

Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”

UNIGRANRIO

GABRIELA DA SILVA FREIRE

KATHARINE DE OLIVEIRA ALVES

**ESTUDO COMPARATIVO DOS BIOESTIMULADORES HIDROXIAPATITA DE
CÁLCIO E POLICAPROLACTONA NA MELHORA DA QUALIDADE DA PELE**

RIO DE JANEIRO

2025

Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”
UNIGRANRIO

GABRIELA DA SILVA FREIRE
KATHARINE DE OLIVEIRA ALVES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza
Herdy”, como requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Biomedicina.

Orientadora: Raquel Ferreira Chaves Reynaldo.

Coorientadora: Júlia Lourenço dos Santos.

RIO DE JANEIRO

2025

**GABRIELA DA SILVA FREIRE
KATHARINE DE OLIVEIRA ALVES**

**ESTUDO COMPARATIVO DOS BIOESTIMULADORES HIDROXIAPATITA DE
CÁLCIO E POLICAPROLACTONA NA MELHORA DA QUALIDADE DA PELE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza
Herdy”, como requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Biomedicina.

Orientadora: Raquel Ferreira Chaves Reynaldo.

Coorientadora: Júlia Lourenço dos Santos.

Aprovada em:

Duque de Caxias, _____ de _____ de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Raquel Ferreira Chaves Reynaldo (Orientadora)

Profa. Júlia Lourenço dos Santos (Coorientadora)

Profa. Nathalie Vera Loureiro

Profa. Carla Aparecida Alves Martins

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, de forma especial a todos os professores e colaboradores que com dedicação, paciência e compromisso, compartilharam seus conhecimentos e experiências, contribuindo de maneira significativa para a construção de nossa trajetória acadêmica.

Cada ensinamento, orientação e incentivo recebido ao longo do curso representou um passo essencial em nossa formação, não apenas técnica e científica, mas também humana e ética. Agradecemos o esforço constante em promover um ambiente de aprendizado, crítico e inspirador, que nos motivou a buscar sempre a excelência e o aprimoramento contínuo.

Este trabalho representa o resultado do conhecimento transmitido e do exemplo de comprometimento e profissionalismo de todos que participaram dessa caminhada acadêmica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As setas indicam as áreas do esqueleto facial suscetíveis à reabsorção. Com o envelhecimento, o tamanho da seta se correlaciona com a quantidade de reabsorção.....	10
Figura 2 - Perda de gordura facial	11
Figura 3 - Visão através do microscópio óptico das microesférulas de CaHA cercado por colágeno espesso e histiócito e ao lado a embalagem do produto da marca Radiesse.	13
Figura 4 - Microesferas de Policaprolactona - Ampliação 1500x.....	14
Figura 5 - Tabela de autores consultados	16
Figura 6 - Planos de aplicação de injeções de Policaprolactona.	17
Figura 7 - Imagens do pré-tratamento de paciente de 46 anos, apresentando vários sinais de envelhecimento facial e o resultado após doze semanas de tratamento.	18
Figura 8 - Satisfação dos Pacientes (GAIS) com PCL no tratamento dos sulcos nasogenianos	19
Figura 9 - Aumento da Espessura Dérmica Submalar após Aplicação de CaHA	20
Figura 10 - Ultrassonografia para medir a espessura dérmica.	21
Figura 11 - Gráfico comparativo Rennova e Radiesse	22
Figura 12 - Níveis de Satisfação dos pacientes com a CaHA	23
Figura 13 - Espessura epidérmica/dérmica pré-procedimento e 120 dias após o tratamento. .	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 METODOLOGIA.....	15
3 RESULTADOS	15
4 DISCUSSÃO	24
5 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS	29

ESTUDO COMPARATIVO DOS BIOESTIMULADORES HIDROXIAPATITA DE CÁLCIO E POLICAPROLACTONA NA MELHORA DA QUALIDADE DA PELE

GABRIELA DA SILVA FREIRE¹

KATHARINE DE OLIVEIRA ALVES¹

RAQUEL FERREIRA CHAVES REYNALDO²

JÚLIA LOURENÇO DOS SANTOS³

RESUMO

O envelhecimento facial é um processo multifatorial que envolve alterações estruturais na pele, tecidos subcutâneos e arcabouço ósseo, resultando em flacidez, perda de volume e desorganização das fibras colágenas. Diante desse cenário, os bioestimuladores de colágeno tornaram-se alternativas eficazes para o rejuvenescimento facial, com destaque para a hidroxiapatita de cálcio (CaHA) e a policaprolactona (PCL). O presente estudo teve como objetivo comparar as evidências clínicas referentes à eficácia e segurança desses dois biomateriais. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica exploratória e descritiva, baseada em artigos publicados entre 2015 até 2025 nas bases SciELO, PubMed e Google Acadêmico.

Os resultados demonstraram que ambos os bioestimuladores promovem neocolagênese e melhora da espessura dérmica, elasticidade cutânea e contorno facial, com perfil de segurança satisfatório e eventos adversos leves e transitórios. A CaHA apresentou resultados consistentes em médio prazo, enquanto a PCL mostrou efeitos mais duradouros, com melhoras progressivas na textura e firmeza da pele. Conclui-se que ambas as substâncias são eficazes e seguras, sendo a escolha entre elas dependente do perfil e das expectativas de cada paciente.

Palavras-chave: Bioestimuladores de colágeno, hidroxiapatita de cálcio (CaHA), policaprolactona (PCL), preenchimento dérmico e neocolagênese.

ABSTRACT

Facial aging is a multifactorial process involving structural changes in the skin, subcutaneous tissues, and bone framework, resulting in sagging, volume loss, and collagen fiber disorganization. In this context, collagen biostimulators have become effective alternatives for facial rejuvenation, especially calcium hydroxyapatite (CaHA) and polycaprolactone (PCL). This study aimed to compare clinical evidence regarding the efficacy and safety of these two biomaterials. It is an exploratory and descriptive bibliographic research based on articles published between 2015 and 2025 in the SciELO, PubMed, and Google Scholar databases.

The results showed that both biostimulators promote neocollagenesis and improve dermal thickness, skin elasticity, and facial contour, presenting a satisfactory safety profile with mild and transient adverse events. CaHA demonstrated consistent medium-term results, while PCL showed longer-lasting effects, with progressive improvements in skin texture and firmness. It is concluded that both substances are effective and safe, and the choice between them depends on the patient's profile and aesthetic expectations.

Keywords: Collagen biostimulators, calcium hydroxyapatite (CaHA), polycaprolactone (PCL), dermal filling and neocollagenesis.

¹ Graduanda do curso de Biomedicina na Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO.

² Graduada em Biomedicina, Pós-graduação Lato Sensu em Biomedicina Estética e Mestrado em ciências Biomédicas.

³ Biomédica especialista em Análises Clínicas e Biomedicina Estética, Pós-graduação em Biomedicina Estética.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados do IBGE, a população brasileira com idade acima de 65 anos apresentou um aumento de 57,4% entre 2010 e 2022, o que reflete uma transição demográfica importante e justifica a crescente demanda por tratamentos que atuem no processo de envelhecimento da pele. Esse cenário acompanha também a elevação global na procura por procedimentos estéticos. Segundo a ISAPS, os procedimentos de estética avançada cresceram 40% entre 2019 e 2023, totalizando 19,1 milhões de aplicações no último ano, com destaque para os métodos não cirúrgicos, como toxina botulínica, preenchedores dérmicos e bioestimuladores de colágeno. A hidroxiapatita de cálcio (CaHA) representou 4% dos procedimentos injetáveis realizados no Brasil em 2023, contabilizando 344.624 aplicações, enquanto a policaprolactona (PCL) obteve destaque mundial com a marca de um milhão de seringas vendidas globalmente no mesmo período.

Nesse contexto, faz-se necessário entender como o envelhecimento cutâneo se manifesta, uma vez que tais alterações explicam a busca crescente por tratamentos estéticos. O processo ocorre de forma progressiva em diferentes camadas estruturais da face.

A pele, maior órgão do corpo humano, encontra-se constantemente exposta a diversos agentes ambientais, como poluição atmosférica, radiação ultravioleta (UV), calor e tabagismo. Esses fatores intensificam o envelhecimento extrínseco, que ocorre paralelamente ao envelhecimento intrínseco, também denominado cronológico (Shin et al., 2023).

