

**REMODELAMENTO DO
TECIDO ADIPOSEO
SUBCUTÂNEO EM
PROCEDIMENTOS
ESTÉTICOS CORPORAIS
NÃO INVASIVOS:
INTERAÇÕES ENTRE
RESPOSTA INFLAMATÓRIA,
MICROCIRCULAÇÃO E
ALTERAÇÕES DA
ARQUITETURA TECIDUAL**

**SUBCUTANEOUS ADIPOSE TISSUE REMODELING IN NONINVASIVE BODY
AESTHETIC PROCEDURES: INTERACTIONS AMONG INFLAMMATORY
RESPONSE, MICROCIRCULATION, AND TISSUE ARCHITECTURE**

Ciências Biológicas, Ciências da Saúde • 30/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/793209485](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/793209485)

Carlos Ruiz da Silva¹

Rafaela Thaina dos Santos Ramos²

Daniele de Sousa Silva³

Maria Caroline Bolentini⁴

Sandra Cantanhede⁵

Ana Carolina Santos de Almeida⁶

Tatiane Teixeira⁷

RESUMO

Os procedimentos estéticos corporais não invasivos alcançaram ampla difusão por oferecerem alternativas de contorno corporal sem incisões, embora seus mecanismos e resultados não possam ser reduzidos à ideia de eliminação uniforme de gordura. Este artigo analisa criticamente o remodelamento do tecido adiposo subcutâneo após criolipólise, radiofrequência, ultrassom terapêutico e modalidades mecânicas, enfatizando as interações entre lesão celular, resposta inflamatória, microcirculação, matriz extracelular e organização dos septos conjuntivos. Desenvolveu-se revisão sistematizada qualitativa com síntese narrativa de estudos mecanísticos, avaliações clínicas, revisões e orientações de segurança identificados na literatura. A análise distingue alteração temporária de volume, edema ou aparência cutânea de redução adiposa sustentada e reorganização histológica demonstrada. A criolipólise envolve resposta inflamatória e remoção progressiva de adipócitos lesionados, ao passo que a radiofrequência e diferentes sistemas ultrassônicos possuem mecanismos dependentes de parâmetros e tecnologias específicas. As evidências clínicas permanecem heterogêneas quanto a seguimento, padronização de medidas e correlação entre achados histológicos e resultados estéticos. A segurança exige indicação criteriosa, consentimento, avaliação de dispositivos e vigilância para efeitos adversos, inclusive hiperplasia adiposa paradoxal. Conclui-se que o remodelamento deve ser compreendido como processo biológico multicomponente, cuja efetividade e durabilidade dependem de evidência clínica específica e não podem ser inferidas apenas de plausibilidade fisiológica.

Palavras-chave: Tecido adiposo subcutâneo; Contorno corporal não invasivo; Criolipólise; Radiofrequência; Microcirculação; Matriz extracelular.

ABSTRACT

Noninvasive body contouring procedures are increasingly used as incision-free aesthetic options, yet their mechanisms and outcomes cannot be reduced to a uniform loss of adipose tissue. This article critically examines subcutaneous adipose tissue remodeling after cryolipolysis, radiofrequency, therapeutic ultrasound and mechanical modalities, focusing on the interactions between cell injury, inflammatory response, microcirculation, extracellular matrix and connective septa. A qualitative systematized literature review with narrative synthesis was conducted using available mechanistic investigations, clinical studies, reviews and safety guidance. Temporary circumference changes, edema and visual improvements are distinguished from sustained adipose reduction and directly demonstrated histologic remodeling. Cryolipolysis relies on a delayed inflammatory process that clears injured adipocytes, whereas radiofrequency and distinct ultrasound platforms act through technology-dependent energy deposition. Available clinical evidence remains heterogeneous regarding follow-up duration, outcome standardization and histologic-clinical correspondence. Safe application depends on appropriate selection, informed consent, device-specific assessment and surveillance for adverse outcomes, including paradoxical adipose hyperplasia. Adipose remodeling should therefore be understood as a multicomponent biological process whose efficacy and durability require intervention-specific clinical evidence rather than mechanistic plausibility alone.

Keywords: Subcutaneous adipose tissue; Noninvasive body contouring; Cryolipolysis; Radiofrequency; Microcirculation; Extracellular matrix.

1. INTRODUÇÃO

O interesse contemporâneo por intervenções capazes de modificar o contorno corporal sem incisões contribuiu para o desenvolvimento e a circulação de sistemas de resfriamento controlado, aquecimento por radiofrequência, ultrassom focalizado, estimulação muscular e técnicas mecânicas de tratamento cutâneo. Embora frequentemente reunidos sob a expressão “procedimentos não invasivos”, esses recursos não constituem grupo biologicamente uniforme: diferem no tipo de energia transferida, na profundidade de atuação, no tempo de resposta e no desfecho pretendido. A redução de uma prega adiposa localizada, o aumento da firmeza da pele e a atenuação visual da celulite são objetivos distintos, que envolvem alvos anatômicos parcialmente sobrepostos. A Food and Drug Administration (FDA, 2025) ressalta que contorno corporal não invasivo não é tratamento da obesidade, não substitui perda ponderal e pode produzir resultados modestos ou temporários. Essa delimitação importa porque a linguagem promocional tende a confundir mudança estética localizada com melhora sistêmica da saúde metabólica, extrapolando os resultados que as avaliações clínicas conseguem demonstrar.

O tecido adiposo subcutâneo participa ativamente da homeostase, da proteção mecânica, do armazenamento energético e da sinalização imune. Sua constituição reúne adipócitos maduros, precursores celulares, fibroblastos, matriz extracelular, células imunes, vasos sanguíneos e estruturas nervosas. Portanto, uma intervenção dirigida à espessura da gordura pode modificar simultaneamente outras dimensões do tecido, mesmo quando a evidência disponível mede apenas centímetros de circunferência. Reduzir volume por lesão seletiva dos adipócitos, redistribuir líquido intersticial e alterar temporariamente a tensão das fibras dérmicas representam processos com consequências biológicas diferentes. As

relações entre inflamação, microcirculação e arquitetura conjuntiva tornam-se particularmente importantes para entender por que um mesmo procedimento pode produzir resposta estética variável entre pessoas e áreas anatômicas. Além disso, evidências sobre fibrose adiposa em condições metabólicas não devem ser transferidas mecanicamente para tecidos submetidos a procedimentos estéticos, porque os estímulos, as escalas temporais e os contextos clínicos são distintos (Sun et al., 2023).

