

Biomedicina estética e regenerativa: avanços científicos, aplicações clínicas e perspectivas para a prática biomédica

Aesthetic and regenerative biomedicine: scientific advances, clinical applications, and perspectives for biomedical practice

Thiago Mendes Sansevero¹

Danielle Rodrigues de Oliveira²

Gabriela de Amorim Ferreira Antonio³

José Alberto Paris Junior⁴

Resumo

A Biomedicina Estética e Regenerativa representa uma das áreas de maior crescimento nas Ciências da Saúde, impulsionada pelos avanços da biologia celular, da biotecnologia, da engenharia tecidual e da medicina regenerativa. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar os avanços científicos, as aplicações clínicas, os desafios e as perspectivas relacionadas à Biomedicina Estética e Regenerativa, evidenciando sua contribuição para o desenvolvimento de terapias fundamentadas na estimulação dos mecanismos fisiológicos de reparação tecidual. A pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica narrativa, de abordagem qualitativa, desenvolvida por meio da análise de artigos científicos, livros e documentos oficiais publicados, prioritariamente, entre 2015 e 2025, consultados nas bases PubMed, SciELO, ScienceDirect e Google Acadêmico, além de normas do Conselho Federal de Biomedicina. Os resultados demonstram que tecnologias como o Plasma Rico em Plaquetas, os bioestimuladores de colágeno, o ácido hialurônico, o microagulhamento, os exossomos e os biomateriais têm ampliado significativamente as possibilidades terapêuticas da Biomedicina Estética, favorecendo processos como neocolagênese, angiogênese, remodelamento da matriz extracelular e regeneração dos tecidos. Entretanto, a literatura também evidencia desafios relacionados à padronização dos protocolos clínicos, à produção de evidências científicas de maior robustez, à regulamentação profissional e à necessidade de constante atualização dos biomédicos diante da rápida evolução tecnológica. Conclui-se que a Biomedicina Estética e Regenerativa encontra-se em processo contínuo de consolidação científica, apresentando elevado potencial para o desenvolvimento de

¹ Professor Mestre do Centro Universitário Santa Cecília – UNICEA. Mestre em Biotecnologia pela Universidade de Mogi das Cruzes – UMC. Bacharel em Biomedicina pela Universidade de Mogi das Cruzes – UMC.

² Professora Doutora do Centro Universitário Santa Cecília – UNICEA. Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' – UNESP. Bacharela em Fisioterapia pela Universidade de Taubaté – UNITAU. E-mail: danielleror@gmail.com

³ Professora Mestra do Centro Universitário Santa Cecília – UNICEA. Mestra em Design, Tecnologia e Inovação pelo Centro Universitário Teresa D'Ávila – UNIFATEA. Bacharela em Enfermagem pela Universidade de Taubaté – UNITAU, Licenciada em Pedagogia pela Faculdade Única de Ipatinga e Licenciada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário ETEP.

⁴ Professor Doutor. Doutor em Biotecnologia em Medicina Regenerativa e Química Medicinal pela Universidade de Araraquara – UNIARA. Bacharel em Biomedicina pela Universidade de Araraquara – UNIARA. E-mail: parisjosejr@gmail.com.

terapias cada vez mais seguras, personalizadas e baseadas em evidências, desde que acompanhadas pelo fortalecimento da pesquisa científica, da formação profissional e da observância dos princípios éticos e regulatórios que orientam a prática biomédica.

Palavras-chave: Biomedicina Estética. Medicina Regenerativa. Regeneração Tecidual. Bioestimuladores de Colágeno. Biotecnologia.

Abstract

Aesthetic and Regenerative Biomedicine has become one of the fastest-growing fields within the health sciences, driven by advances in cell biology, biotechnology, tissue engineering, and regenerative medicine. This study aimed to analyze the scientific advances, clinical applications, challenges, and future perspectives of Aesthetic and Regenerative Biomedicine, highlighting its contribution to the development of therapies based on the stimulation of physiological tissue repair mechanisms. This research is characterized as a qualitative narrative literature review, based on the analysis of scientific articles, books, and official documents published primarily between 2015 and 2025, retrieved from PubMed, SciELO, ScienceDirect, Google Scholar, and official regulations issued by the Federal Council of Biomedicine. The findings indicate that technologies such as Platelet-Rich Plasma, collagen biostimulators, hyaluronic acid, microneedling, exosomes, and biomaterials have significantly expanded therapeutic possibilities by promoting neocollagenesis, angiogenesis, extracellular matrix remodeling, and tissue regeneration. However, the literature also highlights important challenges related to protocol standardization, the production of stronger scientific evidence, professional regulation, and the continuous qualification of biomedical professionals in response to rapid technological advances. It is concluded that Aesthetic and Regenerative Biomedicine is undergoing continuous scientific consolidation and presents significant potential for the development of increasingly safe, personalized, and evidence-based therapies, provided that scientific research, professional training, and ethical and regulatory standards continue to evolve.

Keywords: Aesthetic Biomedicine. Regenerative Medicine. Tissue Regeneration. Collagen Biostimulators. Biotechnology.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os avanços da Biomedicina, da biotecnologia e da engenharia tecidual promoveram importantes transformações nas estratégias voltadas à prevenção, ao tratamento e à regeneração dos tecidos humanos. Nesse contexto, a Biomedicina Estética e Regenerativa consolidou-se como uma área de crescente relevância científica e profissional, incorporando tecnologias inovadoras capazes de estimular mecanismos biológicos naturais relacionados ao reparo tecidual, à remodelação celular e ao rejuvenescimento cutâneo. Mais do que intervenções voltadas à melhoria da aparência física, essas abordagens passaram a integrar conhecimentos da biologia celular, imunologia, bioquímica e medicina regenerativa, ampliando significativamente o campo de atuação do biomédico.

A evolução das terapias regenerativas permitiu o desenvolvimento de procedimentos fundamentados em evidências científicas, utilizando recursos como bioestimuladores de colágeno, plasma rico em plaquetas (PRP), ácido hialurônico, microagulhamento, tecnologias

baseadas em laser, radiofrequência, biomateriais e, mais recentemente, produtos derivados de exossomos e aplicações relacionadas à engenharia tecidual. Essas tecnologias têm demonstrado potencial para estimular processos fisiológicos de reparação, favorecer a reorganização da matriz extracelular e melhorar a funcionalidade dos tecidos, contribuindo tanto para procedimentos estéticos quanto para aplicações clínicas em diferentes áreas da saúde.

Paralelamente ao crescimento dessas tecnologias, observa-se expansão significativa da atuação do biomédico na área estética, respaldada por avanços científicos e pela regulamentação profissional. Entretanto, o desenvolvimento acelerado de novos procedimentos também evidencia a necessidade de permanente atualização técnico-científica, avaliação crítica das evidências disponíveis e observância dos princípios éticos, da biossegurança e das normas regulatórias que orientam a prática profissional. Assim, a incorporação responsável dessas terapias depende da compreensão dos mecanismos biológicos envolvidos, da qualidade das evidências científicas e da adequada indicação clínica de cada procedimento.

Diante desse cenário, surge o seguinte problema de pesquisa: de que maneira os avanços científicos da Biomedicina Estética e Regenerativa têm contribuído para o desenvolvimento de terapias inovadoras, quais são seus principais fundamentos biológicos e quais desafios ainda precisam ser superados para sua consolidação na prática biomédica?

