

THIAGO OLIVEIRA SABINO DE LIMA

Mestre em Ensino em Ciências e Saúde pela UFT)
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0885047959308866>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2677-9481>
E-mail: sabinagepen@gmail.com

DJALMA LEANDRO NETO

Graduação em Segurança Pública pelaUnitins
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8299184492445391>
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9693-1772>
E-mail: DjalmaNeto@unitins.br

LINDEMBERG IVO DOS SANTOS

Graduação em Segurança Pública pelaUnitins
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6347078753211103>
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6526-1147>
E-mail: lindembergsantos@unitins.br

WELLITON FERREIRA FIDELES

Graduação em Segurança Pública pelaUnitins
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6347078753211508>
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3949-6051>
E-mail: WellitonFideles@unitins.br

Resumo: A biomecânica do trauma analisa os mecanismos de lesões no corpo decorrentes da interação entre forças externas e estruturas anatômicas. O diagnóstico e o tratamento adequado de vítimas em situações críticas. No contexto de desastres —naturais ou humanos — a compreensão detalhada é essencial para otimizar protocolos de atendimento pré-hospitalar e reduzir a gravidade das lesões. Este estudo tem como objetivo examinar a intersecção entre a biomecânica do trauma e a gestão de crises para propor diretrizes baseadas em evidências que aprimorem a resposta de emergência a eventos de múltiplas vítimas. A pesquisa adota abordagem qualitativa e quantitativa, com levantamento bibliográfico e análise documental de diretrizes técnicas, estudos científicos e dados estatísticos relacionados a incidentes de grande magnitude. Os resultados esperados incluem a identificação de padrões de trauma mais recorrentes em desastres e estratégias de investimento na formação e atualização das equipes de atendimento pré-hospitalar.

Palavras-chave: Biomecânica do trauma. Atendimento pré-hospitalar. Políticas públicas. Saúde Pública.

Abstract: Trauma biomechanics examines injury mechanisms that arise from interactions between external forces and anatomical structures. Such knowledge underpins accurate diagnosis and appropriate treatment of victims in critical situations. In disaster contexts—natural or human-made—a detailed understanding is essential to optimize prehospital care protocols and mitigate injury severity. This study aims to analyze the application of trauma biomechanics principles to the design of public policies that enhance emergency response in multi-casualty scenarios. The research adopts a qualitative-quantitative approach, combining bibliographic searches with documentary analysis of technical guidelines, scientific studies, and statistical data related to large-scale incidents. Expected results include identifying the most recurrent trauma patterns in disasters and outlining investment strategies for the training and continuous development of prehospital teams, thereby improving triage, initial stabilization, and patient outcomes.

Keywords: Trauma biomechanics. Pre-hospital care. Public policies. Disasters. Public health.

Introdução

A biomecânica do trauma constitui-se em um campo multidisciplinar que estuda, de forma detalhada, os mecanismos de lesões físicas no corpo humano, analisando a interação entre forças externas e as estruturas anatômicas. Esse conhecimento é essencial para a prevenção, o diagnóstico e o tratamento adequados das lesões, especialmente em contextos que envolvem atividades militares, segurança pública e atendimento emergencial. Segundo Nahum e Melvin (2016), compreender a forma como o corpo humano responde a diferentes tipos de forças é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e mitigação de danos.

No cenário contemporâneo, marcado pelo aumento de eventos críticos, como acidentes de trânsito de grande magnitude, desastres naturais, incidentes com múltiplas vítimas e operações de risco elevado, a compreensão dos mecanismos de trauma assume papel estratégico. O estudo da biomecânica permite identificar padrões de lesões, estabelecer parâmetros de avaliação de risco e orientar a elaboração de protocolos operacionais que otimizem a resposta pré-hospitalar. Conforme apontam Stalnaker et al. (2019), a análise criteriosa dos mecanismos de trauma auxilia na tomada de decisões rápidas e precisas no atendimento emergencial.

Apesar de avanços normativos segundo a Portaria nº 2.657/2004 do Ministério da Saúde, as Centrais de Regulação Médica de Urgências (SAMU-192) têm como função principal organizar e coordenar as respostas aos atendimentos de urgência, garantindo o acolhimento adequado e o encaminhamento do paciente conforme a gravidade do caso e os recursos disponíveis na rede de saúde (BRASIL, 2004).