O problema científico que orienta este estudo consiste em determinar de que maneira os mecanismos biológicos propostos para procedimentos corporais não invasivos se conectam a alterações efetivamente observadas do tecido adiposo, especialmente quanto à duração dos resultados e à segurança. Seu objetivo geral é discutir o remodelamento do tecido adiposo subcutâneo a partir da interação entre mediadores inflamatórios, perfusão microvascular e organização da matriz extracelular. Entre os objetivos específicos estão distinguir mecanismos de criolipólise, radiofrequência e ultrassom, identificar limites das medidas clínicas utilizadas em pesquisas, caracterizar fenômenos de reparação e fibrose e examinar eventos adversos relevantes. A proposta não pressupõe que todos os recursos sejam equivalentes ou que qualquer sinal inflamatório indique benefício; procura construir uma interpretação integrada na qual eficácia estética, evidência histológica, experiência do paciente e perfil de risco sejam analisados separadamente.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido como revisão sistematizada qualitativa com síntese narrativa, sem reivindicar a completude ou a

auditabilidade de uma revisão sistemática formal. Foram consultados documentos de orientação regulatória e publicações acadêmicas disponíveis em páginas de periódicos e repositórios científicos, privilegiando estudos cuja identificação bibliográfica e pertinência pudessem ser verificadas. A seleção temática considerou as expressões em inglês “cryolipolysis”, “noninvasive body contouring”, “radiofrequency”, “adipose tissue”, “extracellular matrix”, “fibrosis”, “microcirculation” e “paradoxical adipose hyperplasia”, além de equivalentes conceituais em português. A investigação não realizou extração padronizada de amostras, metanálise própria nem triagem quantitativa reproduzível e, por isso, não apresenta fluxograma PRISMA ou números de seleção que não tenham sido registrados. Sua unidade de análise é o argumento científico sustentado por estudos e documentos identificáveis, e não uma estimativa única de eficácia aplicável a todas as tecnologias.

As evidências foram organizadas em quatro categorias interdependentes: organização anatômica e funcional do subcutâneo; mecanismos térmicos, mecânicos e inflamatórios das intervenções; resultados estéticos e métodos de mensuração; e segurança, indicação e seguimento. Estudos mecanísticos foram tratados como suporte à plausibilidade biológica, não como demonstração automática de benefício em pacientes. Revisões clínicas foram interpretadas segundo desenho, heterogeneidade dos protocolos, duração de seguimento, presença de comparação adequada e clareza na definição dos resultados. Documentos institucionais foram utilizados principalmente para delimitar riscos e características gerais das modalidades, evitando confundir autorização regulatória de um equipamento para determinada indicação com comprovação universal de superioridade terapêutica. A discussão considera que resultados publicados em uma

plataforma tecnológica não podem ser generalizados para outras com parâmetros, geometrias de aplicadores ou níveis de energia diferentes.

O recorte é interpretativo e possui limitações explícitas. A literatura de estética corporal inclui séries observacionais, amostras reduzidas, desfechos fotográficos difíceis de padronizar e conflitos de interesse potenciais associados a equipamentos. Além disso, a disponibilidade desigual de estudos histológicos impede concluir que toda alteração na circunferência seja acompanhada por regeneração organizada dos septos conjuntivos ou melhora comprovada da perfusão. Para reduzir afirmações excessivas, este manuscrito diferencia evidência de alteração visual, medida antropométrica, imagem de espessura adiposa e demonstração histopatológica. Não foram criados dados clínicos, pacientes, porcentagens de resposta ou protocolos próprios de aplicação. As interpretações foram formuladas como sínteses fundamentadas e hipóteses quando faltam estudos longitudinais capazes de relacionar mecanismos celulares e resultados estéticos no mesmo conjunto de participantes.

3. ORGANIZAÇÃO DO TECIDO ADIPOSEO SUBCUTÂNEO

O subcutâneo humano é um compartimento heterogêneo, cuja arquitetura combina lóbulos adiposos delimitados por septos ricos em componentes conjuntivos e atravessados por vasos e nervos. A espessura e a distribuição desses compartimentos variam segundo região anatômica, idade, sexo, constituição corporal e história metabólica. A aparente uniformidade de uma camada adiposa nas imagens simplificadas oculta interfaces dinâmicas com derme, fáscias e planos musculares. Essas interfaces ajudam a explicar tanto a elasticidade regional quanto determinados padrões de

irregularidade superficial. A celulite, por exemplo, envolve arquitetura septal e relevo cutâneo, não apenas a quantidade absoluta de adipócitos. Dessa forma, comparar tecnologias por um desfecho isolado, como circunferência, pode deixar de identificar se o efeito decorreu de modificação volumétrica, mudança na retenção hídrica, tensão cutânea ou combinação de processos. A avaliação fisiológica exige descrever precisamente qual compartimento foi alcançado e por qual mecanismo, evitando transformar conceitos anatômicos em metáforas vagas de “drenagem” ou “desintoxicação”.

Os adipócitos mantêm comunicação com células residentes e recrutadas mediante mediadores lipídicos, citocinas e fatores relacionados ao metabolismo energético. A matriz extracelular fornece sustentação, mas também regula sinais mecânicos que influenciam diferenciação, sobrevivência e função celular. Colágenos, glicoproteínas, proteoglicanos e enzimas de remodelamento participam dessa dinâmica em proporções variáveis. Em condições de expansão patológica, o excesso de deposição de matriz e a alteração da vascularização podem contribuir para hipóxia, inflamação persistente e resistência mecânica, fenômenos discutidos por Sun et al. (2023) e por revisões sobre remodelamento adiposo. Entretanto, a existência de tais mecanismos na obesidade não significa que seja desejável provocá-los por finalidade estética. Uma resposta de reparação pode restabelecer integridade estrutural, mas também produzir endurecimento, irregularidade palpável ou fibrose indesejada, conforme intensidade, localização e duração do processo.

A matriz não é apenas uma moldura passiva para os adipócitos. Suas propriedades biomecânicas influenciam como a energia térmica ou mecânica se distribui e como a superfície corporal expressa as

alterações internas. Septos de orientação distinta podem gerar tração desigual sobre a derme, enquanto cicatrizes prévias, alterações de hidratação e perda de elasticidade modificam a resposta a compressão, vácuo ou aquecimento. Estudos de composição tecidual devem, portanto, considerar variação anatômica regional e condições basais, e não somente o dispositivo empregado. Resultados obtidos no abdome não equivalem necessariamente aos das coxas, flancos ou região submentoniana. Essa diferenciação constitui premissa para construir indicações realistas e impede a apresentação de tecnologias como soluções universais para irregularidades corporais de origens anatômicas diversas.

4. INFLAMAÇÃO, REPARAÇÃO E MICROAMBIENTE ADIPOSEO

Inflamação não é um desfecho intrinsecamente favorável ou desfavorável: constitui resposta contextual a estresse ou lesão, cuja consequência depende de intensidade, temporalidade e capacidade de resolução. Quando parte dos adipócitos sofre dano físico, sinais celulares podem mobilizar células fagocíticas e ativar processos de limpeza e reparação. Na criolipólise, a literatura descreve uma evolução retardada envolvendo alterações adipocitárias e recrutamento inflamatório, compatível com a redução gradual do volume tratado. Entretanto, reconhecer essa sequência não autoriza equiparar maior inflamação a maior eficácia. Intensificação indiscriminada de uma resposta lesiva pode aumentar edema, dor, alterações sensitivas e outras complicações. Um modelo biológico útil precisa considerar, ao mesmo tempo, a remoção de estruturas danificadas e a preservação de vasos, nervos, pele e tecidos contíguos. A resposta clínica segura depende de equilíbrio, não de maximização de dano local.