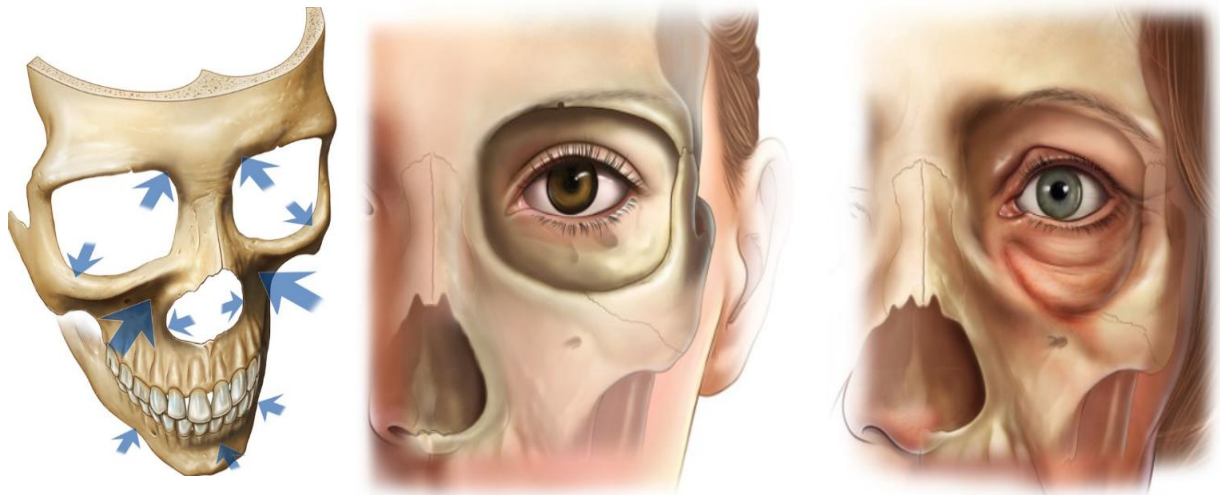
No envelhecimento intrínseco, observam-se alterações estruturais progressivas na derme, com redução da síntese e aumento da degradação do colágeno. Esse processo resulta no afinamento dérmico e na desorganização das fibras colágenas e elásticas, além da diminuição dos mucopolissacarídeos presentes na substância fundamental, especialmente o ácido hialurônico (Cunha et al., 2020b).

Além disso, há substituição do colágeno tipo I pelo tipo III, fragmentação das fibras elásticas e comprometimento do turgor cutâneo. Já no envelhecimento extrínseco, a exposição solar intensifica essas alterações, estimulando a atividade das metaloproteinases, principalmente a collagenase, que atua na degradação das fibras de colágeno (Cunha et al., 2020).

Essas transformações repercutem diretamente na morfologia facial, pois a reabsorção óssea por exemplo, altera o contorno do rosto com perda de altura mandibular, particularmente em casos de ausência dentária. Também ocorrem regressão dento alveolar e

retrusão maxilar, que contribuem para o achatamento das bochechas e para sulcos faciais mais profundos. O terço médio da face sofre remodelação, caracterizada pelo aumento da abertura piriforme e reabsorção da maxila, comprometendo o equilíbrio entre os terços faciais. As alterações orbitais resultam em enoftalmia senil (afundamento do globo ocular) e em vales lacrimais acentuados, conforme observado na Figura 1 (Swift et al., 2021).

Figura 1 - As setas indicam as áreas do esqueleto facial suscetíveis à reabsorção. Com o envelhecimento, o tamanho da seta se correlaciona com a quantidade de reabsorção.



Legenda: No Envelhecimento orbital os aspectos superomedial e inferolateral da órbita têm a maior tendência à reabsorção. Isso contribui para os estigmas do envelhecimento periorbital, como o aumento da proeminência da gordura medial, elevação da sobrancelha medial e alongamento da junção entre a palpebral e a bochecha

Fonte: Adaptada de Mendelson; Wong, 2012.

Somadas a essas mudanças ósseas, nota-se também a diminuição do volume e o deslocamento das estruturas moles da face. A perda volumétrica resulta da redução dos compartimentos de gordura subcutânea e do enfraquecimento dos ligamentos de sustentação, associados à atrofia dérmica e ao afinamento epidérmico, conforme ilustrado na Figura 3. Esses fatores favorecem a intensificação dos sulcos faciais e a formação de papadas (Clark; Pan; Barrett, 2023).

Figura 2 - Perda de gordura facial

Legenda: Imagem do processo de redução dos compartimentos de gordura e da modificação dos tecidos faciais ao longo do envelhecimento. A sequência mostra: paciente aos 35 anos, aos 45 anos e aos 55 anos, evidenciando a progressiva perda de volume e o aprofundamento dos sulcos.

Fonte: Moreto, 2022.

Temos ainda flacidez facial, podendo ser muscular, dérmica ou mista. A forma muscular decorre da perda de tônus, comum em bochechas e pescoço. A dérmica está ligada à redução de colágeno e elastina, levando ao surgimento de rugas e pele solta. A mista combina ambos os mecanismos, afetando diferentes regiões do rosto simultaneamente (Alarcão, 2024).

Na derme está localizada a matriz extracelular (MEC), juntamente com os fibroblastos. Com o envelhecimento, o colágeno, principal componente da MEC, sofre fragmentação, má distribuição e redução de quantidade, comprometendo a interação entre fibroblastos e tecido. Esse processo gera perda de firmeza e menor capacidade de renovação da pele. Além disso, outros elementos da MEC, como fibras elásticas, glicosaminoglicanos e proteoglicanos, também se alteram, resultando em diminuição dos componentes funcionais da derme. Enquanto as fibras elásticas tendem a se reduzir no envelhecimento natural, acumulam-se de forma irregular na pele, agravando os sinais do envelhecimento (Shin et al., 2019).

Diante dessas alterações estruturais da MEC, torna-se necessária a adoção de estratégias capazes de restaurar a integridade do tecido dérmico. Nesse cenário, destacam-se os bioestimuladores de colágeno, substâncias injetáveis que atuam diretamente sobre os

fibroblastos, promovendo a síntese de colágeno endógeno, a reorganização da matriz extracelular e a cicatrização da pele (Cunha et al., 2020a).

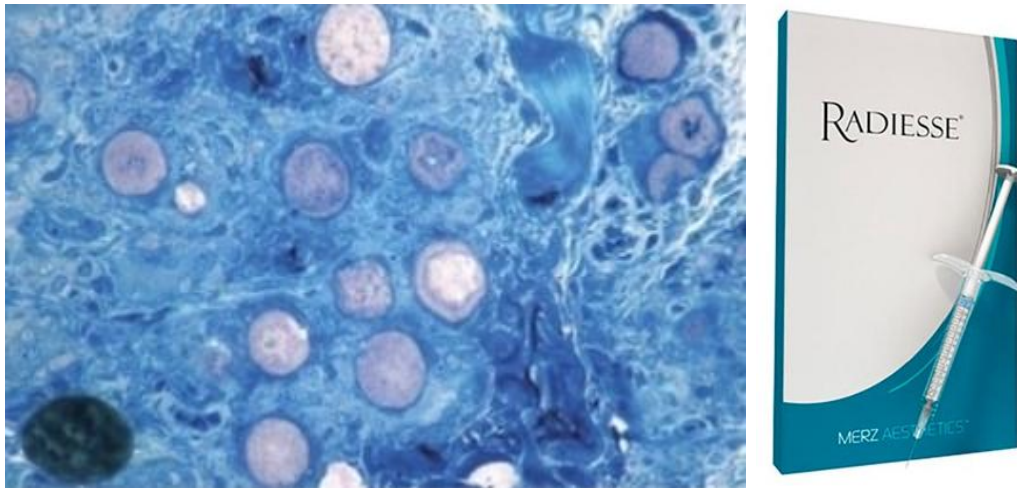
Os bioestimuladores caracterizam-se por sua biocompatibilidade e bioabsorção, sendo classificados em dois grupos: os biodegradáveis, reabsorvidos pelo organismo por mecanismos fagocitários naturais, e os semipermanentes, cuja duração varia de 18 meses a 4 anos (Lyon; Castorina da Silva, 2015).

Atualmente, o mercado dispõe de diferentes bioestimuladores de colágeno, entre os quais se destacam a hidroxiapatita de cálcio e a policaprolactona. Ambos apresentam mecanismo de ação semelhante, baseado na presença de microesferas que induzem a neocolagênese por meio de uma resposta inflamatória subclínica localizada. Esse processo estimula os fibroblastos a produzirem novas fibras colágenas e, simultaneamente, as microesferas funcionam como arcabouço para a organização e formação de novos tecidos (Lima; Soares, 2020).

A hidroxiapatita de cálcio (CaHA) começou a ser estudada em 1970, com formulação injetável desenvolvida na Universidade de Stanford. Em 2006, recebeu aprovação da FDA para tratar rugas, sulcos faciais e lipodistrofia associada ao HIV. Em 2009, foi adicionada lidocaína para maior conforto, e a comercialização na Europa iniciou em 2016 (Cunha et al., 2020b).

O produto é composto por cerca de 30% de microesferas sintéticas de CaHA (25 a 45 μm) e 70% de gel carreador com carboximetilcelulose de sódio, água estéril e glicerina tal como evidenciado na Figura 3. A aplicação do bioestimulador promove preenchimento imediato pelo gel, que é reabsorvido em cerca de 2 a 3 meses, ficando apenas as microesferas que passam a ativar os fibroblastos e oferecer suporte estrutural. As microesferas, são similares à parte inorgânica de ossos e dentes, são biocompatíveis e seguras, com estudos pré-clínicos indicando ausência de toxicidade, mutagenicidade e efeitos antigênicos ou irritativos (Lima; Soares, 2020).

Figura 3- Visão através do microscópio óptico das microesférulas de CaHA cercado por colágeno espesso e histiócito e ao lado a embalagem do produto da marca Radiesse.



Legenda: Achados clínicos, histológicos e de microscopia (óptica e eletrônica) após injeção de preenchimento de hidroxiapatita de cálcio evidenciam microesférulas de CaHA circundadas por colágeno espesso e histiócitos.

Fonte: Adaptada de Jacovella, 2006.

Entre as características físico-químicas do CaHA destacam-se a sua alta viscosidade, resistência à deformação e coesividade, reduzindo o risco de migração após a aplicação (Costa, 2020).

