

Edição III

# Clínica Médica & Cirurgia

## Capítulo 3

### QUEIMADURAS: AVALIAÇÃO, ESTRATIFICAÇÃO E INTERVENÇÃO CIRÚRGICA

AMABILE VICTORIA DE FREITAS CHRISTO<sup>1</sup>

LAURA DE SENA ALVES<sup>1</sup>

LEONARDO MOTA TRIVELLATO<sup>1</sup>

RENATA TIEMI MOREIRA DE RESENDE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente – Medicina da Faculdade de Minas BH – FAMINAS-BH.

<sup>2</sup>Médica e docente – Medicina da Faculdade de Minas BH – FAMINAS-BH.

*Palavras-chave: Queimaduras; Cirurgia; Avaliação.*

## INTRODUÇÃO

As queimaduras constituem lesões traumáticas complexas resultantes da exposição a agentes térmicos, químicos, elétricos ou radiação, capazes de provocar destruição tecidual variável e desencadear respostas locais e sistêmicas de grande magnitude (WHO, [s.d.]). E permanecem como importante problema de saúde pública, associadas a elevada morbimortalidade, impacto funcional, estético e sistêmico significativo e alto custo assistencial. No Brasil, estima-se a ocorrência de cerca de 1.000.000 de acidentes por queimaduras ao ano, dos quais aproximadamente 100.000 exigem atendimento hospitalar e cerca de 2.500 evoluem para óbito, direta ou indiretamente em decorrência das lesões, evidenciando seu impacto sobre o sistema de saúde, especialmente em populações vulneráveis como crianças pequenas, idosos e adultos jovens expostos a fatores de risco domiciliares e ocupacionais (CRUZ *et al.* 2012). Além disso, é necessário salientar que a avaliação clínica global do paciente queimado e das características específicas da lesão por temperatura deve ser feita de forma precoce e sistematizada, a fim de definir prognóstico, orientar a conduta terapêutica e determinar a necessidade de intervenção cirúrgica ou encaminhamento para centros especializados em queimaduras (ISBI, [s.d.]). A cirurgia desempenha papel fundamental no manejo do paciente queimado, sendo decisiva tanto para a redução da mortalidade quanto para a recuperação funcional e estética. A perda da integridade cutânea desencadeia importantes alterações sistêmicas, como distúrbios hidroeletrolíticos, resposta inflamatória exacerbada e elevado risco de infecção, fatores diretamente relacionados à alta morbimortalidade associada às queimaduras. Nesse capítulo, será discutido o manejo adequado do paciente queimado baseado na avaliação precoce, estratificação precisa

da gravidade e intervenção cirúrgica oportuna, tidos como elementos centrais para a sobrevivência e para a recuperação funcional e estética.

### Impacto funcional, estético e sistêmico

Segundo Herndon (2018), além do dano cutâneo imediato, as queimaduras podem evoluir com importante comprometimento funcional, deformidades estéticas permanentes e repercussões sistêmicas graves, principalmente se tais lesões forem extensas ou profundas (**Figura 3.1**).

**Figura 3.1** Retração cicatricial em mão, com limitação da amplitude de movimento após queimadura profunda



### Importância da avaliação precoce e da estratificação correta

A ISBI (*Practice Guidelines for Burn Care*) descreve que a avaliação clínica global do paciente queimado e das características específicas da lesão por temperatura deve ser feita de forma precoce e sistematizada, a fim de definir prognóstico, orientar a conduta terapêutica e determinar a necessidade de intervenção cirúrgica ou encaminhamento para centros especializados em queimaduras.

Para a estratificação adequada é necessário analisar a profundidade da queimadura, a extensão da superfície corporal queimada, sua localização anatômica e fatores clínicos associados como

idade, comorbidades e presença de lesão inalatória. Falhas nessa etapa podem atrasar o tratamento cirúrgico, aumentar o risco de complicações infecciosas e, por fim, resultar em piores desfechos funcionais e estéticos, conforme descrito pela *American Burn Association* (ABA).

## Papel da cirurgia na sobrevida e recuperação

A cirurgia desempenha papel fundamental no manejo do paciente queimado, sendo decisiva tanto para a redução da mortalidade quanto para a recuperação funcional e estética. A perda da integridade cutânea desencadeia importantes alterações sistêmicas, como distúrbios hidroeletrolíticos, resposta inflamatória exacerbada e elevado risco de infecção, fatores diretamente relacionados à alta morbimortalidade associada às queimaduras. Nesse cenário, a intervenção cirúrgica atua no controle dessas complicações. Do ponto de vista da sobrevida, os procedimentos cirúrgicos possibilitam a remoção de tecidos desvitalizados, a liberação de estruturas comprimidas e a cobertura precoce das áreas queimadas, contribuindo para a redução da carga inflamatória, do risco de sepse e do tempo de internação hospitalar. Essas medidas favorecem a estabilização clínica e melhoram significativamente o prognóstico dos pacientes.

Além disso, a cirurgia é determinante para a recuperação a médio e longo prazo, ao minimizar a formação de cicatrizes patológicas, contraturas e deformidades, preservando a funcionalidade e a mobilidade das regiões acometidas. Os avanços nas técnicas cirúrgicas e nos métodos de reconstrução cutânea ampliaram as possibilidades terapêuticas, permitindo abordagens mais eficazes e individualizadas conforme a extensão, profundidade e etiologia da queimadura. (LUQUETTI *et al.* 2024).

## Classificação quanto ao agente etiológico

A origem das queimaduras pode ser térmica, elétrica, química, contato por radiação.

### Térmica

Segundo Żwieręłło *et al.* (2023), as lesões térmicas representam cerca de 90% de todas as queimaduras, e a profundidade da lesão depende da temperatura e da duração do contato (**Figura 3.2**). Lesões causadas por líquidos quentes (escaldaduras), o tipo mais comum de queimadura, responsável por quase 70% das queimaduras em crianças, mas também comum em idosos. As escaldaduras geralmente causam queimaduras de espessura parcial que cicatrizam após um regime de tratamento padrão. Lesões por calor seco, geralmente causadas por contato direto com uma chama ou calor radiante. Comum em adultos e frequentemente associado a complicações devido à inalação de fumaça.

**Figura 3.2** Uma queimadura térmica de 3º grau de espessura total



Fonte: Żwieręłło *et al.*, 2023.

Geralmente requerem intervenção cirúrgica. Lesões por contato, resultado do contato direto com um objeto quente. O contato prolongado com um objeto moderadamente quente também pode causar lesão térmica, que é comumente associada à perda de consciência (por exemplo, em

idosos, pacientes com epilepsia, viciados em drogas e alcoólatras). As queimaduras de contato geralmente são profundas e requerem cirurgia.