Macrófagos e outras populações imunes participam da remoção de resíduos celulares e da coordenação do reparo, porém suas funções não se distribuem rigidamente entre dois tipos estáticos. A caracterização do microambiente após intervenções estéticas requer cautela, pois muitas explicações simplificadas extrapolam modelos experimentais para pessoas sem estudos confirmatórios. Observações histológicas pontuais não identificam necessariamente o curso completo da reparação, e a presença de células inflamatórias em determinado momento não demonstra, sozinha, o resultado tardio do tratamento. Também é necessário distinguir morte celular efetiva, alterações metabólicas reversíveis e redistribuição de líquidos. Quando a literatura comunica apenas medidas de superfície, inferir diretamente a atividade fagocítica ou o estágio molecular da recuperação representa salto causal. Essa limitação não invalida hipóteses plausíveis, mas estabelece a necessidade de estudos que combinem biópsia quando eticamente justificada, modalidades de imagem e seguimento clínico.

A inflamação interage de maneira bidirecional com a matriz extracelular. Mediadores liberados durante lesão e reparação podem influenciar síntese de colágeno, degradação enzimática e deposição de componentes conjuntivos; a própria rigidez da matriz modifica sinais recebidos por células residentes. Em processos bem regulados, a reorganização tecidual acompanha a recuperação funcional, mas remodelamento excessivo pode contribuir para espessamentos palpáveis, aderências ou irregularidades. Portanto, a expressão “estimular colágeno”, por si só, não descreve adequadamente a qualidade da arquitetura que se forma. É preciso identificar distribuição, orientação das fibras e consequências biomecânicas, além de reconhecer que formação de tecido fibroso nem sempre melhora a aparência. Em termos metodológicos, a

avaliação ideal relacionaria histologia, elasticidade medida por instrumentação apropriada, sintomas e percepção do paciente em diferentes intervalos, sem assumir equivalência entre qualquer alteração de colágeno e rejuvenescimento.

5. MICROCIRCULAÇÃO, PERFUSÃO E DINÂMICA INTERSTICIAL

A rede microvascular fornece oxigênio e nutrientes, participa de trocas intersticiais e integra a resposta imune do tecido adiposo. Alterações transitórias de fluxo após frio, calor ou manipulação mecânica são fisiologicamente esperadas, mas não equivalem automaticamente à criação de novos vasos ou à melhoria sustentada da perfusão. Uma medida de temperatura cutânea ou hiperemia superficial não descreve necessariamente o estado circulatório dos lóbulos adiposos mais profundos. Por essa razão, expressões como “ativação da circulação” precisam ser operacionalizadas com técnicas mensuráveis, indicação da profundidade avaliada e momento da coleta. A microcirculação pode participar tanto de recuperação favorável quanto de edema ou sofrimento tecidual, dependendo da intensidade do estímulo e das condições prévias do indivíduo. A literatura estética tem espaço para progredir nesse campo mediante ultrassonografia vascular, métodos ópticos quando aplicáveis e avaliação seriada de alterações estruturais.

O líquido intersticial também interfere no aspecto externo dos tecidos. Pequenas variações de edema podem alterar medidas antropométricas, tensão cutânea e textura percebida sem que haja redução significativa de massa adiposa. Procedimentos de massagem, sucção e vibração podem modificar transitoriamente a distribuição de líquidos e a apresentação visual da celulite; contudo,

não se deve tomar esse efeito como prova de lise de adipócitos ou de eliminação de gordura. A FDA (2025) diferencia modalidades mecânicas que podem melhorar temporariamente a aparência das irregularidades cutâneas daquelas direcionadas à lesão adipocitária por energia. A distinção tem consequências relevantes para comunicação com pacientes: prometer reduções duradouras a partir de fenômenos essencialmente transitórios desconsidera a fisiologia envolvida. A fotografia isolada após uma sessão, sem controle de iluminação, postura e intervalo temporal, é particularmente insuficiente para estabelecer permanência das alterações.

A perfusão microvascular não pode ser tratada como variável independente da arquitetura conjuntiva. Pressão local, espessamento de septos, edema e alterações do interstício influenciam a dinâmica de capilares e pequenos vasos, enquanto perfusão inadequada pode interferir na reparação. Entretanto, as relações observadas em adiposidade metabolicamente disfuncional não representam necessariamente o mecanismo de resposta a um procedimento estético circunscrito. Compreender esses limites evita interpretações simplistas, como atribuir qualquer desconforto pós-procedimento à “circulação melhorando” ou considerar rubor prova de eficácia. A análise clínica deve valorizar sinais de alerta, a integridade da pele e a evolução temporal. Essa abordagem permite conectar microcirculação a segurança e qualidade tecidual sem transformá-la em justificativa universal para qualquer intervenção corporal.

6. CRIOLIPÓLISE E REMODELAMENTO PROGRESSIVO

A criolipólise utiliza resfriamento controlado de pregas adiposas com a finalidade de produzir dano seletivo ao tecido gorduroso e redução

gradual de pequenos acúmulos localizados. A sensibilidade relativa dos adipócitos ao frio sustenta o racional do método, mas a resposta depende de características do equipamento, tempo de exposição, geometria do aplicador e composição da região tratada. Segundo a FDA (2025), a eliminação de células lesionadas pelo sistema imune costuma ocorrer ao longo de semanas a meses, explicando por que o resultado não deve ser avaliado imediatamente após a sessão. O uso de sucção pode contribuir para equimoses e desconfortos independentes da resposta adipocitária. Uma avaliação científica adequada separa a fase inicial de efeitos físicos e edema da redução tardia de volume, além de considerar que diferentes regiões possuem espessura, vascularização e suscetibilidade distintas.

A presença de inflamação após resfriamento é coerente com o mecanismo de reparação, mas não garante que todo tecido tratado evolua para redução homogênea. A variabilidade individual pode estar relacionada a volume basal, anatomia regional, exposição efetiva à energia e características do acompanhamento. Revisões contemporâneas, como a de Ravindran et al. (2025), reúnem informações sobre efeitos estéticos, satisfação e eventos adversos, mas também destacam limitações das investigações disponíveis. O rigor exige evitar percentuais universais de “perda de gordura” retirados de um estudo específico e aplicados indistintamente a todos os pacientes. É especialmente problemático confundir espessura reduzida em determinada região, diferença de fotografias e perda de peso sistêmica: são indicadores de fenômenos distintos. Mesmo quando a redução localizada é mensurável, isso não informa, isoladamente, se a estrutura conjuntiva remanescente foi reorganizada de modo funcionalmente superior.

Um aspecto central de segurança é a hiperplasia adiposa paradoxal, caracterizada pelo crescimento inesperado e persistente de tecido adiposo na área previamente submetida à criolipólise. Ao contrário do edema transitório, trata-se de complicação que pode surgir meses depois e não necessariamente regride espontaneamente. Mah et al. (2025) sintetizaram estudos sobre sua incidência e ressaltaram a baixa certeza global de determinadas estimativas em razão das limitações dos dados. A FDA (2025) também alerta que a complicação pode exigir intervenção cirúrgica. A consequência para a prática é dupla: o consentimento deve apresentar riscos tardios e o acompanhamento não pode encerrar-se apenas quando desaparecem eritema e desconforto iniciais. O profissional precisa reconhecer crescimento endurecido ou deformidade persistente como achado que demanda avaliação clínica apropriada, e não como suposta prova de “mobilização” ou “regeneração” da gordura.

