

Artigo científico

## Facodinâmica: implicações para a melhoria da cirurgia de catarata

Phacodynamics: implications for improving cataract surgery

Facodinámica: implicaciones para mejorar la cirugía de cataratas

José Stênio Sampaio Bastos Neto<sup>1</sup>, Hermann Madeiro Neto<sup>2</sup>, Ítalo de Deus Rios Bastos<sup>3</sup>, Mariana Lima Madeiro<sup>4</sup>, Marco Aurélio Correia Martins<sup>5</sup>, Allan Victor Bastos Germano<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Graduado em Medicina e Residente em Oftalmologia pela Fundação João Carlos Lyra, Maceió, Alagoas. ORCID: 0009-0001-9900-4217. E-mail: stenio141097@hotmail.com;

<sup>2</sup>Graduado em Medicina e Residente em Oftalmologia pela Fundação João Carlos Lyra, Maceió, Alagoas. ORCID: 0009-0008-4400-6478. E-mail: hmadeiro1@gmail.com;

<sup>3</sup>Graduado em Medicina e Residente em Oftalmologia pela Fundação Leiria de Andrade, Fortaleza, Ceará. ORCID: 0009-0004-8614-4554. E-mail: italoriosbastos@gmail.com;

<sup>4</sup>Graduada em Medicina e Residente em Oftalmologia pelo Hospital CEMA, São Paulo, São Paulo. ORCID: 0009-0000-0960-5418. E-mail: marianamadeiro@outlook.com;

<sup>5</sup>Graduado em Medicina e Residente em Oftalmologia pela Fundação Leiria de Andrade, Fortaleza, Ceará. ORCID: 0009-0007-2211-0250. E-mail: marcoaurelio1@gmail.com;

<sup>6</sup>Graduado em Medicina pela Universidade Nilton Lins, Manaus, Amazonas. ORCID: 0009-0005-8398-9102. E-mail: allanbastos28@hotmail.com;

**Resumo-** O presente artigo visa aprofundar o entendimento sobre a facodinâmica e suas influências no aprimoramento dos procedimentos de cirurgia de catarata. Esta pesquisa contextualiza a facodinâmica como um elemento na eficácia e segurança das cirurgias de catarata, ressaltando a importância de uma compreensão da dinâmica da facoemulsificação. O objetivo central do estudo é explorar como o avanço no conhecimento e nas tecnologias relacionadas à facodinâmica pode contribuir para melhorar os resultados cirúrgicos, minimizando riscos e maximizando a recuperação dos pacientes. A metodologia adotada baseia-se em uma revisão de literatura, envolvendo a análise de estudos, publicações científicas e artigos relevantes no campo da oftalmologia, com ênfase especial em trabalhos recentes que abordam inovações e avanços tecnológicos na área, possibilitando a compilação de informações, facilitando uma análise das técnicas, equipamentos e estratégias utilizadas na facodinâmica. Os resultados obtidos a partir desta revisão evidenciam que a incorporação de novas tecnologias e a aplicação de técnicas avançadas na facodinâmica têm um impacto positivo significativo na cirurgia de catarata. Observou-se uma tendência de melhoria nos resultados cirúrgicos, incluindo redução do tempo de recuperação, diminuição de complicações e aumento na precisão dos procedimentos. Além disso, foi constatada a relevância de uma abordagem personalizada no tratamento de catarata, considerando as condições específicas de cada paciente.

**Palavras chave:** Facoemulsificação; Oftalmologia; Procedimentos cirúrgicos; Tecnologias em cirurgia oftálmica; Tratamento de catarata.

**Abstract-** This article aims to deepen our understanding of phacodynamics and its influence on improving cataract surgery procedures. This research contextualises phacodynamics as an element in the efficacy and safety of cataract surgery, highlighting the importance of an understanding of the dynamics of phacoemulsification. The central aim of the study is to explore how advances in knowledge and technologies related to phacodynamics can contribute to improving surgical results, minimising risks and maximising patient recovery. The methodology adopted is based on a literature review, involving the analysis of studies, scientific publications and relevant articles in the field of ophthalmology, with special emphasis on recent works that address innovations and technological advances in the area, enabling the compilation of information, facilitating an analysis of the techniques, equipment and strategies used in phacodynamics. The results obtained from this review show that the incorporation of new technologies and the application of advanced techniques in phacodynamics have a significant positive impact on cataract surgery. A trend towards improved surgical results was observed, including a reduction in recovery time, fewer complications and an increase in the accuracy of procedures. In addition, the relevance of a personalised approach to cataract treatment was noted, taking into account the specific conditions of each patient.