Parte-se da hipótese de que a Biomedicina Estética e Regenerativa representa uma das áreas de maior crescimento científico da Biomedicina contemporânea, em razão da incorporação de tecnologias capazes de estimular mecanismos naturais de regeneração tecidual, promover resultados clínicos mais seguros e ampliar as possibilidades terapêuticas. Todavia, pressupõe-se que sua consolidação depende da produção contínua de evidências científicas, da padronização de protocolos, da regulamentação adequada e da atuação ética e tecnicamente qualificada dos profissionais envolvidos.

O objetivo geral deste estudo consiste em analisar os avanços científicos da Biomedicina Estética e Regenerativa, destacando seus fundamentos biológicos, as principais tecnologias empregadas, suas aplicações clínicas e as perspectivas para a prática biomédica.

Como objetivos específicos, pretende-se: compreender os mecanismos celulares e fisiológicos envolvidos na regeneração tecidual; descrever as principais terapias utilizadas na Biomedicina Estética e Regenerativa; analisar as evidências científicas relacionadas à eficácia e à segurança dessas tecnologias; discutir os aspectos éticos, regulatórios e profissionais que

orientam sua utilização; e identificar os desafios e as perspectivas futuras para o desenvolvimento da área.

A realização deste estudo justifica-se sob os aspectos científico, profissional e social. Do ponto de vista científico, contribui para reunir e analisar criticamente os conhecimentos produzidos acerca das terapias regenerativas e das tecnologias empregadas na Biomedicina Estética. Sob a perspectiva profissional, favorece a atualização dos biomédicos diante da rápida evolução das técnicas e dos recursos disponíveis, reforçando a importância da atuação baseada em evidências científicas. No âmbito social, a pesquisa mostra-se relevante em razão da crescente demanda por procedimentos estéticos seguros, eficazes e respaldados por protocolos científicos, contribuindo para a promoção da saúde, da qualidade de vida e do bem-estar da população.

Quanto à organização do estudo, além desta introdução, a fundamentação teórica encontra-se estruturada em três capítulos. O primeiro aborda os fundamentos biológicos da regeneração tecidual e sua relação com a Biomedicina Estética. O segundo apresenta as principais tecnologias e terapias regenerativas utilizadas na prática biomédica, discutindo suas aplicações clínicas e evidências científicas. O terceiro analisa os desafios, os aspectos éticos e regulatórios, bem como as perspectivas futuras para a consolidação da Biomedicina Estética e Regenerativa. Na sequência, são apresentados os procedimentos metodológicos, os resultados e a discussão da literatura, as considerações finais e as referências bibliográficas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Fundamentos biológicos da regeneração tecidual e da Biomedicina Estética

A Biomedicina Estética e Regenerativa fundamenta-se na compreensão dos mecanismos biológicos responsáveis pela manutenção da homeostase dos tecidos, pela resposta ao dano celular e pelos processos naturais de reparação e regeneração. Diferentemente das abordagens exclusivamente corretivas utilizadas durante muitos anos na estética, as terapias regenerativas procuram estimular processos fisiológicos já existentes no organismo, favorecendo a recuperação estrutural e funcional dos tecidos por meio da ativação de células, fatores de crescimento e componentes da matriz extracelular. Dessa forma, a atuação biomédica deixa de se restringir à correção de alterações estéticas visíveis e passa a

intervir diretamente nos mecanismos celulares responsáveis pelo envelhecimento e pela regeneração tecidual.

O processo de regeneração inicia-se imediatamente após a ocorrência de uma lesão ou estímulo biológico, envolvendo uma sequência coordenada de eventos celulares e moleculares. Inicialmente ocorre a resposta inflamatória, caracterizada pela migração de células do sistema imunológico responsáveis pela remoção de microrganismos, tecidos lesionados e resíduos celulares. Essa fase, embora frequentemente associada a sinais clínicos como edema e eritema, constitui etapa indispensável para o desencadeamento das fases subsequentes da cicatrização, uma vez que promove a liberação de mediadores químicos capazes de recrutar células reparadoras e estimular a regeneração tecidual (Emming; Martin; Trentin, 2017).

Na fase proliferativa observa-se intensa atividade dos fibroblastos, células responsáveis pela síntese de colágeno, elastina e outros componentes da matriz extracelular. Paralelamente, ocorre a formação de novos vasos sanguíneos por meio da angiogênese, garantindo adequado suprimento de oxigênio e nutrientes às áreas em reparação. Esse conjunto de eventos favorece a reorganização estrutural do tecido lesionado e prepara o organismo para a etapa final do processo regenerativo, caracterizada pelo remodelamento gradual das fibras colágenas e pela recuperação da resistência mecânica dos tecidos (Rodrigues et al., 2019).

Entre os componentes biológicos envolvidos nesse processo, destacam-se os fatores de crescimento, moléculas sinalizadoras capazes de regular a proliferação, diferenciação e migração celular. Substâncias como o fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF), o fator transformador do crescimento beta (TGF- β), o fator de crescimento vascular endotelial (VEGF) e o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF) desempenham papel fundamental na comunicação entre as células durante a regeneração, estimulando a síntese de matriz extracelular, a formação de novos vasos sanguíneos e a reorganização dos tecidos lesionados. A compreensão desses mecanismos permitiu o desenvolvimento de diversas terapias regenerativas atualmente empregadas na Biomedicina Estética.

Outro elemento essencial para a regeneração é a matriz extracelular, estrutura tridimensional composta por fibras colágenas, elastina, proteoglicanos e glicoproteínas que oferece sustentação física às células e participa ativamente da regulação da comunicação celular. Além de servir como suporte estrutural, a matriz extracelular influencia diretamente processos como migração celular, diferenciação, angiogênese e remodelamento tecidual,

constituindo um dos principais alvos das terapias voltadas ao rejuvenescimento e à regeneração cutânea (Xue; Jackson, 2015).

O envelhecimento fisiológico promove alterações progressivas nesses componentes estruturais, reduzindo a atividade dos fibroblastos, diminuindo a produção de colágeno e elastina e comprometendo a capacidade regenerativa dos tecidos. Fatores extrínsecos, como exposição solar excessiva, tabagismo, alimentação inadequada, estresse oxidativo e poluição ambiental, potencializam esse processo ao acelerar a degradação das fibras colágenas e aumentar a produção de espécies reativas de oxigênio. Consequentemente, observa-se perda da elasticidade cutânea, redução da firmeza da pele e aparecimento de rugas e outras alterações relacionadas ao envelhecimento.

Nesse contexto, a Biomedicina Estética fundamenta-se na utilização de recursos capazes de estimular novamente esses mecanismos fisiológicos, promovendo remodelação da matriz extracelular, ativação fibroblástica e aumento da neocolagênese. O objetivo das terapias regenerativas não consiste apenas em corrigir alterações estéticas superficiais, mas em favorecer respostas biológicas capazes de restaurar parcialmente a funcionalidade dos tecidos, proporcionando resultados mais duradouros e fisiologicamente compatíveis com os processos naturais de reparação.

Essa perspectiva evidencia que a regeneração tecidual representa a base científica sobre a qual se desenvolvem as modernas abordagens da Biomedicina Estética. A compreensão dos mecanismos celulares, moleculares e bioquímicos envolvidos na cicatrização e no remodelamento dos tecidos possibilitou o desenvolvimento de tecnologias cada vez mais específicas, direcionadas à estimulação dos próprios processos biológicos do organismo. Nesse cenário, conhecer os principais componentes envolvidos na regeneração torna-se indispensável para compreender o funcionamento das terapias regenerativas atualmente disponíveis.