Outros riscos associados ao resfriamento incluem alteração de sensibilidade, dor persistente, queimadura pelo frio, equimoses, nódulos e complicações em áreas estruturalmente vulneráveis. Distúrbios de sensibilidade ao frio e problemas circulatórios locais podem contraindicar ou limitar o procedimento, conforme a tecnologia e a avaliação individual. A seleção deve considerar histórico clínico, condições da pele, hérnias, cicatrizes e expectativas estéticas. A existência de riscos não implica que a modalidade seja inadequada em todos os casos, mas impede caracterizá-la como inteiramente isenta de consequências apenas por não utilizar incisões. Além disso, a ausência de doença clínica aparente não substitui a observância de indicações e instruções de segurança do dispositivo específico. A decisão profissional responsável envolve conhecer limitações do equipamento, realizar documentação e

garantir encaminhamento quando surgirem sinais persistentes ou atípicos.

7. RADIOFREQUÊNCIA E EFEITOS TERMOESTRUTURAIS

A radiofrequência transfere energia eletromagnética convertida em calor no tecido, com distribuição dependente da tecnologia, geometria dos eletrodos, impedância e condições de contato. O aquecimento pode afetar tanto a pele quanto os planos subcutâneos, com resultados possíveis sobre contração de estruturas conjuntivas, aparência de firmeza e, em determinadas configurações, espessura adiposa. A FDA (2025) explica que certos equipamentos podem proporcionar melhora temporária da celulite ou redução de circunferência, mas ressalta riscos como queimaduras, bolhas, nódulos e cicatrizes. Não existe fundamento para assumir que todas as modalidades de radiofrequência atinjam o mesmo alvo anatômico. Sistemas que oferecem controle térmico e monitoramento de parâmetros diferem de aparelhos que não demonstram distribuição consistente de energia, tornando inadequada a extrapolação indiscriminada de resultados.

A revisão sistemática com metanálise de Vale et al. (2018) encontrou literatura favorável a alguns efeitos estéticos da radiofrequência, mas identificou heterogeneidade de protocolos e baixa qualidade metodológica em parte dos estudos. Esse resultado deve ser interpretado com equilíbrio: a ausência de padronização não prova ineficácia, mas limita a confiança em magnitude e permanência de benefícios. A análise crítica exige verificar quais variáveis foram medidas, se houve comparador adequado, qual intervalo temporal separou tratamento e avaliação e se o método utilizado distingue redução real de tecido adiposo de modificação hídrica transitória.

Medidas por fita e fotografias, embora úteis para acompanhamento cotidiano, são sensíveis a postura, localização da referência, pressão do avaliador e iluminação. A identificação de alterações histológicas em estudos selecionados não permite generalizá-las para todos os dispositivos comerciais.

A alegação de remodelamento do colágeno necessita especificar em qual camada ocorreu a alteração e que consequência clínica foi observada. Contração imediata de fibras sob calor e síntese posterior de componentes de matriz são eventos conceitualmente distintos, com cronologias diferentes. A relação entre dose térmica, integridade de estruturas adjacentes e recuperação biológica também não é linear. Uma energia insuficiente para atingir determinados alvos pode gerar resultados discretos; uma energia excessiva pode provocar lesão térmica, irregularidade e inflamação prolongada. Por isso, parâmetros não devem ser apresentados como fórmula universal em revisão bibliográfica, sobretudo quando não se dispõe de dados específicos do equipamento e da pessoa tratada. A segurança depende de avaliação profissional, contraindicações, treinamento e aderência às instruções e indicações regulatórias correspondentes.

8. ULTRASSOM, AÇÕES MECÂNICAS E OUTROS RECURSOS

O termo ultrassom reúne tecnologias distintas, com frequências, intensidades, focos e perfis de interação tecido-energia heterogêneos. Certos sistemas são concebidos para produzir aquecimento localizado, enquanto outros utilizam efeitos mecânicos com o objetivo de alterar estruturas adiposas. A FDA (2025) descreve a possibilidade de ruptura de células gordurosas por determinados dispositivos terapêuticos, mas também assinala eventos adversos

como queimaduras e lesões nervosas. Dessa forma, não é correto atribuir a todo equipamento de ultrassom o mesmo mecanismo, nem inferir que qualquer alteração de imagem represente cavitação clinicamente significativa. A caracterização científica requer distinguir ultrassom diagnóstico, terapêutico, focalizado e outras nomenclaturas técnicas, preservando as diferenças entre segurança operacional, objetivos de aplicação e documentação de resultado.

As respostas teciduais podem envolver aquecimento, deformação mecânica, reorganização intersticial e alterações celulares dependentes da energia efetivamente depositada. Contudo, a passagem de um mecanismo experimental para uma indicação estética sustentada exige demonstração clínica própria. Séries com fotografias não padronizadas ou pequenas medidas circunferenciais oferecem informação preliminar, mas não provam destruição seletiva de adipócitos nem reconstituição estável da matriz. Além disso, o acoplamento correto e a integridade da superfície cutânea são relevantes para reduzir risco, especialmente quando há necessidade de contato contínuo com a pele. Em termos de comparação tecnológica, deveriam ser avaliados resultados por área e por dispositivo, duração, necessidade de repetição, eventos adversos e qualidade de vida, sem combinar intervenções heterogêneas sob uma única estimativa de eficácia.

Massagens, vibração, sucção e outras estratégias mecânicas podem alterar temporariamente o aspecto da pele e a sensação de edema ou tensão, mas não necessariamente modificam a massa de adipócitos. É fundamental separar relaxamento tecidual, alteração de fluidos e possíveis efeitos sobre septos da ideia de lipólise comprovada. Intervenções combinadas tornam essa distinção ainda mais difícil: se múltiplos recursos são aplicados na mesma

sequência, sem grupo comparador adequado, não é possível identificar qual deles contribuiu para cada componente do resultado. A formulação de protocolos multimodais deve evitar raciocínio cumulativo simplista segundo o qual combinar tecnologias aumentaria automaticamente benefício. Em vez disso, a justificativa precisa demonstrar complementaridade plausível, ausência de riscos acrescidos e evidência de eficácia da combinação nos desfechos que realmente importam ao paciente.

9. ARQUITETURA TECIDUAL, FIBROSE E APARÊNCIA DA CELULITE

A celulite constitui uma manifestação de relevo cutâneo influenciada por interações entre septos fibrosos, lóbulos adiposos e propriedades da pele. A redução de espessura adiposa não implica necessariamente desaparecimento dessas irregularidades, uma vez que o padrão de ancoragem conjuntiva pode permanecer. Do mesmo modo, procedimentos que modificam tensão cutânea podem melhorar a aparência sem reduzir de maneira relevante o volume de gordura. A distinção entre objetivos precisa orientar seleção de indicadores em estudos e na documentação da prática clínica. Avaliar textura, irregularidade de superfície e satisfação do paciente exige métodos reproduzíveis, enquanto determinar alteração volumétrica requer medições adequadas de espessura e distribuição. Sem essa separação, intervenções biologicamente diferentes acabam comparadas por resultados não equivalentes, produzindo interpretações artificiais de superioridade entre equipamentos.