**Key words:** Phacoemulsification; Ophthalmology; Surgical procedures; Technologies in ophthalmic surgery; Cataract treatment.

**Resumen-** Este artículo pretende profundizar en el conocimiento de la facodinámica y su influencia en la mejora de los procedimientos de cirugía de cataratas. Esta investigación contextualiza la facodinámica como elemento de la eficacia y la seguridad de la cirugía de cataratas, destacando la importancia de comprender la dinámica de la facoemulsificación. El objetivo central del estudio es explorar cómo los avances en el conocimiento y las tecnologías relacionadas con la



facodinámica pueden contribuir a mejorar los resultados quirúrgicos, minimizar los riesgos y maximizar la recuperación del paciente. La metodología adoptada se basa en una revisión bibliográfica, que implica el análisis de estudios, publicaciones científicas y artículos relevantes en el campo de la oftalmología, con especial énfasis en los trabajos recientes que abordan las innovaciones y avances tecnológicos en el área, permitiendo la recopilación de información, facilitando un análisis de las técnicas, equipos y estrategias utilizadas en la facodinámica. Los resultados obtenidos de esta revisión muestran que la incorporación de nuevas tecnologías y la aplicación de técnicas avanzadas en facodinámica tienen un impacto positivo significativo en la cirugía de cataratas. Se ha observado una tendencia hacia la mejora de los resultados quirúrgicos, incluyendo la reducción del tiempo de recuperación, la disminución de las complicaciones y el aumento de la precisión del procedimiento. Además, se señaló la relevancia de un enfoque personalizado del tratamiento de la catarata, teniendo en cuenta las condiciones específicas de cada paciente.

**Palabras clave:** Facoemulsificación; Oftalmología; Procedimientos quirúrgicos; Tecnologías en cirugía oftálmica; Tratamiento de cataratas.

## INTRODUÇÃO

A cirurgia de catarata, caracterizada pela remoção do cristalino opacificado do olho, é um dos procedimentos oftalmológicos mais realizados em todo o mundo. Esta cirurgia tem um impacto profundo e positivo na qualidade de vida dos pacientes, pois restaura a visão prejudicada pela opacidade do cristalino, um problema comumente associado ao envelhecimento. A eficácia desta intervenção reflete-se na melhoria da acuidade visual, na recuperação da independência e capacidade de realizar atividades diárias, influenciando o bem-estar emocional e social dos indivíduos.

Com o aumento da expectativa de vida e o consequente envelhecimento da população global, prevê-se um crescimento contínuo na demanda por cirurgias de catarata. Este cenário apresenta um desafio para os sistemas de saúde, exigindo uma capacidade operacional ampliada e a necessidade de aprimoramento constante nas técnicas e equipamentos utilizados. A busca por procedimentos mais seguros, eficientes e menos invasivos torna-se uma prioridade, visando oferecer o melhor atendimento possível aos pacientes.

Neste contexto, a facodinâmica, que estuda a dinâmica da emulsificação do cristalino durante a cirurgia de catarata, emerge como um campo de estudo de fundamental importância. O cristalino é emulsificado e aspirado através de uma técnica chamada facoemulsificação, que é o coração da moderna cirurgia de catarata. A compreensão da facodinâmica permite aos cirurgiões otimizar cada fase do procedimento, desde a incisão até a remoção completa do cristalino e a inserção da lente intraocular. Este

conhecimento contribui diretamente para a redução do tempo de cirurgia, minimização do trauma ocular e diminuição do risco de complicações pós-operatórias, como inflamação, edema corneano e aumento da pressão intraocular.

Além disso, avanços na facodinâmica têm potencial para influenciar o desenvolvimento de novos equipamentos e tecnologias cirúrgicas. Por exemplo, inovações em máquinas de facoemulsificação e design de instrumentos podem levar a uma maior eficiência na fragmentação do cristalino, reduzindo a energia necessária e o stress mecânico ao olho, tornando a cirurgia de catarata ainda mais segura e acessível, especialmente para populações em regiões onde o acesso a cuidados oftalmológicos avançados é limitado.

Neste contexto, o objetivo deste artigo é revisar a literatura sobre a facodinâmica, enfocando em como seus princípios podem ser aplicados para melhorar a eficiência e segurança da cirurgia de catarata. Através de uma análise de estudos recentes e avanços tecnológicos, busca-se identificar as melhores práticas e inovações no campo.