### **Elétrica**

Lesões elétricas representam menos de 5% de todas as queimaduras. São mais comuns em crianças e trabalhadores manuais do sexo masculino. A gravidade da lesão é determinada pela voltagem e amperagem, pelo tipo de corrente, pela duração do contato e pelo caminho da corrente através do corpo. A maioria dos tecidos são bons condutores, especialmente nervos e vasos. A pele e os ossos são maus condutores, embora a condutividade da pele varia dependendo do seu teor de umidade e temperatura. O calor é gerado pela eletricidade ao redor dos tecidos que são maus condutores, danificando os tecidos circundantes locais. Clinicamente, observa-se frequentemente os chamados pontos de entrada e saída, por onde a corrente elétrica passou pelo corpo. Uma tensão elétrica (< 1000 V), normalmente encontrada em ambientes fechados, causa queimaduras pequenas e profundas nos pontos de entrada e saída. A corrente alternada também pode interferir na função cardíaca e causar arritmias. Lesões de alta voltagem (> 1000 V) levam a danos extensos nos tecidos, muitas vezes com perda de membros, assistolia, arritmia cardíaca, rabdomiólise (destruição muscular) e insuficiência renal (ŻWIERELŁO *et al.*, 2023).

### **Químicas**

Lesões químicas são responsáveis por aproximadamente 3% das queimaduras. Incidentes desse tipo ocorrem principalmente em ambientes domésticos e industriais. Este tipo de lesão envolve a desnaturação de proteínas e a extensão da lesão depende da concentração, quantidade, duração do contato e mecanismo de ação do produto químico em questão, ou seja, redução e oxidação, corrosão, veneno protoplasmático, vesicização e dessecação. Embora o quadro clínico seja semelhante para todos os grupos de produtos químicos, os

mecanismos exatos de dano tecidual podem variar, por isso os produtos químicos têm sido tradicionalmente classificados em ácidos ou alcalis. Queimaduras ácidas causam danos que resultam em desnaturação e necrose de proteínas, que geralmente são localizadas e de curta duração. Já as queimaduras alcalinas causam necrose de liquefação progressiva, com penetração tecidual mais profunda e efeito prolongado (ŻWIERELŁO *et al.*, 2023).

### **Radiação**

Geralmente, a radiação prejudicial é causada por raios *alfa* ( $\alpha$ ), *beta* ( $\beta$ ) e *gama* ( $\gamma$ ). As partículas alfas são íons de hélio com carga positiva. São pesadas, só conseguem percorrer alguns centímetros no ar e não conseguem penetrar a camada de queratina da pele. No entanto, são partículas de alta energia com alto valor de Sv (sievert) e podem causar danos extensos aos tecidos se ingeridas ou inaladas. As partículas betas são feixes de elétrons com carga negativa que podem percorrer vários metros no ar e causam lesões superficiais semelhantes a queimaduras solares devido à sua limitada capacidade de penetração profunda nos tecidos. Os raios gama dos raios X e do decaimento natural de radioisótopos, como o cobalto e o irídio, podem viajar vários metros no ar e penetrar profundamente nos tecidos. Consequentemente, os raios gama podem causar danos muito profundos, envolvendo estruturas vitais como a medula óssea e os pulmões. Além de queimaduras gama profundas na pele, os pacientes apresentam sintomas sistêmicos descritos como Síndrome Aguda da Radiação (SAR) (ŻWIERELŁO *et al.*, 2023).

### **Fisiopatologia (Zonas de Jackson)**

Segundo ŻwierelŁo *et al.*, (2023), lesões por queimadura causam necrose coagulativa de vá-

rias camadas da pele e tecidos subjacentes. Devido à sua função principal como barreira fisiológica que protege os tecidos subjacentes, a pele geralmente limita a propagação dos danos às camadas mais profundas, mas a extensão dos danos é determinada pela temperatura, pela energia transmitida pelo agente causador e pela duração da exposição (**Figura 3.3**). Em princípio, o local de uma queimadura cutânea pode ser dividido em três zonas:

### Coagulação

Zona de coagulação, representa a área de necrose com dano tecidual irreversível ocorrido no momento da lesão.

### Estase

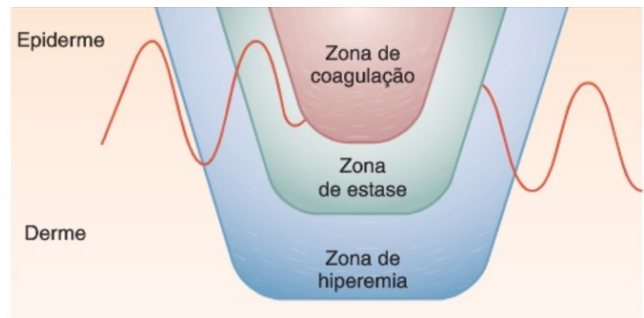
Zona de estase, circunda a zona de coagulação e é moderadamente danificada por transudato vascular, fatores vasoconstritores elevados, bem como reações inflamatórias locais, resultando em perfusão tecidual prejudicada. Dependendo do ambiente da ferida, a zona pode recuperar ou evoluir para necrose.

### Hiperemia

Zona de hiperemia, com vasos dilatados causados por inflamação. É caracterizada por aumento do fluxo sanguíneo para tecidos saudáveis,

sem grande risco de necrose, a menos que haja sepse grave ou hipoperfusão prolongada.

**Figura 3.3** Zonas de lesão após queimadura. A zona de coagulação é a porção irreversivelmente danificada. As zonas de estase e hiperemia são definidas em resposta da lesão



A zona de Jackson orienta diretamente a conduta cirúrgica nas queimaduras (**Tabela 3.1**). A zona de coagulação corresponde a tecido com necrose irreversível e deve ser excisada cirurgicamente, geralmente seguida de enxertia. A zona de estase apresenta perfusão reduzida, mas ainda é potencialmente viável, devendo ser tratada inicialmente de forma conservadora, com boa ressuscitação e cuidados locais, sendo reavaliada após 48–72 horas para decidir sobre necessidade de excisão se houver progressão para necrose. Já a zona de hiperemia mantém tecido viável e evolui para recuperação espontânea, não havendo indicação de tratamento cirúrgico.

**Tabela 3.1** Relação das Zonas de Jackson com viabilidade e conduta

Zona de Jackson	Viabilidade	Conduta
<b>Coagulação</b>	<b>Necrose irreversível</b>	<b>Excisão + enxertia</b>
<b>Estase</b>	<b>Potencialmente salvável</b>	<b>Conduta conservadora inicial; reavaliar 48-72h</b>
<b>Hiperemia</b>	<b>Viável</b>	<b>Tratamento clínico</b>

**Fonte:** Adaptado de SCHULTZ *et al.*, 2011.

## Resposta inflamatória sistêmica

Queimaduras que acometem mais de 30% da Área de Superfície Corporal Total (ASCT)

podem levar a importante hipovolemia e resposta inflamatória sistêmica. A liberação maciça de mediadores inflamatórios aumenta a permeabilidade capilar, resultando em extravasamento de plasma para o interstício e formação

de edema tanto em tecidos queimados quanto não queimados.