A fibrose merece análise cuidadosa porque participa tanto de reparação quanto de alterações patológicas. A deposição de matriz pode representar resposta ao dano local, mas seu excesso é capaz

de comprometer flexibilidade e arquitetura. Evidências sobre expansão adiposa e fibrose em situações metabólicas reforçam a relevância dos fibroblastos e das interações com células imunes, mas não demonstram que um procedimento estético promova fibrose benéfica ou melhora microvascular sustentada (Sun et al., 2023). O manuscrito utiliza, portanto, “remodelamento” como conceito descritivo e não como sinônimo de regeneração. A qualidade tecidual deve ser demonstrada por integração de parâmetros: características histológicas quando disponíveis, estabilidade clínica, elasticidade, sintomas, uniformidade do contorno e ausência de complicações. Uma mudança fotografada em curto prazo não permite determinar se a organização estrutural amadureceu adequadamente.

A resposta final também é condicionada por fatores não controlados em muitos estudos, como alterações de peso, exercícios, hidratação, rotina de cuidados, envelhecimento e variação hormonal. Essas variáveis podem transformar a aparência corporal durante o período de acompanhamento, dificultando atribuir o efeito exclusivamente ao procedimento. Um desenho experimental rigoroso necessita registrar comportamentos relevantes sem impor a interpretação de que toda mudança corporal seja produto do tratamento. Em seguimentos longos, diferentes processos coexistem: reparação do estímulo inicial, variação do depósito adiposo, mudanças musculares e envelhecimento cutâneo. A interação entre esses fatores justifica prudência ao prometer permanência ou prazo fixo de resultados. Para aperfeiçoar a literatura, são necessários estudos multicêntricos com medidas anatômicas consistentes e acompanhamento suficientemente prolongado.

10. AVALIAÇÃO DE RESULTADOS E QUALIDADE DA EVIDÊNCIA

Os desfechos usados para avaliar contorno corporal podem ser agrupados em medidas geométricas, análises de composição e espessura, avaliações da superfície cutânea e resultados percebidos pelo paciente. Circunferência e fotografias são acessíveis, mas devem seguir procedimentos padronizados. Ultrassonografia diagnóstica e outras modalidades de imagem podem contribuir para examinar a espessura do subcutâneo quando empregadas adequadamente, embora a comparabilidade dependa da experiência do examinador e de pontos anatômicos replicáveis. Medidas de satisfação são importantes, mas estão sujeitas a expectativa inicial, interação com o profissional e conhecimento sobre o tratamento realizado. Uma investigação consistente deve combinar indicadores complementares e reportar o momento da aferição em relação à intervenção, evitando interpretar medidas obtidas sob edema imediato como resultado definitivo.

A literatura frequentemente recorre a desenhos antes-e-depois sem grupo controle ou cegamento, nos quais mudanças temporais podem refletir fatores externos à intervenção. Resultados estatisticamente significativos em amostras pequenas nem sempre correspondem a mudanças perceptíveis ou clinicamente relevantes; inversamente, satisfação relatada não comprova mecanismo biológico específico. A metanálise de radiofrequência publicada por Vale et al. (2018) aponta incertezas metodológicas que ilustram esse problema. Comparações entre estudos tornam-se particularmente frágeis quando diferem equipamento, energia, número de sessões, intervalo de avaliação e localização corporal. Em vez de produzir uma hierarquia artificial de tecnologias, uma revisão crítica deve indicar onde a evidência é suficiente para sugerir benefício limitado e onde apenas a plausibilidade experimental sustenta hipóteses futuras.

O acompanhamento tardio representa lacuna importante. Muitas tecnologias são divulgadas com ênfase na resposta observada após algumas semanas, enquanto eventos adversos ou reexpansão de volume podem tornar-se evidentes meses depois. A hiperplasia adiposa paradoxal ilustra a necessidade de vigilância de prazo mais longo, assim como irregularidades de contorno, alterações sensitivas e insatisfação persistente. Para caracterizar durabilidade, seria necessário demonstrar persistência do efeito na mesma área, com controle das condições basais e relato de intervenções adicionais. A relevância da segurança deve integrar a avaliação de efetividade desde o início, pois benefício estético discreto pode ter valor distinto conforme custo, desconforto, risco e preferências do paciente. Uma abordagem centrada em resultados implica documentar tanto ganhos quanto perdas e frustrações sem seleção favorável de fotografias.

11. SEGURANÇA, TRIAGEM E RESPONSABILIDADE PROFISSIONAL

Procedimentos não invasivos continuam sendo intervenções com potenciais efeitos adversos, razão pela qual seleção de pacientes e consentimento exigem atenção proporcional ao risco. A FDA (2025) descreve limitações e contraindicações específicas relacionadas ao frio, aquecimento, ultrassom e dispositivos utilizados em contorno corporal. A avaliação prévia deve diferenciar objetivo estético localizado de condições que exigem abordagem médica distinta, especialmente quando surgem queixas de dor, nódulos, assimetria ou alterações rápidas de volume. A ausência de incisões não reduz a necessidade de conhecimento anatômico, observação clínica e disponibilidade de encaminhamento. Informações sobre equipamento, área tratada, tempo de aplicação e intercorrências

devem integrar o registro profissional dentro das exigências legais pertinentes ao local de atuação.

A comunicação de risco deve equilibrar informação e compreensão. Pacientes frequentemente interpretam termos como “sem cirurgia”, “sem recuperação” ou “não invasivo” como equivalentes a “sem riscos”. Essa interpretação precisa ser corrigida com explicações sobre efeitos transitórios, limitações da resposta e complicações incomuns, mas relevantes. No caso da criolipólise, o reconhecimento de hiperplasia adiposa paradoxal altera a expectativa sobre uma intervenção usualmente considerada simples. Também deve ser explicitado que dispositivos destinados a uma indicação específica não são automaticamente adequados a qualquer área do corpo ou condição de saúde. O consentimento não se reduz à assinatura de documento: envolve oportunidade de esclarecer dúvidas, conhecer alternativas, entender a possibilidade de não realizar o procedimento e saber quando procurar atendimento caso apareçam sintomas atípicos.

A atuação em estética corporal exige respeito à competência profissional, normas sanitárias e limitações de cada tecnologia. A adoção de procedimentos apenas porque estão comercialmente disponíveis pode induzir práticas sem suporte adequado ou fora das indicações autorizadas. Atualização técnico-científica, manutenção e rastreabilidade de equipamentos, registro de intercorrências e avaliação crítica de materiais promocionais integram uma cultura preventiva. Também é essencial identificar quando determinado achado ultrapassa o escopo de uma abordagem estética e requer assistência médica ou multiprofissional. O conhecimento de mecanismos inflamatórios e de reparação não legitima improvisar tratamentos de complicações graves. A decisão segura inclui

reconhecer limites, suspender intervenções diante de sinais suspeitos e encaminhar oportunamente para avaliação apropriada.

11.1. Controle de Vieses e Rastreabilidade Clínica

A implementação de um acompanhamento tecnicamente robusto começa pela definição de um conjunto mínimo de informações basais. Convém registrar queixa principal, áreas anatômicas envolvidas, histórico de variação ponderal, intervenções anteriores, presença de cicatrizes e parâmetros observáveis de pele e tecido subcutâneo. A comparação de fotografias exige reprodução de distância, iluminação, posição corporal e localização de marcos anatômicos; imagens feitas em condições distintas podem sugerir diferenças inexistentes ou ocultar mudanças discretas. Deve-se registrar ainda a data exata das avaliações em relação ao procedimento, porque edema, dor e adaptação do tecido evoluem em ritmos diferentes. Em estudos, a aferição por profissional que desconheça o momento da imagem e a análise por avaliadores independentes podem reduzir distorções de interpretação. Na prática cotidiana, a organização padronizada do prontuário melhora continuidade assistencial e permite reconhecer padrões de resposta ou de intercorrências, embora não transforme observações clínicas sem comparador em demonstração causal.