Com a finalidade de sintetizar os principais componentes biológicos envolvidos na regeneração tecidual, o Quadro 1 apresenta as estruturas celulares, moléculas sinalizadoras e elementos da matriz extracelular que participam das diferentes fases do reparo dos tecidos. A organização dessas informações permite compreender a interação entre células, fatores de crescimento e componentes estruturais, evidenciando como esses mecanismos constituem a base científica das terapias empregadas na Biomedicina Estética e Regenerativa.

Quadro 1: Principais componentes biológicos envolvidos na regeneração tecidual

Componente	Função biológica	Importância para a Biomedicina Estética
Fibroblastos	Produção de colágeno, elastina e matriz extracelular	Remodelação dérmica e rejuvenescimento
Colágeno	Sustentação e resistência dos tecidos	Melhora da firmeza e redução da flacidez
Elastina	Elasticidade da pele	Recuperação da flexibilidade cutânea
Matriz extracelular	Suporte estrutural e comunicação celular	Base para regeneração e cicatrização
PDGF	Estimula proliferação celular	Reparo tecidual
TGF- β	Regula síntese de colágeno	Remodelamento da matriz
VEGF	Estimula angiogênese	Formação de novos vasos
IGF	Crescimento e diferenciação celular	Regeneração e reparação

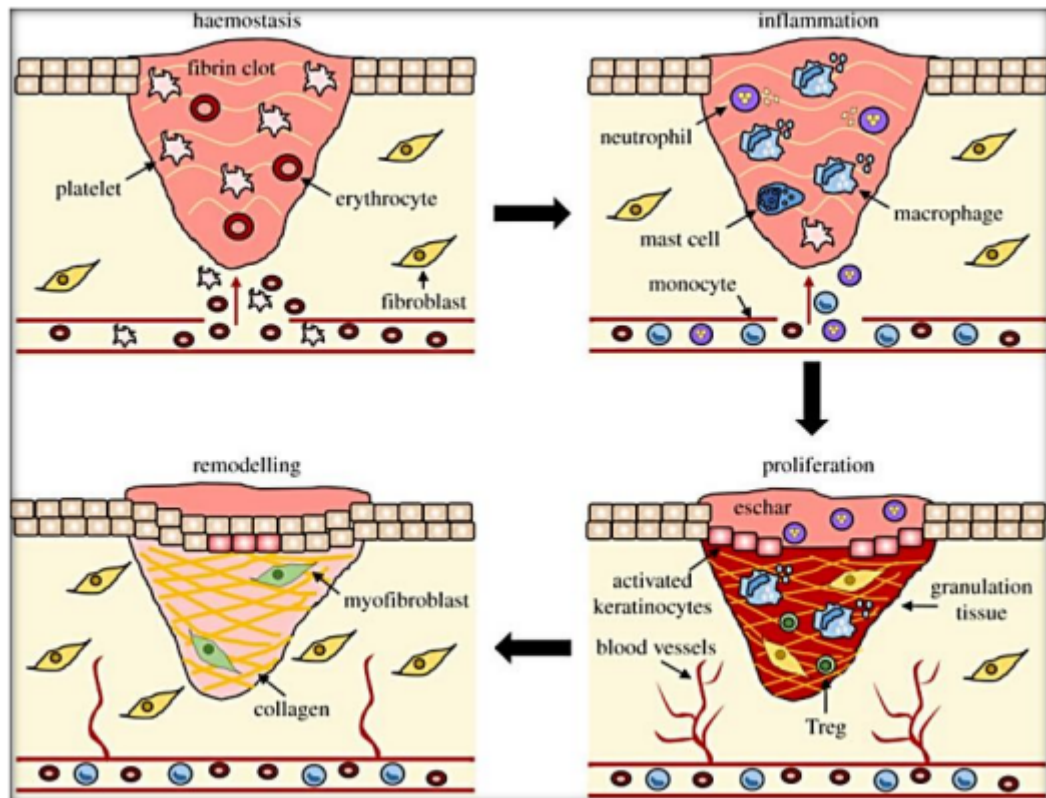
Fonte: Elaborado pelo autor com base em Emming, Martin e Trentin (2017); Rodrigues et al. (2019); Xue e Jackson (2015)

A análise do Quadro 1 demonstra que a regeneração tecidual resulta da interação coordenada entre diferentes componentes celulares, moléculas sinalizadoras e estruturas da matriz extracelular. Os fibroblastos destacam-se como células fundamentais nesse processo por serem responsáveis pela síntese de colágeno, elastina e outros constituintes da matriz extracelular, promovendo a reorganização estrutural dos tecidos após lesões ou procedimentos estéticos. Paralelamente, os fatores de crescimento atuam como mediadores da comunicação celular, regulando a proliferação, a diferenciação e a migração de diferentes populações celulares envolvidas na cicatrização e no remodelamento tecidual.

Observa-se ainda que a atuação integrada desses componentes constitui a base fisiológica das principais terapias regenerativas atualmente empregadas na Biomedicina Estética. Procedimentos como microagulhamento, bioestimuladores de colágeno, plasma rico em plaquetas e tecnologias baseadas em biomateriais não promovem apenas modificações superficiais na pele, mas estimulam mecanismos biológicos naturais responsáveis pela regeneração dos tecidos. Dessa forma, o conhecimento dos processos apresentados no quadro torna-se essencial para compreender a fundamentação científica dessas terapias e justificar sua crescente utilização na prática biomédica baseada em evidências.

Embora o Quadro 1 sintetiza os principais componentes biológicos envolvidos na regeneração tecidual, a compreensão desse processo torna-se mais completa quando se observa a sequência cronológica dos eventos celulares e moleculares que caracterizam o reparo dos tecidos. Nesse sentido, a Figura 1 apresenta, de forma esquemática, as diferentes fases da cicatrização: hemostasia, inflamação, proliferação e remodelamento; destacando a participação integrada de células inflamatórias, fibroblastos, fatores de crescimento, angiogênese e reorganização da matriz extracelular. A representação desses mecanismos evidencia a complexidade da regeneração tecidual e fornece o embasamento biológico que sustenta as modernas terapias empregadas na Biomedicina Estética e Regenerativa.

Figura 1: Principais fases da regeneração tecidual e seus componentes celulares



Fonte: Adaptado de Shaw e Rognoni (2020)

A análise da Figura 1 evidencia que a regeneração tecidual constitui um processo biológico contínuo, dinâmico e altamente integrado, no qual diferentes tipos celulares e mediadores moleculares atuam de forma coordenada para restaurar a estrutura e a funcionalidade dos tecidos lesionados.

Conforme ilustrado, a resposta inicia-se pela fase de hemostasia, responsável pelo controle do sangramento e pela formação do coágulo, seguida pela fase inflamatória, caracterizada pelo recrutamento de neutrófilos, macrófagos e outras células do sistema imunológico que promovem a remoção de detritos celulares e liberam citocinas e fatores de crescimento indispensáveis à progressão do reparo tecidual. Esses eventos constituem a base biológica para o início das fases proliferativa e de remodelamento, responsáveis pela reconstrução da arquitetura dos tecidos.

Observa-se ainda que a figura demonstra de forma clara a participação dos fibroblastos na síntese de colágeno e de outros componentes da matriz extracelular, bem como o desenvolvimento da angiogênese, processos essenciais para a recuperação da integridade estrutural da pele. O remodelamento progressivo das fibras colágenas e a reorganização da matriz extracelular representam a etapa final da regeneração, permitindo o restabelecimento gradual das propriedades mecânicas e funcionais do tecido.

Essa representação gráfica reforça que os procedimentos utilizados na Biomedicina Estética e Regenerativa não atuam apenas sobre alterações superficiais, mas buscam estimular mecanismos fisiológicos capazes de potencializar a regeneração tecidual, promovendo resultados mais naturais, duradouros e fundamentados nos princípios da medicina regenerativa.