Esse processo leva ao chamado **choque por queimadura**, caracterizado por comprometimento circulatório e microcirculatório, com redução do volume plasmático, diminuição do débito cardíaco e queda da perfusão tecidual. Como consequência, ocorre redução do fluxo sanguíneo periférico, aumento da resistência vascular sistêmica (RVS) e diminuição da diurese.

O choque por queimadura configura um estado de hipoperfusão tecidual, com oferta inadequada de oxigênio e nutrientes e prejuízo na remoção de metabólitos, podendo evoluir para disfunção orgânica se não tratado adequadamente.

A formação de edema é uma resposta central nesse processo. Ela ocorre quando a quantidade de líquido que sai dos capilares excede a capacidade de retorno ao sistema vascular e linfático. O edema tem caráter bifásico: uma fase inicial rápida, nas primeiras horas após a lesão, predominante nos tecidos queimados, e uma segunda fase, entre 12 e 24 horas, com acúmulo progressivo de líquido também em áreas não queimadas.

A reposição volêmica precoce e adequada é fundamental para reverter esse quadro e restaurar a perfusão sistêmica (ZWIERYŁO *et al.*, 2023).

### Perda da barreira cutânea

Nas queimaduras superiores a 30% da área de superfície corporal, os insultos térmicos resultam numa diminuição dos potenciais transmembranares celulares nos músculos esqueléticos, não apenas no local da lesão, mas também distantes do local da lesão. Foi demonstrado que as membranas celulares em músculos esqueléticos danificados e intactos demonstram despolarização parcial do potencial de membrana de -90 mV a -80mV e -70 mV. Assim que

há um declínio no potencial da membrana, o conteúdo de água e sódio nas células aumenta.

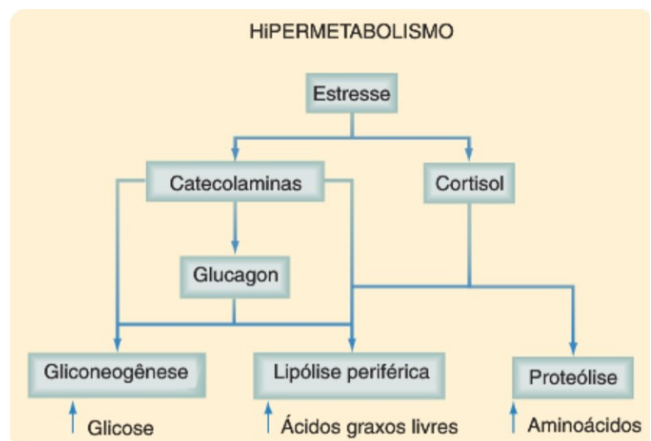
### Hipermetabolismo

A elevada demanda energética é característica de pacientes queimados e está diretamente relacionada à extensão da queimadura. Em casos com ASCT inferior a 10%, o gasto energético em repouso permanece próximo ao normal; porém, em queimaduras acima de 40%, pode atingir o dobro durante a fase aguda. Após o pico, o metabolismo reduz gradualmente, permanecendo ainda elevado meses após a lesão.

A resposta hipermetabólica resulta de complexa desregulação metabólica, hormonal e inflamatória, marcada pelo aumento de catecolaminas, cortisol, glucagon e citocinas pró-inflamatórias (IL-1, IL-6, TNF), além de maior produção de espécies reativas de oxigênio. Essas alterações estimulam o catabolismo, inibem a síntese proteica e lipídica e levam a balanço nitrogenado negativo, utilizando o músculo esquelético como principal fonte energética.

A degradação acelerada de proteínas leva a uma perda significativa de massa corporal magra (MCM) e atrofia muscular, resultando em força reduzida e resultados de reabilitação comprometidos (Figura 3.4).

Figura 3.4 Resultado do hipermetabolismo



Fonte: SCHULTZ *et al.*, 2011

### Risco de sepse

O trauma térmico também perturba a função hepática. A pesquisa mostrou que a lesão térmica altera a expressão hepática e as concentrações séricas de proteínas de fase aguda. As concentrações séricas de complemento C3 e  $\alpha$ 2-macroglobulina em pacientes queimados inicialmente caem e depois aumentam gradualmente. O redirecionamento de substratos para sintetizar essas proteínas, o aumento da utilização de proteínas musculares para produção de energia devido à resposta hipermetabólica e a absorção prejudicada de nutrientes (incluindo aminoácidos) em pacientes queimados são os prováveis fatores que suprimem a síntese de proteínas hepáticas constitutivas. A menor produção dos componentes proteicos das lipoproteínas VLDL (transportadores de triacilgliceróis e ácidos graxos) reduz sua liberação pelo fígado, o que pode levar à infiltração gordurosa desse órgão. Isso, por sua vez, aumenta o risco de sepse. Além disso, o uso de TG como substrato energético em tecidos extra-hepáticos é reduzido

### Avaliação inicial do paciente queimado

Deve ser **rápida, sistematizada e prioritária**, seguindo o **ABCDE do trauma**, pois o risco de morte imediata é elevado (**Figura 3.5**).

De acordo com a abordagem ATLS/EMSB, o exame clínico específico da área queimada deve seguir-se ao levantamento primário. A avaliação da área queimada é dividida em duas partes principais: o % ASCT e a profundidade da queimada (GIRETZLEHNER *et al*, 2021).

É importante calcular o % ASCT, pois é usado para determinar a quantidade de fluido de reanimação necessária (HO *et al*, 2023). As diretrizes do NICE discutem três métodos para

estimativa de % ASCT. O método mais confiável é o gráfico de Lund e Browder (MURARI & SINGH, 2019), que está disponível em todos os departamentos de acidentes e emergências. Outra forma simples é a regra da mão de 1%, em que a própria mão do paciente (palma e dedos) é considerada como 1% da ASCT % do paciente (DARGAN *et al*, 2020). O método final recomendado pelo NICE é a regra dos 9 de Wallace (**Tabela 3.2**).

### Estratificação das queimaduras

A estratificação das queimaduras é uma etapa fundamental na avaliação inicial do paciente queimado, pois permite classificar a gravidade da lesão de forma padronizada, a fim de determinar o nível de cuidado necessário, incluindo a indicação de internação hospitalar, admissão em unidade de terapia intensiva ou encaminhamento imediato para centros especializados em tratamento de queimaduras (**Tabela 3.3**) (ABA, [s.d.]).