A transparência dos dados é indispensável à interpretação da eficácia. Não basta informar que determinada porcentagem de indivíduos apresentou satisfação se não forem explicitados os instrumentos usados, a taxa de acompanhamento, a intensidade das mudanças e os eventos adversos. Pessoas que não retornam à avaliação podem diferir das que completam o seguimento, produzindo viés de atrito. Da mesma forma, análises restritas a

fotografias consideradas exemplares favorecem superestimação do efeito. Pesquisas precisam explicar como definiram a unidade de análise — paciente, região corporal ou sessão — para não tratar observações repetidas do mesmo indivíduo como resultados independentes. Outra questão é o uso de escalas de textura ou satisfação sem validade demonstrada na população examinada. A seleção de desfechos deveria preceder o procedimento, restringindo a liberdade de escolher retrospectivamente apenas a variável que mais favoreceu a tecnologia.

O acompanhamento de resultados pode ser organizado em níveis progressivos de evidência. Uma percepção individual de roupa mais folgada sugere experiência estética relevante, mas não identifica a natureza da modificação biológica. Uma medida circunferencial padronizada oferece comparação geométrica, embora continue vulnerável a alterações externas. A documentação de espessura adiposa por imagem acrescenta informação regional, e estudos histológicos selecionados podem investigar mecanismos celulares, desde que se justifique sua obtenção e se preservem exigências éticas. É a convergência de medidas, e não a substituição de umas por outras, que permite interpretar com maior segurança o significado do remodelamento. Em pesquisas comparativas, desfechos primários devem corresponder à indicação principal do recurso, enquanto avaliação de segurança deve ocorrer em paralelo. Essa organização favorece resultados mais úteis para decisões profissionais e para aconselhamento realista dos pacientes.

11.2. Aspectos Éticos, Expectativas e Qualidade de Vida

A demanda estética se relaciona com percepção corporal, identidade, contextos culturais e experiências sociais diversas. Essas

dimensões não autorizam reduzir o sucesso a um indicador técnico de gordura localizada. Algumas pessoas valorizam melhora discreta de contorno, ao passo que outras esperam transformação incompatível com qualquer procedimento não invasivo. Avaliar motivação e expectativas permite diferenciar objetivos alcançáveis de promessas comerciais exageradas, sem patologizar o desejo de modificar a aparência. A comunicação profissional deve incluir a opção de não tratar, a possibilidade de resposta insuficiente e o fato de que intervenções corporais estéticas não representam substituto para acompanhamento de condições metabólicas ou cardiovasculares. Por esse motivo, o cuidado informado integra anatomia, segurança, custo, desconforto e percepção subjetiva, em vez de apresentar benefício puramente visual como resultado de saúde geral.

A qualidade de vida pode constituir desfecho relevante quando avaliada por instrumentos adequados, mas não deve ser inferida automaticamente de qualquer mudança estética. A satisfação pode refletir expectativa, acolhimento, autopercepção e contexto interpessoal, independentemente de alterações mensuráveis no tecido. Por outro lado, mesmo uma redução anatômica objetivamente detectada pode produzir baixa satisfação se for desigual, acompanhada de desconforto ou diferente da promessa inicial. Essa dissociação recomenda incorporar relatos de pacientes a avaliações estruturadas, respeitando a natureza subjetiva dessas respostas. O profissional deve comunicar incertezas de maneira compreensível e manter abertura para reavaliar condutas diante de efeitos inesperados. Resultados negativos também precisam ser registrados, pois invisibilizá-los prejudica a avaliação científica e a segurança de futuros pacientes.

A produção e a divulgação de conteúdo digital sobre estética corporal representam desafio adicional para integridade informacional. Fotografias antes-e-depois, vídeos de procedimentos e depoimentos podem transmitir impressão de eficácia superior à verificada em estudos controlados. A apresentação de resultados precisa evitar edição enganosa, linguagem absoluta e omissão de riscos. Também é essencial respeitar privacidade e consentimento para exposição de imagens. Em artigo científico, imagens ilustrativas não substituem dados padronizados; em comunicação profissional, a existência de um caso com resultado expressivo não constitui promessa replicável. Essa prudência adquire importância particular quando novas tecnologias são promovidas com termos técnicos complexos que impressionam o público sem esclarecer incertezas de segurança ou durabilidade. Transparência, clareza e respeito às expectativas devem orientar tanto as pesquisas quanto a oferta responsável de serviços.

11.3. Prioridades para Pesquisas Futuras

Uma agenda consistente de investigação deveria comparar tecnologias de maneira contextualizada, preservando diferenças de indicação e de dosagem física. Não se trata apenas de perguntar qual equipamento produz maior redução de circunferência, mas de identificar qual alteração tecidual se pretende, em quem ela ocorre, por quanto tempo persiste e com que consequências. Estudos prospectivos poderiam distinguir áreas e faixas de adiposidade basal, padronizar imagens e controlar intervenções simultâneas. O uso de grupos comparadores apropriados ajudaria a separar efeito de procedimento de variações espontâneas de peso, edema ou aparência cutânea. Além disso, a descrição transparente de parâmetros operacionais tornaria os estudos mais interpretáveis e

reproduzíveis, desde que dados técnicos relevantes não sejam omitidos por motivos comerciais. O objetivo não seria estabelecer um protocolo universal, mas identificar relações dose-resposta e condições de segurança para aplicações específicas.

Na dimensão mecanística, são especialmente necessárias pesquisas que conectem achados teciduais a desfechos percebidos no mesmo intervalo de acompanhamento. A observação isolada de sinais inflamatórios em uma biópsia precoce informa pouco sobre o contorno meses depois, assim como a redução tardia de uma prega não indica necessariamente reorganização funcional da matriz. Projetos que integrem imagem de espessura, medições de elasticidade, marcadores histológicos pertinentes e percepção de pacientes poderiam esclarecer quais componentes do remodelamento predizem benefício sustentado. Essas investigações devem respeitar proporcionalidade ética, evitando procedimentos invasivos de coleta quando o conhecimento esperado não justificar riscos adicionais. Também precisariam considerar diferenças entre depósitos anatômicos e a influência de condições clínicas capazes de alterar a reparação.

A segurança de longo prazo constitui prioridade equivalente à eficácia. Estudos com duração insuficiente tendem a descrever sobretudo vermelhidão, edema e sensibilidade transitórios, deixando de registrar deformidades tardias, alterações persistentes de sensibilidade e necessidade de tratamento corretivo. Registros prospectivos e sistemas de notificação podem contribuir para detectar complicações pouco frequentes, desde que disponham de critérios diagnósticos, informação sobre exposição e mecanismos de proteção de dados. A discussão sobre hiperplasia adiposa paradoxal demonstra o valor de seguimento rigoroso e a dificuldade de

estimar incidência em contextos de subnotificação. Uma abordagem de pesquisa centrada no paciente deve mensurar duração do benefício e dos riscos, não apenas a frequência de eventos imediatamente após a sessão. Sem essa perspectiva longitudinal, a relação entre benefício estético e dano potencial permanece incompleta.

