

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026

## O uso de explosivos como forma de garantir o domínio criminoso dos rios na Amazônia legal

*The use of explosives as a means of securing criminal control of rivers in the legal Amazon.*

**Jorge Magalhães do Carmo** - Bacharel em Direito pela Faculdade Metropolitana de Manaus – FAMETRO; Especialista em Direito Constitucional e Direito Administrativo pelo Centro de Ensino Superior Dom Alberto - DOM ALBERTO; Cadete da Polícia Militar do Amazonas e Bacharelado em Segurança Pública e Cidadania na Universidade do Estado do Amazonas – UEA; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6027924121344463> ; ID Lattes: 6027924121344463; Contato: [jorgemagalhaesdc@gmail.com](mailto:jorgemagalhaesdc@gmail.com)

**Kristorferson Almeida do Rêgo** - Cadete da Polícia Militar do Amazonas e Bacharelado em Segurança Pública e do Cidadão pela Universidade do Estado do Amazonas – <https://lattes.cnpq.br/4078604726881272> Contato: [kr.asafe.noah.pedro@gmail.com](mailto:kr.asafe.noah.pedro@gmail.com)

**Yracles da Silva Rodrigues** - Bacharelado em Segurança Pública e do cidadão pela UEA, bacharel em direito pela UNIFACISA, Especialista em segurança pública pela faculdade focus. Contato: [yracles@gmail.com](mailto:yracles@gmail.com); <https://lattes.cnpq.br/3163889181737429>

**Dieymesson Rodrigo Lopes Meneses** - Bacharel em Direito pela Universidade do Estado do Amazonas - UEA; Especialista em Direito Constitucional Aplicado pela Faculdade Legale; Especialista em Políticas e Gestão em Segurança Pública pela Faculdade Iguaçu - FI; Cadete da Polícia Militar do Amazonas e Bacharelado em Segurança Pública e do Cidadão pela Universidade do Estado do Amazonas – UEA; <http://lattes.cnpq.br/8294486170907685> ; ID Lattes: 8294486170907685; Contato: [dieymesson.official@gmail.com](mailto:dieymesson.official@gmail.com)

**Paulo Victor Andrade Sales** - Oficial da Polícia Militar do Amazonas (PMAM). Especialista em Segurança Pública, Universidade Estadual do Amazonas (UEA), Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: [aspirapvictor@gmail.com](mailto:aspirapvictor@gmail.com) - <http://lattes.cnpq.br/4040168512393976>

### Resumo

A segurança pública na Amazônia Legal enfrenta uma mudança de paradigma com a evolução do "Novo Cangaço" para o "Domínio de Rios", fenômeno caracterizado pelo controle territorial de hidrovias estratégicas por facções criminosas transnacionais. Este artigo investiga a adaptação das táticas de guerra irregular ao ambiente fluvial, com ênfase no emprego de artefatos explosivos. A pesquisa adota uma perspectiva multidisciplinar, integrando a química dos materiais energéticos, a física de explosões subaquáticas e a logística operacional. Os resultados demonstram que a alta umidade amazônica torna obsoletos explosivos baseados em nitrato de amônio (ANFO), levando o crime organizado a adotar emulsões explosivas e cordéis detonantes resistentes à água. Do ponto de vista fisiopatológico, discute-se a letalidade ampliada das ondas de choque em meio líquido e os riscos de lesões internas severas (blast injury) subaquático. O estudo adota uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, baseada em revisão bibliográfica e análise documental. Os dados foram coletados a partir de fontes primárias (legislação, manuais policiais) e secundárias (literatura técnica em engenharia e medicina). A análise comparou as doutrinas do "Novo Cangaço" e do "Domínio de Rios", focando em explosivos e na propagação de ondas de choque. Conclui-se que a compreensão detalhada do fenômeno Bubble Pulse e de seus mecanismos de lesão associados é um pilar fundamental para a segurança em ambientes subaquáticos de risco.