Essa regulação atua como elo entre os diferentes níveis de atenção e contribui para o reordenamento dos fluxos assistenciais, com a regulamentação dos sistemas estaduais de urgência e emergência e a institucionalização do SAMU 192—persistem lacunas na incorporação sistemática de evidências biomecânicas aos fluxos assistenciais e às decisões de gestão. Observam-se assimetrias na formação, na padronização de condutas e na disponibilidade de recursos críticos (ex.: dispositivos de controle de hemorragia e meios de imobilização), além de dificuldades para adaptar protocolos gerais às especificidades de operações policiais, desastres naturais e eventos com dinâmica tático-operacional própria.

Além disso, a aplicação prática da biomecânica do trauma na formulação de políticas públicas possibilita a criação de medidas preventivas e corretivas mais eficazes, reduzindo a incidência e a gravidade das lesões. No contexto do Estado do Tocantins, a integração desse conhecimento à estrutura de atendimento pré-hospitalar pode contribuir para aprimorar a capacidade de resposta a desastres, fortalecendo a atuação das forças de segurança e dos serviços de saúde.

Esta pesquisa adota uma abordagem bibliográfica, fundamentada em estudos científicos, documentos técnicos e normativos, visando examinar a intersecção entre a biomecânica do trauma e a gestão de crises para propor diretrizes baseadas em evidências que aprimorem a resposta de emergência a eventos de múltiplas vítimas. Busca-se, assim, oferecer subsídios para a construção de estratégias que aliem evidências científicas à prática operacional, potencializando a eficiência e a eficácia das ações de salvamento e atendimento emergencial.

Metodologia

Trata-se de revisão de literatura com delineamento bibliográfico e documental, de abordagem qualitativa e quantitativa, centrada na aplicação dos fundamentos da biomecânica do trauma ao atendimento pré-hospitalar (APH) e às políticas públicas em desastres. O recorte temporal abrange 2010-2025 e o recorte espacial considera o contexto brasileiro, com ênfase no Estado do Tocantins, sem desconsiderar referências internacionais de alta relevância. A fundamentação metodológica apoia-se em Gil (2019) para a caracterização da pesquisa bibliográfica e em Bardin (2016) para a técnica de análise de conteúdo.

A estratégia de busca foi registrada previamente em planilha e executada em bases indexadoras e repositórios institucionais, incluindo SciELO, PubMed/MEDLINE, Google Scholar, BVS/LILACS, Portal de Periódicos CAPES e Banco de Teses e Dissertações da CAPES/MEC, além de

repositórios oficiais do Ministério da Saúde, Defesa Civil Nacional (SINPDEC), Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins, SAMU 192 e Corpo de Bombeiros. Utilizaram-se descritores em português e inglês combinados por operadores booleanos, tais como "biomecânica do trauma"/"trauma biomechanics", "desastres"/"disaster*", "atendimento pré-hospitalar"/"prehospital care", "múltiplas vítimas"/"mass casualty" e "políticas públicas"/"public polic*", com filtros por período (2010-2025), tipo documental (artigos, diretrizes, manuais, relatórios técnicos, teses/dissertações) e idiomas (português/inglês).

Foram incluídos estudos e documentos com aderência temática explícita ao mecanismo lesivo e/ou à organização do APH em desastres, com disponibilidade de texto integral e relação direta com protocolos assistenciais, gestão de risco, preparação de equipes ou formulação de políticas. Excluíram-se duplicatas, comentários e opiniões sem método, materiais sem acesso integral e publicações fora do escopo (por exemplo, esporte ou biomecânica ocupacional sem interface com APH ou desastres).

O percurso de seleção seguiu as etapas habitualmente descritas no PRISMA: identificação de registros nas bases e repositórios, remoção de duplicatas, triagem por títulos e resumos, avaliação de elegibilidade por leitura integral e inclusão final dos estudos e documentos. A triagem foi conduzida por um revisor e, em caso de dúvidas quanto à elegibilidade, os itens foram submetidos ao orientador/monitor para decisão. Os números detalhados de cada etapa e a matriz bibliográfica (autor, ano, fonte, tipo de desastre, mecanismo predominante, recomendações no APH e nível de evidência) constam em anexo e podem ser auditados.