Por fim, o campo precisa aperfeiçoar a qualidade de suas sínteses de evidência. Metanálises que combinam tecnologias heterogêneas sem justificativa clínica podem produzir números aparentemente precisos, mas pouco úteis para orientar decisões. Uma revisão robusta deve investigar comparabilidade de desfechos, intensidade da intervenção, população e seguimento antes de reunir estimativas. Estudos negativos e resultados inconclusivos precisam de espaço na literatura para reduzir viés de publicação. Também é desejável maior independência de avaliações e declaração de vínculos com fabricantes. O avanço científico não se mede pela quantidade de promessas associadas aos equipamentos, e sim pela capacidade de prever respostas, caracterizar limites e estabelecer decisões informadas. A consolidação de métodos comparáveis beneficiará tanto profissionais quanto pacientes e pesquisadores.

12. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A síntese dos estudos e orientações selecionados indica que o remodelamento após tecnologias não invasivas é multifatorial e não pode ser representado por uma única trajetória biológica. Na criolipólise, a retirada progressiva de adipócitos lesionados constitui a hipótese mecanística central; em tecnologias térmicas, alterações da derme e do tecido adiposo dependem de localização e dose de energia; nas estratégias mecânicas, mudanças de distribuição de

líquido e aparência da superfície podem predominar. A convergência entre essas modalidades está na necessidade de mensurar desfechos específicos, enquanto sua principal divergência decorre da natureza do estímulo e do compartimento anatômico afetado. O uso indistinto da expressão “redução de medidas” obscurece tais diferenças e facilita comparação indevida. Uma leitura integrada favorece comunicação mais precisa com pacientes e desenho de pesquisas com mecanismos definidos antes da coleta de resultados.

O eixo inflamatório apresenta um paradoxo aparente: a lesão celular capaz de iniciar remoção de tecido pode ser simultaneamente componente do efeito pretendido e fonte de complicações. Não há base para transformar inflamação intensa em marcador substituto de eficácia. Da mesma forma, reorganização da matriz extracelular não pode ser considerada favorável em todas as circunstâncias, pois reparação desordenada pode gerar rigidez e irregularidades. A microcirculação participa dessas respostas, mas sua melhora sustentada raramente constitui desfecho diretamente demonstrado nas publicações sobre contorno corporal. O argumento de que um equipamento “estimula a circulação e, portanto, elimina gordura” contém etapas causais que precisam de verificação independente. A discussão exige reconhecer que muitos elos ainda são sustentados por extrapolação fisiológica, e não por medidas longitudinais no mesmo tecido humano.

Quanto à qualidade de evidência, revisões de radiofrequência apontam resultados potencialmente favoráveis, porém limitados por amostras e protocolos heterogêneos (Vale et al., 2018). Revisões sobre criolipólise organizam dados de resultados e satisfação, mas também registram eventos adversos e lacunas de seguimento

(Ravindran et al., 2025). A análise de hiperplasia adiposa paradoxal demonstra que estimativas de eventos pouco frequentes podem sofrer subnotificação e dependem do desenho e da vigilância dos estudos (Mah et al., 2025). Esses achados não sustentam rejeição generalizada nem entusiasmo acrítico. Indicam que cada tecnologia precisa ser avaliada por indicações definidas, magnitude de benefício, duração e risco específico, mantendo incertezas explícitas. A interpretação cientificamente responsável evita expressões como “eficácia comprovada em todos os pacientes” ou “resultado permanente” sem suporte adequado.

Do ponto de vista das aplicações práticas, o primeiro passo é delimitar corretamente o problema estético: depósito adiposo localizado, frouxidão cutânea, relevo de celulite ou combinações. Em seguida, é necessário relacionar o alvo à tecnologia e à evidência disponível, reconhecer contraindicações e definir medidas comparáveis de avaliação. Essa sequência parece menos atraente do que promessas genéricas de transformação corporal, mas produz decisões mais coerentes e verificáveis. Profissionais e pesquisadores também devem distinguir satisfação subjetiva de modificação anatômica efetiva e registrar períodos de acompanhamento. A heterogeneidade dos pacientes não constitui falha inconveniente a ser escondida; representa característica real da prática que deve orientar expectativas e investigação futura.

O principal avanço conceitual desta revisão consiste em tratar a arquitetura do subcutâneo como desfecho independente do volume. Alterar a espessura adiposa sem considerar septos, fibrose, elasticidade e microcirculação oferece visão incompleta da resposta. Em sentido inverso, a melhoria aparente da superfície não permite afirmar que houve eliminação celular significativa. As tecnologias

podem afetar diferentes dimensões simultaneamente, mas essas relações devem ser investigadas e não presumidas. Estudos futuros precisam aproximar indicadores de imagem, histologia quando justificável, respostas inflamatórias e parâmetros centrados no paciente, com intervalos suficientemente longos para distinguir adaptação transitória de reorganização duradoura. Essa agenda pode transformar descrições comerciais genéricas em afirmações testáveis sobre benefícios e limites.

Uma dimensão pouco explorada nos estudos é a identificação de subgrupos que podem responder de maneira diferente ao mesmo estímulo. Diferenças anatômicas, composição do tecido conjuntivo, distribuição do depósito subcutâneo, histórico de variação ponderal e presença de cicatrizes criam condições de resposta distintas antes mesmo de qualquer intervenção. Pesquisas que não caracterizam minimamente esses fatores podem atribuir toda a variabilidade ao equipamento utilizado, quando parte dela decorre da constituição regional do tecido. Também é relevante considerar que resultados com aparência semelhante podem surgir de processos diferentes: uma melhora do contorno relacionada à redução localizada de espessura não é biologicamente equivalente à diminuição passageira de edema. Definir essas trajetórias permite selecionar medidas coerentes e analisar a persistência de efeitos sem recorrer a explicações genéricas. A estratificação, contudo, precisa ser planejada antecipadamente para evitar a construção retrospectiva de subgrupos que apenas favoreçam interpretações comerciais ou resultados estatísticos ocasionais.

A contribuição interdisciplinar constitui outra oportunidade concreta. Profissionais de fisioterapia, estética, biomedicina, medicina e áreas de pesquisa em engenharia biomédica podem

formular perguntas complementares sobre percepção do paciente, propriedades mecânicas, segurança dos dispositivos e comportamento vascular. Essa colaboração precisa respeitar os limites legais das profissões e não elimina a necessidade de encaminhamento quando são identificadas condições clínicas. A integração de avaliações anatômicas com dados de qualidade de vida e monitoramento de eventos adversos amplia o valor da pesquisa, sobretudo quando diferentes serviços utilizam terminologias incompatíveis para o mesmo desfecho. Ao adotar vocabulário padronizado, critérios reproduzíveis e relato transparente de resultados, o campo pode estabelecer distinções entre satisfação estética, alteração anatômica mensurável e mudança biológica efetivamente comprovada. Esses são níveis relacionados, porém não intercambiáveis, de conhecimento.