Os fundamentos biológicos discutidos ao longo deste capítulo demonstram que a regeneração tecidual resulta da interação entre mecanismos celulares, moleculares e bioquímicos que atuam de maneira coordenada para restaurar a integridade dos tecidos.

O conhecimento desses processos constitui o alicerce científico da Biomedicina Estética e Regenerativa, permitindo compreender por que as terapias contemporâneas priorizam a estimulação das respostas fisiológicas do organismo em detrimento de abordagens exclusivamente corretivas.

A partir dessa base conceitual, torna-se possível analisar as principais tecnologias atualmente empregadas na prática biomédica, suas indicações clínicas, mecanismos de ação e evidências científicas, aspectos que serão abordados no capítulo seguinte.

2.2 Tecnologias e terapias utilizadas na Biomedicina Estética e Regenerativa

Os avanços da medicina regenerativa e da biotecnologia possibilitaram o desenvolvimento de terapias capazes de estimular mecanismos fisiológicos de reparação tecidual, promovendo resultados cada vez mais seguros, previsíveis e duradouros. Na

Biomedicina Estética, essas tecnologias deixaram de atuar apenas na correção imediata das alterações cutâneas e passaram a favorecer a regeneração dos tecidos por meio da ativação de processos celulares relacionados à neocolagênese, angiogênese, remodelamento da matriz extracelular e modulação da resposta inflamatória. Essa mudança de paradigma representa um dos principais diferenciais da estética contemporânea, que busca resultados sustentados pela recuperação da funcionalidade biológica dos tecidos.

Entre as terapias regenerativas mais utilizadas destaca-se o Plasma Rico em Plaquetas (PRP), técnica obtida a partir da centrifugação do sangue autólogo, permitindo a concentração de plaquetas e, consequentemente, de fatores de crescimento como PDGF, TGF- β , VEGF e IGF. Essas moléculas exercem importante papel na proliferação celular, na formação de novos vasos sanguíneos e na síntese de colágeno, favorecendo a reparação dos tecidos e o rejuvenescimento cutâneo. Embora sua utilização apresente resultados promissores, a literatura ressalta a necessidade de padronização dos protocolos de obtenção e aplicação do PRP, considerando que diferenças metodológicas podem influenciar diretamente os resultados clínicos (Marx, 2004; Anitua et al., 2018).

Outra estratégia amplamente empregada corresponde aos bioestimuladores de colágeno, substâncias capazes de induzir resposta inflamatória controlada e estimular a atividade dos fibroblastos. Produtos à base de ácido poli-L-láctico, hidroxiapatita de cálcio e policaprolactona promovem aumento gradual da síntese de colágeno tipo I, contribuindo para melhora da firmeza cutânea, redução da flacidez e restauração do volume facial de forma progressiva. Diferentemente dos preenchedores convencionais, os bioestimuladores apresentam ação predominantemente regenerativa, uma vez que estimulam a produção endógena de componentes da matriz extracelular, proporcionando resultados mais fisiológicos e de maior duração.

O ácido hialurônico permanece entre os biomateriais mais utilizados na Biomedicina Estética em razão de sua elevada biocompatibilidade e de sua capacidade de retenção hídrica. Além da função volumizadora amplamente conhecida, estudos recentes demonstram que determinadas formulações podem favorecer a migração celular, estimular fibroblastos e contribuir para o remodelamento da matriz extracelular, especialmente quando associadas a protocolos regenerativos. Esses efeitos ampliam sua utilização para além da harmonização facial, incluindo abordagens voltadas à melhoria da qualidade da pele e à recuperação da arquitetura dérmica (Sundaram et al., 2016).

Entre as tecnologias físicas, o microagulhamento destaca-se por induzir microlesões controladas na pele, desencadeando resposta inflamatória transitória seguida de intensa

proliferação fibroblástica e neocolagênese. Esse mecanismo favorece a reorganização das fibras colágenas, melhora da textura cutânea e aumento da permeabilidade da pele para ativos terapêuticos, potencializando tratamentos regenerativos. De forma semelhante, equipamentos baseados em laser e radiofrequência estimulam processos de remodelamento dérmico por meio da aplicação controlada de energia térmica, promovendo contração imediata das fibras de colágeno e estímulo à produção de novas fibras ao longo do processo de reparação.

Nos últimos anos, observa-se crescente interesse científico pelos exossomos, pequenas vesículas extracelulares responsáveis pela comunicação entre células e pelo transporte de proteínas, lipídios e material genético. Estudos experimentais indicam que essas estruturas apresentam potencial para modular processos inflamatórios, estimular angiogênese e favorecer a regeneração dos tecidos, sendo consideradas uma das mais promissoras perspectivas da medicina regenerativa. Entretanto, apesar dos resultados preliminares encorajadores, a utilização clínica dos exossomos ainda demanda estudos adicionais relacionados à padronização dos métodos de obtenção, segurança biológica e eficácia terapêutica em longo prazo.

Outro campo em expansão envolve o emprego de células-tronco, biomateriais inteligentes e estratégias de engenharia tecidual voltadas à regeneração cutânea. Essas abordagens procuram desenvolver soluções capazes de restaurar tecidos lesionados por meio da associação entre células, biomateriais e moléculas bioativas, ampliando as possibilidades terapêuticas da Biomedicina Estética. Embora diversas pesquisas demonstrem resultados promissores, a aplicação clínica dessas tecnologias ainda enfrenta desafios relacionados aos aspectos regulatórios, éticos e à necessidade de maior robustez das evidências científicas disponíveis.

De maneira geral, as tecnologias atualmente empregadas na Biomedicina Estética e Regenerativa compartilham um princípio comum: estimular mecanismos fisiológicos capazes de promover regeneração tecidual em vez de apenas mascarar alterações estruturais da pele. Esse enfoque evidencia uma mudança significativa na prática biomédica contemporânea, aproximando a estética dos princípios da medicina regenerativa e da terapia baseada em evidências.

A diversidade de recursos atualmente disponíveis demonstra que a Biomedicina Estética e Regenerativa evoluiu para uma abordagem terapêutica fundamentada na estimulação dos mecanismos fisiológicos de reparação e remodelamento tecidual. Embora cada tecnologia apresente indicações específicas, todas compartilham o objetivo de favorecer a regeneração dos tecidos por meio da ativação de processos celulares, moleculares e

bioquímicos relacionados à síntese de colágeno, angiogênese, modulação inflamatória e reorganização da matriz extracelular. Nesse contexto, torna-se importante sistematizar as principais terapias utilizadas na prática biomédica, destacando seus mecanismos de ação, aplicações clínicas e benefícios terapêuticos.

Assim, o Quadro 2 apresenta uma síntese comparativa das principais tecnologias empregadas na Biomedicina Estética e Regenerativa, permitindo identificar suas características, mecanismos biológicos predominantes e contribuições para os procedimentos regenerativos atualmente realizados na prática clínica.