A realização desta revisão literária é justificada pela necessidade emergente de consolidar e sintetizar o conhecimento acumulado sobre a facodinâmica. Esta área, essencial no campo da oftalmologia, influencia diretamente a eficácia e segurança dos procedimentos cirúrgicos de catarata. Uma compreensão aprofundada da facodinâmica permite aos cirurgiões otimizar técnicas e adaptar-se a cada caso específico, garantindo uma abordagem mais personalizada e eficiente. Além disso, o conhecimento desta área possibilita a prevenção e o manejo adequado de possíveis complicações, contribuindo assim para uma recuperação mais rápida e menos dolorosa para o paciente.

O cenário atual da medicina e, em particular, da oftalmologia, é marcado por rápidas mudanças tecnológicas. Novos equipamentos, técnicas cirúrgicas e materiais estão constantemente sendo desenvolvidos e aprimorados. Essa evolução contínua exige que os profissionais da área se mantenham atualizados para incorporar inovações em sua prática e compreender as implicações e os limites dessas novas tecnologias, proporcionando uma base sólida de conhecimento, ajudando os profissionais a filtrar informações relevantes e aplicáveis em sua prática diária.

A relevância deste estudo estende-se para além da prática cirúrgica atual. Ao fornecer informações atualizadas, este trabalho visa contribuir para a melhoria contínua dos procedimentos de cirurgia de catarata. Ao entender melhor as nuances da facodinâmica, os cirurgiões podem realizar intervenções mais precisas, reduzindo riscos e melhorando os desfechos clínicos. Isso se traduz em benefícios diretos para os pacientes, como recuperações mais rápidas, menor incidência de complicações e resultados visuais superiores.

Adicionalmente, ao elucidar os aspectos mais atuais e emergentes da facodinâmica, este estudo também serve como um catalisador para a inovação e a pesquisa contínua. A identificação de lacunas no conhecimento atual pode inspirar novas pesquisas e experimentações, levando ao desenvolvimento de novas técnicas, instrumentos ou abordagens cirúrgicas. Neste sentido, a revisão resume o estado atual do conhecimento e aponta direções futuras para a investigação científica, incentivando a exploração e a inovação contínuas no campo da cirurgia de catarata.

A metodologia adotada para esta revisão de literatura envolveu uma busca sistemática de artigos, revisões e estudos de caso nas principais bases de dados médicas e científicas. Foram selecionados trabalhos que abordam tanto os aspectos teóricos da facodinâmica quanto suas aplicações práticas, com ênfase especial em estudos que propõem melhorias ou novas técnicas para a cirurgia de catarata. A seleção e análise dos artigos foram conduzidas de forma a garantir uma cobertura ampla e atualizada do tema.

## FUNDAMENTOS DA FACODINÂMICA

De acordo com Carvalho, Silva e Ferreira (2016), Facoemulsificação é um procedimento cirúrgico oftalmológico avançado, utilizado primordialmente para o tratamento de cataratas, onde o cristalino opaco é fragmentado e removido, sendo posteriormente substituído por uma lente intraocular. O conceito central da facodinâmica envolve a compreensão de como as forças dinâmicas, como o ultrassom e a irrigação/aspiração, atuam na remoção do cristalino. A terminologia fundamental inclui 'emulsificação', que se refere à fragmentação do cristalino utilizando vibrações ultrassônicas, e 'aspiração', que é a remoção dos fragmentos emulsificados do olho.

As tecnologias envolvidas na facoemulsificação, desde o seu advento, passaram por uma transformação expressiva, refletindo os avanços no campo da oftalmologia e também no desenvolvimento tecnológico geral. No início, os equipamentos utilizados para a facoemulsificação eram notavelmente grandes e complexos, exigindo incisões maiores e técnicas mais invasivas, o que conseqüentemente levava a um maior risco de complicações e um período de recuperação mais longo para os pacientes (MORETO et al., 2020).

De acordo com Mattos (2016), com o avanço contínuo da tecnologia médica, houve um desenvolvimento em termos de miniaturização e eficiência dos equipamentos. Aparelhos mais compactos, que ocupam menos espaço e oferecem maior ergonomia para o cirurgião, tornaram-se disponíveis. Essa evolução permitiu incisões cirúrgicas menores, que são menos invasivas e promovem uma cicatrização mais rápida, reduzindo o risco de infecções e acelerando o processo de recuperação do paciente.