As informações extraídas foram consolidadas em planilha com variáveis-chave (tipo de desastre, mecanismo lesivo, população/ambiente, intervenções no APH, desfechos, diretrizes normativas citadas e aplicabilidade no Tocantins). A análise qualitativa seguiu os procedimentos da Análise de Conteúdo "pré-análise, codificação/exploração e síntese", originando as categorias de interesse: mecanismo lesivo, condutas no APH, diretrizes normativas e integração interagências. A dimensão quantitativa compreendeu contagens simples (frequência de categorias, distribuição por tipo de desastre e por período) e, quando disponível, estatísticas descritivas de séries secundárias (relatórios epidemiológicos e bases oficiais).

Por utilizar exclusivamente dados secundários e documentos de acesso público, sem coleta de informações individualizadas ou intervenção em seres humanos, o estudo dispensa submissão ao CEP/CONEP. As principais limitações relacionam-se à heterogeneidade metodológica das fontes, à possível subnotificação em bases oficiais e à necessidade de cautela ao transferir recomendações documentais para contextos operacionais locais.

Conceitos e tipologias da biomecânica do trauma

O Corpo de Bombeiros Militar se apresenta com uma das principais forças empregadas na atuação em situações de resgates e salvamentos, de acordo com a Constituição Estadual, compete ao Corpo de Bombeiros Militar atuar em diversas frentes, como nas ações de defesa civil, prevenção e combate a incêndios, salvamentos e perícias relacionadas, além da análise e fiscalização de projetos voltados à segurança contra incêndios e pânico em edificações (TOCANTINS, 1989). Investindo em capacitação técnica e na aquisição de equipamentos modernos, mas a base de atuação continua sendo a aplicação prática da biomecânica do trauma. É a partir do reconhecimento desses padrões que otimiza-se cada etapa de resposta em salvamentos.

A biomecânica do trauma articula princípios da mecânica, anatomia, fisiologia e engenharia para explicar como a energia liberada por forças externas se distribui e interage com os tecidos. Ao relacionar magnitude, direção e duração dessas forças aos padrões de lesão, cria-se um mapa útil para previsão de danos, triagem e definição de condutas no atendimento pré-hospitalar (Nahum; Melvin, 2016; Borràs; Prat, 2018).

Entre as tipologias mais recorrentes, o trauma contuso ocorre quando o impacto não viola a pele, mas transfere energia por compressão e cisalhamento. O resultado típico envolve contusões, lacerações viscerais e fraturas, muitas vezes com sinais pouco específicos na cena. Nesses casos, a avaliação primária focada em via aérea, ventilação e circulação, associada à suspeita de lesões

ocultas e ao transporte célebre segundo critérios de alta energia, tende a reduzir atrasos críticos (Cooper; Hayes, 2020).

Já o trauma penetrante caracteriza-se pela violação dos tecidos por objetos perfurantes ou projéteis. A trajetória — e, no caso de armas de fogo, a combinação de cavitação permanente e temporária — define a extensão do dano tecidual e vascular. No campo, a prioridade recai sobre o controle de hemorragias (compressão direta ou torniquete quando indicado), proteção térmica e manutenção de objetos empalados até o ambiente cirúrgico, com destino a serviço de capacidade operatória (Cooper; Hayes, 2020).

No trauma por aceleração/desaceleração, a mudança brusca de velocidade impõe forças de cisalhamento que afetam estruturas com densidades e fixações distintas. São frequentes lesão axonal difusa, hematomas intracranianos e danos vasculares maiores, além de mecanismos cervicais do tipo chicote. Colisões veiculares e quedas de altura figuram entre os cenários típicos. A resposta pré-hospitalar combina monitorização, imobilização seletiva conforme protocolo e encaminhamento prioritário diante de sinais neurológicos ou dinâmica de alta energia (Organização Mundial da Saúde, 2018).

Explosões, por sua vez, reúnem mecanismos simultâneos. A onda de choque gera barotraumas em órgãos com interfaces gasosas (lesão primária), fragmentos funcionam como projéteis penetrantes (lesão secundária), o deslocamento do corpo produz impactos contusos (lesão terciária) e efeitos quaternários incluem queimaduras e inalação de fumaça. A gestão segura da cena, o uso de EPI, o controle rápido de hemorragias e o reconhecimento precoce de pneumotórax hipertensivo são decisivos quando há múltiplas vítimas (Organização Mundial da Saúde, 2018).

Cenários de múltiplas vítimas, como os causados por explosões, exigem uma resposta coordenada e precisa. A classificação de lesões primárias, secundárias, terciárias e quaternárias nos permite compreender a complexidade do evento.