Quadro 2: Principais tecnologias utilizadas na Biomedicina Estética e Regenerativa

Tecnologia	Mecanismo de ação	Principais aplicações clínicas
Plasma Rico em Plaquetas (PRP)	Liberação de fatores de crescimento	Rejuvenescimento, cicatrização e regeneração
Bioestimuladores de colágeno	Estímulo fibroblástico e neocolagênese	Flacidez, perda de volume e rejuvenescimento
Ácido hialurônico	Hidratação, sustentação e remodelamento dérmico	Harmonização facial, hidratação e preenchimento
Microagulhamento	Microlesões controladas e indução de colágeno	Cicatrizes, estrias, melasma e rejuvenescimento
Laser fracionado	Remodelamento térmico da derme	Rugas, cicatrizes e fotoenvelhecimento
Radiofrequência	Aquecimento dérmico e contração do colágeno	Flacidez facial e corporal
Exossomos	Comunicação celular e regeneração tecidual	Terapias regenerativas experimentais
Biomateriais	Suporte para regeneração celular	Engenharia tecidual e reconstrução
Células-tronco*	Diferenciação e regeneração celular	Medicina regenerativa (pesquisa e aplicações específicas)
*A utilização de células-tronco na Biomedicina Estética deve observar rigorosamente a legislação vigente e os protocolos aprovados pelos órgãos reguladores competentes.		

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Anitua et al. (2018); Sundaram et al. (2016); Caplan (2017); Atala (2019); Marx (2004).

A análise do Quadro 2 evidencia que as tecnologias atualmente empregadas na Biomedicina Estética e Regenerativa apresentam mecanismos de ação distintos, porém complementares, convergindo para um objetivo comum: estimular a capacidade fisiológica do organismo de reparar, remodelar e regenerar os tecidos. Enquanto procedimentos como o PRP

e os bioestimuladores de colágeno atuam principalmente por meio da liberação de fatores de crescimento e da ativação fibroblástica, tecnologias como o microagulhamento, o laser e a radiofrequência promovem estímulos físicos controlados capazes de desencadear respostas inflamatórias benéficas e favorecer a reorganização da matriz extracelular.

Essa diversidade terapêutica amplia as possibilidades de individualização dos tratamentos, permitindo ao biomédico selecionar protocolos mais adequados às necessidades clínicas de cada paciente.

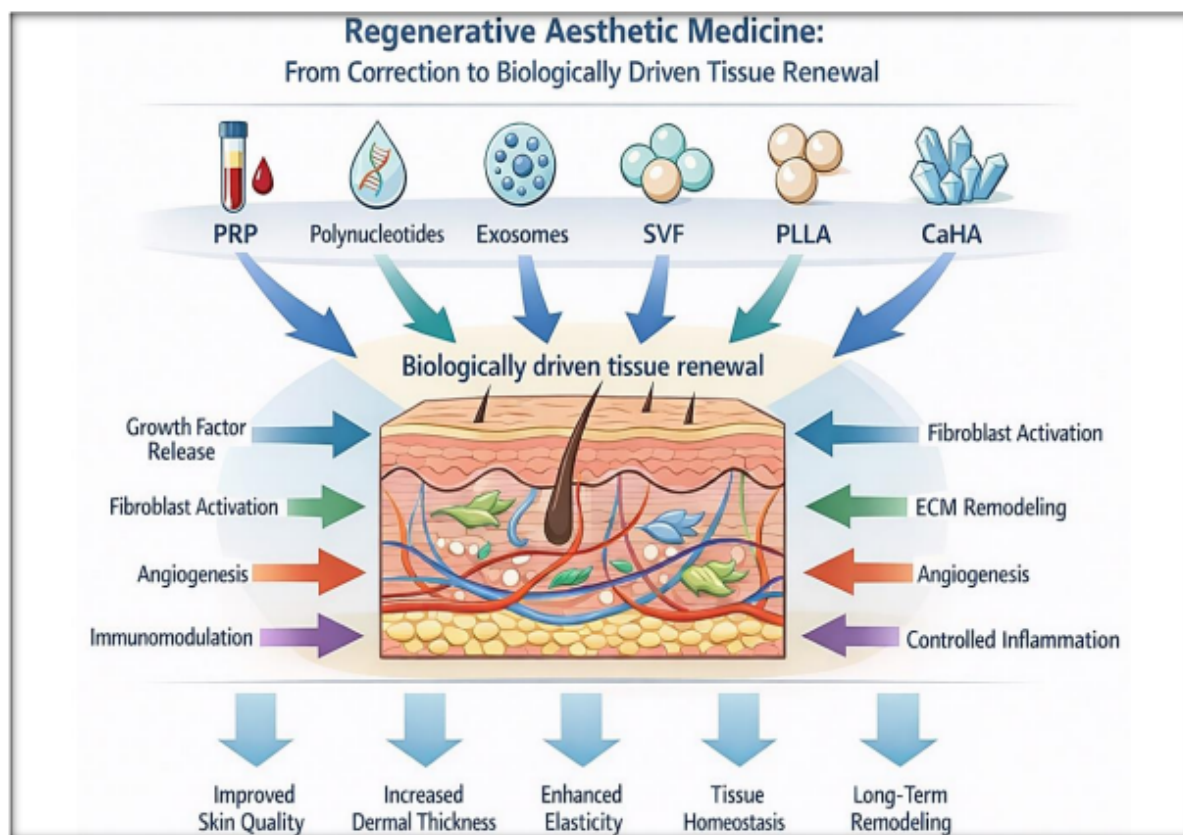
Observa-se ainda que as tecnologias mais recentemente incorporadas à medicina regenerativa, como os exossomos, biomateriais inteligentes e aplicações envolvendo células-tronco, representam uma nova fronteira da pesquisa biomédica. Embora muitas dessas abordagens ainda estejam em processo de consolidação científica e regulatória, os estudos apontam resultados promissores relacionados ao aumento da capacidade regenerativa dos tecidos e ao desenvolvimento de terapias cada vez mais personalizadas.

Dessa forma, o quadro demonstra que a evolução da Biomedicina Estética não depende apenas da introdução de novos procedimentos, mas da crescente compreensão dos mecanismos biológicos que fundamentam sua eficácia clínica.

Embora o Quadro 2 apresente uma visão comparativa das principais tecnologias empregadas na Biomedicina Estética e Regenerativa, a compreensão de sua atuação torna-se mais abrangente quando se observa a integração entre essas terapias e os mecanismos biológicos envolvidos na regeneração dos tecidos.

Nesse sentido, a Figura 2 ilustra de forma esquemática a interação entre diferentes estratégias regenerativas e seus principais alvos celulares e moleculares, evidenciando como essas tecnologias convergem para estimular a neocolagênese, a angiogênese, a remodelação da matriz extracelular e a restauração da funcionalidade tecidual.

Figura 2: Principais terapias utilizadas na Biomedicina Estética e Regenerativa e seus mecanismos de ação.



Fonte: Adaptado de Kim et al. (2025)

A Figura 2 evidencia que a Biomedicina Estética e Regenerativa passou a adotar uma abordagem integrada, na qual diferentes tecnologias terapêuticas atuam de forma complementar para estimular os mecanismos naturais de reparação dos tecidos. Conforme ilustrado, procedimentos como plasma rico em plaquetas, bioestimuladores de colágeno, exossomos, polinucleotídeos e biomateriais compartilham o objetivo de promover a comunicação celular, modular a resposta inflamatória e favorecer a regeneração da matriz extracelular. Embora apresentem mecanismos específicos de ação, essas terapias convergem para a ativação de processos biológicos relacionados à proliferação fibroblástica, angiogênese, síntese de colágeno e remodelamento dérmico, constituindo os principais fundamentos da medicina regenerativa aplicada à estética.

