



CAPÍTULO 4

Comparação entre enxertos autólogos, alógenos e bioengenheirados no tratamento de queimaduras extensas: uma revisão de literatura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9382517094>

Tallitha Grawnth Santos Vidal

Centro Universitário de Goiatuba - Unicerrado, Goiatuba, Goiás

João Vitor Tavares França

Hospital das Forças Armadas, Brasília, Distrito Federal

Letho Carrilho Goulart

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás

Fábio do Couto Bandeira

Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás

Guilherme Pereira Matias

Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás

Gabriella Salomão de Paula

Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás

Thaís Cunha Aguiar Gomes

Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás

Júlia Fonseca Carneiro

Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás

Isadora Alves Mendonça

Centro Universitário de Goiatuba - Unicerrado, Goiatuba, Goiás

Natália Neves Peixoto de Castro

Centro Universitário de Goiatuba - Unicerrado, Goiatuba, Goiás

RESUMO: Introdução: As queimaduras extensas representam um desafio significativo na cirurgia plástica reconstrutiva, exigindo cobertura eficiente das feridas para restaurar função e estética da pele. Enxertos autólogos permanecem como padrão-ouro, mas apresentam limitações de área doadora. Substitutos dérmicos alógenos

e bioengenheirados surgem como alternativas promissoras. Objetivo: Comparar resultados clínicos e laboratoriais de enxertos autólogos, alógenos e bioengenheirados no tratamento de queimaduras extensas, destacando avanços recentes e lacunas na literatura. Metodologia: Revisão de literatura baseada em estudos publicados entre 2019 e 2024, incluindo ensaios clínicos, revisões sistemáticas, meta-análises e estudos experimentais relevantes. A seleção foi realizada em bases PubMed, Scopus, Embase e Web of Science, com extração de dados sobre tipo de enxerto, desfechos clínicos, tempo de cicatrização, qualidade da cicatriz e complicações. Resultados: O enxerto autólogo demonstrou integração eficaz e baixa rejeição imunológica, mas limitado pela disponibilidade de área doadora. Os enxertos alógenos atuam como cobertura temporária, enquanto os substitutos bioengenheirados mostraram segurança, melhora da qualidade cicatricial e redução da área doadora necessária. Estudos experimentais sugerem regeneração cutânea mais organizada com matrizes dérmicas acelulares associadas a células mesenquimais. Conclusão: Embora o enxerto autólogo permaneça referência, os substitutos alógenos e bioengenheirados expandem as opções terapêuticas, oferecendo soluções inovadoras para queimaduras extensas e promovendo melhores desfechos estéticos e funcionais. Estudos futuros de maior porte e seguimento prolongado são necessários para consolidar seu uso clínico.

PALAVRAS-CHAVE: queimaduras, enxertos de pele, enxerto autólogo, enxerto alógeno, substitutos bioengenheirados, regeneração cutânea.

Comparison between autologous, allogeneic and bioengineered exercises in the treatment of extensive burns: a literature review

ABSTRACT: Introduction: Extensive burns are a major challenge in reconstructive plastic surgery, requiring efficient wound coverage to restore skin function and aesthetics. Autologous grafts remain the gold standard but are limited by donor site availability. Allogeneic and bioengineered dermal substitutes have emerged as promising alternatives. Objective: To compare the clinical and laboratory outcomes of autologous, allogeneic, and bioengineered grafts in the treatment of extensive burns, highlighting recent advances and literature gaps. Methods: Literature review of studies published between 2019 and 2024, including clinical trials, systematic reviews, meta-analyses, and relevant experimental studies. Searches were conducted in PubMed, Scopus, Embase, and Web of Science, extracting data on graft type, clinical outcomes, healing time, scar quality, and complications. Results: Autologous grafts showed effective integration and low immunologic rejection but are limited by donor area availability. Allogeneic grafts act as temporary coverage, whereas bioengineered substitutes demonstrated safety, improved scar quality, and reduced donor site

requirements. Experimental studies suggest more organized skin regeneration with acellular dermal matrices combined with mesenchymal cells. Conclusion: While autologous grafts remain the standard reference, allogeneic and bioengineered substitutes expand therapeutic options, offering innovative solutions for extensive burns and enhancing functional and aesthetic outcomes. Future larger studies with longer follow-up are necessary to consolidate clinical use.

KEYWORDS: burns, skin grafts, autologous graft, allogeneic graft, bioengineered substitutes, skin regeneration.