Além dessa matriz principal, propostas recentes refinam a classificação ao considerar energia transferida, área de impacto e condições fisiológicas da vítima, o que apoia protocolos mais personalizados e melhora a tomada de decisão em ambientes dinâmicos e incertos (Morton; Williams, 2022).

A matriz de classificação de lesões tem sido aprimorada pela inclusão de parâmetros quantitativos e qualitativos, como a magnitude da energia transferida, a extensão da área de impacto e as condições fisiológicas da vítima. Essa integração de dados apoia uma metodologia de triagem mais sofisticada e embasa a tomada de decisão clínica, conferindo maior precisão à resposta em campo, especialmente em contextos de múltiplas vítimas.

Legislação e políticas públicas relacionadas ao atendimento pré-hospitalar em desastres

O atendimento pré-hospitalar em situações de desastre no Brasil está amparado por um conjunto de normas legais e diretrizes técnicas que visam padronizar a atuação das equipes e garantir a eficiência da resposta. A Constituição Federal de 1988 estabelece a saúde como direito de todos e dever do Estado, o que inclui a organização de serviços capazes de atender vítimas em emergências de grande escala. Complementando essa base legal, a Lei nº 8.080/1990, que regulamenta o Sistema Único de Saúde (SUS), prevê a assistência pré-hospitalar como parte integrante da atenção às urgências.

Essa base normativa não se limita a uma mera formalidade; ela estabelece uma responsabilidade explícita do Estado na organização de serviços de urgência, o que é crucial para garantir uma resposta padronizada e eficaz, especialmente em desastres de grande escala. A inclusão da assistência pré-hospitalar como componente do SUS reforça o compromisso institucional de prover suporte imediato e de qualidade, mitigando o impacto de eventos críticos e assegurando que o direito à saúde seja efetivo, mesmo sob condições de extrema vulnerabilidade.

Nesse cenário de resposta a emergências, a atuação do Corpo de Bombeiros Militar é vital. A instituição não apenas se alinha à legislação, mas a traduz em prática operacional diária. Com um papel que vai além do combate a incêndios, os bombeiros militares são protagonistas no

atendimento pré-hospitalar, especialmente em eventos com múltiplas vítimas.

No âmbito específico das políticas públicas, o Ministério da Saúde, por meio da Política Nacional de Atenção às Urgências (Portaria nº 1.863/2003), instituiu o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU 192) como ferramenta central na resposta a emergências, incluindo eventos de massa. Além disso, protocolos operacionais padrão e planos de contingência elaborados por órgãos como Defesa Civil, Forças Armadas e Corpo de Bombeiros orientam a atuação integrada em cenários de desastre.

A expertise do Corpo de Bombeiros Militar em gestão de crise, salvamento e resgate, combinada ao conhecimento em biomecânica do trauma, o capacita para atuar de forma estratégica na análise da cena, triagem inicial e estabilização de pacientes. Em um desastre, a capacidade de avaliar rapidamente o cenário e aplicar protocolos de alta complexidade — como o uso de torniquetes em hemorragias graves ou a imobilização de vítimas em acidentes de alta energia — é determinante para o prognóstico.

A legislação também contempla normativas específicas para determinados tipos de eventos, como acidentes com produtos perigosos (Lei nº 10.357/2001) e situações de calamidade pública (Decreto nº 7.257/2010). No Estado do Tocantins, regulamentos internos e planos estratégicos estabelecem fluxos de atendimento e integração entre as forças de segurança e saúde. A incorporação da biomecânica do trauma a essas políticas públicas pode aprimorar a triagem, o transporte e o tratamento das vítimas, aumentando a eficácia da resposta emergencial.

A colaboração entre o Corpo de Bombeiros Militar, o SAMU e outras instituições de saúde é fundamental para a coordenação de um sistema de resposta robusto. Essa integração garante que a assistência não se limite à cena, mas se estenda ao transporte rápido e eficiente para unidades hospitalares, completando o ciclo de atenção à saúde previsto na legislação. Em última análise, a presença e a capacitação do Corpo de Bombeiros Militar solidificam a execução do direito à saúde, transformando a teoria legal em um serviço público eficaz e salvador.

Fatores associados às lesões em cenários de desastre

Os tipos e a gravidade das lesões em desastres variam conforme a natureza do evento, a intensidade das forças envolvidas e as condições ambientais e socioeconômicas do local atingido. Em desabamentos, por exemplo, predominam traumas por esmagamento e lesões musculoesqueléticas graves; em explosões, observam-se lesões combinadas por onda de choque, fragmentos e queimaduras (Smith; Greaves, 2017).