Outro aspecto relevante representado na figura refere-se à superação do modelo tradicional de tratamento baseado exclusivamente na correção das alterações estéticas visíveis. As terapias regenerativas contemporâneas priorizam a recuperação funcional dos tecidos por meio da estimulação de respostas fisiológicas capazes de restabelecer

parcialmente a arquitetura celular e a homeostase cutânea. Essa perspectiva amplia significativamente o campo de atuação do biomédico, que passa a desenvolver protocolos individualizados fundamentados na associação de diferentes tecnologias, considerando as características biológicas, clínicas e funcionais de cada paciente. Dessa forma, a figura sintetiza a evolução conceitual da Biomedicina Estética, evidenciando sua aproximação com os princípios da medicina regenerativa e da prática baseada em evidências.

As tecnologias discutidas neste capítulo demonstram que a Biomedicina Estética e Regenerativa evoluiu para um modelo terapêutico fundamentado na integração entre biologia celular, engenharia tecidual e biotecnologia, priorizando a estimulação dos mecanismos fisiológicos de regeneração em substituição às abordagens meramente corretivas. A incorporação de recursos como plasma rico em plaquetas, bioestimuladores de colágeno, ácido hialurônico, microagulhamento, exossomos e biomateriais evidencia o avanço científico da área e amplia as possibilidades de desenvolvimento de protocolos terapêuticos mais seguros, individualizados e baseados em evidências. Entretanto, a rápida expansão dessas tecnologias também impõe novos desafios relacionados à padronização dos procedimentos, à validação científica de terapias emergentes, à regulamentação profissional e à segurança clínica, aspectos que serão discutidos no capítulo seguinte.

2.3 Desafios científicos, aspectos regulatórios e perspectivas futuras da Biomedicina Estética e Regenerativa

O rápido desenvolvimento da Biomedicina Estética e Regenerativa ampliou significativamente as possibilidades terapêuticas disponíveis para o tratamento das alterações cutâneas e para o rejuvenescimento facial e corporal. Entretanto, a incorporação contínua de novas tecnologias também trouxe desafios relacionados à produção de evidências científicas robustas, à padronização dos protocolos clínicos, à regulamentação profissional e à garantia da segurança dos pacientes. Nesse cenário, a consolidação da área depende não apenas da inovação tecnológica, mas também da adoção de práticas fundamentadas na ética, na biossegurança e na medicina baseada em evidências.

Um dos principais desafios científicos refere-se à heterogeneidade metodológica observada em diversos estudos clínicos envolvendo terapias regenerativas. Diferenças relacionadas aos critérios de seleção dos participantes, aos protocolos de aplicação, às concentrações dos biomateriais utilizados e aos métodos de avaliação dos resultados dificultam a comparação entre pesquisas e limitam a construção de evidências de alta

qualidade. Essa realidade é particularmente evidente em procedimentos que utilizam plasma rico em plaquetas, exossomos e biomateriais regenerativos, nos quais ainda não existe consenso internacional quanto às melhores práticas clínicas e laboratoriais.

Além da necessidade de fortalecimento das evidências científicas, a utilização de terapias regenerativas exige rigorosos protocolos de biossegurança e controle de qualidade. A manipulação de materiais biológicos, a rastreabilidade dos insumos, a esterilidade dos procedimentos e o cumprimento das normas sanitárias representam requisitos indispensáveis para minimizar riscos de contaminação, reações adversas e complicações clínicas. Nesse contexto, a atuação do biomédico deve estar permanentemente alinhada às normas estabelecidas pelos órgãos reguladores e aos princípios éticos que orientam o exercício profissional.

No Brasil, a expansão da Biomedicina Estética ocorreu paralelamente ao fortalecimento da regulamentação da atuação do biomédico na área, especialmente por meio das resoluções do Conselho Federal de Biomedicina (CFBM), que estabeleceram critérios para habilitação profissional, capacitação técnica e execução dos procedimentos estéticos. Essa regulamentação contribuiu para ampliar a segurança jurídica da profissão, ao mesmo tempo em que reforçou a necessidade de formação continuada e atualização científica diante da constante incorporação de novas tecnologias ao mercado.

Outro aspecto relevante refere-se à crescente valorização da prática baseada em evidências. A popularização de procedimentos estéticos impulsionada pelas redes sociais e pelo mercado da estética frequentemente resulta na rápida difusão de tecnologias ainda em processo de validação científica. Nesse contexto, cabe ao biomédico avaliar criticamente a qualidade das evidências disponíveis, selecionar protocolos respaldados por estudos consistentes e comunicar de forma transparente aos pacientes os benefícios, limitações e possíveis riscos associados às diferentes terapias regenerativas.

As perspectivas futuras da Biomedicina Estética e Regenerativa indicam uma tendência de crescente integração entre biotecnologia, engenharia tecidual, inteligência artificial, medicina personalizada e terapias celulares. Espera-se que o avanço das pesquisas possibilite o desenvolvimento de biomateriais mais sofisticados, sistemas inteligentes de liberação de fatores de crescimento, biomarcadores capazes de individualizar protocolos terapêuticos e novas estratégias regenerativas voltadas à recuperação funcional dos tecidos. Entretanto, a incorporação dessas inovações deverá ocorrer de forma responsável, respeitando os princípios éticos, regulatórios e científicos que sustentam a prática biomédica contemporânea.

Os desafios discutidos demonstram que a consolidação da Biomedicina Estética e Regenerativa depende do equilíbrio entre inovação científica, segurança clínica e responsabilidade profissional. Embora os avanços tecnológicos ampliem continuamente as possibilidades terapêuticas, sua incorporação à prática clínica exige respaldo científico, observância das normas regulatórias e constante atualização dos profissionais. Nesse contexto, torna-se pertinente sintetizar os principais desafios e perspectivas que atualmente orientam o desenvolvimento da área.

Assim, o Quadro 3 apresenta uma visão integrada dos principais desafios científicos, regulatórios e profissionais relacionados à Biomedicina Estética e Regenerativa, bem como das perspectivas futuras para sua evolução.

Quadro 3: Principais desafios e perspectivas da Biomedicina Estética e Regenerativa

Aspecto	Desafios atuais	Perspectivas futuras
Produção científica	Escassez de ensaios clínicos padronizados	Evidências clínicas mais robustas e protocolos internacionalmente validados
Regulamentação	Atualização constante das normas profissionais	Harmonização regulatória e maior segurança jurídica
Biossegurança	Controle rigoroso de materiais biológicos e procedimentos	Desenvolvimento de protocolos cada vez mais seguros
Formação profissional	Necessidade de educação continuada	Capacitação permanente em tecnologias emergentes
Inovação tecnológica	Validação clínica de novas terapias	Integração entre biotecnologia, IA e medicina personalizada
Assistência ao paciente	Individualização dos protocolos terapêuticos	Tratamentos mais precisos, personalizados e baseados em evidências

Fonte: Elaborado pelo autor com base na literatura consultada.

A análise do Quadro 3 evidencia que o desenvolvimento da Biomedicina Estética e Regenerativa está diretamente relacionado à capacidade de integrar inovação científica, segurança clínica e responsabilidade profissional. Embora os avanços tecnológicos tenham

ampliado significativamente o arsenal terapêutico disponível, sua incorporação à prática biomédica exige a produção de evidências científicas consistentes, capazes de demonstrar eficácia, segurança e reprodutibilidade dos resultados. Nesse contexto, a realização de ensaios clínicos padronizados e o fortalecimento da pesquisa translacional representam fatores essenciais para consolidar novas terapias e reduzir as incertezas ainda existentes em relação a procedimentos emergentes.

Observa-se, igualmente, que os desafios regulatórios e éticos acompanham a velocidade da evolução tecnológica. A utilização de biomateriais, terapias celulares, exossomos e outras estratégias regenerativas requer constante atualização das normas técnicas e da legislação profissional, garantindo que a inovação ocorra em conformidade com os princípios da biossegurança e da proteção ao paciente. Paralelamente, a formação continuada dos biomédicos torna-se indispensável para assegurar a correta indicação dos procedimentos, a aplicação de protocolos baseados em evidências e a adoção de uma prática clínica pautada na ética e na responsabilidade científica.