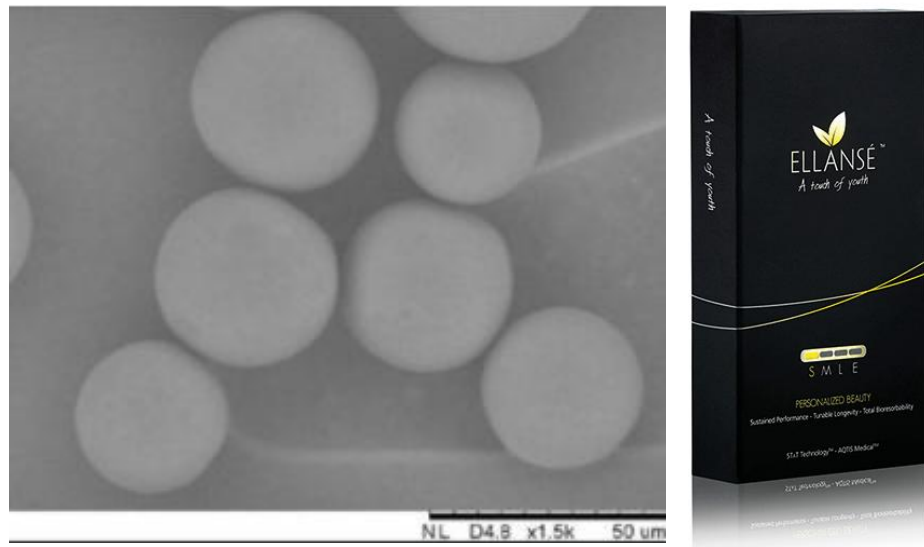
Suas indicações abrangem correção de sulcos faciais, lipodistrofia, contorno mandibular, cicatrizes de acne e regiões corporais como pescoço, coxas e abdômen. É contraindicado na região periocular, glabella, lábios e em áreas tratadas com preenchedores permanentes (De Almeida et al., 2019).

Os efeitos colaterais mais frequentes incluem edema, eritema, dor, prurido e hematomas, geralmente autolimitados. Complicações graves como isquemia, necrose, nódulos ou granulomas são raras, mas possíveis (Costa, 2020).

A policaprolactona (PCL), vendida como Ellansé®, é um bioestimulador biodegradável introduzido em 2009 para fins estéticos. Sua formulação contém microesferas de PCL dispersas em gel de carboximetilcelulose (CMC), sendo o único preenchedor à base de PCL disponível (Christen; Vercesi, 2020).

As microesferas de PCL apresentam diâmetro que varia de 25 a 50 μm , o que impede a sua fagocitose. Possuem superfície lisa e um formato esférico regular, características que favorecem sua aplicação segura, conforme apresentado na Figura 4. A degradação do PCL ocorre por hidrólise das ligações éster, resultando em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), eliminados pelo organismo (De Melo et al., 2017).

Figura 4- Microesferas de policaprolactona - Ampliação 1500x e ao lado a embalagem do produto da marca Ellanse.



Legenda: Imagem em alta ampliação (1500x) que evidencia a morfologia esférica e a superfície lisa das microesferas de PCL, características que favorecem sua biocompatibilidade e efeito bioestimulador.

Fonte: Adaptada de Christen; Vercesi, 2020.

Assim como dito anteriormente da hidroxiapatita de cálcio, o mecanismo de ação da PCL baseia-se na estimulação da neocolagênese. Enquanto o gel de CMC é reabsorvido entre 6 e 8 semanas após a aplicação, as microesferas de PCL permanecem, promovendo a deposição progressiva de colágeno tipo I ao redor de sua estrutura, em substituição ao colágeno tipo III. Estudos histológicos confirmaram esse efeito tanto em modelos animais quanto em seres humanos (De Melo et al., 2017).

Existem quatro versões comerciais do preenchedor à base de PCL: Ellansé-S®, Ellansé-M®, Ellansé-L® e Ellansé-E®, com duração clínica estimada de 1, 2, 3 e 4 anos, respectivamente. A diferença entre as formulações refere-se ao comprimento médio das cadeias poliméricas e à quantidade de ligações éster, que influenciam a velocidade de degradação e a duração do efeito bioestimulador (Lima & Soares, 2020).

Os eventos adversos ligados ao uso de PCL incluem edema, eritema, prurido e sensibilidade que são geralmente temporários. A aplicação é contraindicada na região periorbital, glabella e lábios, devido ao risco de eventos isquêmicos graves. Deve-se evitar o uso em pacientes com histórico de anafilaxia, doenças cutâneas ativas, predisposição à formação de queloides, uso prolongado de corticosteroides sistêmicos ou tratamento prévio com preenchedores permanentes (Zago Sá Fortes et al., 2024).

Diante da relevância clínica e do crescente uso desses biomateriais, torna-se fundamental compreender de forma comparativa suas características e implicações práticas. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar os bioestimuladores de colágeno mais empregados na estética avançada, com foco na hidroxiapatita de cálcio (CaHA) e na policaprolactona (PCL). São abordados aspectos de composição, indicações, mecanismos de ação e potencial bioestimulador no tratamento do envelhecimento cutâneo, além de um estudo comparativo que evidencia suas principais particularidades e aplicações clínicas.

2 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caráter exploratório e descritivo, conduzido por meio de pesquisa bibliográfica. A coleta de dados foi conduzida mediante levantamento e análise de publicações acadêmicas e científicas disponíveis em bases de dados eletrônicas, tais como SciELO, PubMed, Google Acadêmico, Jornal científico, bem como livros e artigos especializados no campo da dermatologia estética e cosmetologia.

Os critérios de inclusão adotados para a seleção do material consultado foram: publicações em português e inglês, com datas de publicação entre os anos de 2015 até 2025. Foram adotadas as seguintes palavras-chave: bioestimuladores de colágeno, hidroxiapatita de cálcio (CaHA), policaprolactona (PCL), envelhecimento cutâneo, rejuvenescimento facial, preenchimento dérmico, neocolagênese, estética facial e efeitos adversos. Os termos foram empregados de maneira isolado ou combinado, conforme a estrutura de indexação de cada base de dados consultada.

Os critérios de exclusão compreenderam: publicações anteriores ao ano de 2015; pesquisas que não abordassem diretamente os bioestimuladores de colágeno; trabalhos voltados exclusivamente para preenchedores permanentes ou procedimentos cirúrgicos; materiais sem disponibilidade integral, sem revisão por pares, duplicados ou que não fornecessem dados clínicos, técnicos ou científicos pertinentes para os objetivos propostos neste estudo.

3 RESULTADOS

Dentre os artigos selecionados, podemos observar na tabela da Figura 5 os autores, ano de publicação, objetivo do estudo, metodologia, população estudada, duração e principais resultados encontrados.

Figura 5 - Tabela de autores consultados

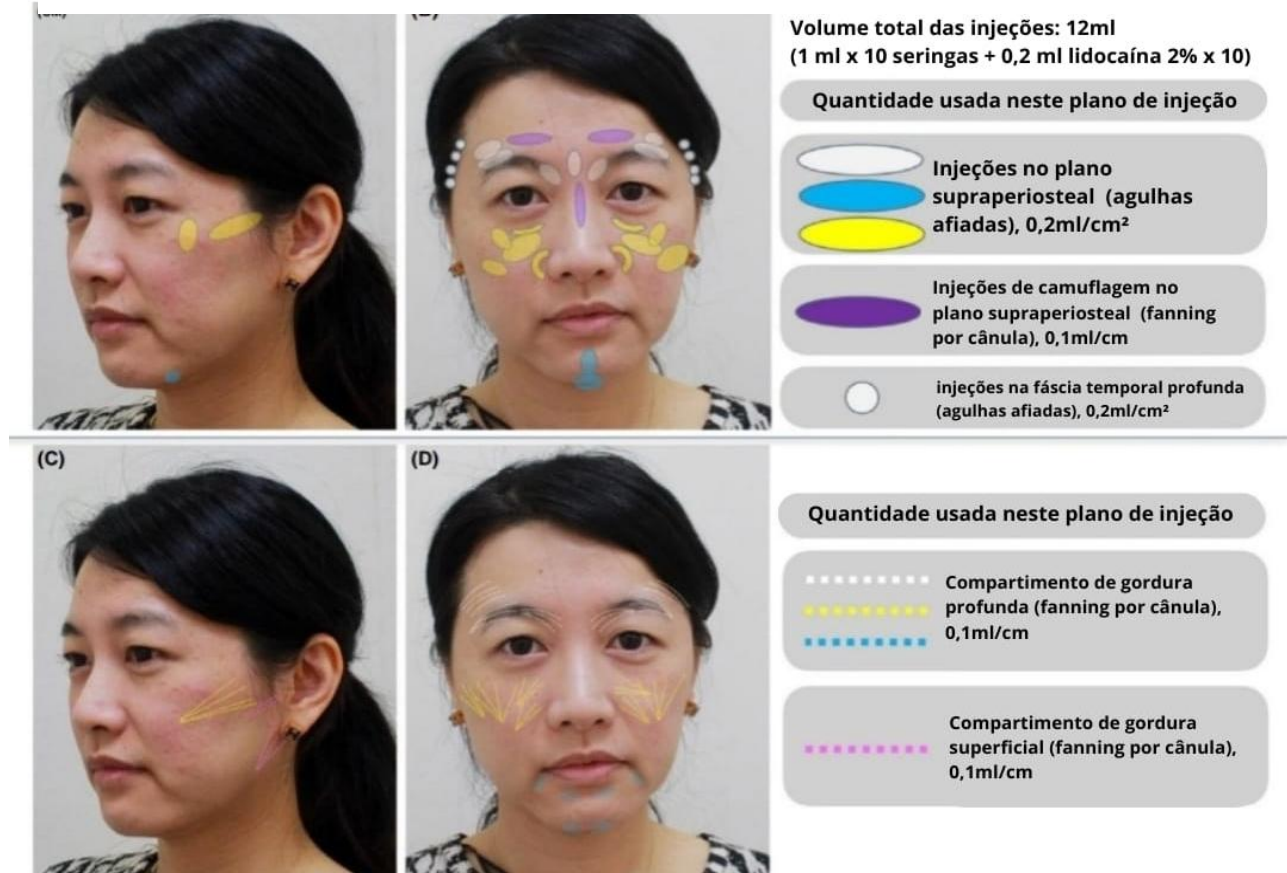
Autor(es)	Ano	Objetivo do estudo	Metodologia	População Estudada	Duração	Resultados encontrados
Lin	2018	Relatar caso clínico de restauração de volume facial com PCL.	Estudo de caso.	1 paciente (mulher asiática, 46 anos).	12 meses	O tratamento com PCL proporcionou restauração de volume facial satisfatória, com boa resposta clínica e ausência de eventos adversos relevantes.
Christen & Vercesi	2020	Revisar o uso da policaprolactona (PCL) como bioestimulador em estética	Revisão narrativa de literatura.	40 pacientes.	12 meses	A PCL foi descrita como polímero versátil, com ação de bioestimulação de colágeno e durabilidade prolongada
Morales, Rocha & De Moraes	2024	Avaliar o efeito da hidroxiapatita de cálcio na espessura dérmica submalar	Estudo prospectivo com análise de espessura dérmica por exames de imagem.	9 pacientes (1 homens e 8 mulheres, 41 - 61 anos).	3 meses	Aumento significativo da espessura dérmica submalar, confirmando eficácia da CaHA como bioestimulador.
Bravo et al.	2025	Comparar dois preenchedores à base de CaHA (Radiesse® vs. Rennova® Diamend Intense).	Estudo prospectivo, unicêntrico, não cego.	30 pacientes (2 homens e 28 mulheres, 30 - 75 anos).	4 meses	Ambos apresentaram melhora estética relevante; eficácia e segurança confirmadas, com pequenas diferenças entre os produtos
Petrone et al.	2025	Avaliar clinicamente um bioestimulador inovador de CaHA em rejuvenescimento facial.	estudo clínico longitudinal.	40 pacientes.	12 meses	Melhora estética sustentada durante 1 ano, com altos índices de satisfação e boa tolerabilidade clínica.