**Palavras-chave:** Segurança Pública. Narcotráfico. Polícia Militar. Novo-Cangaço.

### Abstract

*Public security in the Legal Amazon is facing a paradigm shift with the evolution of the "New Cangaço" to the "Domination of Rivers," a phenomenon characterized by the territorial control of strategic waterways by transnational criminal factions. This article investigates the adaptation of irregular warfare tactics to the riverine environment, with an emphasis on the use of explosive devices. The research adopts a multidisciplinary perspective, integrating the chemistry of energetic materials, the physics of underwater explosions, and operational logistics. The results demonstrate that the high humidity of the Amazon renders ammonium nitrate (ANFO)-based explosives obsolete, leading organized crime to adopt explosive emulsions and detonating cords resistant to water. From*

**Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026**

*a physiopathological point of view, the amplified lethality of shock waves in a liquid medium and the risks of severe internal injuries (blast injury) underwater are discussed. The study adopts a qualitative, exploratory, and descriptive approach, based on bibliographic review and document analysis. The data were collected from primary sources (legislation, police manuals) and secondary sources (technical literature in engineering and medicine). The analysis compared the doctrines of "New Cangaço" and "River Control," focusing on explosives and the propagation of shock waves. It concludes that a detailed understanding of the Bubble Pulse phenomenon and its associated injury mechanisms is a fundamental pillar for safety in hazardous underwater environments.*

**Keywords:** Public Security. Drug Trafficking. Military Police. Neo-Cangaço.

## 1. Introdução

O emprego de artefatos explosivos, desde sua origem militar e industrial até sua apropriação por atores não-estatais, representa um salto qualitativo na capacidade de projetar força e instaurar o terror. Historicamente associados a conflitos convencionais e a atividades de mineração e construção civil, os explosivos tornaram-se, no cenário criminal contemporâneo, um instrumento de poder assimétrico, utilizado não apenas para causar destruição material, mas para desestabilizar instituições, controlar territórios e coagir populações.

Na Amazônia Legal, essa lógica ganha contornos particulares: a combinação entre a disponibilidade de materiais precursores (por meio do garimpo ilegal, de resíduos de construção ou do contrabando fronteiriço), a expertise rudimentar disseminada em redes clandestinas e as condições ambientais que desafiam a estabilidade química dos compostos resulta em um cenário onde artefatos improvisados, mas não menos letais, são empregados tanto como ferramenta logística (para abertura de rotas e desobstrução de vias fluviais) quanto como arma tática, em ataques a embarcações, postos de segurança e comunidades rivais (Costa,2016)

Assim, o explosivo deixa de ser um recurso excepcional para se tornar um elemento estruturante da violência no "Domínio de Rios", exigindo uma compreensão profunda de sua composição, comportamento físico e efeitos, sob pena de subestimar sua capacidade de transformar a dinâmica de conflitos na região.

A segurança pública na República Federativa do Brasil, historicamente tensionada por dinâmicas complexas de violência urbana nos grandes centros metropolitanos e conflitos agrários na zona rural, enfrenta na contemporaneidade uma transição de paradigma operacional, criminológico e geopolítico sem precedentes na região da Amazônia Legal. O fenômeno criminal, anteriormente categorizado sob a alcunha sociológica e jornalística de "Novo Cangaço", uma referência histórica direta ao banditismo social endêmico do nordeste brasileiro nas primeiras décadas do século XX, mas modernizado por táticas de cerco a cidades o "cerco" e roubos a instituições financeiras com emprego de armamento de guerra, sofreu uma mutação adaptativa profunda ao encontrar a geografia labiríntica, monumental e hidrologicamente intrincada da bacia hidrográfica amazônica (Costa, 2016).

Esta evolução resultou no que a doutrina de segurança pública mais avançada e a inteligência

**Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026**

policial passaram a denominar "Domínio de Rios". Esta não é meramente uma variante anfíbia do "Domínio de Cidades"; trata-se de uma modalidade criminal de estrutura multifacetada, caracterizada pelo controle territorial estrito de hidrovias estratégicas por facções criminosas transnacionais, que utilizam o isolamento geográfico como um multiplicador de força (Queiroz, 2024).

A segurança pública no Brasil, tradicionalmente desafiada pela violência urbana metropolitana e por conflitos agrários, enfrenta uma transformação paradigmática de natureza operacional, criminológica e geopolítica na Amazônia Legal. O fenômeno conhecido como "Novo Cangaço" – uma modalidade criminal do século XXI que adaptou táticas históricas de cerco e assalto com armamento de guerra – sofreu uma mutação profunda ao se estabelecer na geografia complexa da bacia amazônica (COSTA, 2016). Dessa adaptação emergiu uma nova e mais sofisticada modalidade de controle territorial, que a doutrina especializada denomina "Domínio de Rios". Diferente de uma simples transposição de crimes urbanos para o ambiente fluvial, trata-se de um modelo criminoso multifacetado, no qual facções transnacionais exercem soberania sobre hidrovias estratégicas, utilizando o isolamento geográfico como um multiplicador de força e um escudo contra a ação estatal (QUEIROZ, 2024).