Além disso, as perspectivas apresentadas no quadro reforçam que o futuro da Biomedicina Estética e Regenerativa tende a ser marcado pela crescente integração entre biotecnologia, engenharia tecidual, medicina personalizada e inteligência artificial. A incorporação dessas inovações poderá contribuir para o desenvolvimento de tratamentos cada vez mais individualizados, capazes de considerar características biológicas específicas de cada paciente, aumentando a previsibilidade dos resultados clínicos e favorecendo uma abordagem terapêutica mais precisa e eficiente.

A fundamentação teórica desenvolvida neste estudo demonstrou que a Biomedicina Estética e Regenerativa encontra-se em constante evolução, sustentada pelos avanços da biologia celular, da biotecnologia e da medicina regenerativa. Inicialmente, foram apresentados os mecanismos biológicos envolvidos na regeneração tecidual, evidenciando a importância da resposta inflamatória controlada, da atuação dos fibroblastos, dos fatores de crescimento e da remodelação da matriz extracelular para a manutenção da integridade dos tecidos. Em seguida, discutiram-se as principais tecnologias atualmente empregadas na prática biomédica, destacando seus mecanismos de ação, aplicações clínicas e contribuições para o desenvolvimento de tratamentos regenerativos cada vez mais seguros e eficazes. Por fim, foram analisados os desafios científicos, regulatórios e éticos que acompanham a expansão dessa área, ressaltando a necessidade de fortalecimento das evidências científicas, da atualização profissional e do aprimoramento das normas regulatórias.

Dessa forma, a fundamentação teórica fornece o embasamento científico necessário para compreender o panorama atual da Biomedicina Estética e Regenerativa, servindo de suporte para a análise dos estudos selecionados e para a discussão dos resultados apresentados nas etapas subsequentes desta pesquisa.

3 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, de objetivo exploratório e descritivo, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica narrativa da literatura científica. Essa abordagem foi escolhida por possibilitar a análise crítica e a integração do conhecimento produzido acerca da Biomedicina Estética e Regenerativa, permitindo compreender os avanços científicos, as aplicações clínicas, os desafios regulatórios e as perspectivas futuras dessa área de atuação.

A busca bibliográfica foi realizada em bases de dados nacionais e internacionais reconhecidas pela relevância na área das Ciências da Saúde, incluindo PubMed/MEDLINE, SciELO, Google Acadêmico e ScienceDirect. Complementarmente, foram consultados documentos normativos publicados pelo Conselho Federal de Biomedicina (CFBM), bem como literatura técnico-científica relacionada à medicina regenerativa, engenharia tecidual e biotecnologia aplicada à estética.

Para a identificação dos estudos, utilizaram-se descritores em português e inglês, combinados por operadores booleanos (AND e OR), entre eles: Biomedicina Estética, Medicina Regenerativa, Regeneração Tecidual, Bioestimuladores de Colágeno, Plasma Rico em Plaquetas, Exossomos, Biomateriais, Aesthetic Biomedicine, Regenerative Medicine, Tissue Regeneration, Platelet-Rich Plasma, Collagen Biostimulators, Exosomes e Biomaterials. A utilização desses descritores possibilitou ampliar a recuperação de estudos relacionados aos diferentes aspectos abordados nesta pesquisa.

Foram adotados como critérios de inclusão artigos científicos publicados, preferencialmente, entre 2015 e 2026, disponíveis na íntegra, nos idiomas português e inglês, que apresentassem relação direta com os objetivos da pesquisa e abordassem fundamentos biológicos, tecnologias regenerativas, aplicações clínicas, regulamentação profissional ou perspectivas futuras da Biomedicina Estética e Regenerativa. Também foram incluídos livros de referência, documentos oficiais e normas regulamentadoras considerados relevantes para a contextualização do tema.

Como critérios de exclusão, foram desconsiderados estudos duplicados, publicações sem disponibilidade do texto completo, trabalhos que não apresentassem relação direta com o objeto de investigação, artigos de opinião sem fundamentação científica e estudos cuja metodologia ou qualidade das evidências não contribuíssem para os objetivos da revisão.

Após a seleção do material bibliográfico, realizou-se leitura exploratória, seguida de leitura analítica e interpretativa das publicações selecionadas. As informações foram organizadas de acordo com os objetivos do estudo, permitindo a identificação dos principais eixos temáticos relacionados aos mecanismos biológicos da regeneração tecidual, às tecnologias empregadas na Biomedicina Estética e Regenerativa, aos desafios científicos e regulatórios e às perspectivas futuras da área. A análise dos dados ocorreu de forma descritiva e crítica, buscando integrar os resultados encontrados na literatura e discutir as convergências e divergências existentes entre os estudos, contribuindo para uma compreensão abrangente do estado atual do conhecimento sobre o tema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da literatura evidencia que a Biomedicina Estética e Regenerativa tem experimentado expressivo crescimento científico nas últimas décadas, impulsionado pelo avanço da biologia celular, da engenharia tecidual e da biotecnologia aplicada à saúde. Os estudos analisados demonstram uma mudança significativa no paradigma dos tratamentos estéticos, que passaram a priorizar não apenas a correção imediata das alterações cutâneas, mas principalmente a ativação dos mecanismos fisiológicos responsáveis pela regeneração dos tecidos. Essa transformação aproxima a estética dos princípios da medicina regenerativa, conferindo maior embasamento científico às intervenções biomédicas e ampliando suas possibilidades terapêuticas.

Os resultados encontrados indicam consenso entre os autores quanto ao papel central dos fibroblastos, dos fatores de crescimento e da matriz extracelular na regeneração tecidual. Trabalhos de Gurtner et al. (2008), Eming, Martin e Tomic-Canic (2014) e Shaw e Rognoni (2020) demonstram que a cicatrização e o remodelamento dos tecidos constituem processos altamente organizados, dependentes da interação entre células inflamatórias, mediadores químicos, angiogênese e reorganização progressiva das fibras colágenas. Esses mecanismos representam o fundamento biológico das principais terapias regenerativas utilizadas na prática

clínica, reforçando que a eficácia dos procedimentos estéticos está diretamente relacionada à capacidade de estimular respostas fisiológicas naturais do organismo.

Em relação às tecnologias empregadas na Biomedicina Estética, observa-se predominância de estudos voltados ao Plasma Rico em Plaquetas (PRP), aos bioestimuladores de colágeno, ao ácido hialurônico e ao microagulhamento. De modo geral, a literatura aponta resultados favoráveis quanto à melhora da qualidade da pele, aumento da síntese de colágeno, redução da flacidez e aceleração da regeneração tecidual. Entretanto, diversos autores ressaltam que a ausência de protocolos padronizados para obtenção, aplicação e avaliação dos resultados ainda limita a comparação entre os estudos, especialmente no caso do PRP e das terapias baseadas em biomateriais biológicos. Essa heterogeneidade metodológica representa um dos principais obstáculos para a consolidação de evidências clínicas de elevado nível científico.

Outro aspecto recorrente na literatura refere-se ao potencial terapêutico das tecnologias emergentes, especialmente dos exossomos, biomateriais inteligentes e estratégias relacionadas à engenharia tecidual. Os estudos revisados sugerem que essas abordagens apresentam capacidade promissora de modular processos inflamatórios, estimular a comunicação intercelular e favorecer a regeneração dos tecidos de maneira mais específica e personalizada. Contudo, apesar dos resultados experimentais encorajadores, ainda são limitadas as pesquisas clínicas de longo prazo capazes de confirmar sua segurança, eficácia e aplicabilidade rotineira na Biomedicina Estética, evidenciando a necessidade de ampliação dos ensaios clínicos controlados.