A precisão e segurança dos procedimentos de facoemulsificação também foram aprimoradas de forma notável. Os equipamentos modernos são equipados com sistemas sofisticados para controle preciso da energia ultrassônica. Este controle permite que o cirurgião fragmente o cristalino opaco de forma mais eficiente, reduzindo o tempo de exposição ao ultrassom e, por consequência, minimizando o risco de danos térmicos aos

tecidos oculares sensíveis. Além disso, a gestão aprimorada da irrigação e aspiração é capital, pois permite a manutenção de uma câmara anterior estável durante a cirurgia, evitando flutuações de pressão que podem levar a complicações (BENÍTEZ MARTÍNEZ; BAEZA MOYANO; GONZÁLEZ-LEZCANO, 2021).

Os avanços na tecnologia de facoemulsificação não se limitam apenas aos equipamentos. Eles também incluem o desenvolvimento de lentes intraoculares mais avançadas e biocompatíveis, que são implantadas após a remoção do cristalino opaco. Estas lentes oferecem a correção da visão turva causada pela catarata e a possibilidade de corrigir outros erros refrativos, como miopia, hipermetropia e astigmatismo, proporcionando aos pacientes uma visão clara e nítida (CHEN et al., 2021).

Esses progressos tecnológicos transformaram a facoemulsificação em um procedimento altamente eficaz, seguro e preferido para o tratamento de cataratas. A evolução contínua dessas tecnologias promete melhorar ainda mais os resultados cirúrgicos, tornar a cirurgia acessível e confortável tanto para o paciente quanto para o cirurgião.

A evolução histórica dos métodos de facoemulsificação, desde sua concepção na década de 1960 pelo Dr. Charles Kelman, representa uma verdadeira revolução no tratamento de cataratas, marcando um ponto de virada na oftalmologia. Antes da introdução do ultrassom por Kelman, as técnicas utilizadas para a remoção de cataratas eram consideravelmente mais invasivas, muitas vezes requerendo grandes incisões e resultando em períodos de recuperação mais longos e um maior risco de complicações pós-operatórias (VASUMATHI, 2018).

Com a inovação de Kelman, a utilização do ultrassom permitiu a emulsificação do cristalino opaco de maneira menos invasiva e mais controlada. Este método reduziu o tamanho das incisões necessária e diminuiu a probabilidade de danos aos tecidos oculares circundantes. A eficiência do ultrassom em fragmentar o cristalino com precisão melhorou ao longo do tempo, o que contribuiu para tornar a cirurgia mais rápida e segura (VASUMATHI, 2018).

Paralelamente aos avanços no ultrassom, houve uma melhoria contínua nos sistemas de irrigação e aspiração, objetivando manter a estabilidade da câmara anterior do olho durante a cirurgia, removendo simultaneamente os fragmentos emulsificados do cristalino e substituindo o volume perdido com uma solução salina, mantendo assim a pressão intraocular. Aperfeiçoamentos nestes sistemas ajudaram a reduzir ainda mais o risco de complicações, como a ruptura da cápsula posterior e o edema macular.

Consoante Day (2013), a evolução dos métodos de facoemulsificação foi acompanhada por avanços no *design* e material das lentes intraoculares (LIOs). Inicialmente, as LIOs eram bastante rudimentares, mas com o tempo, tornaram-se mais sofisticadas, com materiais que oferecem melhor biocompatibilidade e designs que permitem a correção de múltiplos erros de refração, incluindo presbiopia e astigmatismo.

Esses desenvolvimentos transformaram a facoemulsificação na técnica padrão-ouro para a cirurgia de catarata, proporcionando aos pacientes uma visão clara e recuperação mais rápida e menos dolorosa. A evolução contínua desses métodos e equipamentos abre novas possibilidades e esperanças para o tratamento eficaz de cataratas, uma das principais causas de cegueira reversível no mundo (DAY, 2013).

## IMPLICAÇÕES CLÍNICAS DA FACODINÂMICA NA CIRURGIA DE CATARATA

A facodinâmica é uma abordagem inovadora na cirurgia de catarata que tem transformado o cenário clínico, oferecendo benefícios para os pacientes. Esta técnica moderna envolve o uso de energia ultrassônica para emulsificar a lente do olho que se tornou opaca, a catarata, permitindo sua remoção através de uma incisão mínima. A principal vantagem da facodinâmica é a sua eficiência em fragmentar a catarata com menor energia, o que reduz o trauma ao olho (SOLANO; LIN, 2018).

