de 30 para que o irrigante atingisse o CT.
--	--

Fonte: acervo próprio (2023).

A administração da seringa permite o controle da profundidade de penetração da agulha no canal e o volume de irrigante liberado.<sup>35</sup> A profundidade da colocação da agulha no conduto radicular tem fundamental importância na redução das contagens bacterianas durante a irrigação do canal <sup>28</sup>, sendo a eficácia geral da irrigação amplamente determinada pelos diâmetros relativos da agulha irrigadora e do canal radicular em si. <sup>27</sup> Além disso, a agulha nunca deve se prender à parede do canal durante a irrigação, pois isso aumentaria o risco de extrusão do irrigante no tecido periapical. <sup>15,18</sup>

BOUTSIUKIS et al. (2021) e TANOMARU et al. (2013) avaliaram o tamanho mínimo apical para as agulhas comportarem um melhor desempenho e ambos observaram que uma maior ampliação de forame apical gera uma melhor limpeza dessa região, pois permite que a solução irrigante chegue ao local e diminui a pressão apical estabelecida pelas agulhas a depender do seu desenho.

Para BOUTSIUKIS et al. (2021), o irrigante chegou na região apical quando houve a ampliação do forame para 30 (os tamanhos avaliados foram de 20, 25 e 30) com o auxílio da agulha 30G de ponta aberta e 31G de ponta fechada. Já para TANOMARU et al. (2013), foram avaliados os tamanhos apicais 20, 30 e 40; todas as agulhas avaliadas, exceto a agulha de ponta aberta 22G, tiveram melhor desempenho na ampliação de 40.

Logo, pode-se compreender que a ampliação do forame apical é um importante fator que interfere no desempenho da irrigação com seringa e agulha. Os dois estudos obtiveram resultados semelhantes, pois concordam que uma maior ampliação foraminal gera um melhor desempenho das agulhas principalmente das que possuem menores diâmetros. Ainda para BOUTSIUKIS et al. (2021) é muito improvável que o terço apical de canais radiculares minimamente formados possa ser suficientemente limpo e desinfetado por irrigação com seringa, mesmo quando uma agulha 31G é usada.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com os estudos analisados, observou-se que agulhas de ponta aberta exerceram melhor substituição do irrigante na parte apical do canal radicular; todavia, também foram responsáveis pela geração de maior pressão apical e, conseqüentemente, risco de extrusão periapical de detritos. Agulhas de ventilação lateral de menores diâmetros apresentaram substituição efetiva do irrigante quando inseridas próximas ao comprimento de trabalho do conduto radicular, demonstrando-se mais seguras, pois menores taxas de pressão apical foram registradas quando comparadas às de ponta aberta.

## REFERÊNCIAS

1. ALTUNDASAR, Emre et al. Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 112, n. 4, p. e31-e35, 2011.
2. BAKER, Neil A. et al. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. **Journal of endodontics**, v. 1, n. 4, p. 127-135, 1975.
3. BARBOSA, Ana Flávia Almeida et al. Effect of passive ultrasonic irrigation on hard tissue debris removal: a systematic review and meta-analysis. **Brazilian Oral Research**, v. 35, 2021.
4. BEHRENTS, K. T.; SPEER, M. L.; NOUJEIM, M. Sodium hypochlorite accident with evaluation by cone beam computed tomography. **International endodontic journal**, v. 45, n. 5, p. 492-498, 2012.
5. BOUTSIOUKIS, C. et al. Measurement of pressure and flow rates during irrigation of a root canal ex vivo with three endodontic needles. **International endodontic journal**, v. 40, n. 7, p. 504-513, 2007.
6. BOUTSIOUKIS, Christos et al. Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 5, p. 875-879, 2010.
7. BOUTSIOUKIS, C. et al. Formation and removal of apical vapor lock during syringe irrigation: a combined experimental and Computational Fluid Dynamics approach. **International endodontic journal**, v. 47, n. 2, p. 191-201, 2014.
8. BOUTSIOUKIS, Christos; NOVA, Patricia Gutierrez. Syringe irrigation in minimally shaped root canals using 3 endodontic needles: a computational fluid dynamics study. **Journal of endodontics**, v. 47, n. 9, p. 1487-1495, 2021.
9. BOWDEN, John R.; ETHUNANDAN, Madanagopalan; BRENNAN, Peter A. Life-threatening airway obstruction secondary to hypochlorite extrusion during root canal treatment. **Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics**, v. 101, n. 3, p. 402-404, 2005.
10. DEVI, Arpana Arthi; ABBOTT, Paul V. Comparison of the flow characteristics of irrigants with standard and Max-i-Probe needles. **Australian Endodontic Journal**, v. 38, n. 2, p. 50-54, 2012.