Diante desse cenário, o presente artigo busca responder à seguinte questão central: Como o uso estratégico e tático de artefatos explosivos (industriais, militares e improvisados) por organizações criminosas consolida o "Domínio de Rios" na Amazônia Legal, e quais são os desafios técnico-científicos e operacionais impostos por essa nova realidade para a segurança pública?

O objetivo geral desta pesquisa é analisar a transição do fenômeno criminal para o paradigma do "Domínio de Rios" na Amazônia Legal, com foco específico no emprego de explosivos como vetor de força assimétrica, investigando suas dimensões técnicas, operacionais e de impacto.

Para atender ao objetivo geral, este trabalho estrutura-se nos seguintes objetivos específicos, cada um correspondendo a um eixo de análise no desenvolvimento: Contextualizar a evolução criminológica do "Novo Cangaço" para o "Domínio de Rios", analisando as dinâmicas geopolíticas e a disputa hegemônica entre facções (CV e PCC) na região. Examinar os aspectos técnico-científicos dos artefatos explosivos em ambiente amazônico, incluindo a química dos materiais energéticos frente à alta umidade, a física da propagação de ondas de choque em meio aquático e a fisiopatologia do trauma por explosão (blast injury). Avaliar os desafios logísticos, táticos e de resposta impostos pelo ecossistema operacional amazônico às agências de segurança pública, com ênfase nas limitações para o desarmamento de engenhos (EOD) e no atendimento às vítimas.

A relevância deste estudo é acentuada pela escalada violenta na região, impulsionada pela guerra entre o Comando Vermelho (CV) e o Primeiro Comando da Capital (PCC). Essas organizações transformaram grandes rios, como Solimões, Negro e Madeira, em corredores logísticos globais, empregando táticas de guerra irregular que incluem minas fluviais improvisadas e ataques com

**Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026**

explosivos contra embarcações e instalações (SIQUEIRA; PAIVA, 2019). Compreender a interação entre a química dos explosivos e a umidade ambiente, assim como a física amplificada da onda de choque na água, transcende o academicismo: trata-se de um imperativo para a sobrevivência de agentes de segurança e para a formulação de respostas estatais eficazes a uma ameaça híbrida e de alta letalidade.

## 2. Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório e descritivo, de abordagem qualitativa, fundamentado em revisão bibliográfica e análise documental.

Para a coleta de dados, foram consultadas fontes primárias e secundárias, incluindo: (i) legislação vigente e manuais técnicos de Procedimento Operacional Padrão (POP) de corporações policiais (PMAM, PMSC); (ii) literatura técnica especializada nas áreas de Engenharia de Minas (química de explosivos) e Medicina de Combate (*blast injury*).

A verificação dos dados foi realizada por meio do método comparativo, confrontando as doutrinas de "Novo Cangaço" (ambiente terrestre) e "Domínio de Rios" (ambiente fluvial), com ênfase na eficácia dos materiais energéticos (ANFO *versus* Emulsões) e na hidrodinâmica da propagação de ondas de choque.

Tendo em vista o tipo de pesquisa, eminentemente documental, não foi necessário ater-se a questões ético-legais, uma vez que a interferência com fontes humanas foi nula.

Outrossim, referencial bibliográfico adotado pela pesquisa foi reunido com auxílio da ferramenta de pesquisa *Google Acadêmico*, *Scopus* e *SciELO* que ajudaram na coleta de referencial atual e relevante. As fontes acessadas pela internet, citadas e referenciadas no artigo, estão disponíveis conforme os respectivos links apresentados na listagem referencial.

## 3. Discussão dos resultados

### 3.1 geopolítica criminal e a territorialização do "domínio de rios"

#### 3.1.1 Do "Novo Cangaço" ao "Domínio de Cidades": Evolução Conceitual e Adaptação

Para compreender a magnitude e a especificidade da ameaça atual na Amazônia, é imperativo dissecar a evolução das modalidades criminosas que lhe deram origem, traçando uma linha genealógica que conecta o banditismo rural clássico às modernas táticas de narcoterrorismo.