O equilíbrio entre inovação e evidência exige observar ainda a velocidade de introdução comercial de novas plataformas. Recursos com nomenclaturas distintas podem operar por princípios físicos semelhantes, enquanto aparelhos aparentemente pertencentes à mesma família apresentam diferenças substanciais de dose, profundidade e controle térmico. A extrapolação de eficácia entre eles pode comprometer consentimento e planejamento clínico. A comparação apropriada depende de informações técnicas verificáveis e estudos vinculados à indicação pretendida, sem depender exclusivamente da declaração de fabricante. Também devem ser documentadas adaptações de sessão, intervalos e tratamentos concomitantes, pois essas escolhas interferem na interpretação do benefício e dos riscos. Em última análise, a sofisticação tecnológica apenas amplia a capacidade de intervenção; não substitui a obrigação científica de demonstrar o

que mudou no tecido, em que condições e com quais consequências.

13. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tecido adiposo subcutâneo deve ser compreendido como unidade biológica complexa e não somente como reserva passiva de gordura. Sua resposta aos procedimentos estéticos corporais não invasivos envolve adipócitos, células imunes, fibroblastos, vasos, matriz extracelular e estruturas septais que influenciam conjuntamente volume, textura, elasticidade e aparência. O objetivo deste estudo foi discutir essas interações sem confundir plausibilidade de um mecanismo com comprovação de resultado clínico. A literatura examinada permite reconhecer que intervenções térmicas, por resfriamento ou aquecimento, e estratégias mecânicas são biologicamente distintas e frequentemente produzem desfechos com duração e significado diferentes. Dessa constatação decorre a necessidade de abandonar explicações universais baseadas apenas em “quebra de gordura”, “ativação circulatória” ou “estimulação de colágeno”. Cada expressão precisa corresponder a um processo definido e a indicadores capazes de demonstrá-lo. A qualidade científica da prática depende de formular expectativas compatíveis com o que foi efetivamente mensurado.

A inflamação representa um dos principais pontos de conexão entre estímulo físico e remodelamento, mas suas consequências não são necessariamente benéficas. A resposta após lesão adipocitária pode participar da depuração celular, enquanto intensidade inadequada ou resolução insuficiente pode acompanhar desconforto, irregularidade e complicações. A diferenciação entre reparação e regeneração precisa ser preservada, porque deposição de matriz e

reorganização fibrosa não demonstram, isoladamente, restauração funcional superior. A microcirculação acrescenta outra camada de complexidade: variações de perfusão, edema e distribuição intersticial podem alterar a aparência no curto prazo, mas não devem ser interpretadas automaticamente como mudanças permanentes da composição corporal. Ao reunir esses mecanismos, a revisão mostra que avaliar a resposta tecidual exige mais do que comparar fotografias, incluindo acompanhamento, segurança e indicadores compatíveis com a pergunta investigada.

A criolipólise evidencia a importância de compreender cronologia da resposta e riscos tardios. A redução localizada pretendida depende de processos progressivos, diferentemente de efeitos imediatos como edema e equimoses. Complicações como a hiperplasia adiposa paradoxal demonstram que o tecido pode evoluir de maneira inesperada e exigem consentimento esclarecido e vigilância apropriada. A radiofrequência e o ultrassom, por sua vez, não constituem técnicas homogêneas, pois seus efeitos variam conforme tecnologia, alvos e parâmetros. O reconhecimento dessas diferenças impede que estudos positivos de um sistema sejam utilizados como prova genérica para equipamentos distintos. Também destaca a necessidade de que profissionais compreendam contraindicações, observem as normas aplicáveis e não extrapolem seu escopo de atuação. A estética responsável deve incorporar avaliação crítica e capacidade de encaminhamento quando surgem alterações persistentes.

As maiores limitações da base científica incluem heterogeneidade de dispositivos, pequeno tamanho de diversas amostras, dependência de medidas indiretas, seguimento curto e insuficiente integração entre análise tecidual e percepção do paciente. A

presente revisão, por sua vez, não realizou busca exaustiva com protocolo auditável nem metanálise própria, razão pela qual suas conclusões são qualitativas e não oferecem estimativas agregadas de efeito. Essa limitação metodológica é parte da transparência científica, não elemento a ser dissimulado. Pesquisas futuras deverão definir previamente os alvos anatômicos, empregar avaliações padronizadas e combinar medidas estruturais com desfechos clínicos relevantes, incluindo eventos adversos e qualidade de vida. Também deverão registrar fatores que interferem no contorno corporal independentemente do tratamento, como alterações de peso e mudanças de hábitos durante o acompanhamento.

Conclui-se que o valor das intervenções estéticas não invasivas está condicionado ao equilíbrio entre benefício localizado, integridade do tecido e informação adequada ao paciente. O remodelamento subcutâneo é processo dinâmico cujos componentes inflamatórios, vasculares e conjuntivos não podem ser reduzidos a promessas de transformação imediata. A incorporação de conhecimentos sobre arquitetura dos septos, microcirculação e matriz extracelular oferece caminho promissor para formular perguntas de pesquisa mais precisas e selecionar desfechos coerentes com os mecanismos de cada tecnologia. Ainda assim, melhorar conhecimento biológico não dispensa validação clínica. Uma prática fundamentada deve reconhecer o que os estudos demonstram, comunicar o que permanece incerto e preservar a segurança como condição indispensável de qualquer resultado estético considerado satisfatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). Non-Invasive Body Contouring Technologies. Silver Spring: FDA, 2025. Disponível em: <https://www.fda.gov/medical-devices/aesthetic-cosmetic-devices/non-invasive-body-contouring-technologies>. Acesso em: 21 out. 2026.

MAH, Alexis E. et al. Incidence of paradoxical adipose hyperplasia after cryolipolysis: a systematic review and meta-analysis. Aesthetic Surgery Journal Open Forum, 2025. DOI: 10.1093/asjof/ojaf142.

RAVINDRAN, R. et al. Cryolipolysis and associated health outcomes, adverse events, and satisfaction: a systematic review and meta-analysis. Obesity Reviews, 2025. DOI: 10.1111/obr.13925.

SUN, K. et al. Extracellular matrix (ECM) and fibrosis in adipose tissue: overview and perspectives. Comprehensive Physiology, v. 13, n. 1, p. 4387–4407, 2023. DOI: 10.1002/j.2040-4603.2023.tb00254.x.

VALE, Ana Luísa et al. Effects of radiofrequency on adipose tissue: a systematic review with meta-analysis. Journal of Cosmetic Dermatology, v. 17, n. 5, p. 703–711, 2018. DOI: 10.1111/jocd.12776.

¹ Professor da Faculdade CTA e Harold Gillies University, USA. Pós-Doutor, Doutor, Mestre, Fisioterapeuta, Esteticista e Acadêmico de Odontologia. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Técnica em Estética. Clínica Harmony, Rosário do Ivaí/PR.

³ Fisioterapia. Mesquy Clinic, Louveira/SP.

⁴ Fisioterapeuta e graduanda em Biomedicina. Portugal.

⁵ Esteticista. Pós-graduada em Medicina Estética. Portugal.

⁶ Tecnologia em Estética e Imagem Pessoal. Universidade Norte do
Paraná, Brasil.

⁷ Graduanda em Estética e Cosmetologia. Cruzeiro do Sul Virtual.
Visage & Corps Estética, Lisboa, Portugal.