INTRODUÇÃO

As queimaduras extensas representam um desafio significativo na cirurgia plástica reconstrutiva, devido à complexidade no tratamento e à necessidade de restauração funcional e estética da pele. O tratamento ideal envolve a cobertura eficaz das feridas, minimizando complicações como infecção, contraturas e cicatrizes hipertróficas. Tradicionalmente, o enxerto de pele autólogo tem sido considerado o padrão-ouro, oferecendo excelente integração e baixa taxa de rejeição. No entanto, sua aplicação é limitada pela disponibilidade de área doadora, especialmente em pacientes com queimaduras de grande extensão.

Como alternativa, os enxertos alógenos têm sido utilizados como cobertura temporária, proporcionando tempo para a cicatrização do leito da ferida e preparação para enxertos definitivos. Além disso, os substitutos dérmicos bioengenheirados emergem como uma solução promissora, combinando matrizes acelulares com células-tronco ou fibroblastos para promover regeneração tecidual e melhorar a qualidade da cicatriz.

Diversos estudos recentes têm investigado a eficácia e segurança desses diferentes tipos de enxertos. Por exemplo, um estudo clínico de fase I/II comparou o uso de substituto dérmico acelular com enxerto de espessura parcial, observando que, embora o tempo de cicatrização tenha sido ligeiramente maior com o substituto dérmico, a qualidade da cicatriz aos 12 meses foi superior, indicando uma maturação cicatricial aprimorada (GARDIEN et al., 2023).

Outra revisão sistemática e meta-análise avaliou a eficácia e as taxas de complicações associadas ao uso de substitutos dérmicos acelulares em queimaduras agudas, concluindo que esses substitutos oferecem uma alternativa viável ao enxerto autólogo, especialmente em situações de escassez de área doadora (PRESS; MOIEMEN; AHMED, 2023).

Além disso, dados de seguimento de um ano de um ensaio clínico de fase II com o produto bioengenheirado denovoSkin™ demonstraram segurança e melhoria

na qualidade da cicatriz em pacientes com queimaduras severas, destacando seu potencial como alternativa ao enxerto autólogo (CUTISS, 2024).

Por fim, um estudo experimental investigou a combinação de células mesenquimatosas derivadas do cordão umbilical com matriz dérmica acelular, mostrando que essa abordagem pode promover a regeneração da pele danificada, com formação de epitélio estratificado e melhora na aparência do tecido reparado (CORREA-ARAUJO et al., 2023).

Diante desse cenário, a presente revisão tem como objetivo comparar os resultados clínicos e laboratoriais de enxertos autólogos, alógenos e bioengenheirados no tratamento de queimaduras extensas, visando fornecer uma visão abrangente das opções terapêuticas disponíveis e suas implicações na prática clínica.

METODOLOGIA

Esta revisão de literatura foi conduzida com o objetivo de analisar e comparar os resultados clínicos e laboratoriais de enxertos autólogos, alógenos e bioengenheirados no tratamento de queimaduras extensas. Para tanto, realizou-se uma busca sistemática nas bases de dados PubMed, Scopus, Embase e Web of Science, abrangendo publicações no período de 2019 a 2024. Foram utilizados descritores em inglês e português relacionados ao tema, incluindo “burns”, “skin grafts”, “autografts”, “allografts”, “bioengineered skin”, “tissue engineering” e seus correspondentes em português, combinados por operadores booleanos “AND” e “OR” para refinar a pesquisa.

Foram incluídos na revisão estudos clínicos, ensaios controlados, revisões sistemáticas e meta-análises que abordassem o uso de enxertos autólogos, alógenos e bioengenheirados em pacientes com queimaduras de espessura total ou parcial profunda. Artigos experimentais que investigaram modelos pré-clínicos de substitutos cutâneos bioengenheirados também foram considerados quando trouxeram informações relevantes sobre mecanismos de regeneração, integração tecidual ou liberação de fatores de crescimento. Por outro lado, foram excluídos relatos de caso isolados, editoriais, estudos com pacientes com queimaduras superficiais ou feridas crônicas não relacionadas a queimaduras, assim como publicações duplicadas entre bases de dados.

A seleção dos estudos ocorreu em duas etapas. Inicialmente, os títulos e resumos foram analisados de forma independente por dois revisores para verificar a pertinência ao tema. Em seguida, os artigos considerados elegíveis foram lidos na íntegra, e os dados sobre tipo de enxerto, desfechos clínicos, tempo de cicatrização, qualidade da cicatriz, complicações e seguimento foram extraídos para síntese qualitativa.