O "Novo Cangaço" emergiu inicialmente, em meados da década de 1990 e início dos anos 2000, como uma modalidade de crime patrimonial focada em cidades de pequeno porte no interior do Brasil, onde o contingente policial é reduzido e a infraestrutura de defesa é frágil. As ações caracterizam-se pela violência extrema, uso de reféns como escudos humanos (tática conhecida como "cordão humano" ou "escudo vivo") e o emprego massivo de armamento pesado (fuzis de assalto)

**Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026**

para subjugar a resposta estatal local, visando o roubo de numerário em agências bancárias e carros-forte (Costa, 2016). O pesquisador Carlos André Viana da Costa, em sua análise seminal sobre o fenômeno no estado do Pará, define o Novo Cangaço como uma manifestação do crime organizado que explora as vulnerabilidades regionais e a ausência do Estado, utilizando o terror como método de controle momentâneo da população e das forças de segurança (Costa, 2016). A "espetacularização" da violência é uma componente central dessa estratégia, servindo tanto para intimidar testemunhas quanto para demonstrar poder frente ao Estado e facções rivais.

Entretanto, a sofisticação das operações evoluiu ao longo da última década para o que a literatura especializada em segurança pública denomina "Domínio de Cidades" ou ações de "Quadrilhas de Terceira Geração" (Russo et. all. 2023). Diferentemente do Novo Cangaço tradicional, que foca na incursão rápida e na fuga imediata após a pilhagem (*hit-and-run*), o Domínio de Cidades é uma demonstração de força e controle territorial, ainda que temporário, assemelhando-se a uma operação de infantaria leve. Esta modalidade envolve um planejamento militarizado que inclui:

- 1) Bloqueio Físico e Logístico:** A tática visa impedir a chegada de apoio. Para isso, os criminosos interditam vias com barreiras físicas — como troncos e veículos em chamas — e têm adotado o uso frequente de explosivos improvisados (IEDs) para garantir esse "lockdown tático" (*lockdown* tático).
- 2) Contenção de Forças:** A estratégia foca em anular a resposta estatal na origem. Por meio de ataques coordenados e simultâneos a batalhões e delegacias, os criminosos aplicam uma supressão de fogo que impede a saída das tropas locais (tática de supressão de fogo).
- 3) Tecnologia Avançada:** O diferencial atual inclui o uso de drones para reconhecimento ao vivo e canais de comunicação criptografados, como aplicativos de mensagens. Além disso, o poder de fogo é desproporcional, com o uso de calibres como o .50 (Browning M2), eficazes contra blindagens e aeronaves policiais (Russo; Racorti; Lenarduzzi, 2023).

Nesse diapasão, mais do que visar apenas o lucro imediato, o fenômeno do Domínio de Cidades busca o colapso momentâneo da capacidade de reação da segurança pública. O objetivo é operar com impunidade absoluta, o que representa uma afronta direta à soberania estatal ao criar, na prática, zonas temporárias de exceção onde o Estado perde o controle.

Sob outro prisma, quando essa lógica tática é transposta para o cenário amazônico, surge o "Domínio de Rios". Nessa modalidade, o "sítio" à cidade é substituído pelo controle de calhas fluviais e comboios. Dessa forma, as facções adaptam os princípios de contenção para a realidade local, utilizando a intricabilidade da hidrografia — estreitos, furos, ilhas e bancos de areia — como multiplicador de força. O terreno torna-se arma para emboscar balsas de valores, cargas de combustível e até embarcações de grupos rivais (Queiroz, 2024).

Cabe ressaltar que Queiroz, ao perscrutar a pirataria no Rio Solimões, nos aponta que a "fragilidade do espaço" e a "vulnerabilidade do território" na Amazônia são elementos estruturantes desse caráter. Então, a inexistência ou insuficiência do Estado em porções vastas (vazios demográficos e institucionais) e a dificuldade logística de fiscalização em milhares de quilômetros de

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026

hidrovias propiciam condições para que essas organizações atuem como um poder paralelo. Elas controlam os fluxos, cobram pedágio ("taxas de proteção") e impõem um regime próprio de conduta e movimentação decidindo quem navega, quando navega e o que transporta, (Queiroz, 2024).

### 3.1.2. A Dinâmica Faccional: CV, PCC e a "Pirataria" Cooptada

A violência fluvial na Amazônia não é um fenômeno monolítico ou desorganizado; ela é o resultado direto de uma fratura tectônica no submundo do crime brasileiro. A ruptura da aliança histórica entre o Primeiro Comando da Capital (PCC), originário de São Paulo, e o Comando Vermelho (CV), do Rio de Janeiro, ocorrida em 2016, reverberou diretamente nas rotas de tráfico internacional, transformando a região Norte em um campo de batalha estratégico (Siqueira e Paiva, 2019).