Os benefícios da facodinâmica para o paciente são notáveis. Primeiramente, há uma recuperação visual mais rápida, pois a técnica permite uma cirurgia menos invasiva e



mais precisa. Além disso, o risco de astigmatismo induzido pela cirurgia é minimizado devido às pequenas incisões necessárias. Pacientes que passam por esta técnica também relatam menos desconforto durante e após a cirurgia (MELANCIA; ABEGÃO PINTO; MARQUES-NEVES, 2015).

A redução de complicações intra e pós-operatórias representa um avanço notável trazido pela facodinâmica na cirurgia de catarata. Esta técnica moderna, empregando energia ultrassônica de baixa intensidade, minimiza o risco de lesões térmicas ao tecido ocular, uma vez que danos térmicos durante a cirurgia podem levar a várias complicações, tais como queimaduras da córnea ou da esclera, que podem comprometer a recuperação do paciente e a eficácia da cirurgia (CARIFI, 2014).

Um dos principais benefícios desta abordagem é a diminuição substancial no risco de edema corneano. O edema, ou inchaço da córnea, é uma complicação comum em cirurgias de catarata, podendo resultar em visão turva e desconforto pós-operatório. A utilização da energia ultrassônica de baixa intensidade na facodinâmica reduz o trauma no tecido corneano, diminuindo assim a probabilidade de edema e promovendo uma recuperação visual mais rápida e confortável para o paciente (CARIFI, 2014).

Outra complicação grave que é mitigada pela facodinâmica é o descolamento de retina. Esta é uma condição séria, onde a retina – a camada sensível à luz no fundo do olho – se separa do seu suporte de tecido subjacente. O descolamento de retina pode levar a uma perda da visão se não tratado rapidamente. As técnicas cirúrgicas tradicionais, ao exigirem maior manipulação e induzirem mais stress ao olho, podem aumentar o risco de descolamento de retina. A facodinâmica, ao contrário, com sua abordagem minimamente invasiva, reduz esse risco, proporcionando uma cirurgia mais segura para o paciente (BERROCAL; CHENWORTH; ACABA, 2017).

Além disso, a precisão inerente à facodinâmica resulta em menos fragmentos de lente residuais dentro do olho após a cirurgia. Fragmentos residuais podem ser uma fonte de inflamação pós-operatória, causando dor,

vermelhidão e comprometimento da visão. A capacidade da facodinâmica de pulverizar eficientemente a catarata em partículas muito finas facilita a remoção completa da lente afetada, reduzindo assim o risco de inflamação e outras complicações associadas (KIEVAL et al., 2020).

Ao comparar a facodinâmica com as técnicas cirúrgicas tradicionais, como as extracapsulares e intracapsulares, é evidente uma evolução no tratamento da catarata. As técnicas mais antigas, particularmente a extracapsular e a intracapsular, exigem incisões maiores na córnea ou na esclera para a remoção da lente opacificada. Estas incisões maiores aumentam o risco de infecção ocular devido à maior exposição e manipulação dos tecidos e prolongam o tempo de recuperação do paciente. A recuperação mais lenta pode afetar a qualidade de vida do paciente, uma vez que a visão demora mais para se estabilizar e há restrições mais longas nas atividades diárias (EL-SAYED et al., 2015).

Além disso, as técnicas tradicionais apresentam limitações quanto à eficiência na remoção de cataratas particularmente duras ou muito densas. Nestes casos, a extração manual da lente pode ser desafiadora e arriscada, aumentando a possibilidade de complicações durante a cirurgia, como a ruptura da cápsula posterior do olho ou a perda de fragmentos de lente no vítreo, o que pode requerer procedimentos adicionais para a sua remoção (BERROCAL; CHENWORTH; ACABA, 2017).

Em contraste, a facodinâmica, com sua abordagem sofisticada utilizando energia ultrassônica, mostra-se eficaz em uma mais ampla de densidades de cataratas. Esta técnica permite a emulsificação da lente opacificada, transformando-a em uma substância mais fácil de aspirar, independentemente de sua densidade, facilitando a remoção da catarata e reduzindo o risco de complicações associadas à manipulação excessiva dentro do olho (SOLANO; LIN, 2018).

Para Solano e Lins (2018), outro ponto de destaque é a precisão da facodinâmica. Com incisões menores e mais precisas, há menos perturbação dos tecidos oculares circundantes, resultando em menos inflamação, menos astigmatismo induzido por cirurgia e, conseqüentemente,

uma recuperação visual mais rápida. A capacidade de fazer incisões menores também contribui para a redução do risco de infecção, um fator crítico na recuperação pós-operatória.