Em caso de discordância entre os revisores, a decisão final foi tomada mediante consenso, garantindo a consistência da seleção.

A revisão adotou uma abordagem narrativa com síntese crítica, integrando resultados de estudos clínicos e experimentais para permitir a comparação entre enxertos autólogos, alógenos e bioengenheirados, destacando avanços recentes, limitações atuais e lacunas de conhecimento que possam direcionar futuras pesquisas na área da cirurgia plástica reconstrutiva.

RESULTADOS

A análise da literatura recente evidenciou diferenças importantes entre os tipos de enxertos utilizados no tratamento de queimaduras extensas, considerando desfechos clínicos, integração tecidual, qualidade da cicatriz e segurança. Os estudos indicam que o enxerto autólogo permanece como padrão-ouro devido à sua excelente taxa de integração, baixa rejeição imunológica e resultados funcionais satisfatórios. No entanto, a disponibilidade limitada de pele doadora representa uma restrição significativa, especialmente em pacientes com queimaduras de grande extensão, demandando múltiplos procedimentos cirúrgicos (GARDIEN et al., 2023).

Os enxertos alógenos são comumente utilizados como cobertura temporária, permitindo proteção do leito da ferida e adiamento do enxerto definitivo. Apesar de sua função protetora, a literatura destaca que esses enxertos não fornecem regeneração permanente da pele e apresentam risco de rejeição imunológica, o que limita sua aplicação como solução definitiva (CLINICAL APPLICATIONS OF ALLOGRAFT SKIN, 2020).

Os substitutos bioengenheirados demonstraram avanços significativos, combinando matrizes acelulares com células autólogas ou derivadas de células-tronco, permitindo a regeneração cutânea em áreas extensas e a redução da necessidade de pele doadora. Estudos clínicos recentes mostram que produtos como o denovoSkin™ promovem cicatrização segura, melhor qualidade da cicatriz e maior elasticidade tecidual quando comparados aos enxertos autólogos convencionais, embora o tempo de cicatrização inicial possa ser ligeiramente maior (CUTISS, 2024). Revisões sistemáticas também evidenciam que os substitutos dérmicos bioengenheirados oferecem alternativas viáveis ao enxerto autólogo, especialmente em cenários com área doadora insuficiente, apresentando taxas de complicações comparáveis e resultados estéticos satisfatórios (PRESS; MOIEMEN; AHMED, 2023).

Além disso, estudos experimentais indicam que a combinação de células mesenquimais derivadas do cordão umbilical com matrizes dérmicas acelulares promove regeneração do epitélio e formação de camadas dérmicas mais organizadas,

sugerindo potencial para futuras aplicações clínicas em grandes queimados (CORREA-ARAUJO et al., 2023).

Em síntese, os resultados apontam que, embora o enxerto autólogo mantenha seu papel central no tratamento de queimaduras profundas, os substitutos alógenos e bioengenheirados expandem as opções terapêuticas, oferecendo soluções em contextos de limitação de área doadora e promovendo avanços na qualidade estética e funcional da pele reconstruída.

| Autor / Ano | Tipo de Estudo | População / Modelo | Intervenção / Comparaçao | Principais Resultados | Limitações |
|------------------------------|------------------------------------|--|--|---|---|
| GARDIEN et al., 2023 | Ensaio clínico fase I/II | Pacientes com queimaduras extensas (adultos e pediátricos) | Substituto dérmico acelular + enxerto parcial vs enxerto de espessura parcial autólogo | Melhor qualidade da cicatriz aos 12 meses, integração satisfatória; tempo de cicatrização ligeiramente maior com substituto dérmico | Pequeno número de pacientes; seguimento limitado |
| PRESS; MOIE-MEN; AHMED, 2023 | Revisão sistemática + meta-análise | Estudos clínicos e observacionais sobre substitutos dérmicos | Substitutos dérmicos acelulares vs enxertos autólogos convencionais | Redução da necessidade de área doadora; taxas de complicações comparáveis; melhora da qualidade da cicatriz | Heterogeneidade dos estudos incluídos; diferenças de protocolos entre centros |
| CUTISSL, 2024 | Ensaio clínico fase II | Pacientes com queimaduras severas | Produto bioengenheirado denovoSkin™ | Segurança comprovada; melhoria na qualidade da cicatriz; redução da área doadora | Follow-up limitado a 1 ano; custo e disponibilidade ainda restritos |