Do ponto de vista clínico, a estratificação integra múltiplos fatores como extensão da superfície corporal queimada, profundidade da lesão, localização anatômica, a idade do paciente, a presença de comorbidades e a ocorrência de lesão inalatória associada. Isoladamente ou em conjunto, esses dados influenciam diretamente o risco de complicações, mortalidade e sequelas funcionais, uma vez que queimaduras aparentemente limitadas podem assumir caráter grave quando envolvem áreas funcionais ou pacientes vulneráveis (ISBI, [s.d.]).

No que se refere à extensão da queimadura, ela é expressa como percentual da superfície corporal queimada (SCQ), e relaciona-se diretamente com a resposta inflamatória sistêmica,

o risco de choque hipovolêmico, infecção e falência orgânica. Queimaduras extensas demandam reposição volêmica agressiva, monitorização contínua e, frequentemente, cuidados intensivos, justificando sua classificação como moderadas ou graves (HERNDON, 2018).

Conforme descrito no *Practice Guidelines for Burn Care* (ISBI), a profundidade da lesão define a capacidade de cicatrização espontânea e a necessidade de intervenção cirúrgica. Ela subdivide-se do 1º ao 4º grau, sendo que queimaduras superficiais tendem a curar-se com tra-

tamento conservador, enquanto lesões de espessura profunda ou total estão associadas a maior morbidade, risco infeccioso e necessidade de procedimentos cirúrgicos. A idade do paciente e a presença de comorbidades influenciam diretamente a resposta fisiológica à queimadura. Crianças pequenas, idosos e pacientes com doenças cardiovasculares, pulmonares, renais ou metabólicas apresentam menor reserva fisiológica e maior risco de complicações, o que eleva a gravidade da queimadura mesmo em lesões de menor extensão.

**Tabela 3.2** Uma estimativa para o ASCT % da queimadura com base nas partes do corpo afetadas usando Regra do Nove de Wallace

Parte do corpo	% de ASCT estimada
Cabeça e pescoço	9% adultos, 18% crianças
Braço individual	9%
Peitoral anterior e costas	18%
Posterior do peito e costas	18%
Perna individual	18% em adultos, 13,5% em crianças
Períneo	1%

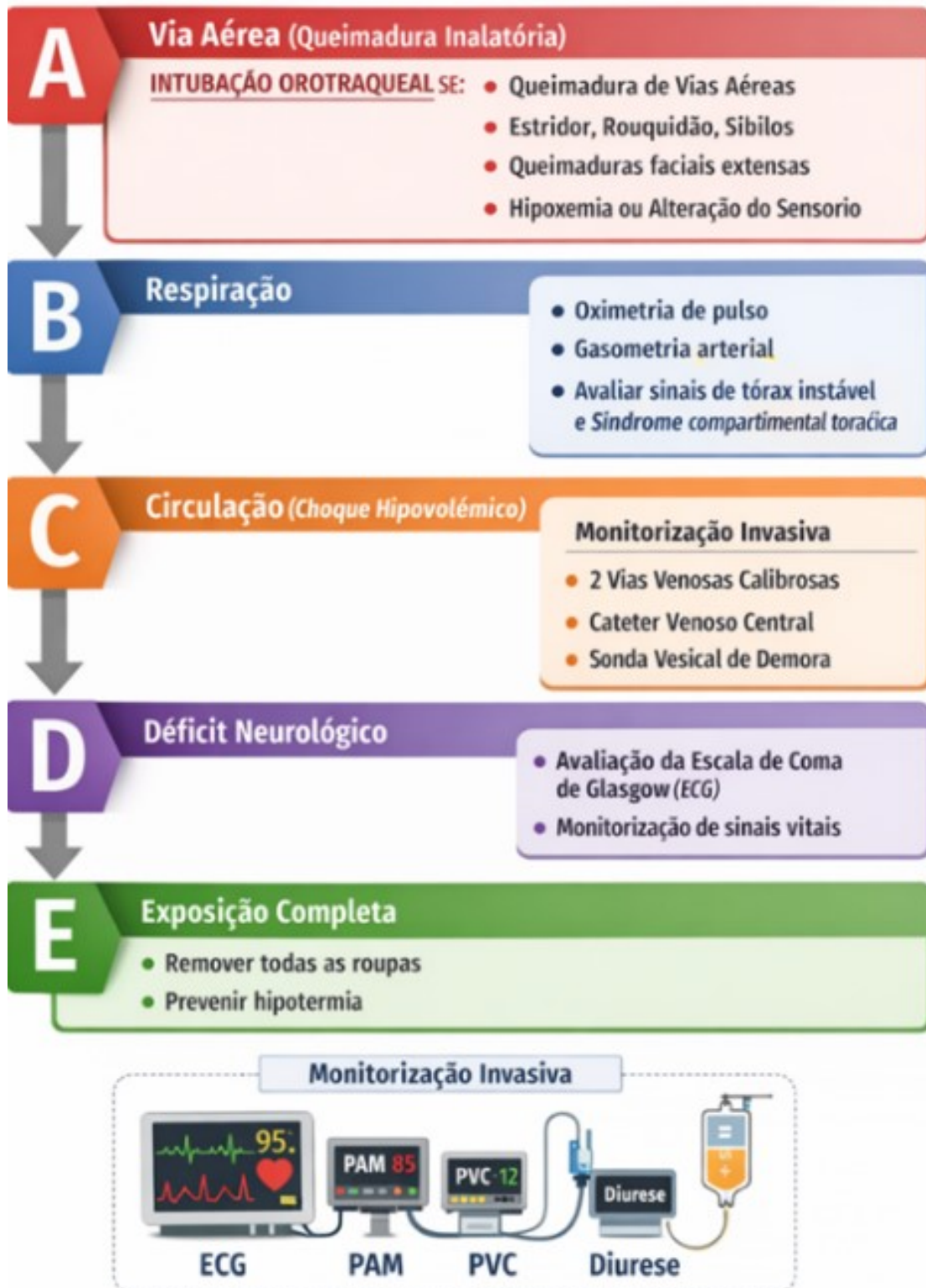
**Fonte:** Adaptado de Kiwan *et al.* 2025.

**Tabela 3.3** Estratificação de queimaduras

Critério	Leve	Moderada	Grave
Extensão	< 10% SCQ	10-20% SCQ	> 20% SCQ
Profundidade	Superficial	Parcial profunda	Espessura
Localização	Áreas não funcionais	Extremidades	Face, mãos, pés, períneo
Idade	Adulto saudável	< 5 ou > 60 anos	Extremas
Comorbidades	Ausentes	Leves	Importantes
Lesão Inalatória	Ausente	Suspeita	Presente

**Fonte:** Adaptado de SCHULTZ *et al.*, 2011.

Figura 3.5 Fluxograma ABCDE



Fonte: Adaptado de SCHULTZ *et al.*, 2011

## Avaliação da profundidade das queimaduras

A profundidade da queimadura reflete o grau de destruição das camadas cutâneas e dos tecidos subjacentes, representando um dos principais determinantes na escolha do manejo terapêutico e na previsão da capacidade de cicatrização espontânea e da necessidade de tratamento cirúrgico, sendo o exame realizado à beira do leito a abordagem inicial padrão (MONSTREY, 2008).