Legenda: Revisão literária do uso da hidroxiapatita de cálcio e a policaprolactona como bioestimulador de colágeno.

Fonte: Elaborado pelas autoras

O estudo de caso descrito por Lin em 2018, teve como objetivo avaliar a restauração de volume facial com policaprolactona (PCL), em uma paciente asiática de 46 anos, que apresentava flacidez e deslocamento dos compartimentos de gordura facial. Foram utilizadas dez seringas de PCL (Ellansé®), cada uma preparada com 0,2 ml de lidocaína a 2%, aplicadas em múltiplos planos, incluindo plano supraperiosteal e compartimentos de gordura profunda e superficial. A sequência das áreas tratadas está indicada na Figura 6.

Figura 6 - Planos de aplicação de injeções de policaprolactona.



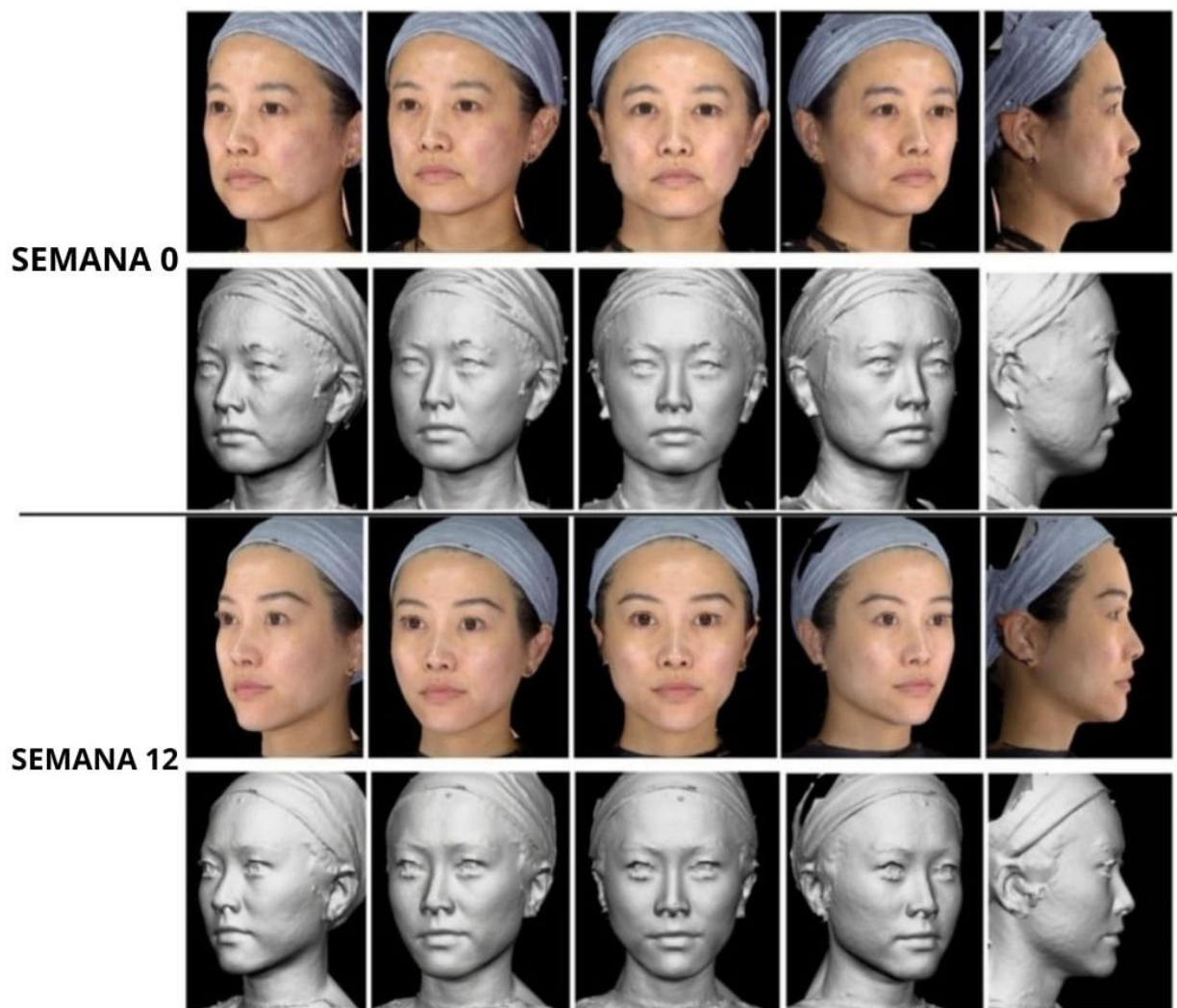
Legenda: O procedimento foi realizado em vários planos de injeção para obter o melhor efeito de volumização. A e B mostram os locais de injeção no plano suprapraperiosteal e na fáscia temporal. Um total de 6,5 ml foi injetado nesses planos. C e D mostram o plano dos compartimentos de gordura profunda e o plano dos compartimentos de gordura superficial. Um total de 5,5 ml foi injetado nesses planos.

Fonte: Adaptada de Lin, 2018

No pós-imediato, observou-se edema leve, resolvido em uma semana, e o uso da cânula reduziu a incidência de hematomas. Após 12 semanas, o aumento de volume acima das sobrancelhas e na glabella resultou em um terço medial mais elevado das sobrancelhas e na correção do achatamento glabellar. As imagens pós-tratamento evidenciaram ainda a melhora das depressões lacrimais, maior projeção das bochechas mediais, redução das papadas e menor deslocamento inferior do tecido mole nessa região, consequência da reposição volumétrica nos compartimentos de gordura de suporte e da ampliação da área de superfície óssea.

A volumização supraperiosteal nos arcos zigomáticos, associada ao preenchimento dos compartimentos de gordura temporais e laterais da bochecha, contribuiu para o realce das projeções laterais malares. Além disso, as imagens após o tratamento mostraram melhora da projeção anterior, do contorno e da proporção do queixo. A definição mais reta da linha mandibular, acompanhada da correção da gordura submentoniana descendente. Os resultados descritos acima são evidenciados na Figura 7.

Figura 7 - Imagens do pré-tratamento de paciente de 46 anos, apresentando vários sinais de envelhecimento facial e o resultado após doze semanas de tratamento.