| | | | | | |
|--|-------------------------------------|---|--|--|--|
| CORREA-ARAUJO et al., 2023 | Estudo experimental / translacional | Modelos pré-clínicos / in vitro | Matriz dérmica acelular + células mesenquimais | Regeneração de epitélio estratificado; formação de camadas dérmicas organizadas; liberação de fatores de crescimento | Modelo experimental; ainda não aplicado em larga escala clínica |
| Outcomes of dermal substitutes in burns and burn scar reconstruction, 2023 | Revisão sistemática + meta-análise | Estudos clínicos sobre substitutos dérmicos | Diferentes tipos de substitutos dérmicos vs enxertos convencionais | Melhor qualidade da cicatriz e elasticidade; resultados estéticos superiores; desfechos clínicos satisfatórios | Diversidade de produtos analisados; variabilidade nos critérios de avaliação |
| Clinical Applications of Allograft Skin in Burn Care, 2020 | Revisão narrativa | Pacientes com queimaduras extensas | Enxertos alógenos como cobertura temporária | Protege o leito da ferida; permite tempo para enxerto autólogo definitivo | Não fornece regeneração permanente; risco de rejeição imunológica |

Tabela comparativa dos estudos selecionados

DISCUSSÃO

A presente revisão teve como objetivo comparar os resultados clínicos e laboratoriais de enxertos autólogos, alógenos e bioengenheirados no tratamento de queimaduras extensas, identificando avanços recentes e lacunas na literatura. Os achados evidenciam que, apesar das inovações tecnológicas, o enxerto autólogo continua sendo o padrão-ouro para a cobertura de feridas profundas, oferecendo alta taxa de integração, baixa rejeição imunológica e resultados funcionais satisfatórios (GARDIEN et al., 2023). No entanto, a limitação da área doadora em pacientes com

queimaduras extensas permanece como um desafio clínico relevante, exigindo múltiplos procedimentos cirúrgicos e aumentando o risco de complicações.

Os enxertos alógenos, embora amplamente utilizados como cobertura temporária, apresentam limitações significativas relacionadas à ausência de regeneração permanente da pele e ao risco de rejeição imunológica (CLINICAL APPLICATIONS OF ALLOGRAFT SKIN, 2020). Ainda assim, seu papel é consolidado na proteção do leito da ferida, permitindo a preparação adequada para enxertos autólogos definitivos. Esses achados reforçam a importância de alternativas que possam reduzir a dependência de áreas doadoras autólogas, especialmente em queimaduras de grande extensão.

Nesse contexto, os substitutos bioengenheirados emergem como uma estratégia promissora, combinando matriz acelular com células autólogas ou células-tronco para promover a regeneração cutânea. Ensaios clínicos recentes com produtos como o denovoSkin™ demonstraram segurança, melhora na qualidade da cicatriz e redução da área doadora necessária, embora o tempo de cicatrização inicial possa ser ligeiramente maior em comparação aos enxertos autólogos convencionais (CUTIIS, 2024). Revisões sistemáticas confirmam que os substitutos dérmicos bioengenheirados apresentam resultados estéticos e funcionais superiores, com taxas de complicações comparáveis às observadas com enxertos autólogos, reforçando seu potencial na prática clínica (PRESS; MOIEMEN; AHMED, 2023; OUTCOMES OF DERMAL SUBSTITUTES, 2023).

Estudos experimentais acrescentam evidências sobre os mecanismos regenerativos desses substitutos, demonstrando que a combinação de células mesenquimais com matrizes dérmicas acelulares promove formação organizada de epitélio estratificado e melhora na aparência do tecido reparado, sugerindo que futuras aplicações clínicas podem ampliar ainda mais o papel dos enxertos bioengenheirados (CORREA-ARAUJO et al., 2023). Esses achados corroboram o conceito de que a bioengenharia cutânea não apenas substitui o tecido perdido, mas também contribui para uma regeneração mais fisiológica, com maior elasticidade e melhor qualidade cicatricial.

Apesar dos avanços, observam-se lacunas importantes na literatura. A maioria dos estudos clínicos apresenta seguimento relativamente curto e amostras pequenas, limitando a generalização dos resultados. Além disso, a heterogeneidade entre protocolos, tipos de substitutos dérmicos e critérios de avaliação dificulta comparações diretas entre os estudos. Outro ponto relevante refere-se ao custo e à disponibilidade de produtos bioengenheirados, que ainda restringem sua aplicação em larga escala, especialmente em contextos de saúde pública ou países com recursos limitados.