A avaliação clínica baseia-se em características visuais e táteis da ferida, como o aspecto de seu leito, a presença de bolhas, a coloração, a umidade tecidual, o retorno capilar, e a sensibilidade dolorosa (SCHULTZ et al., 2011).

De acordo com WHO Burns: Fact Sheets and Management Guidelines, localização anatômica possui impacto significativo na gravidade da lesão. Queimaduras em face, mãos, pés, períneo e grandes articulações são consideradas graves independentemente da sua extensão, devido ao risco de comprometimento funcional,

estético e respiratório, além da complexidade reconstrutiva, justificando encaminhamento precoce a centros especializados.

Por fim, a lesão inalatória representa um dos mais importantes marcadores de gravidade, estando associada a um aumento significativo da mortalidade e sendo critério absoluto de encaminhamento do paciente a centros especializados em queimaduras. A presença de comprometimento das vias aéreas e do parênquima pulmonar preconiza manejo intensivo, ventilação mecânica precoce e monitorização rigorosa (ABA, [s.d.]).

A fisiopatologia das queimaduras relaciona-se à profundidade da lesão e ao grau de destruição das camadas cutâneas. A classificação de cada grau de queimadura varia em aspectos clínicos - úmida, seca, eritematosa, esbranquiçada, presença de bolhas, áreas de necrose - e pode apresentar dor ou não. Devido a tais variações, as condutas para cada grau de queimadura também variam, conforme o apresentado na Tabela 3.4 a seguir:

**Tabela 3.4** Avaliação da profundidade das queimaduras

Grau	Estrutura acometida	Aspecto clínico	Dor	Conduta
1º grau	Epiderme	Eritema, pele íntegra e seca	intensa	Tratamento conservador
2º grau superficial	Epiderme + derme superficial	Bolhas, superfície úmida	intensa	Conservador com retaliação
2º grau profundo	Derme profunda	Pálida ou avermelhada, menos úmida	moderada	Avaliar cirurgia
3º grau	Espessura total da pele	Branca, cérea ou escura, seca	ausente	Cirurgia obrigatória
4º grau	Fáscia, musculo ou osso	Carbonização, necrose profunda	ausente	Cirurgia complexa/ amputação

**Fonte:** Adaptado de SCHULTZ *et al.*, 2011.

## Grau de queimaduras: fisiopatologia e necessidade cirúrgica

Nas queimaduras de 1º grau há preservação total da derme e nas de 2º grau superficiais, somente a derme superficial é acometida. Assim, estruturas anexiais como folículos pilosos e glândulas sudoríparas, que funcionam como reservatórios de células epiteliais, são preservadas, o que permite a migração celular e a regeneração epitelial (TOWNSEND *et al.*, 2021). Do ponto de vista fisiopatológico, essas lesões são inflamações locais, com aumento da permeabilidade capilar e liberação controlada de mediadores inflamatórios, sem comprometimento irreversível da microcirculação dérmica. Dessa forma, o suprimento sanguíneo e a oxigenação tecidual são suficientes para que ocorra a cicatrização fisiológica, sem necessidade de intervenção cirúrgica (SCHULTZ *et al.*, 2011)

Quando as camadas teciduais acometidas vão até a derme profunda, tem-se uma queimadura caracterizada como de 2º grau profundo,

em que se deve avaliar a necessidade de cirurgia, já que essa lesão se estende até a região de anexos cutâneos. Embora algumas dessas estruturas possam permanecer viáveis, sua distribuição é irregular e quantitativamente insuficiente para garantir cicatrização rápida e uniforme (HERNDON, 2018).

Em contraste, queimaduras de 3º grau - que acometem toda a espessura pele ou de 4º grau que acometem fáscia, músculo ou osso levando à perda da arquitetura tecidual responsável pela regeneração epitelial, trombose da microcirculação e isquemia, impedindo a cicatrização espontânea adequada (ABA, [s.d.]). Nessas situações a presença de necrose tecidual atua como um meio favorável à proliferação bacteriana e à perpetuação da resposta inflamatória local e sistêmica. Portanto, é necessária a intervenção cirúrgica para remover o tecido desvitalizado, reduzir a carga bacteriana, interromper o ciclo inflamatório e permitir a restauração da cobertura cutânea por meio de enxertia (**Figura 3.6**) (SCHULTZ *et al.*, 2011).

**Figura 3.6** Fluxograma grau de queimadura e conduta cirúrgica



**Fonte:** Adaptado de SCHULTZ *et al.*, 2011.

## Queimaduras superficiais tratamento conservador

O tratamento conservador é baseado em limpeza adequada da ferida, analgesia eficaz, prevenção de infecção e uso de curativos apropriados. Este método está indicado para queimaduras de 1º grau e de 2º grau superficial, desde que não haja sinais de progressão da profundidade ou infecção associada (ISBI). No entanto, é imprescindível que a ferida seja reavaliada diariamente, com cuidado especial nas primeiras 72 horas, por ser um período no qual a lesão pode sofrer aprofundamento em decorrência de isquemia progressiva dos tecidos adjacentes (SCHULTZ *et al.*, 2011).

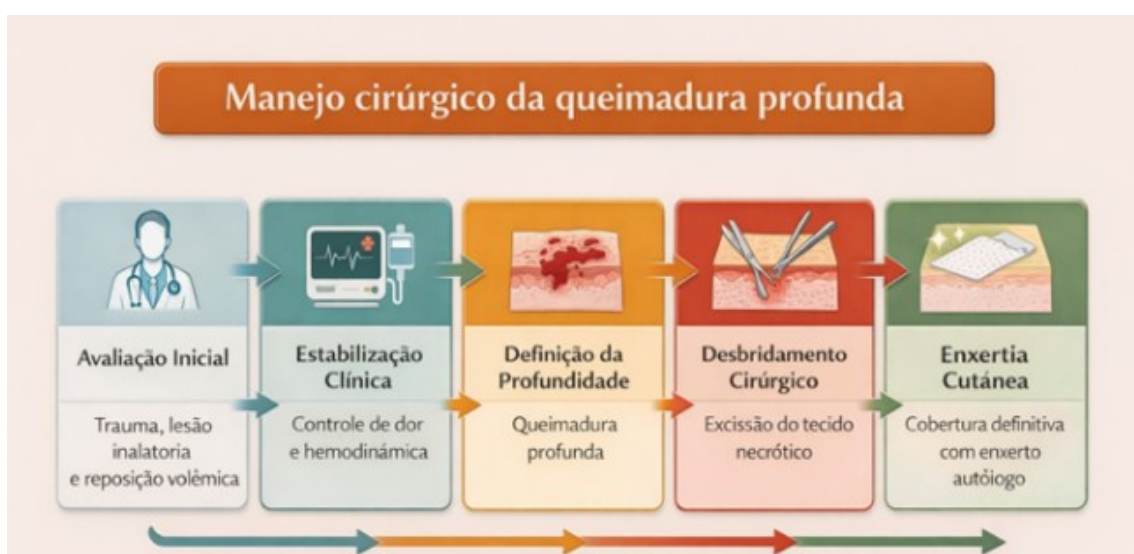
Dentre os curativos apropriados podem-se citar os curativos absorventes, que são muito utilizados na fase inicial das lesões para remover o excesso de exsudato, evitar maceração da pele adjacente e manter o leito da ferida limpo, criando um ambiente favorável à cicatrização. Com a evolução do processo cicatricial, a estratégia deve ser ajustada para manutenção da umidade adequada e estímulo à epitelização (SCHULTZ *et al.*, 2011).