## AVANÇOS TECNOLÓGICOS EM FACODINÂMICA

Os avanços tecnológicos na facodinâmica, um aspecto vital na cirurgia de catarata, têm mostrado uma evolução constante e impressionante. Esse campo, focado no uso de energia ultrassônica para emulsificar e extrair a lente opacificada do olho, tem testemunhado uma série de inovações notáveis tanto em equipamentos quanto em métodos cirúrgicos. Esses progressos têm sido fundamentais para aprimorar a eficiência, a segurança e os resultados gerais das cirurgias de catarata (BU; CHUNG; AFSHARI, 2022).

Nos últimos anos, houve uma evolução nos equipamentos utilizados na facodinâmica. As máquinas contemporâneas estão agora equipadas com sistemas de monitoramento e ajuste de energia ultrassônica mais avançados. Essa inovação permite que os cirurgiões personalizem a cirurgia de acordo com as características específicas das cataratas de cada paciente. Tal capacidade de ajuste fino é particularmente benéfica no tratamento de cataratas com diferentes graus de densidade. Isso é possível porque a precisão no controle da energia ultrassônica reduz substancialmente o risco de danos aos tecidos oculares adjacentes (DONALDSON et al., 2013).

Essa precisão no ajuste da energia é importante porque diferentes tipos de cataratas - sejam elas mais moles ou mais densas - requerem diferentes níveis de energia para uma emulsificação eficiente. Com as tecnologias mais antigas, havia um risco maior de aplicar energia excessiva, o que poderia levar a complicações como a lesão endotelial corneana ou o edema macular cistoide. Agora, com sistemas mais sofisticados, os cirurgiões podem aplicar exatamente a quantidade de energia necessária, otimizando a segurança do paciente e os resultados visuais.

Além disso, os avanços no design das pontas dos instrumentos e na eficiência da emulsificação também contribuem para um procedimento mais seguro e menos

invasivo. Com pontas mais finas e precisas, é possível realizar incisões menores, o que diminui o risco de infecção e acelera o processo de cicatrização. Isso é especialmente importante para pacientes com condições coexistentes, como diabetes ou problemas de cicatrização, onde a recuperação rápida e sem complicações é essencial (KASTURI et al., 2022).

Outro aspecto importante desses avanços tecnológicos é a capacidade de monitoramento em tempo real durante a cirurgia. Os sistemas modernos proporcionam feedback instantâneo sobre a quantidade de energia utilizada e a eficácia da emulsificação, permitindo ajustes imediatos, se necessário, melhorando a eficiência do procedimento e aumentando a confiança do cirurgião, resultando em melhores desfechos cirúrgicos (GRZYBOWSKI; KANCLERZ, 2020).

Os avanços nas técnicas cirúrgicas de facodinâmica, apoiados por equipamentos mais avançados, têm desempenhado uma melhoria da eficácia do tratamento de catarata. Técnicas inovadoras como a facoemulsificação segmentar e a faco chop estão se tornando cada vez mais prevalentes no campo da oftalmologia. Estas técnicas permitem a fragmentação eficiente da catarata em pedaços menores dentro do olho, o que facilita sua remoção utilizando menores quantidades de energia ultrassônica, assim, minimizando o trauma ocular, o que é fundamental para a preservação da integridade e saúde do olho (GRZYBOWSKI; KANCLERZ, 2020).

A facoemulsificação segmentar, por exemplo, envolve a divisão da catarata em segmentos antes de sua emulsificação. Esta abordagem permite que cada segmento seja emulsificado de forma mais eficaz e com menos energia, reduzindo o estresse no endotélio corneano e outras estruturas oculares sensíveis. Por outro lado, a técnica da faco chop envolve a divisão da catarata com um instrumento especializado, seguida pela emulsificação de cada parte. Esta técnica é particularmente eficaz em cataratas mais densas, onde uma emulsificação uniforme pode ser mais desafiadora (ALIÓ et al., 2014).

Com a capacidade de fragmentar e remover a catarata de maneira mais eficiente, o tempo necessário para



a emulsificação e remoção da catarata é reduzido. Isso leva a uma diminuição correspondente no tempo total de cirurgia, o que é altamente benéfico tanto para o paciente quanto para o cirurgião. Para o paciente, isso significa uma experiência cirúrgica menos invasiva, menos tempo sob anestesia e uma recuperação pós-operatória mais rápida. Para o cirurgião, a redução do tempo cirúrgico permite a realização de mais procedimentos em um único dia, aumentando a eficiência do atendimento ao paciente (ALIÓ et al., 2014).