O Rio Solimões, em particular, tornou-se o epicentro dessa disputa geopolítica, servindo como a principal artéria ("Avenida Solimões") para o escoamento da cocaína de alta pureza e da pasta base produzida no Peru e na Colômbia em direção aos portos do Atlântico (para exportação à Europa e África) e ao mercado consumidor interno brasileiro. Referência????

Nesse contexto de guerra faccional, a figura tradicional do "pirata dos rios" ou "rato d'água" — criminosos locais que atuavam de forma autônoma e muitas vezes rudimentar, assaltando ribeirinhos e pequenas embarcações de comércio — foi absorvida ou exterminada. As grandes facções nacionais, percebendo o valor estratégico do "capital espacial" desses criminosos (o conhecimento íntimo da geografia local, dos furos, dos igarapés e dos regimes de cheia e vazante), passaram a cooptar esses grupos (Instituto Combustível Legal, 2025). O PCC e o CV forneceram aos antigos piratas recursos bélicos e logísticos antes inimagináveis para o crime local:

- 1) **Armamento:** Fuzis de assalto modernos (calibres 5.56mm, 7.62mm e .50), metralhadoras leves e granadas.
- 2) **Mobilidade:** Lanchas rápidas ("voadeiras") equipadas com múltiplos motores de popa de alta potência (200HP, 300HP ou mais), muitas vezes blindadas artesanalmente.
- 3) **Explosivos:** Acesso a explosivos industriais (emulsões, dinamites) desviados de pedreiras e obras, essenciais para o rompimento de cofres em balsas e para a intimidação.

Em troca desse "upgrade" tecnológico e financeiro, as facções exigem lealdade absoluta, o pagamento de "taxas" sobre o butim dos roubos e, sobretudo, o uso da *expertise* de navegação para transportar ("mular") grandes carregamentos de drogas e armas através das rotas mais difíceis e desconhecidas, evitando os postos de fiscalização da Polícia Federal e da Base Arpão.

O Instituto Combustível Legal (ICL) destaca em seus relatórios que a pirataria nos rios e a deficiência na fiscalização de fronteiras são os maiores entraves no combate aos crimes na região. Um dado alarmante é que o roubo de combustíveis não serve apenas para a revenda no mercado negro para gerar lucro; ele funciona como um insumo logístico vital para a própria sustentabilidade das

Ano VI, v.1 2026 | **submissão: 09/02/2026** | **aceito: 11/02/2026** | **publicação: 13/02/2026**

operações do narcotráfico (Instituto Combustível Legal, 2025). As frotas de lanchas rápidas das facções consomem quantidades massivas de combustível para cruzar a Amazônia em alta velocidade, e o roubo de balsas de combustível garante a autonomia operacional desses grupos sem a necessidade de comprar o insumo legalmente, o que deixaria rastros financeiros.

Siqueira e Paiva (2019) descrevem como a Família do Norte (FDN) — facção local que foi posteriormente dizimada e majoritariamente absorvida pelo CV após massacres nos presídios — e o próprio CV estabeleceram um "governo do crime" que transcende os muros dos presídios, territorializando-se nas rotas fluviais e nas comunidades ribeirinhas. Essa governança criminal regula a vida cotidiana das populações locais, impõe toques de recolher, resolve disputas locais e decide o funcionamento do fluxo logístico.

As facções estabeleceram uma verdadeira "governança criminal" sobre territórios ribeirinhos e fronteiriços. O relatório de Gabriel Funari (2024) para a *Global Initiative Against Transnational Organized Crime* ilustra como cidades na tríplice fronteira, como Tabatinga (Brasil) e Leticia (Colômbia), funcionam como *hubs* logísticos integrados, onde a governança criminal regula não apenas o mercado ilícito, mas a vida cotidiana, exacerbando a violência letal e promovendo a degradação ambiental por meio do garimpo ilegal e do desmatamento para pistas de pouso clandestinas (Funari, 2024).

A tabela a seguir sintetiza as diferenças operacionais e estratégicas entre as modalidades criminosas, com enfoque na adaptação do *modus operandi* ao meio fluvial:

Parâmetro Operacional	Novo Cangaço (Terrestre)	Domínio de Rios (Fluvial Amazônico)
Alvo Primário	Agências Bancárias, Carros-Forte, Bases de Valores.	Balsas de Valores, Comboios de Combustível, “Mulas” do Tráfico (rivais).
Tática de Aproximação	Comboios de veículos SUV (caminhonetes) em alta velocidade.	Lanchas rápidas (“voadeiras”) camufladas ou abordagem noturna silenciosa (motor elétrico ou deriva).
Contenção de Resposta	“Miguelitos” (pregos retorcidos) na estrada, veículos incendiados em pontes, cerco ao quartel.	Cabos de aço submersos, troncos flutuantes na via, minagem de portos, emboscadas em “furos” estreitos.
Uso de Explosivos	Cargas de ruptura focadas em cofres e caixas eletrônicos (ATMs).	Cargas de afundamento, ruptura de cascos blindados, IEDs flutuantes, minas de contato.
Rota de Fuga	Estradas vicinais, troca de veículos (abandono dos “quentes”).	Igarapés, furos complexos, submersão de equipamentos e drogas para recuperação posterior, mistura com população ribeirinha.
Logística de Apoio	Sítios e fazendas na zona rural (cativéis temporários).	Comunidades ribeirinhas cooptadas ou coagidas, bases flutuantes móveis, acampamentos na mata de igapó (inundável).

Fonte: Criada pelos autores

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026

### 3.2 Engenharia de explosivos no ambiente amazônico: desafios químicos e operacionais

A eficácia dos explosivos empregados tanto por criminosos quanto por equipes de desativação (EOD – *Explosive Ordnance Disposal*) é severamente testada pelas condições ambientais extremas da Amazônia: umidade relativa do ar frequentemente acima de 90% (chegando à saturação), chuvas torrenciais diárias, calor intenso e a necessidade operacional constante de uso em ambiente aquático ou subaquático. A compreensão profunda das propriedades físico-químicas dos materiais energéticos é fundamental para entender as falhas de detonação, os riscos de acidentes (detonações acidentais) e as escolhas táticas das organizações criminosas na seleção de seus arsenais.

#### 3.2.1. A Vulnerabilidade do ANFO à Higroscopia e a Degradação Química e a possibilidade de venda privada

O ANFO (*Ammonium Nitrate Fuel Oil*) é, globalmente, o explosivo civil mais utilizado em mineração e pedreiras devido ao seu baixo custo, facilidade de fabricação e relativa segurança no manuseio e transporte (classificado frequentemente como agente de desmonte ou *blasting 8nicia*, exigindo um iniciador forte). Composto por uma mistura estequiométrica de aproximadamente 94% de nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) na forma de *prills* (grânulos) porosos e 6% de óleo combustível (geralmente óleo diesel), sua simplicidade é sua maior força e, na Amazônia, sua maior fraqueza (Munaretti, 1997).

Munaretti (1997), em sua tese aprofundada sobre a utilização de ANFO, explica que a eficiência da detonação depende precipuamente da íntima mistura entre o oxidante (o nitrato) e o combustível (o óleo). Essa mistura é facilitada pela porosidade física dos grânulos (*prills*) de nitrato de amônio, que absorvem o óleo por capilaridade e permitem a reação química rápida necessária para sustentar a onda de detonação (Munaretti, 1997).

Entretanto, o nitrato de amônio é um sal inorgânico extremamente higroscópico. Ele possui uma afeição química natural por moléculas de água presentes no ambiente, absorvendo umidade do ar com grande facilidade. Na região amazônica, onde a umidade é onipresente e intensa, o ANFO enfrenta uma degradação rápida e severa se não for armazenado em recipientes hermeticamente fechados, o que raramente ocorre nas condições de transporte clandestino das facções.

A absorção de água pelos *prills* provoca dois efeitos deletérios principais que comprometem a utilidade do ANFO para o “Domínio de Rios”:

**Coalescência e Perda de Porosidade:** A água dissolve a superfície cristalina dos grânulos de nitrato. À medida que a umidade cicla (com variações de temperatura), essa dissolução e recristalização faz com que os poros microscópicos — essenciais para a retenção do óleo e para a formação dos “pontos quentes” (*hot spots*) que concentram a energia durante a iniciação — sejam preenchidos ou colapsem. Sem esses vazios aerados, a onda de choque não encontra os pontos de nucleação de energia necessários para se propagar através da massa explosiva, resultando em falha

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026

(Forsyth; Cameron; Miller, 1995).

Dessensibilização Térmica: A água atua como um dissipador de calor (*heat sink*) extremamente eficiente devido à sua alta capacidade térmica e calor latente de vaporização. Durante a tentativa de detonação, a energia que deveria ser utilizada para sustentar a reação em cadeia exotérmica de decomposição do nitrato e oxidação do combustível é, em vez disso, consumida na vaporização da água absorvida. Dessa forma, isso resfria a frente de reação, diminuindo a velocidade da reação química e levando frequentemente à falha da detonação (*misfire*) ou a uma deflagração de baixa ordem, em que o explosivo queima ou “fumaça” sem detonar com força total (Forsyth; Cameron; Miller, 1995).