## Manejo cirúrgico da queimadura profunda

A American Burn Association descreve o manejo cirúrgico como o pilar do tratamento das queimaduras profundas. Dentre os principais procedimentos realizados tem-se o desbridamento precoce e a enxertia cutânea. O principal objeto do desbridamento precoce é a remoção de tecidos necróticos, a redução da carga bacteriana e o preparo adequado do leito da ferida para enxertia cutânea (SCHULTZ *et al.*, 2011). Estudos mostram que este procedimento, quando realizado entre o 3º e o 7º dia pós lesão, associa-se à redução da incidência de infecção, menor tempo de internação hospitalar e melhores resultados funcionais e estéticos.

Segundo a ISBI, a enxertia cutânea autóloga é o método de escolha para o fechamento definitivo das queimaduras profundas, permitindo restauração da barreira cutânea, redução da perda hídrica e diminuição do risco infeccioso (**Figura 3.7**).

**Figura 3.7** Fluxograma manejo cirúrgico da queimadura profunda



**Fonte:** Adaptado de SCHULTZ *et al.*, 2011.

## Indicações de intervenção cirúrgica

A indicação de intervenção cirúrgica no paciente queimado não depende exclusivamente do diagnóstico inicial, mas da evolução clínica da ferida ao longo do tempo. Sendo assim, é necessário analisar a resposta inflamatória local, o controle da carga bacteriana, a estabilidade clínica do paciente e a possibilidade de progressão da lesão mesmo após o uso de medidas conservadoras (**Tabela 3.5**) (SCHULTZ *et al.*, 2011).

Um dos princípios centrais para a indicação cirúrgica é a necessidade de interromper o ciclo fisiopatológico da ferida aberta, caracterizado por necrose tecidual persistente, inflamação prolongada, colonização bacteriana e perda contínua de fluidos e proteínas (ABA, [s.d.]). Sendo assim, a cirurgia atua como medida de controle do foco inflamatório, reduzindo a liberação de mediadores pró inflamatórios, auxiliando a cicatrização e reduzindo o risco de in-

fecção sistêmica e de grandes respostas hipermetabólicas, principalmente em queimaduras extensas (SCHULTZ *et al.*, 2011).

Outro aspecto fundamental é o *timing* da intervenção cirúrgica. Evidências demonstram que a excisão precoce do tecido desvitalizado, se realizada logo após estabilização clínica do paciente, reduz o tempo de internação, o número de procedimentos subsequentes e a incidência de infecções. Assim, a decisão cirúrgica deve considerar o momento mais oportuno para sua realização (ABA, [s.d.]).

Por fim, a WHO define que a indicação de cirurgia deve ser integrada ao plano de reabilitação precoce, uma vez que o fechamento adequado e oportuno das feridas contribui para melhores desfechos funcionais a longo prazo. Dessa forma, a cirurgia não deve ser vista como evento isolado, mas como uma etapa essencial de um cuidado multidisciplinar contínuo.

**Tabela 3.5** Indicações cirúrgicas no paciente queimado

Situação clínica	Intervenção cirúrgica	Classificação
Queimaduras de 3º grau	Desbridamento + enxertia	Absoluta
Queimaduras profundas em epitelização em 14-21 dias	Excisão e enxertia	Absoluta
Escara circunferencial com síndrome compartimental	Escarotomia	Absoluta
Infecção ou sepse do sítio queimado	Desbridamento cirúrgico	Absoluta
Queimadura funcional (mão ou face)	Cirurgia precoce	Relativa
Comprometimento estético significativo	Reconstrução	Relativa
Falha do tratamento conservador	Cirurgia de resgate	Relativa

**Fonte:** Adaptado de SCHULTZ *et al.*, 2011.

## Modalidades de intervenção cirúrgica

### Escarotomia

A escarotomia está indicada principalmente nos casos de queimaduras profundas de segundo grau e de terceiro grau que envolvem de

forma circunferencial uma extremidade ou o tronco. Nessas situações, a formação de uma escara rígida e não complacente, associada ao edema progressivo dos tecidos subjacentes, compromete inicialmente o retorno venoso e,

de forma subsequente, a perfusão arterial distal (SCHULTZ *et al.*, 2011).

Clinicamente, o comprometimento vascular pode ser identificado por alterações sensitivas, como insensibilidade, parestesia ou hiperestesia nos dígitos, além de sinais de hipoperfusão, como enchimento capilar lento. A avaliação complementar pode ser realizada por Doppler, para análise do fluxo arterial das artérias digitais e dos arcos palmares ou plantares, bem como pela mensuração de pressões tissulares, sendo valores superiores a 40 mmHg indicativos de risco iminente e necessidade de intervenção cirúrgica (**Figura 3.8**) (SCHULTZ *et al.*, 2011).

**Figura 3.8** Queimadura circunferencial de extremidade com indicação de escarotomia



**Fonte:** Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica. Procedimentos no atendimento para queimaduras nas mãos na fase aguda. Revista Brasileira de Cirurgia Plástica.

A escarotomia consiste na liberação cirúrgica da escara, por meio de incisões longitudinais completas, realizadas com bisturi ou electrocautério, geralmente à beira do leito. As incisões devem atravessar toda a espessura da escara, permitindo a descompressão dos tecidos subjacentes e a restauração do fluxo sanguíneo (SCHULTZ *et al.*, 2011).

Nas extremidades, as incisões são feitas nas faces medial e lateral do membro. Quando a mão está envolvida, as incisões estendem-se pelas eminências tenar e hipotenar, além das faces dorsolaterais dos dedos, permitindo a abertura completa da mão. Em casos nos quais a profundidade da lesão indica futura excisão e enxertia,

a escarotomia atua como medida temporária, garantindo perfusão adequada dos tecidos viáveis até a abordagem definitiva (OLIVEIRA & FERREIRA, 2012).