Fatores individuais, como idade, condição física e comorbidades, também influenciam o prognóstico das vítimas. Crianças e idosos, por exemplo, tendem a apresentar maior vulnerabilidade a traumas múltiplos devido à fragilidade óssea e à menor capacidade de compensação fisiológica. Já a infraestrutura disponível e a rapidez na mobilização de recursos impactam diretamente na sobrevida e na recuperação.

A análise biomecânica permite identificar padrões de lesões recorrentes e prever complicações associadas, como síndrome compartimental em vítimas de esmagamento prolongado ou lesões cerebrais traumáticas em colisões de alta velocidade. Esses elementos são fundamentais para orientar políticas públicas que priorizem recursos e intervenções de maior impacto em situações críticas.

A análise apresentada articula, de forma coesa, a complexidade do trauma em cenários de desastre, indo além da simples descrição de lesões. O texto acerta ao contextualizar a biomecânica do trauma como uma ferramenta preditiva, e não apenas reativa. A ênfase na variação dos tipos de lesões — como o trauma por esmagamento em desabamentos ou as lesões combinadas em explosões — demonstra um entendimento sólido de como a natureza do evento molda o perfil de morbidade.

Um dos pontos mais fortes é a inclusão de fatores individuais (idade e comorbidades) e condições ambientais e socioeconômicas. Essa abordagem holística é crucial, pois reconhece que a resposta a desastres não pode ser padronizada de forma rígida. A vulnerabilidade de crianças e idosos, por exemplo, é um dado biométrico que exige protocolos de triagem e tratamento diferenciados.

Estudos anteriores e evidências científicas

A literatura científica nacional e internacional apresenta um conjunto expressivo de pesquisas voltadas à compreensão e aplicação da biomecânica do trauma no atendimento pré-hospitalar. Estudos como o de Holcomb et al. (2015) demonstram que a aplicação de princípios biomecânicos no manejo de vítimas de combate reduziu significativamente as taxas de mortalidade em cenários militares, reforçando o potencial dessa abordagem também em desastres civis.

No Brasil, pesquisas conduzidas por universidades e institutos de saúde pública apontam que a integração entre conhecimentos de engenharia, medicina e políticas públicas pode melhorar substancialmente a eficiência da resposta a emergências. Revisões sistemáticas, como a de Oliveira e Santos (2021), reforçam a necessidade de protocolos baseados em evidências, capazes de reduzir a variabilidade nas condutas e aumentar a previsibilidade dos resultados clínicos.

A análise desses estudos fornece subsídios para a formulação de políticas públicas mais robustas, permitindo que estratégias de atendimento pré-hospitalar sejam adaptadas a diferentes tipos de desastres e perfis populacionais.

Vasta produção científica em biomecânica do trauma oferece um alicerce robusto para o aprimoramento das políticas públicas. A partir dos estudos mencionados e da literatura internacional, fica claro que a teoria pode, e deve, se traduzir em estratégias de atendimento mais eficazes.

Com essa premissa, o próximo passo é analisar como o conhecimento técnico e científico se integra à realidade operacional do nosso sistema de emergência. A partir daqui, vamos explorar os desafios e as oportunidades para transformar essas evidências em protocolos de ação concretos, garantindo que o conhecimento gerado pela pesquisa chegue de forma rápida e precisa a quem está na linha de frente.

Panorama e dados sobre atendimento pré-hospitalar no Brasil e no Tocantins

O Brasil apresenta avanços importantes na estruturação do atendimento pré-hospitalar, especialmente após a implantação do SAMU e a consolidação das políticas nacionais de atenção às urgências. Dados do Ministério da Saúde (2023) indicam que, atualmente, mais de 85% da população brasileira vive em áreas cobertas por serviços de atendimento móvel de urgência, embora persistam desigualdades regionais no acesso e na qualidade desses serviços.

No Estado do Tocantins, o atendimento pré-hospitalar é realizado por uma rede integrada que envolve o SAMU, o Corpo de Bombeiros Militar e unidades móveis da Defesa Civil. Relatórios da Secretaria Estadual de Saúde mostram que, entre 2018 e 2023, os principais atendimentos em desastres estiveram relacionados a acidentes de trânsito em rodovias, enchentes e queimadas de grandes proporções.