Além disso, com procedimentos mais curtos, o risco de complicações intraoperatórias, como infecção e inflamação, é reduzido. Isso é especialmente relevante para pacientes idosos ou aqueles com condições de saúde pré-existentes, que podem ser mais suscetíveis a complicações. Além disso, a redução do trauma ocular durante a cirurgia ajuda a preservar a saúde da córnea e reduz o risco de edema corneano pós-operatório, melhorando os resultados visuais para os pacientes (NAGY et al., 2014).

Esses avanços nas técnicas cirúrgicas, juntamente com o desenvolvimento contínuo de equipamentos mais sofisticados, representam um salto no tratamento da catarata, melhorando a segurança e eficiência do procedimento e proporcionam resultados visuais superiores, o que é de grande importância para a qualidade de vida dos pacientes. À medida que a tecnologia e as técnicas continuam a evoluir, podemos esperar que a cirurgia de catarata se torne cada vez mais segura, eficiente e eficaz (NAGY et al., 2014).

Destaca-se as perspectivas e potenciais inovações em facodinâmica, onde uma área de interesse particular é a integração da inteligência artificial e do aprendizado de máquina na facodinâmica. Estas tecnologias podem potencialmente oferecer análises mais precisas das características da catarata, permitindo personalização ainda maior da energia ultrassônica e das técnicas de facoemulsificação para cada paciente. Além disso, a realidade aumentada e as visualizações 3D podem aprimorar a precisão do cirurgião, oferecendo uma visão mais clara da anatomia do olho durante a cirurgia.

Outra inovação promissora é o desenvolvimento de lentes intraoculares mais avançadas e materiais biocompatíveis que podem ser inseridos no olho com mais

facilidade e precisão após a remoção da catarata. Estas lentes podem oferecer melhor qualidade de visão e reduzir a necessidade de óculos após a cirurgia.

## DESAFIOS E LIMITAÇÕES DA FACODINÂMICA

A implementação das técnicas de Facodinâmica enfrenta várias barreiras, incluindo limitações técnicas, necessidades de treinamento especializado e considerações econômicas e de acessibilidade.

A facoemulsificação exige equipamentos sofisticados, que devem ser operados com precisão e habilidade. Isso inclui geradores de ultrassom de alta frequência e microscópios cirúrgicos avançados, entre outros instrumentos. A manutenção destes equipamentos também representa um desafio, especialmente em regiões com recursos limitados. Além disso, as técnicas de facoemulsificação estão em constante evolução, exigindo atualizações frequentes do equipamento, o que pode ser economicamente inviável para muitas instituições (KIM et al., 2016).

Ademais, cirurgiões precisam de treinamento especializado e extenso para realizar a facoemulsificação com segurança e eficácia. Este treinamento deve ser contínuo, acompanhando os avanços nas técnicas e equipamentos. Em muitos países, especialmente em regiões em desenvolvimento, há uma falta de programas de treinamento adequados e acessíveis. Isso limita a disponibilidade de cirurgiões qualificados e pode levar a uma maior incidência de complicações cirúrgicas (JAGGERNATH et al., 2014).

Em relação as considerações econômicas e de acessibilidade são enormes. O custo dos equipamentos de facoemulsificação e dos consumíveis associados é significativo, o que pode ser proibitivo para muitas clínicas e hospitais, especialmente em países em desenvolvimento. Além disso, o custo do procedimento pode ser alto para os pacientes, limitando seu acesso à cirurgia de catarata de qualidade. Essa situação é particularmente preocupante, dado que a catarata é uma das principais causas de cegueira evitável em todo o mundo. Assim, encontrar maneiras de



tornar a facoemulsificação mais acessível é necessária para melhorar a saúde ocular global.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste estudo, foram exploradas as nuances da facodinâmica e seu impacto na cirurgia de catarata, visto que se tornou evidente que a compreensão aprofundada da dinâmica da facoemulsificação melhora a eficácia do procedimento cirúrgico e contribui para a segurança e conforto do paciente. A integração de tecnologias avançadas e técnicas refinadas, conforme discutido, oferece uma promessa substancial para aprimorar os resultados da cirurgia de catarata.