No tronco, especialmente no tórax, a escarotomia é indicada quando a escara constrictiva limita a expansão torácica, comprometendo a ventilação. Essa condição pode ser identificada pela redução dos volumes correntes ou pelo aumento da pressão inspiratória de pico em pacientes sob ventilação mecânica controlada, sendo a liberação torácica essencial para restabelecer a mecânica ventilatória adequada (SCHULTZ *et al.*, 2011).

Entre as principais complicações associadas à escarotomia destacam-se a perda sanguínea e a liberação sistêmica de metabólitos anaeróbicos, o que pode resultar em hipotensão transitória após o procedimento. Além disso, a reperfusão dos tecidos previamente isquêmicos pode levar à hiperemia reativa e ao aumento do edema muscular, exigindo monitorização contínua da perfusão distal (SCHULTZ *et al.*, 2011).

Caso haja elevação persistente das pressões compartimentais musculares após a escarotomia, pode ser necessária a realização de fasciotomia. Se, mesmo após a liberação adequada da escara, a perfusão distal não melhorar, deve-se suspeitar de hipotensão sistêmica por hipovolemia, devendo-se priorizar o manejo clínico adequado (SCHULTZ *et al.*, 2011).

### **Fasciotomia**

A fasciotomia é indicada quando o comprometimento tecidual decorrente da queimadura ultrapassa a escara cutânea, atingindo planos profundos, com risco iminente ou instalado de síndrome compartimental, especialmente após a realização de escarotomia sem recuperação adequada da perfusão distal. Nesses casos, a simples liberação da escara não é suficiente

para aliviar o aumento da pressão intracompartimental causado por edema muscular e isquemia vascular (HIDAYATI *et al.*, 2024).

Nas queimaduras profundas, particularmente nas queimaduras elétricas de alta voltagem, a lesão tecidual pode ser extensa e desproporcional aos achados cutâneos. A necrose muscular pode se estender para áreas distantes do ponto de entrada da corrente elétrica, gerando edema progressivo e aumento da pressão dentro dos compartimentos musculares. Esse processo compromete o fluxo sanguíneo, levando à isquemia tecidual e configurando a síndrome compartimental. Nessa situação, a fasciotomia torna-se um procedimento emergencial, com o objetivo de descompressão cirúrgica dos compartimentos, preservação da viabilidade muscular e redução da progressão da necrose (HIDAYATI *et al.*, 2024).

As queimaduras elétricas apresentam características particulares que justificam a indicação precoce de fasciotomia. Os nervos periféricos conduzem eletricidade preferencialmente devido à sua baixa resistência, tornando-se altamente suscetíveis a lesões. Embora exista escassez de evidências de alta qualidade para padronizar o manejo dessas lesões, estudos disponíveis sugerem que a fasciotomia associada à descompressão nervosa está relacionada à melhora da função neurológica periférica a longo prazo, sobretudo quando os sintomas persistem após a fase aguda da lesão (HIDAYATI *et al.*, 2024).

A lesão por queimadura elétrica representa uma condição grave e potencialmente fatal, sendo a quarta principal causa de mortes relacionadas ao trabalho, com a maioria dos casos ocorrendo no ambiente ocupacional. Nas queimaduras elétricas de alta tensão, a necrose muscular profunda pode evoluir rapidamente para síndrome compartimental, sepse e insuficiência renal. Nesses pacientes, a fasciotomia precoce

é considerada um manejo emergencial fundamental, pois pode reduzir a progressão da lesão, melhorar a recuperação do tecido do membro e potencialmente diminuir a necessidade de amputação (HIDAYATI *et al.*, 2024).

A amputação, quando indicada, é uma medida salvadora de vida, associada a melhores taxas de sobrevivência em pacientes com lesões elétricas extensas. No entanto, fatores como encaminhamento tardio, descompressão inadequada, níveis elevados de creatinina quinase e mioglobina, insuficiência renal e sepse estão associados a piores desfechos. Estratégias como descompressão precoce, necrotomias seriadas e reconstrução precoce retardada demonstram impacto positivo nos resultados clínicos, reforçando o papel central da fasciotomia no manejo cirúrgico das queimaduras elétricas graves (HIDAYATI *et al.*, 2024).

#### **Desbridamento cirúrgico**

O desbridamento cirúrgico é etapa fundamental no tratamento das queimaduras, com o objetivo de remover tecido desvitalizado, reduzir a carga infecciosa e preparar o leito da ferida para enxertia (CRETU *et al.*, 2025).

#### **Desbridamento precoce × tardio**

O desbridamento precoce, preferencialmente realizado nos primeiros dias após a lesão, constitui o padrão atual de cuidado, pois reduz a mortalidade, o tempo de internação hospitalar, o risco de infecção e o estado hipermetabólico associado à presença da escara. Em contraste, o desbridamento tardio associa-se a maior risco de sepse, atraso na cicatrização e piores desfechos funcionais, sendo reservado a situações clínicas específicas ou limitações do estado geral do paciente (CRETU *et al.*, 2025).

#### **Desbridamento tangencial × excisional**

A excisão tangencial é a técnica mais utilizada, caracterizada pela remoção progressiva das camadas queimadas até a identificação de

tecido viável, proporcionando melhores resultados funcionais e estéticos, embora com maior potencial de sangramento. Já a excisão excisional (fascial) remove todo o tecido comprometido até o plano da fáscia, sendo indicada principalmente em queimaduras de espessura total ou na presença de infecção, permitindo melhor controle do sangramento e da contaminação, porém com maior morbidade e resultados estéticos inferiores (CRETU *et al.*, 2025).

### Enxertia de pele

A enxertia de pele é etapa essencial no tratamento das queimaduras profundas de segundo e terceiro grau, uma vez que essas lesões não cicatrizam adequadamente sem cobertura cutâ-

nea (**Tabela 3.6**) (HERNDON, 2018). Os auto-enxertos podem ser classificados em enxertos de espessura parcial e de espessura total, conforme as camadas de pele removidas do sítio doador (SCHULTZ *et al.*, 2011).

Os enxertos de espessura parcial, compostos por epiderme e parte da derme, são os mais utilizados, especialmente em queimaduras extensas, pois permitem cobertura de grandes áreas e possibilitam a reutilização do sítio doador após cicatrização. Contudo, apresentam maior risco de contratura cicatricial, alterações pigmentares e resultados estéticos inferiores quando comparados aos enxertos de espessura total (HERNDON, 2018).