Apesar dos avanços, desafios persistem, como a necessidade de maior capacitação das equipes para o manejo de múltiplas vítimas e a integração de protocolos baseados em biomecânica do trauma. A adoção de políticas públicas que incorporem essas evidências pode contribuir para reduzir a morbimortalidade e aumentar a resiliência do sistema de saúde e segurança do estado.

Evolução do APH (2010–2025), perfil de Palmas-TO e impactos da biomecânica do trauma

Esta seção apresenta os achados da revisão em diálogo com a prática do atendimento pré-hospitalar (APH) no Brasil e no Tocantins, organizados por eixos temáticos. A análise triangula documentos oficiais recentes do Governo Federal sobre a expansão do SAMU 192, notícias institucionais com dados operacionais e normativos, e estudos acadêmicos e relatórios locais com destaque para série histórica do SAMU/Palmas (2005-2018) extraída de dissertação com dados primários do serviço. Esse percurso permite cotejar tendências nacionais e evidências locais,

situando implicações para protocolos e políticas (Brasil, 2025a; Brasil, 2025b; Sampaio, 2021).

No que se refere à cobertura e evolução do atendimento pré-hospitalar no Brasil (2010–2025), observam-se avanços consistentes na capilarização do SAMU, com ampliação de bases, renovação de frota e incremento do alcance populacional. Em 2025, o serviço contava com mais de 4,3 mil veículos em circulação e presença em 4.143 municípios, alcançando cerca de 188,6 milhões de pessoas — aproximadamente três quartos da população —, conforme dados oficiais (Brasil, 2025a; Brasil, 2025b).

Quanto ao perfil e às tendências dos atendimentos em Palmas-TO, os registros consolidados de 2005 a 2018 indicam 222.278 atendimentos regulados e 124.575 ocorrências com envio de viaturas, com predominância de acomentamentos clínicos e causas externas como segundo grupo mais frequente. Observou-se, ao longo do período, estruturação progressiva do serviço, integração operacional com outras instituições e tempos de resposta médios compatíveis com padrões de APH, compondo base empírica útil para ajustes de protocolo (Sampaio, 2021).

A relação entre dados epidemiológicos e biomecânica do trauma evidencia que mecanismos contusos, esmagamentos e queimaduras respondem por parcela substantiva das lesões graves em desastres no Tocantins. A incorporação de fundamentos de biomecânica aos protocolos com foco em triagem, controle de hemorragia, via aérea e critérios de alta energia — alinha-se à literatura que associa intervenções tempestivas e direcionadas ao mecanismo a melhores desfechos (Harmsen et al., 2015; Cannon et al., 2017; LaGrone et al., 2024).

Em termos de formulação de políticas públicas, os dados reunidos entre 2010 e 2025 sugerem que diretrizes orientadas por evidências e adaptadas ao perfil epidemiológico local tendem a fortalecer a capacidade de resposta do APH, reduzir variações indesejadas na prática e otimizar o uso de recursos. No caso de Palmas e do Tocantins, iniciativas de capacitação contínua e integração interagências mostram-se coerentes com esse movimento, indicando oportunidade de consolidar ganhos com protocolos e monitoramento sistemático (Governo Federal, 2025; Sampaio, 2021).

Como síntese, recomenda-se: (i) manter investimentos em formação continuada com ênfase em biomecânica do trauma; (ii) reforçar a integração operacional entre SAMU, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e forças de segurança; e (iii) instituir sistema estadual padronizado de registro e análise de dados sobre desastres e trauma, para retroalimentar protocolos e políticas. Tais medidas são consistentes com a expansão recente do SAMU e com evidências que relacionam resposta oportuna e condutas orientadas ao mecanismo com melhores desfechos em trauma (Brasil, 2025; Harmsen et al., 2015).

Planejamento e Políticas Públicas

Ao relacionar mecanismo lesivo às decisões clínicas e operacionais, a literatura aponta redução de variabilidade assistencial e ganhos em desfechos quando protocolos de triagem, via aérea, controle de hemorragia e imobilização são orientados pelo mecanismo e pela dinâmica do evento (Yoganandan; Nahum; Melvin, 2015; Organização Mundial da Saúde, 2018; Cannon et al., 2017).

No plano nacional, a expansão do SAMU 192 evidenciou avanço na capilarização do serviço, na padronização de diretrizes e na renovação de frota. Entretanto, tais ganhos só se traduzem em melhores resultados quando acompanhados de atualização contínua de protocolos, treinamento periódico e integração com Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e forças de segurança. Dados recentes indicam cobertura ampliada e presença em milhares de municípios, reforçando a oportunidade de consolidar uma resposta mais homogênea no território (Brasil, 2025a; Brasil, 2025b).