Além disso, o teor de umidade superior a 8-10% já é suficiente para tornar o ANFO inerte ou incapaz de detonar de forma eficiente (Munaretti, 1997). Em operações criminosas fluviais, isso resulta em artefatos falhados que, paradoxalmente, aumentam o risco para os policiais e peritos. Um IED de ANFO que falhou (nega) pode conter detonadores intactos e sensíveis e uma massa explosiva instável, exigindo protocolos de neutralização remota complexos. Além disso, a queima incompleta do ANFO úmido gera nuvens densas de óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), gases de cor laranja/marrom que são altamente tóxicos. Não obstante a inalação desses gases possa parecer inócua no momento, frequentemente leva a um edema pulmonar tardio e morte horas após a exposição, isto é, um risco grave para quem se aproximar da cena do crime sem proteção respiratória adequada (Munaretti, 1997).

### 3.2.3. Emulsões Explosivas: A Tecnologia da Resistência à Água

Em resposta às limitações severas do ANFO no ambiente úmido e buscando maior eficiência em ataques a alvos endurecidos como carros-forte e, mais recentemente, a embarcações blindadas de transporte de valores, o crime organizado migrou tecnologicamente para o uso de Emulsões Explosivas.

Tecnicamente, uma emulsão explosiva é um sistema coloidal bifásico termodinamicamente instável (mas cineticamente estável) do tipo “água-em-óleo” (W/O). Uma solução aquosa supersaturada de oxidantes (principalmente nitrato de amônio e, às vezes, nitrato de sódio ou cálcio) é dispersa em gotículas microscópicas dentro de uma fase contínua de combustível (óleo mineral, ceras e parafinas), estabilizada por agentes emulsificantes específicos (surfactantes) (Maranda et al., 2025).

Consolin (2019) elucida em sua pesquisa que a estabilidade e a performance dessas emulsões são mantidas por aditivos e emulsificantes que impedem a cristalização do nitrato de amônio, um processo termodinamicamente favorável que degradaria a estrutura da emulsão e a tornaria inerte (Consolin, 2019). Esta arquitetura molecular confere à emulsão uma proteção intrínseca e robusta

**Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026**

contra a água externa. A fase oleosa contínua envolve cada gotícula microscópica de oxidante, criando uma barreira hidrofóbica impenetrável. Isso permite que as emulsões (seja na forma encartuchada, conhecidas popularmente como “bananas” ou “emulsão encartuchada”, ou bombeada a granel) sejam utilizadas em furos d’água ou submersas por longos períodos sem qualquer perda significativa de performance ou sensibilidade.

### **Propriedades Críticas das Emulsões para o Crime Fluvial**

**Velocidade de Detonação (VOD) Elevada:** As emulsões modernas atingem VODs entre 4.500 m/s e 5.500 m/s, valores significativamente superior ao do ANFO (que gira em torno de 3.000 m/s em diâmetros ideais) (Consolin, 2019). Essa alta velocidade gera uma pressão de detonação (*brisança*) muito maior, capaz de cisalhar (cortar) o aço naval de balsas e cascos de embarcações blindadas. O ANFO, com seu efeito predominante de empurrão (*heave*), é excelente para mover terra e rocha, mas teria dificuldade em cortar aço eficientemente em cargas pequenas e confinadas, como as usadas em assaltos.

**Sensibilização Química e Física:** Maranda et al. (2025), em uma revisão abrangente sobre a influência de sensibilizantes, destacam que a sensibilização química (geração de bolhas de gás na matriz através de reações como a do nitrito de sódio) e física (adição de microesferas de vidro ou plástico ocas) são os métodos mais eficientes para ajustar a densidade e a sensibilidade dessas emulsões (Maranda et al., 2025). As microbolhas ou microesferas atuam como *hot spots*, colapsando adiabaticamente sob a onda de choque do iniciador e gerando o calor necessário para propagar a detonação.

**Segurança no Transporte e Letalidade:** Essa tecnologia torna o explosivo relativamente seguro para transporte e manuseio (muitas vezes classificado como 1.5D ou 5.1 oxidante antes da sensibilização final em operações de bombeamento), mas extremamente letal quando iniciado por um reforçador (*booster*) de alta potência (como pentolite) (Queiroz, 2024).