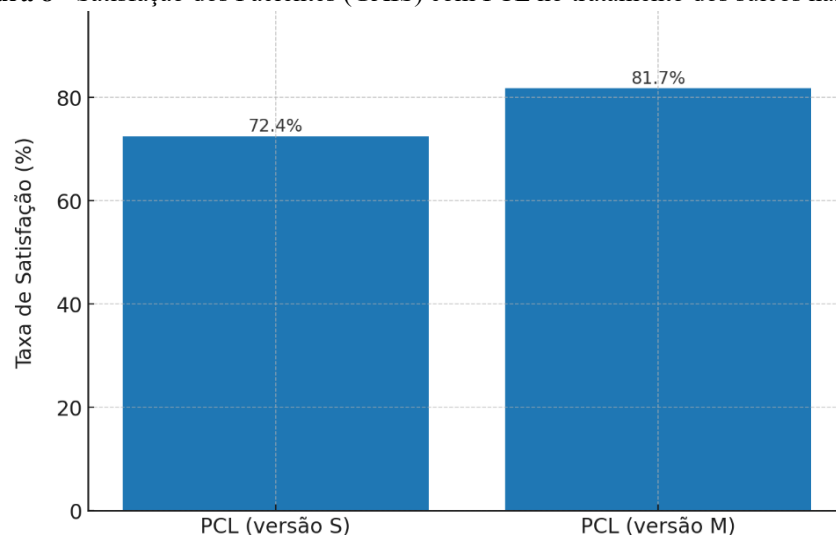
Legenda: Evidenciado o resultado da reposição de volume em múltiplas camadas de tecido da face inferior conforme ilustrado da semana 0 e semana 12 registradas por imagens 3D para observar e comparar as mudanças no contorno facial.

Fonte: Adaptada de Lin, 2018.

Para além da volumização observado por Lin, Christen e Vercesi em 2020, relataram uma melhora significativa na qualidade da pele, caracterizada por frescor, maciez e aspecto descansado, descrevendo a policaprolactona como um polímero versátil, destacando sua capacidade de promover resultados sustentáveis no rejuvenescimento facial.

A análise reuniu dados de ensaios clínicos prospectivos, incluindo um estudo randomizado com 40 pacientes tratados nos sulcos nasogenianos. Nesse trabalho, foram avaliadas as versões S e M da PCL, com taxas de satisfação de 72,4% e 81,7%, respectivamente, de acordo com a Escala Global de Melhoria Estética (GAIS), como indicado na Figura 8.

Figura 8 - Satisfação dos Pacientes (GAIS) com PCL no tratamento dos sulcos nasogenianos



Legenda: Gráfico de satisfação baseado na Escala Global de Melhoria Estética (GAIS), indicando índices elevados após o tratamento dos sulcos nasogenianos com PCL.

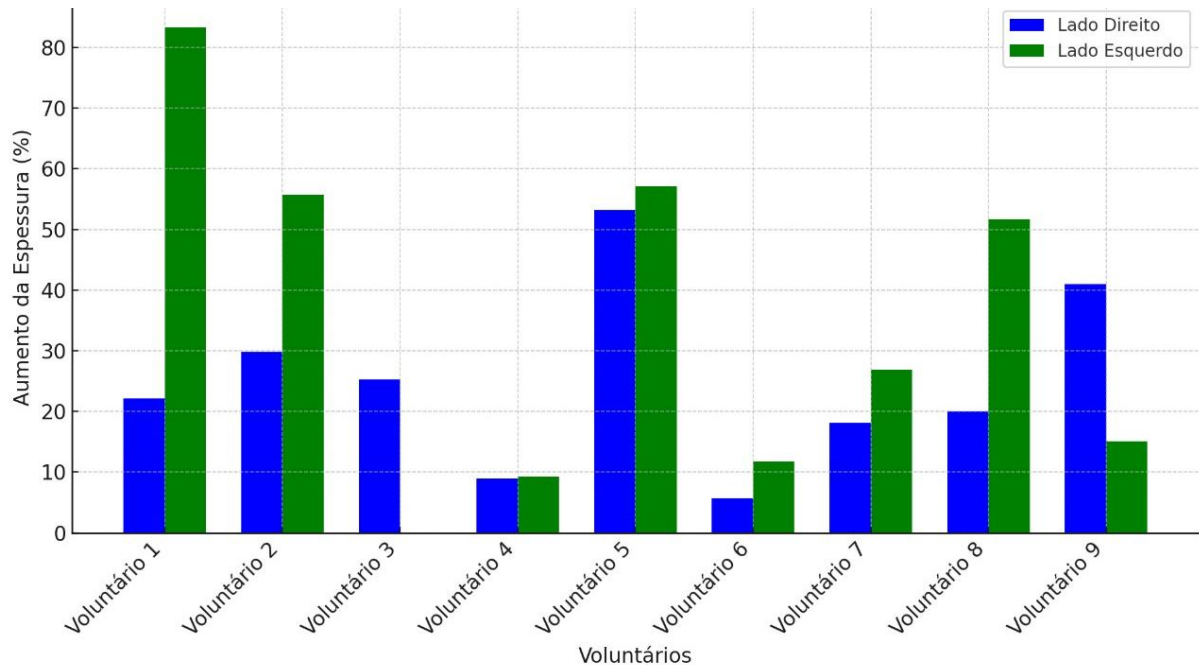
Fonte: Elaborado pelas autoras.

Além disso, um ensaio clínico comparativo, utilizando a metodologia de face dividida, avaliou a versão S da PCL frente ao ácido hialurônico por um período de 12 meses, demonstrando também resultados favoráveis à PCL. Observou-se não apenas volumização, mas também melhora global da qualidade da pele, atributos valorizados em tratamentos estéticos. Essa revisão ampliou e justificou os achados pontuais do estudo anterior, reforçando a aplicabilidade clínica da substância.

Já Morales; Rocha; De Moraes, em 2024, avaliaram um diferente tipo de bioestimulador, realizando um estudo prospectivo para investigar o efeito da hidroxiapatita de cálcio (CaHA) na espessura dérmica submalar. Nove voluntários, com idade entre 41 e 61 anos, foram acompanhados com ultrassonografia de alta frequência antes e seis meses

após a aplicação. Os resultados mostraram aumento médio de 23,6% no lado direito e 30,9% no lado esquerdo. Os resultados individuais podem ser observados na Figura 9.

Figura 9 - Aumento da Espessura Dérmica Submalar após Aplicação de CaHA

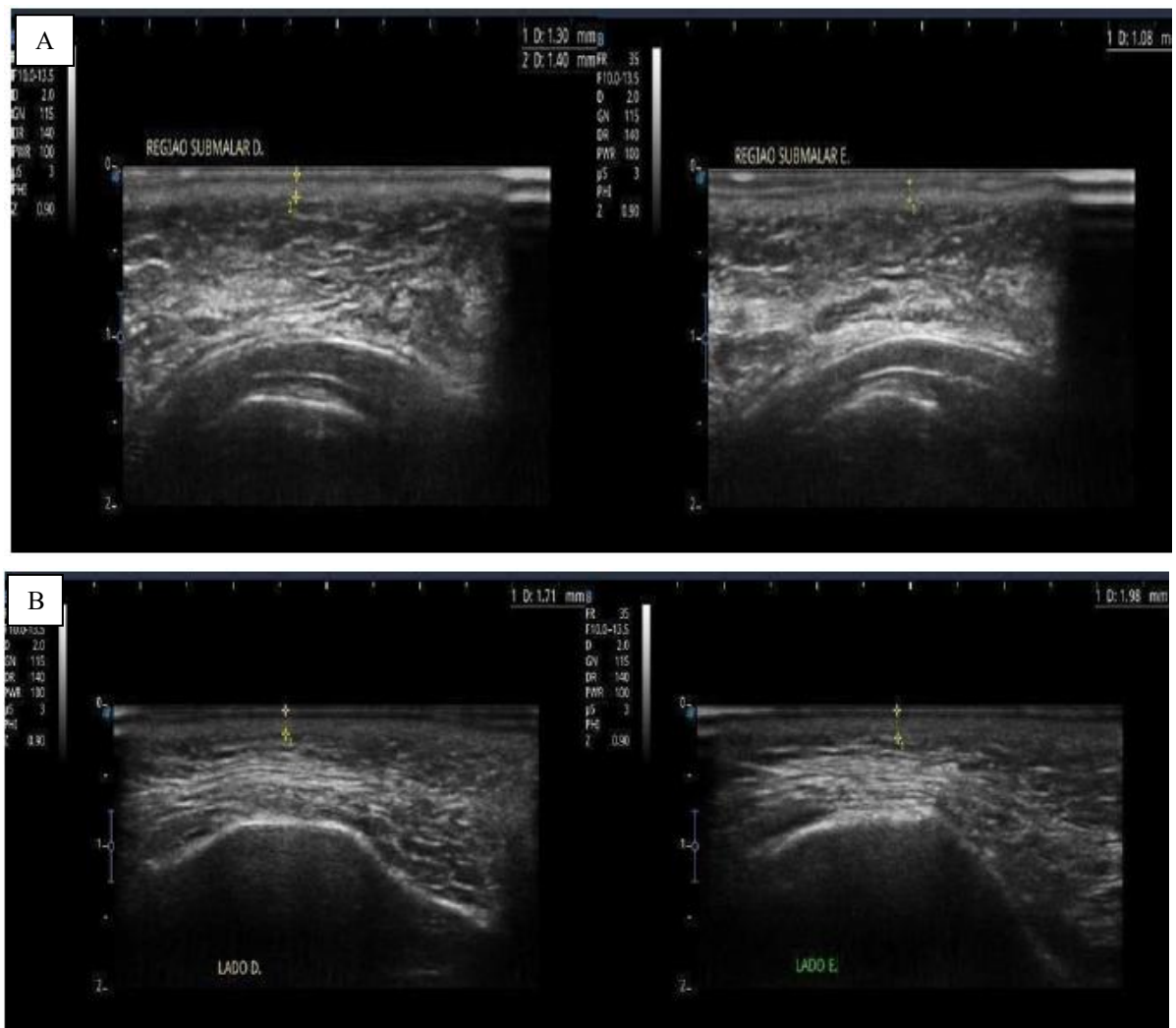


Legenda: O gráfico que representa o aumento percentual na espessura dérmica submalar após a aplicação de hidroxiapatita de cálcio (CaHA) para os lados direito e esquerdo de cada voluntário. A barra azul representa o aumento no lado direito e a barra verde representa o aumento no lado esquerdo de cada voluntário.