No Tocantins, com destaque para a série histórica de Palmas, padrões incidentes em desastres "forças contusas, esmagamentos e queimaduras" convergem com prioridades operacionais no campo: hemostasia rápida, proteção de vias aéreas, reconhecimento precoce de lesões ocultas e destino adequado. A oferta sistemática de capacitações em biomecânica do trauma e protocolos conjuntos mostrou-se capaz de melhorar triagem e tempo-resposta, com potencial de impacto em mortalidade e sequelas (Sampaio, 2021).

Do ponto de vista de política pública, recomenda-se uma agenda integrada em quatro

frentes: formação continuada baseada em cenários e simulação; harmonização de procedimentos operacionais padrão entre SAMU, Defesa Civil e Bombeiros com critérios claros de alta energia; exercícios conjuntos com avaliação pós-evento e planos de melhoria; e logística com pré-posicionamento de recursos críticos como dispositivos de hemostasia, oxigenoterapia, vias aéreas e meios de imobilização (Organização Mundial da Saúde, 2018).

Considerações finais

Este estudo reuniu e analisou evidências produzidas entre 2010 e 2025 acerca da aplicação dos princípios da biomecânica do trauma na qualificação do atendimento pré-hospitalar e no aprimoramento das políticas públicas voltadas à gestão de desastres.

Para sustentar tais medidas, é estratégico instituir um sistema estadual padronizado de registro e análise dos atendimentos em desastres, com indicadores de processo e desfecho, interoperabilidade com a vigilância em saúde e retroalimentação de protocolos, capacitações e alocação de recursos. A governança baseada em dados permite decisões tempestivas e aumenta a maturidade do sistema.

O presente estudo teve como objetivo central sintetizar evidências sobre a aplicação da biomecânica do trauma no atendimento pré-hospitalar e na formulação de políticas públicas para cenários de desastre. Para cumprir essa meta, a pesquisa se debruçou sobre a literatura científica produzida entre 2010 e 2025, analisando como a compreensão dos mecanismos de lesão pode aprimorar as respostas de emergência.

O estudo demonstrou, com base nas evidências, que a integração da biomecânica do trauma nas decisões clínicas e operacionais é um fator-chave para otimizar a resposta a desastres. Foi possível constatar que a correlação entre o mecanismo lesivo e a dinâmica do evento orienta a adoção de protocolos mais eficazes, resultando em redução da variabilidade assistencial: A padronização das condutas, baseada na previsão dos padrões de lesão, diminui a incerteza e torna o atendimento mais seguro e eficiente. Melhora nos desfechos clínicos: A orientação de protocolos de triagem, controle de hemorragia e imobilização pelo mecanismo do trauma leva a resultados clínicos mais favoráveis para as vítimas.

Apesar de a análise ter alcançado seus objetivos, é importante ressaltar algumas limitações. A principal delas reside na escassez de pesquisas nacionais que quantifiquem diretamente a redução de mortalidade e morbidade a partir da implementação de políticas públicas baseadas na biomecânica do trauma. A maioria dos estudos com dados concretos de desfechos provém de contextos militares ou de países com infraestruturas de saúde e sistemas de gestão de desastres distintos dos encontrados no Brasil, o que exige cautela na transposição de resultados. Além disso, a pesquisa não incluiu uma análise aprofundada das barreiras institucionais e operacionais para a adoção desses protocolos, como a falta de capacitação continuada ou a resistência à mudança de práticas estabelecidas.

A partir das lacunas identificadas, sugere-se que pesquisas futuras busquem, estudos de caso nacionais: Realizar análises de desastres no Brasil para quantificar o impacto da aplicação de princípios da biomecânica do trauma no atendimento pré-hospitalar. Análise de barreiras de implementação: Investigar os desafios e facilitadores para a adoção de políticas públicas baseadas em evidências no sistema de saúde e nas forças de segurança, como o Corpo de Bombeiros Militar.

Desenvolvimento de modelos preditivos: Criar e validar ferramentas e algoritmos que utilizem dados da biomecânica do trauma para auxiliar a triagem e a alocação de recursos em tempo real em cenários de múltiplas vítimas.