**Tabela 3.6** Tipos de enxertos cutâneos, indicações, vantagens e desvantagens

Tipo e enxerto	Indicação	Vantagens	Desvantagens
<b>Enxerto de espessura parcial (STSG)</b>	Queimaduras extensas, profundas de 2º e 3º graus, quando há limitação de área doadora	Permite cobertura de grandes áreas; área doadora pode ser reutilizada; maior taxa de pega; pode ser expandido (malha)	Maior risco de contratura cicatricial; resultado estético inferior; hipopigmentação e dor no sítio doador
<b>Enxerto de espessura total (FTSG)</b>	Áreas funcionais e estéticas (face, mãos); defeitos menores	Melhor elasticidade, textura e aparência; menor contratura cicatricial; melhor resultado funcional	Áreas doadoras limitadas; necessidade de fechamento primário; menor viabilidade em grandes áreas pela revascularização mais lenta
<b>Enxerto em malha</b>	Grandes queimaduras, quando há escassez de pele doadora	Permite expansão do enxerto (2:1 até ≥ 4:1); facilita drenagem de exsudato; cobre áreas extensas	Resultado estético inferior; padrão em malha visível; não indicado para face e mãos
<b>Microenxerto</b>	Queimaduras maciças (> 50–75% da SCQ)	Alta taxa de expansão (até 9:1); melhor viabilidade metabólica; reduz necessidade de múltiplas cirurgias	Técnica mais complexa; custo elevado; resultado estético limitado

**Fonte:** Adaptado de HERNDON, 2018.

Os enxertos de espessura total, que incluem epiderme e toda a derme, oferecem melhor elasticidade, textura e resultado funcional, com menor incidência de contraturas. Entretanto, seu uso é limitado pela escassez de áreas doadoras e pela necessidade de fechamento primário do

sítio doador (HERNDON, 2018). Sendo indicados principalmente para regiões de maior importância funcional e estética, como face e mãos (SCHULTZ *et al.*, 2011).

Os enxertos em malha (*mesh graft*) são empregados quando há necessidade de expandir a

pele disponível, permitindo a cobertura de áreas extensas e facilitando a drenagem de exsudato. Apesar de sua eficácia em grandes queimaduras, apresentam desvantagens estéticas, com padrão em malha visível, motivo pelo qual não são recomendados para áreas expostas ou de alta exigência estética (HERNDON, 2018).

### **Substitutos cutâneos**

Os substitutos cutâneos são materiais utilizados para restaurar temporária ou definitivamente a cobertura da pele em pacientes queimados, reduzindo perda hídrica, risco de infecção e resposta inflamatória, além de preparar o leito da ferida para enxertia definitiva (CRETU *et al.*, 2025).

#### **Biológicos**

Incluem aloenxertos (pele humana de cadáver), xenoenxertos (principalmente de origem suína) e matrizes dérmicas acelulares, como Integra® e AlloDerm®. Atuam como cobertura temporária ou como arcação dérmico, promovendo angiogênese, controle da dor e melhor qualidade cicatricial. São especialmente úteis em queimaduras extensas, profundas, com escassez de área doadora ou em áreas funcionais

onde se busca melhor resultado estético e funcional (CRETU *et al.*, 2025).

#### **Sintéticos**

São compostos por polímeros artificiais (ex.: silicone, poliuretano) e podem ser temporários ou semipermanentes. Exemplos incluem Biobrane® e Suprathel®. Têm a vantagem de disponibilidade imediata, menor risco de transmissão de doenças e fácil aplicação. Atuam principalmente como curativos avançados, favorecendo cicatrização, controle do exsudato e redução da dor, sendo mais indicados para queimaduras de espessura parcial.

Os substitutos cutâneos são indicados em queimaduras extensas, quando há limitação de pele doadora, como cobertura temporária após excisão precoce, em queimaduras profundas antes da enxertia definitiva, e em áreas nobres (face, mãos) para melhorar o desfecho funcional e estético. A escolha entre biológicos ou sintéticos depende da profundidade da queimadura, extensão da área acometida, condição clínica do paciente e objetivos reconstrutivos (CRETU *et al.*, 2025).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABA - AMERICAN BURN ASSOCIATION. Practice guidelines for burn care. Chicago: American Burn Association, s.d.

CRETU, A. *et al.* Strategies to optimize acute burn wound therapy: a comprehensive review. *Medicina*, v. 61, n. 1, p. 128, 2025.

CRUZ, B.F. *et al.* Perfil epidemiológico de pacientes que sofreram queimaduras no Brasil: revisão de literatura. *Revista Brasileira de Queimaduras*, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 230-234, 2012.

DARGAN, D. *et al.* A rule of thumb for hand burns: categorization and mapping of proportional surface area involvement. *Journal of Burn Care & Research*, v. 41, p. 1092–1096, 2020.

GIRETZLEHNER, M. *et al.* Technical and medical aspects of burn size assessment and documentation. *Medicina*, v. 57, p. 242, 2021.

HERNDON, D.N. Total burn care. 5. ed. Philadelphia: Elsevier, 2018.

HIDAYATI, C.A. *et al.* A fasciotomia poderia prevenir a amputação em pacientes com lesões por queimadura elétrica? *Narra Journal*, v. 4, n. 2, e834, 2024.

HO, H.L. *et al.* Estimation of total body surface area burned: a comparison between burn unit and referring facilities. *Annals of Burns and Fire Disasters*, v. 36, p. 19–28, 2023.

ISBI - INTERNATIONAL SOCIETY FOR BURN INJURIES. Practice guidelines for burn care. [S.l.]: International Society for Burn Injuries, s.d.

KIWAN, O. *et al.* O que você precisa saber sobre: avaliação de queimaduras e tratamento inicial. *British Journal of Hospital Medicine*, London, v. 86, n. 10, p. 1–18, 2025.

LUQUETTI, C.M. *et al.* Visão geral dos procedimentos cirúrgicos usados no tratamento de queimaduras. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 8, 2024.

MONSTREY, S. *et al.* Assessment of burn depth and burn wound healing potential. *Burns*, v. 34, n. 6, p. 761–769, 2008.

MURARI, A. & SINGH, K.N. Lund and Browder chart-modified versus original: a comparative study. *Acute and Critical Care*, v. 34, p. 276–281, 2019.

OLIVEIRA, A.F. & FERREIRA, L.M. Procedimentos no atendimento para queimaduras nas mãos na fase aguda. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica*, 2012.

REVISTA BRASILEIRA DE CIRURGIA PLÁSTICA. Disponível em: <https://www.rbc.org.br/>. Acesso em: 31 jan. 2026.

SCHULTZ, G.S. *et al.* Principles of wound healing. In: Robert Fitridge; Matthew Thompson (eds.). *Mechanisms of Vascular Disease: A Reference Book for Vascular Specialists*. Adelaide: University of Adelaide Press, 2011. cap. 23.

TOWNSEND, C.M. *et al.* Sabiston: tratado de cirurgia: a base biológica da prática cirúrgica moderna. 21. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Burns: fact sheets and management guidelines. Geneva: World Health Organization, s.d.

ŻWIERĘŁŁO, W. *et al.* Queimaduras: classificação, fisiopatologia e tratamento: uma revisão. *International Journal of Molecular Sciences*, [S.l.], v. 24, n. 4, p. 3749, 2023.