Fonte: Elaborado pelas autoras

As medições iniciais revelaram uma espessura média de 1,44 mm no lado direito e 1,36 mm no lado esquerdo, enquanto seis meses após a aplicação, essas espessuras aumentaram para 1,78 mm em ambos os lados. A análise estatística, por meio de ANOVA, confirmou que a diferença observada foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$), comprovando a eficácia do CaHA em estimular a produção de colágeno e aumentar a espessura da pele. A ultrassonografia de alta frequência se mostrou eficaz na medição precisa das mudanças na espessura dérmica, conforme visualizado na Figura 10, sugerindo sua aplicabilidade no monitoramento de tratamentos com bioestimuladores de colágeno.

Figura 10 - Ultrassonografia para medir a espessura dérmica.



Legenda: Ultrassonografia de mulher, 61 anos. Ilustrada pelas imagens obtidas no exame de ultrassom nos lados direito e esquerdo da região submalar antes da aplicação e 6 meses após a aplicação do CaHA (Fig. 6A e 6B).

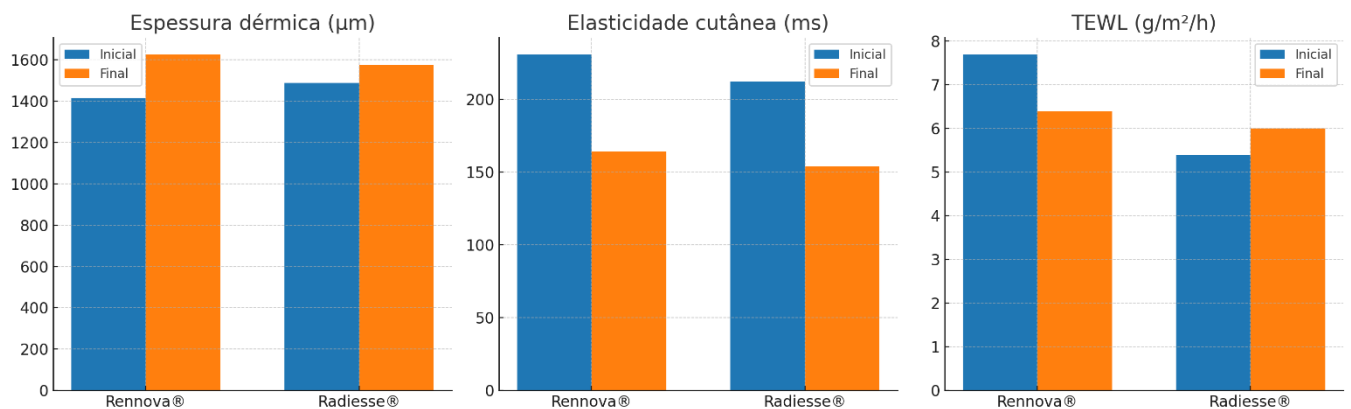
Fonte: Adaptado de Zago Sá Fortes et al., 2024.

Corroborando com o estudo anterior, Bravo e colaboradores, em 2025, realizaram um estudo prospectivo, unicêntrico e não cego, comparando duas formulações comerciais de CaHA (Rennova® Diamond Intense e Radiesse®) aplicadas em hemifaces distintas de 30 pacientes, com idade entre 30 e 75 anos. O acompanhamento de 120 dias incluiu avaliações subjetivas (S-GAIS), médicas (P-GAIS) e análises instrumentais.

Os pacientes relataram melhora estética em 74% dos casos no dia 60 e 78% no dia 120, enquanto na avaliação médica, 93% foram considerados “muito melhorados” ou “excepcionalmente melhorados”. A ultrassonografia demonstrou aumento da espessura dérmica (1415 μm $\rightarrow$ 1627 μm no lado Rennova®; 1488 μm $\rightarrow$ 1575 μm no lado

Radiesse®), melhora da elasticidade cutânea (tempo de retração de 231 ms → 164 ms e 212 ms → 154 ms, respectivamente) e discreta redução da perda transepidérmica de água. Esses achados complementam os resultados anteriores, demonstrando que os efeitos clínicos não se restringem a uma única formulação, mas são consistentes dentro da classe do biomaterial. O comparativo pode ser visualizado na Figura 11.

Figura 11- Gráfico comparativo Rennova e Radiesse



Legenda: O gráfico apresenta a equivalência clínica entre duas formulações comerciais de CaHA, demonstrando melhora na espessura dérmica, elasticidade cutânea e função de barreira.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

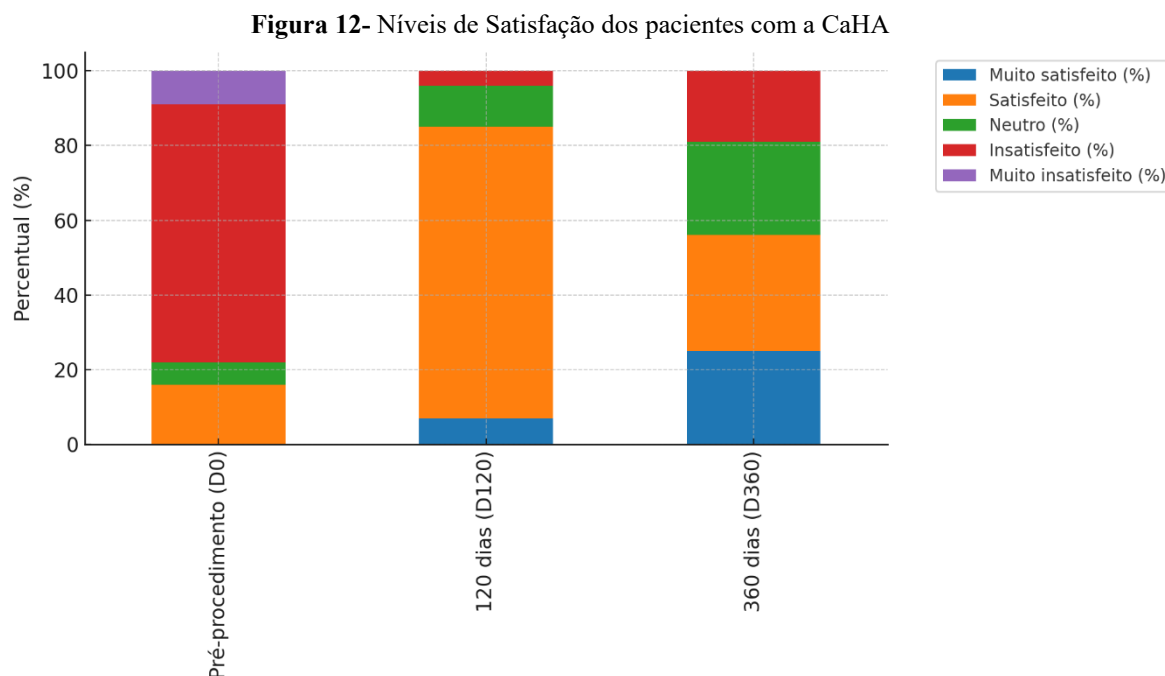
Eventos adversos foram leves e autolimitados: dor (80%), edema (50%), endurecimento (37%), eritema (30%), nódulos palpáveis (27%), hematomas (23%) e alterações de cor (13%).

No mesmo ano, Petrone e colaboradores reforçaram a eficácia e segurança do bioestimulador de hidroxiapatita de cálcio (CaHA) aplicado para rejuvenescimento facial. A amostra foi composta por 32 pacientes, predominantemente mulheres (88%), com idade média de 46 anos, abrangendo fototipos principalmente III (50%) e IV (28%).

Na avaliação clínica, a aplicação do CaHA diluído proporcionou melhora significativa da flacidez facial, medida pela Escala de Laxidez Facial, em que 71,4% dos pacientes apresentaram redução de pelo menos um ponto aos 120 dias, com média de diminuição de 1,6 pontos.

A satisfação dos pacientes também apresentou evolução expressiva ao longo do acompanhamento. No momento inicial (pré-procedimento), 78% relataram insatisfação com a aparência facial, sendo 69% insatisfeitos e 9% completamente insatisfeitos. Aos 120 dias, esse cenário se inverteu: 85% dos participantes afirmaram ter percebido melhora estética, com 7% classificando-se como “muito satisfeitos” e 78% como “satisfeitos”. Apenas 4% permaneceram

insatisfeitos. Aos 360 dias, entre os 16 pacientes reavaliados, 75% ainda relataram algum grau de melhora, embora tenha havido um aumento no número de pacientes insatisfeitos (19%), sugerindo leve declínio na percepção dos resultados ao longo do tempo, mas sem relatos de piora em relação à condição inicial, como indicado na Figura 12.