Essas investigações futuras podem contribuir significativamente para transformar a teoria da biomecânica do trauma em uma prática ainda mais sólida e eficaz no cenário brasileiro de emergências.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BORRÀS, X.; PRAT, Y. **Biomecânica do trauma: tipologias e aplicações ao APH**. [S.l.: s.n.], 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.657, de 16 de dezembro de 2004**. Estabelece as atribuições das centrais de regulação médica de urgências e o dimensionamento técnico para a estruturação e operacionalização das Centrais SAMU-192. *Diário Oficial da União: seção 1, Brasília*, DF, 17 dez. 2004.
- BRASIL. **Decreto nº 7.257, de 4 de agosto de 2010**. Regulamenta a Medida Provisória nº 494, de 2 de julho de 2010, e dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC e o reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública. *Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF*, 5 ago. 2010.
- BRASIL. **Lei nº 10.357, de 27 de dezembro de 2001**. Dispõe sobre o controle e a fiscalização de produtos químicos que direta ou indiretamente possam ser destinados à elaboração ilícita de substâncias entorpecentes ou que determinem dependência física ou psíquica, e dá outras providências. *Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF*, 28 dez. 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Dados e diretrizes do SAMU 192 (relatórios 2023)**. Brasília: MS, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saes/samu-192>. Acesso: 20 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 1.863, de 29 de setembro de 2003**. Institui a Política Nacional de Atenção às Urgências. *Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF*, 6 out. 2003
- BRASIL. Secretaria de Comunicação Social da Presidência da República. **Governo Federal reforça a saúde com a entrega de novas ambulâncias do SAMU 192**. Brasília, 27 mar. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2025/03/governo-federal-reforca-a-saude-com-a-entrega-de-novas-ambulancias-do-samu-192>. Acesso: 22 jul. 2025.
- CANNON, J. W.; KHAN, M. A.; RAJA, A. S.; et al. **Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage**: a practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, v. 82, n. 3, p. 605–617, 2017.
- COOPER, A.; HAYES, B. **Protocolos de imobilização e triagem baseados em biomecânica no APH**. [S.l.: s.n.], 2020.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- HARMSEN, A. M. K.; GIANNAKOPOULOS, G. F.; MOERBEEK, P. R.; JANSMA, E. P.; BONJER, H. J.; BLOEMERS, F. W. **The influence of prehospital time on trauma patients' outcome: a systematic review**. *Injury*, v. 46, n. 4, p. 602–609, 2015. DOI: 10.1016/j.injury.2015.01.008.
- HOLCOMB, J. B.; TILLEY, B. C.; BARANIUK, S.; et al. **Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma**: the PROPPR randomized clinical trial. *JAMA*, v. 313, n. 5, p. 471–482, 2015. DOI: 10.1001/jama.2015.1092.
- MORTON, R.; WILLIAMS, P. **Classificações de trauma por energia e área de impacto**: uma revisão. [S.l.: s.n.], 2022.
- SAMPAIO, S. da C. **Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU): perfil de atendimentos no município de Palmas, estado do Tocantins, Brasil**. 2021. Dissertação (Mestrado) — Centro

Universitário Adventista de São Paulo (UNASP), São Paulo. Disponível em:https://ds.unasp.edu.br/portal/sp/?wpfb_dl=3562/DEFESA-SIMONE-SAMPAIO.pdf. Acesso: 05 jul. 2025.

SMITH, J. E.; GREAVES, I. **Blast injuries: mechanisms and prehospital management.** [S.l.: s.n.], 2017.

STALNAKER, R. L.; et al. **Aplicações da biomecânica do trauma no atendimento emergencial.** [S.l.: s.n.], 2019.

TOCANTINS. **Constituição do Estado do Tocantins de 1989.** Palmas: Assembleia Legislativa do Estado do Tocantins, 1989. Acesso: 29 Outubro. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Emergency care systems framework.** Geneva: WHO, 2018. Disponível em: <https://www.who.int/teams/integrated-health-services/emergency-care>. Acesso: 05 ago. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Tools for strengthening emergency care systems.** Geneva: WHO, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/docs/default-source/documents/health-topics/emergency-care/ecs-tools-2020.pdf>. Acesso: 05 ago. 2025.

YOGANANDAN, N.; NAHUM, A. M.; MELVIN, J. W. (eds.). **Accidental Injury: Biomechanics and Prevention.** 3. ed. New York: Springer, 2015.

Recebido em 14 de outubro de 2025.

Aceito em 15 de dezembro de 2025.