Ademais, as discussões sobre as variáveis envolvidas na facodinâmica, incluindo a viscoelasticidade, a pressão intraocular e o controle da energia de emulsificação, ressaltam a importância de uma abordagem personalizada para cada paciente. Isso é particularmente relevante ao considerar a diversidade das condições oculares e as especificidades anatômicas que influenciam a escolha das técnicas cirúrgicas.

Os avanços recentes na facodinâmica, juntamente com as inovações em equipamentos e materiais, abrem novos caminhos para a otimização da cirurgia de catarata. É imperativo que a comunidade oftalmológica continue a investir em pesquisa e desenvolvimento nesta área, assegurando que os benefícios desses avanços sejam plenamente aproveitados.

## REFERÊNCIAS

ALIÓ, J. L. et al. Femtosecond laser cataract surgery: updates on technologies and outcomes. **Journal of refractive surgery**, v. 30, n. 6, p. 420-427, 2014.

BENÍTEZ MARTÍNEZ, M.; BAEZA MOYANO, D.; GONZÁLEZ-LEZCANO, R. A. Phacoemulsification: proposals for improvement in its application. In: **Healthcare**. MDPI, 2021. p. 1603.

BERROCAL, M. H.; CHENWORTH, M. L.; ACABA, L. A. Management of giant retinal tear detachments. **Journal of ophthalmic & vision research**, v. 12, n. 1, p. 93, 2017.

BU, J. J.; CHUNG, J.; AFSHARI, N. A. Efficient use of ultrasound in cataract surgery. **Current Opinion in Ophthalmology**, v. 33, n. 1, p. 41-46, 2022.

CARVALHO, A. F. A.; SILVA, R. B. V.; FERREIRA, E.

B. Cirurgia de catarata pela técnica de facoemulsificação: um estudo de caso. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, n. 1, p. 741-748, 2016.

CHEN, X. et al. Cataract: Advances in surgery and whether surgery remains the only treatment in future. **Advances in Ophthalmology Practice and Research**, v. 1, n. 1, p. 100008, 2021.

DAY, A. C. et al. Outcomes of phacoemulsification and intraocular lens implantation in microphthalmos and nanophthalmos. **Journal of Cataract & Refractive Surgery**, v. 39, n. 1, p. 87-96, 2013.

DONALDSON, K. E. et al. Femtosecond laser-assisted cataract surgery. **Journal of Cataract & Refractive Surgery**, v. 39, n. 11, p. 1753-1763, 2013.

EL-SAYED, S. H. et al. Phacoemulsification versus manual small incision cataract surgery for treatment of cataract. **Menoufia Medical Journal**, v. 28, n. 1, p. 191, 2015.

GRZYBOWSKI, A.; KANCLERZ, P. Recent developments in cataract surgery. **Current concepts in ophthalmology**, p. 55-97, 2020.

JAGGERNATH, J. et al. Comparison of cataract surgery techniques: safety, efficacy, and cost-effectiveness. **European journal of ophthalmology**, v. 24, n. 4, p. 520-526, 2014.

KASTURI, N. et al. Emerging Innovations in Cataract Surgery. **Delhi Journal of Ophthalmology**, v. 32, n. 6, p. 61-71, 2022.

KIEVAL, J. Z. et al. Prevention and management of refractive prediction errors following cataract surgery. **Journal of Cataract & Refractive Surgery**, v. 46, n. 8, p. 1189-1197, 2020.

KIM, W. S. **Desafios na cirurgia de catarata**. Springer, 2016.

MATTOS, L. S. et al. Microsurgery robots: addressing the needs of high-precision surgical interventions. **Swiss medical weekly**, v. 146, n. 4344, p. w14375-w14375, 2016.

MELANCIA, D.; ABEGÃO PINTO, L.; MARQUES-NEVES, C. Cataract surgery and intraocular pressure. **Ophthalmic research**, v. 53, n. 3, p. 141-148, 2015.

MORETO, R. et al. Custos e resultados facoemulsificação na cirurgia de catarata realizada por médicos residentes. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 83, n. 3, p. 209-214, 2020.

NAGY, Z. Z. New technology update: femtosecond laser in cataract surgery. **Clinical Ophthalmology**, p. 1157-1167, 2014.

SOLANO, M. M.; LIN, S. C. Cataract, phacoemulsification and intraocular pressure: is the anterior segment anatomy the missing piece of the puzzle?. **Progress in retinal and eye research**, v. 64, p. 77-83, 2018.