11. DRUTTMAN, A. C. S.; STOCK, C. J. R. An in vitro comparison of ultrasonic and conventional methods of irrigant replacement. **International Endodontic Journal**, v. 22, n. 4, p. 174-178, 1989.
12. GERNHARDT, C. R. et al. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. **International endodontic journal**, v. 37, n. 4, p. 272-280, 2004.
13. GUERREIRO-TANOMARU, Juliane Maria et al. Efficacy of four irrigation needles in cleaning the apical third of root canals. **Brazilian Dental Journal**, v. 24, p. 21-24, 2013.
14. GULABIVALA, Kishor et al. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. **Endodontic topics**, v. 10, n. 1, p. 103-122, 2005.
15. INGLE, John I. et al. Outcome of endodontic treatment and retreatment. **Endodontics**, v. 5, p. 747-68, 2002.
16. JÄGGI, Marco et al. Apical pressure generated using conventional syringe irrigation in immature teeth—an in vitro study. **Materials**, v. 14, n. 10, p. 2580, 2021.
17. KAHN, Frederick H.; ROSENBERG, Paul A.; GLIKSBERG, Jerome. An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. **Journal of endodontics**, v. 21, n. 5, p. 277-280, 1995.
18. LAMBRIANIDIS, T.; TOSOUNIDOU, E.; TZOANOPOULOU, M. The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 11, p. 696-698, 2001.
19. LEE, S.-J.; WU, M.-K.; WESSELINK, P. R. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. **International Endodontic Journal**, v. 37, n. 10, p. 672-678, 2004.
20. LOROÑO, G. et al. Positive and negative pressure irrigation in oval root canals with apical ramifications: a computational fluid dynamics evaluation in micro-CT scanned real teeth. **International Endodontic Journal**, v. 53, n. 5, p. 671-679, 2020.
21. MOORER, W. R.; WESSELINK, P. R. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. **Int Endod J**, v. 15, n. 4, p. 187-96, 1982.
22. NANZER, J.; LANGLOIS, S.; COEURET, F. Electrochemical engineering approach to the irrigation of tooth canals under the influence of a vibrating file. **Journal of Biomedical Engineering**, v. 11, n. 2, p. 157-163, 1989.

23. PARK, Ellen et al. Apical pressure and extent of irrigant flow beyond the needle tip during positive-pressure irrigation in an in vitro root canal model. **Journal of endodontics**, v. 39, n. 4, p. 511-515, 2013.
24. PASHLEY, E. L.; NELSON, R.; PASHLEY, David Henry. Pressures created by dental injections. **Journal of dental research**, v. 60, n. 10, p. 1742-1748, 1981.
25. PETERS, Ove A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **Journal of endodontics**, v. 30, n. 8, p. 559-567, 2004.
26. PROVOOST, Charley et al. Influence of needle design and irrigant flow rate on the removal of enterococcus faecalis biofilms in vitro. **Dentistry journal**, v. 10, n. 4, p. 59, 2022.
27. RAM, Zeev. Effectiveness of root canal irrigation. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v. 44, n. 2, p. 306-312, 1977.
28. SEDGLEY, C. M. et al. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. **International endodontic journal**, v. 38, n. 2, p. 97-104, 2005.
29. SHEN, Ya et al. Three-dimensional numeric simulation of root canal irrigant flow with different irrigation needles. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 5, p. 884-889, 2010.
30. SILVA, Paula Barcellos et al. Apical extrusion of debris and irrigants using different irrigation needles. **Brazilian dental journal**, v. 27, p. 192-195, 2016.
31. SIQUEIRA JR, Jose F. Microbial causes of endodontic flare-ups. **International endodontic journal**, v. 36, n. 7, p. 453-463, 2003.
32. ŠNJARIĆ, Damir et al. Irrigation of human prepared root canal—ex vivo based computational fluid dynamics analysis. **Croatian medical journal**, v. 53, n. 5, p. 470-479, 2012.
33. TINAZ, Ali Cemal et al. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. **Journal of endodontics**, v. 31, n. 7, p. 533-535, 2005.
34. UZUNOGLU, Emel; TURKER, Sevinc Aktemur; GÖRDÜYSUS, Melahat. Effects of different rotary files combined with different irrigation needles on apically extruded debris. **Brazilian dental journal**, v. 26, p. 347-350, 2015.
35. VAN DER SLUIS, L. W. M. et al. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. **International endodontic journal**, v. 39, n. 6, p. 472-476, 2006.

36. VINOTHKUMAR, Thilla Sekar et al. Influence of irrigating needle-tip designs in removing bacteria inoculated into instrumented root canals measured using single-tube luminometer. **Journal of endodontics**, v. 33, n. 6, p. 746-748, 2007.
37. WHITWORTH, J. M.; RAMLEE, R. A. M.; MEECHAN, J. G. Pressures generated in vitro during Stabident intraosseous injections. **International endodontic journal**, v. 38, n. 5, p. 291-296, 2005.
38. ZINELIS, S.; ELIADES, T.; ELIADES, G. A metallurgical characterization of ten endodontic Ni-Ti instruments: assessing the clinical relevance of shape memory and superelastic properties of Ni-Ti endodontic instruments. **International endodontic journal**, v. 43, n. 2, p. 125-134, 2010.