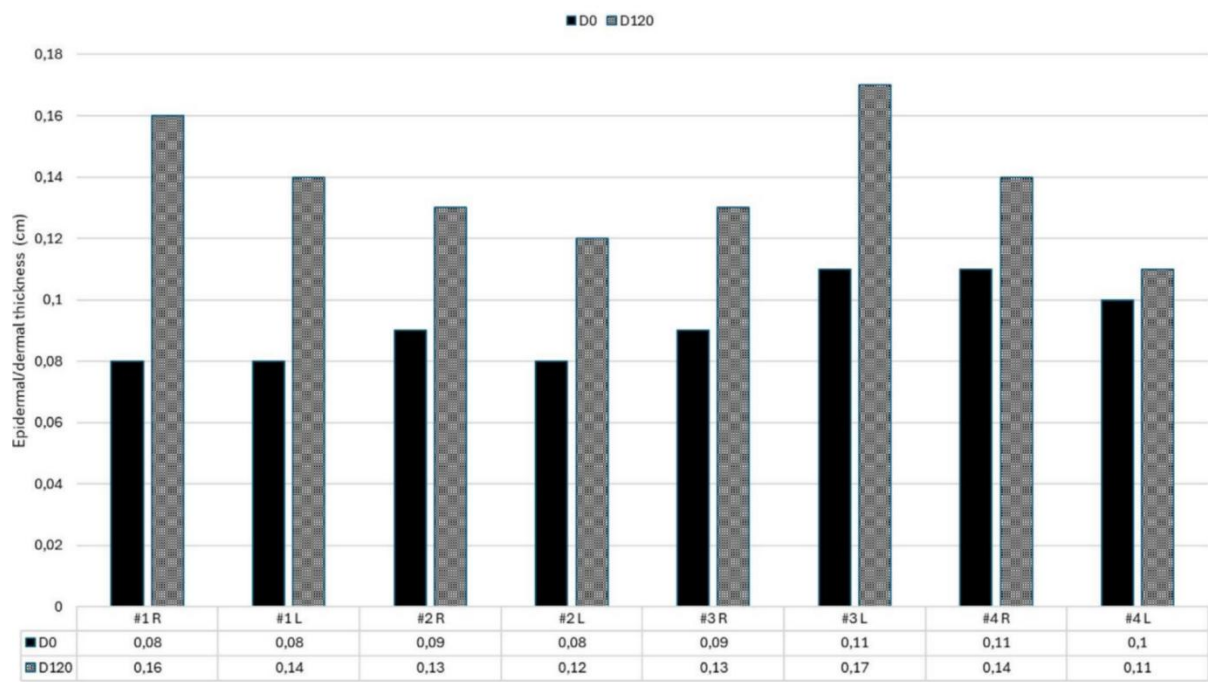


Legenda: A imagem ilustra a evolução da percepção dos pacientes após o tratamento com CaHA, mostrando um aumento expressivo na satisfação estética ao longo do acompanhamento.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A análise por ultrassonografia, reforçou os achados clínicos. No subgrupo de quatro pacientes avaliados, verificou-se um aumento médio de 51% na espessura dérmica após 120 dias do procedimento, evidenciando o efeito bioestimulador do CaHA na remodelação tecidual. Esse resultado, visto na Figura 13, confirma a capacidade da substância em promover neocolagênese e melhora estrutural da pele, sustentando os efeitos relatados pelos pacientes.

Figura 13- Espessura epidérmica/dérmica pré-procedimento e 120 dias após o tratamento.



Legenda: Gráfico de ultrassonografia que revela o aumento da espessura dérmica em até 51% após 120 dias da aplicação de CaHA, evidenciando o efeito bioestimulador do produto.

Fonte: Adaptada de Petrone et al., 2025.

Em relação à segurança, o tratamento apresentou perfil favorável. Não foram registrados eventos adversos graves. As reações foram leves e autolimitadas, incluindo equimoses (4 casos), dor leve à palpação (6 casos) e edema discreto (2 casos), todas resolvidas espontaneamente em até 15 dias.

4 DISCUSSÃO

Os resultados reunidos nesta pesquisa evidenciam avanços significativos no campo da biotecnologia estética, especialmente no que diz respeito à aplicação dos bioestimuladores policaprolactona (PCL) e hidroxiapatita de cálcio (CaHA). Ambos atuam na neocolagênese e na reorganização da matriz extracelular, promovendo melhora da espessura dérmica, elasticidade e contorno facial. Contudo, apresentam características distintas quanto à duração dos efeitos, perfil clínico e propriedades físico-químicas.

O estudo de Lin em 2018 demonstra o potencial da PCL na reposição volumétrica e remodelação tridimensional da face. Além do efeito volumizador imediato, observou-se melhora estética global sem eventos adversos significativos, o que confirmou a biocompatibilidade do polímero e sua capacidade de integração tecidual progressiva.

De forma complementar, Christen e Vercesi, em 2020, explicam que a biocompatibilidade da PCL decorre de sua estrutura molecular. Um poliéster alifático semicristalino formado por unidades repetidas de ϵ -caprolactona ligadas por grupos éster cuja degradação ocorre lentamente por hidrólise das ligações éster, gerando compostos biocompatíveis eliminados como dióxido de carbono e água. As microesferas de PCL permanecem íntegras por meses, atuando como arcabouço tridimensional para deposição gradual de colágeno tipo I, produzido por fibroblastos ativados em resposta à leve inflamação subclínica que o material provoca. Esse processo, conhecido como neocolagênese induzida, caracteriza-se pela substituição controlada do polímero por novo tecido conjuntivo, resultando em melhora sustentada da firmeza e qualidade dérmica ao longo do tempo.

No ensaio clínico prospectivo realizado pelos mesmos autores, envolvendo 40 pacientes, a PCL consolidou-se como bioestimulador de colágeno de ação prolongada. As taxas de satisfação atingiram 72,4% e 81,7%, especialmente no tratamento dos sulcos nasogenianos, com relatos de melhora da textura, maciez e aspecto rejuvenescido da pele. Esses achados complementam os resultados descritos por Lin, em 2018, evidenciando que os benefícios da PCL ultrapassam o simples ganho volumétrico, abrangendo também a melhora qualitativa da derme por meio da deposição de colágeno tipo I. Ambos os estudos convergem ao apontar a PCL como opção terapêutica segura, eficaz e com efeitos sustentados de longo prazo.

A durabilidade observada dos efeitos clínicos da PCL se deve à sua degradação lenta, que ocorre de forma controlada ao longo de 1 a 4 anos, dependendo do comprimento das cadeias poliméricas de cada formulação (Ellansé-S®, M®, L® ou E®).

Mesmo após a completa absorção do polímero, o novo tecido colagênico formado preserva parte do volume e da firmeza obtida, justificando a durabilidade dos resultados clínicos observada nos estudos.

Os trabalhos posteriores abordaram a hidroxiapatita de cálcio (CaHA), um bioestimulador composto por cerca de 30% de microesferas sintéticas de CaHA (25 a 45 μ m) suspensas em gel carreador de carboximetilcelulose (CMC). Essa formulação confere à substância biocompatibilidade e segurança elevados, já que as microesferas apresentam

composição química semelhante à parte inorgânica dos ossos e dentes humanos. Essa similaridade estrutural favorece a integração tecidual progressiva, uma vez que, após a reabsorção do gel de CMC entre 2 e 3 meses, as microesferas permanecem no local, atuando como arcabouço tridimensional para deposição de colágeno. O processo é desencadeado por uma leve resposta inflamatória controlada, que ativa fibroblastos e macrófagos e resulta em neocolagênese induzida, substituição gradual do biomaterial por novo tecido conjuntivo. Esse mecanismo explica a melhora sustentada da firmeza e da espessura dérmica observada nos estudos clínicos de Lima; Soares, em 2020.

Sob esse contexto, Morales e colaboradores, em 2024, avaliaram a espessura dérmica submalar de nove voluntários após aplicação de CaHA e verificaram aumento da derme de 1,44 mm para 1,78 mm, confirmado por ultrassonografia, evidenciando o estímulo à neocolagênese. O estudo concluiu que a CaHA mostrou-se segura e eficaz para aumentar a espessura da camada dérmica submalar, com efeitos duradouros por até seis meses após a aplicação. A ultrassonografia de alta frequência mostrou-se eficaz na medição precisa das mudanças na espessura dérmica, reforçando sua aplicabilidade no monitoramento de tratamentos com bioestimuladores de colágeno.

Em contrapartida aos resultados anteriores, Bravo e colaboradores, em 2025, compararam duas formulações comerciais de CaHA: Rennova® Diamond Intense e Radiesse® aplicadas em hemifaces distintas. Os resultados mostraram melhoras equivalentes na espessura dérmica e elasticidade, além de aumento da satisfação em até 78% dos pacientes. A análise instrumental evidenciou ainda redução do tempo de retração cutânea e melhora da função de barreira epidérmica. Tais resultados confirmam que as diferentes formulações de CaHA apresentam eficácia e segurança semelhantes, sustentando seu uso clínico como padrão de previsibilidade e estabilidade de resultados.

Resultados semelhantes foram observados por Hong e Park, em 2025, que também verificaram melhora significativa da hidratação, elasticidade e função de barreira da pele após o uso da hidroxiapatita de cálcio, reforçando a capacidade do material de promover benefícios além do simples efeito volumizador.