A análise também evidencia que o desenvolvimento científico da área tem sido acompanhado pela evolução da regulamentação profissional no Brasil. As resoluções do Conselho Federal de Biomedicina contribuíram para estabelecer critérios técnicos para a habilitação do biomédico esteta e disciplinar a execução de diversos procedimentos, promovendo maior segurança jurídica e fortalecendo a identidade profissional da categoria. Entretanto, a rápida incorporação de novas tecnologias exige constante atualização normativa e permanente qualificação dos profissionais, considerando que a inovação frequentemente ocorre em velocidade superior à produção das evidências científicas e à revisão dos instrumentos regulatórios.

Outro resultado importante identificado nesta revisão refere-se ao fortalecimento da medicina baseada em evidências como princípio orientador da prática biomédica contemporânea. Os estudos convergem ao afirmar que a escolha dos protocolos terapêuticos deve fundamentar-se na melhor evidência científica disponível, associada à experiência

clínica do profissional e às características individuais de cada paciente. Essa perspectiva reduz a influência de práticas fundamentadas exclusivamente em tendências de mercado ou em divulgação comercial, favorecendo intervenções mais seguras, éticas e eficazes.

De maneira geral, os resultados desta revisão demonstram que a Biomedicina Estética e Regenerativa encontra-se em um processo contínuo de consolidação científica. O desenvolvimento de novas tecnologias, aliado ao aprofundamento do conhecimento sobre os mecanismos biológicos da regeneração tecidual, amplia significativamente as possibilidades de atuação do biomédico e fortalece a contribuição da profissão para a promoção da saúde e da qualidade de vida. Entretanto, o avanço sustentável dessa área depende da realização de estudos clínicos metodologicamente robustos, da padronização dos protocolos terapêuticos, do aperfeiçoamento da regulamentação profissional e da permanente incorporação dos princípios da prática baseada em evidências.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão bibliográfica permitiu compreender que a Biomedicina Estética e Regenerativa representa uma área em constante expansão, impulsionada pelos avanços da biologia celular, da biotecnologia, da engenharia tecidual e da medicina regenerativa. A análise da literatura evidenciou que os tratamentos estéticos contemporâneos passaram a priorizar a estimulação dos mecanismos fisiológicos de reparação e regeneração dos tecidos, superando abordagens exclusivamente corretivas e promovendo intervenções fundamentadas na recuperação funcional da pele e de suas estruturas.

Os resultados obtidos possibilitaram alcançar o objetivo geral da pesquisa ao analisar os avanços científicos, as aplicações clínicas, os desafios e as perspectivas relacionadas à atuação da Biomedicina Estética e Regenerativa. Da mesma forma, os objetivos específicos foram contemplados mediante a identificação dos principais mecanismos biológicos envolvidos na regeneração tecidual, a descrição das tecnologias atualmente empregadas na prática biomédica e a discussão dos aspectos científicos, éticos e regulatórios que influenciam o desenvolvimento da área.

A hipótese inicialmente proposta também foi confirmada, uma vez que a literatura demonstra que os avanços tecnológicos associados ao conhecimento dos processos celulares e moleculares da regeneração ampliaram significativamente as possibilidades terapêuticas da Biomedicina Estética. Entretanto, verificou-se que a consolidação dessas terapias depende da

produção de evidências científicas mais robustas, da padronização dos protocolos clínicos e do contínuo aprimoramento das normas regulatórias que orientam sua aplicação na prática profissional.

Outro aspecto relevante identificado refere-se ao fortalecimento da atuação do biomédico como profissional habilitado para utilizar tecnologias regenerativas de maneira segura, ética e baseada em evidências científicas. Nesse contexto, a atualização profissional contínua e a capacidade de interpretar criticamente os avanços da literatura científica tornam-se competências indispensáveis para garantir tratamentos eficazes, individualizados e alinhados aos princípios da biossegurança e da qualidade assistencial.

Como limitações desta pesquisa, destaca-se a utilização exclusiva de fontes bibliográficas, característica inerente às revisões narrativas, o que impossibilita a realização de análises estatísticas ou comparações quantitativas entre os resultados dos estudos selecionados. Apesar dessa limitação, a revisão permitiu reunir e discutir evidências relevantes sobre o panorama atual da Biomedicina Estética e Regenerativa, oferecendo uma visão abrangente acerca dos principais avanços científicos da área.

Por fim, recomenda-se que futuras pesquisas priorizem a realização de ensaios clínicos controlados, estudos multicêntricos e revisões sistemáticas voltados à avaliação da eficácia, segurança e padronização das terapias regenerativas, especialmente aquelas relacionadas aos exossomos, biomateriais inteligentes, medicina personalizada e engenharia tecidual. A ampliação dessas investigações contribuirá para o fortalecimento da prática baseada em evidências e para a consolidação da Biomedicina Estética e Regenerativa como uma área cada vez mais inovadora, segura e cientificamente fundamentada.

REFERÊNCIAS

ANITUA, E. et al. Platelet-rich plasma: preparation and formulation. **Operative Techniques in Orthopaedics**, New York, v. 28, n. 3, p. 162-176, 2018.

ATALA, A. Engineering tissues, organs and cells. **Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine**, Chichester, v. 13, n. 7, p. 1127-1133, 2019.

CAPLAN, A. I. Mesenchymal stem cells: time to change the name! **Stem Cells Translational Medicine**, Cary, v. 6, n. 6, p. 1445-1451, 2017.

CONSELHO FEDERAL DE BIOMEDICINA (CFBM). **Resolução nº 241, de 29 de maio de 2014**. Dispõe sobre os atos do profissional biomédico com habilitação em Biomedicina Estética. Brasília: CFBM, 2014.

CONSELHO FEDERAL DE BIOMEDICINA (CFBM). **Resolução nº 330, de 5 de novembro de 2020**. Dispõe sobre normas aplicáveis ao exercício da Biomedicina Estética. Brasília: CFBM, 2020.

EMING, S. A.; MARTIN, P.; TOMIC-CANIC, M. Wound repair and regeneration: mechanisms, signaling and translation. **Science Translational Medicine**, Washington, DC, v. 6, n. 265, 2017.

GURTNER, G. C. et al. Wound repair and regeneration. **Nature**, London, v. 453, n. 7193, p. 314-321, 2008.

KIM, J. et al. What “regenerative” means in aesthetic medicine: a narrative literature review attempting to demystify the core essence of regenerative aesthetics. **Plastic and Aesthetic Research**, Hong Kong, v. 12, 2025. Disponível em: <https://www.oaepublish.com/articles/2347-9264.2025.127>. Acesso em: 17 jul. 2026.

MARX, R. E. Platelet-rich plasma: evidence to support its use. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, Philadelphia, v. 62, n. 4, p. 489-496, 2004.

SHAW, T. J.; ROGNONI, E. Wound healing: cellular mechanisms and pathological outcomes. **Open Biology**, London, v. 10, n. 9, 2020.

SUNDARAM, H. et al. Global aesthetics consensus: hyaluronic acid fillers and botulinum toxin type A — recommendations for combined treatment and optimizing outcomes in diverse patient populations. **Plastic and Reconstructive Surgery**, Philadelphia, v. 137, n. 5, p. 1410-1423, 2016.