Em síntese, a revisão evidencia que, enquanto o enxerto autólogo permanece como referência para cobertura definitiva de queimaduras profundas, os substitutos

alógenos e bioengenheirados expandem as opções terapêuticas, oferecendo soluções para limitações de área doadora e promovendo avanços significativos na qualidade estética e funcional da pele reconstruída. Estes achados destacam a necessidade de novos ensaios clínicos de maior porte, com seguimento prolongado, que permitam avaliar de forma mais precisa os benefícios, custos e aplicabilidade dos substitutos bioengenheirados em diferentes contextos clínicos, alinhando-se diretamente ao objetivo desta revisão.

CONCLUSÃO

Esta revisão evidencia que o tratamento de queimaduras extensas evoluiu significativamente com o desenvolvimento de enxertos bioengenheirados e substitutos dérmicos. O enxerto autólogo permanece como padrão-ouro, oferecendo integração eficaz e baixa taxa de rejeição, mas a limitação de área doadora continua sendo um desafio clínico importante (GARDIEN et al., 2023).

Os enxertos alógenos desempenham papel estratégico como cobertura temporária, protegendo o leito da ferida e permitindo planejamento para enxertos autólogos, embora não promovam regeneração definitiva e estejam sujeitos a rejeição imunológica (CLINICAL APPLICATIONS OF ALLOGRAFT SKIN, 2020).

Os substitutos bioengenheirados, como os produtos baseados em matrizes acelulares e células-tronco, demonstram potencial promissor para reduzir a necessidade de pele doadora e melhorar a qualidade estética e funcional da cicatriz. Ensaios clínicos recentes, incluindo os dados de seguimento de um ano do denovoSkin™, confirmam segurança, eficácia e resultados estéticos superiores (CUTISS, 2024). Pesquisas experimentais complementares mostram que a associação de células mesenquimais com matrizes dérmicas acelulares favorece a regeneração organizada do epitélio e da derme, sugerindo benefícios clínicos futuros (CORREA-ARAUJO et al., 2023).

Apesar desses avanços, permanecem lacunas importantes na literatura, como seguimento limitado dos estudos clínicos, heterogeneidade de protocolos e custos elevados dos produtos bioengenheirados. Estudos futuros de maior porte e longa duração são necessários para consolidar a eficácia desses substitutos, definir protocolos padronizados e avaliar sua viabilidade em diferentes contextos clínicos.

Em síntese, os achados desta revisão reforçam que os substitutos bioengenheirados ampliam as opções terapêuticas disponíveis para queimaduras extensas, oferecendo soluções inovadoras para superar limitações de área doadora e contribuindo para melhores desfechos funcionais e estéticos na reconstrução cutânea.

REFERÊNCIAS

CORREA-ARAUJO, L. et al. Bioengineered skin constructs based on mesenchymal stromal cells and acellular dermal matrix exposed to inflammatory microenvironment releasing growth factors involved in skin repair. *Stem Cell Research & Therapy*, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2023. Disponível em: <https://stemcellres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13287-023-03535-w>. Acesso em: 24 set. 2025.

CUTISS. Positive one-year follow-up data from Phase 2 trial of denovoSkin™ – CUTISS. 2024. Disponível em: <https://cutiss.swiss/positive-one-year-follow-up-data-from-phase-2-trial-of-denovoskin/>. Acesso em: 24 set. 2025.

GARDIEN, K. L. M. et al. Short- and long-term outcomes of an acellular dermal substitute versus standard of care in burns and reconstructions: A phase I/II intrapatient randomized controlled trial. *Advances in Skin & Wound Care*, v. 36, n. 10, p. 540–548, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37729164/>. Acesso em: 24 set. 2025.

PRESS, I.; MOIEMEN, N.; AHMED, Z. Efficacy and complications associated with acellular dermal substitute use in the treatment of acute burns: A systematic review and meta-analysis. *European Burn Journal*, v. 4, n. 4, p. 548–562, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-1991/4/4/36>. Acesso em: 24 set. 2025.

OUTCOMES OF DERMAL SUBSTITUTES IN BURNS AND BURN SCAR RECONSTRUCTION: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS. *Burns & Trauma*, v. 11, n. 1, p. 1–15, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39435560/>. Acesso em: 24 set. 2025.

CLINICAL APPLICATIONS OF ALLOGRAFT SKIN IN BURN CARE. *Journal of Burn Care & Research*, v. 41, n. 6, p. 1150–1160, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32405933/>. Acesso em: 24 set. 2025.