Por fim, Petrone e colaboradores, em 2025, corroboraram os achados anteriores ao demonstrar melhora clínica e estrutural significativa após 120 dias da aplicação da CaHA diluída, com aumento médio de 51% na espessura dérmica e redução de 71,4% na flacidez facial. O acompanhamento de até 360 dias revelou discreto declínio da percepção positiva ao longo do tempo, indicando a necessidade de sessões de manutenção periódicas para prolongar os resultados. Esse estudo destaca-se por confirmar a durabilidade intermediária

dos efeitos da CaHA, atribuída à lenta reabsorção das microesferas e à persistência do colágeno tipo I formado, reforçando sua segurança clínica e previsibilidade terapêutica, uma vez que nenhum evento adverso grave foi relatado.

Quando comparados, CaHA e PCL revelam semelhanças no mecanismo bioestimulador, ambos promovem deposição de colágeno e reorganização da matriz dérmica, mas divergem quanto à longevidade e propósito clínico. A CaHA tende a produzir resultados mais rápidos e naturais, ideais para tratamentos que demandam recuperação estrutural imediata e sustentação moderada, enquanto a PCL se destaca por efeitos mais duradouros (1 a 4 anos, conforme a formulação), sendo indicada para pacientes que buscam resultados prolongados e discretos.

Essas observações estão em consonância com a revisão sistemática de Oliveira e seus colaboradores, em 2025, que também destacou o desempenho consistente da CaHA e da PCL como bioestimuladores eficazes e seguros, ressaltando que a CaHA apresenta resultados mais imediatos, enquanto a PCL se sobressai pela maior durabilidade clínica.

Entre as semelhanças clínicas, ambos os produtos apresentaram baixo índice de efeitos adversos, geralmente restritos a edema, dor leve e hematomas temporários, confirmando o perfil de segurança elevado. As divergências observadas concentram-se na velocidade de resposta e duração do efeito, parâmetros diretamente relacionados à composição e ao tempo de degradação das microesferas de cada biomaterial.

No entanto, ainda não existem estudos que avaliem o uso desses dois bioestimuladores em sequência dentro de um mesmo tratamento, mesmo que aplicados em momentos diferentes. Por isso, novos estudos são importantes para confirmar a eficácia e a segurança dessa forma de aplicação, além de ajudar na criação de protocolos clínicos mais claros e confiáveis.

5 CONCLUSÃO

A análise da anatomia do envelhecimento facial demonstrou que esse processo ocorre de forma multifatorial, envolvendo reabsorção óssea, redistribuição e redução dos compartimentos de gordura, perda de elasticidade da derme e fragmentação das fibras colágenas e elásticas. Essas transformações estruturais resultam em flacidez, sulcos acentuados e alteração do contorno facial, reforçando a necessidade de intervenções estéticas capazes de restaurar volume, firmeza e qualidade da pele.

Nesse contexto, a hidroxiapatita de cálcio (CaHA) apresenta mecanismo de ação baseado na presença de microesferas suspensas em gel carreador. O efeito imediato é proporcionado pelo gel, enquanto as microesferas promovem estimulação de fibroblastos e organização da matriz extracelular, induzindo a síntese de colágeno tipo I. Os estudos analisados confirmam sua eficácia no aumento da espessura dérmica, melhora da elasticidade e satisfação dos pacientes, com segurança clínica satisfatória.

A policaprolactona (PCL), por sua vez, também atua por meio da estimulação subclínica da neocolagênese. As microesferas de PCL permanecem no tecido por períodos prolongados, induzindo deposição de colágeno ao longo de meses e proporcionando resultados progressivos e sustentados, que podem perdurar por até quatro anos, a depender da formulação. Além do efeito volumizador, a PCL demonstrou impacto positivo na qualidade global da pele, incluindo frescor, maciez e aspecto rejuvenescido.

Conclui-se que tanto a CaHA quanto a PCL são substâncias seguras, eficazes e com perfis de efeitos adversos semelhantes, geralmente leves e autolimitados. A CaHA se destaca pela versatilidade de aplicações e resultados consistentes em médio prazo, enquanto a PCL apresenta maior durabilidade dos efeitos clínicos, configurando-se como alternativa para pacientes que buscam longevidade nos resultados. Dessa forma, a escolha entre os dois biomateriais deve ser pautada no perfil individual e nas expectativas clínicas do paciente, garantindo uma abordagem personalizada e alinhada aos resultados desejados.

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, Arielly Caroline Silva. TRATAMENTO DE FLACIDEZ FACIAL COM RADIOFREQUÊNCIA. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 10, n. 11, p. 5391–5402, 22 nov. 2024.

BRAVO, Bruna S. F. et al. Calcium Hydroxylapatite-Based Fillers in Facial Rejuvenation: A Prospective, Single-Center, Unblinded Comparative Outcome Study of Radiesse® vs. Rennova® Diamond Intense. *Journal of Clinical Medicine*, v. 14, n. 12, p. 4072, 9 jun. 2025.

CHRISTEN, Marie-Odile; VERCESI, Franco. <p>Polycaprolactone: How a Well-Known and Futuristic Polymer Has Become an Innovative Collagen-Stimulator in Esthetics</p>. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, v. Volume 13, p. 31–48, 20 jan. 2020.

CLARK, Nicholas W.; PAN, Debbie R.; BARRETT, Dane M. Facial fillers: Relevant anatomy, injection techniques, and complications. *World Journal of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery*, v. 9, n. 3, p. 227–235, 2 set. 2023.

COSTA, Adilson Da. *Minimally Invasive Aesthetic Procedures*. Cham: Springer International Publishing, 2020. v. 123

CUNHA, Marisa Gonzaga da et al. Bioestimuladores e seus mecanismos de ação. *Surgical & Cosmetic Dermatology*, v. 12, n. 2, 2020a.

CUNHA, Marisa Gonzaga da et al. Bioestimuladores e seus mecanismos de ação. *Surgical & Cosmetic Dermatology*, v. 12, n. 2, p. 109–117, 10 maio 2020b.

DE ALMEIDA, Ada Trindade et al. Consensus Recommendations for the Use of Hyperdiluted Calcium Hydroxyapatite (Radiesse) as a Face and Body Biostimulatory Agent. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*, v. 7, n. 3, p. e2160, 14 mar. 2019.

DE MELO, Francisco et al. Recommendations for volume augmentation and rejuvenation of the face and hands with the new generation polycaprolactone-based collagen stimulator

(Ellansé®). *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, v. Volume 10, p. 431–440, 8 nov. 2017.

DE OLIVEIRA, Lis Paulino et al. Recent Advances in Collagen Biostimulators for Facial Rejuvenation: A Systematic Review in Aesthetic Dermatology. *Annals of Dermatological Science*, v. 11, n. 1, p. 1–9, 3 jun. 2025.

HONG, Ji Yeon; PARK, Kui Young. Dual Benefits of Calcium Hydroxyapatite Filler: A Prospective Study on Midface Volume Restoration and Skin Quality Enhancement. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 24, n. 6, 29 jun. 2025.

JACOVELLA, Patricio F. Calcium Hydroxylapatite Facial Filler (RadiesseTM): Indications, Technique, and Results. *Clinics in Plastic Surgery*, v. 33, n. 4, p. 511–523, out. 2006.

LIMA, Natália Barbosa de; SOARES, Marilia De Lima. Utilização dos bioestimuladores de colágeno na harmonização orofacial. *Clinical and Laboratorial Research in Dentistry*, p. 01–18, 16 jun. 2020.

LIN, Shang-Li. Polycaprolactone facial volume restoration of a 46-year-old Asian women: A case report. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 17, n. 3, p. 328–332, 4 jun. 2018.

LYON, Sandra; CASTORINA DA SILVA, Rozana. *Dermatologia Estética - Medicina e Cirurgia Estética*. [S.l.]: 2015, 2015. v. 1

MENDELSON, Bryan; WONG, Chin-Ho. Changes in the Facial Skeleton With Aging: Implications and Clinical Applications in Facial Rejuvenation. *Aesthetic Plastic Surgery*, v. 36, n. 4, p. 753–760, 12 ago. 2012.

MORALES, Alessandra Igaz; ROCHA, Tania de Carvalho; DE MORAES, Paulo. EFEITO DA HIDROXIAPATITA DE CÁLCIO NA ESPESSURA DÉRMICA SUBMALAR: ESTUDO PROSPECTIVO. *Aesthetic Orofacial Science*, v. 5, n. 3, p. 29–37, 25 nov. 2024.

MORETO, Daniela. Utilização da policaprolactona (Ellansé) como bioestimulador facial. SÃO PAULO: FACULDADE SETE LAGOAS – FACSETE, 28 ago. 2022.

PETRONE, Giseli et al. Clinical Evaluation of an Innovative CaHA Bio-Stimulator in Facial Rejuvenation: 1 Year Follow-Up. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 24, n. 5, 9 maio 2025.

SHIN, Jung-Won et al. Molecular Mechanisms of Dermal Aging and Antiaging Approaches. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 20, n. 9, p. 2126, 29 abr. 2019.

SHIN, Sun Hye et al. Skin aging from mechanisms to interventions: focusing on dermal aging. *Frontiers in Physiology*, v. 14, p. 01–10, 9 maio 2023.

SWIFT, Arthur et al. The Facial Aging Process From the “Inside Out”. *Aesthetic Surgery Journal*, v. 41, n. 10, p. 1107–1119, 14 set. 2021.

ZAGO SÁ FORTES, Rafael et al. Adverse Events and Satisfaction Outcomes with Calcium Hydroxylapatite and Polycaprolactone Fillers in Facial Aesthetics: A Systematic Review. *Cosmetics*, v. 11, n. 5, p. 165, 27 set. 2024.