A apreensão recorrente de emulsões encartuchadas (com marcas comerciais visíveis) e *boosters* na Base Arpão demonstra que as facções possuem cadeias de suprimento sofisticadas e infiltração no setor de explosivos civis, desviando esses materiais de mineradoras, pedreiras e grandes obras de infraestrutura para uso em sabotagens fluviais e armadilhas (Funaki; Lenzi; Santos, 2023). Funaki, Lenzi e Santos (2023) descrevem métodos rigorosos de teste de estabilidade (como centrifugação e ciclos térmicos) que garantem que esses materiais, mesmo quando armazenados inadequadamente pelos criminosos em paióis na selva (“mocós”), mantêm sua letalidade e capacidade de detonação por longos períodos (Funaki; Lenzi; Santos, 2023).

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026

### 3.2.4. O Cordel Detonante como Ferramenta Tática Anfíbia

O cordel detonante atua como o sistema nervoso central das operações de demolição e sabotagem complexas. Ele é constituído por um núcleo de Pentrita (PETN – Tetranitrato de Pentaeritritol) — um explosivo secundário de alta potência e alta sensibilidade — revestido por camadas de fibras têxteis reforçadas e uma capa externa de plástico (geralmente PVC ou Polietileno). Esta construção torna o cordel flexível, resistente à tração e, crucialmente, impermeável à água, com uma VOD altíssima de aproximadamente 7.000 m/s (Munaretti, 1997).

No contexto do “Domínio de Rios”, o cordel detonante desempenha dupla função essencial:

**Sistema de Iniciação Redundante e Distribuída:** Permite conectar múltiplas cargas explosivas (por exemplo, cargas colocadas em diferentes compartimentos estanques de uma balsa ou nos pilares de sustentação de um porto fluvial) e iniciá-las simultaneamente a partir de um único ponto de disparo. Isso garante a eficácia do ataque estrutural mesmo sob a água, onde sistemas elétricos poderiam falhar ou exigir isolamento complexo.

**Carga de Corte Linear:** Cordéis de alta gramatura (acima de 10g/m ou 40 grains/pé) possuem energia suficiente para serem usados diretamente como ferramentas de corte. Eles podem cortar cabos de amarração de aço, correntes de âncora, tubulações hidráulicas ou chapas finas de metal. Sua flexibilidade permite que o cordel seja enrolado ou amarrado em torno de alvos irregulares (nós, junções), funcionando como uma ferramenta de corte precisa, rápida e leve, ideal para ações de sabotagem onde o transporte de grandes cargas explosivas (“bananas” ou sacos) é inviável ou indiscreto (Munaretti, 1997).

A resistência à água e a alta confiabilidade do cordel detonante (PETN não é higroscópico como o nitrato de amônio) o tornam o acessório ideal para operações ribeirinhas, permitindo que criminosos montem armadilhas subaquáticas ou sistemas de acionamento que resistem à correnteza forte e à imersão prolongada típica dos rios amazônicos, mantendo-se ativos por dias à espera do alvo.

### 3.3. Hidrodinâmica da detonação e fisiopatologia do trauma em meio líquido

A interação de uma explosão com o meio aquático gera fenômenos físicos distintos e, em muitos aspectos, muito mais perigosos e letais daqueles observados no ar. Isso resulta em um perfil de letalidade e lesão (*blast injury*) que desafia o conhecimento médico convencional de trauma e exige protocolos de segurança ampliados. A propriedade física determinante dessa amplificação de danos é a incompressibilidade da água.

#### 3.3.1. Propagação de Ondas de Choque: A Letalidade Ampliada

A água é cerca de 800 vezes mais densa que o ar e, para fins práticos de balística de explosão e hidrodinâmica, é considerada um fluido incompressível. Quando um explosivo detona no ar, grande parte da energia liberada é dissipada na compressão, aquecimento e deslocamento das moléculas de gás (ar) adjacentes. Devido à compressibilidade do ar, a pressão da onda de choque decai muito

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026

rapidamente com a distância (aproximadamente com o cubo da distância, na proporção de  $1/R^3$ ) (Munaretti, 1997).

Na água, a onda de choque comporta-se de maneira radicalmente diferente. Devido à incompressibilidade e à maior velocidade do som no meio ( $\sim 1.500$  m/s na água contra  $\sim 340$  m/s no ar), a onda de choque viaja muito mais rápido e a pressão de pico decai muito mais lentamente do que no ar (o decaimento é mais próximo de uma função de  $1/R$ ). Isso amplia significativamente o raio de letalidade efetiva. Uma carga explosiva que seria letal a 5 metros no ar pode causar lesões fatais ou incapacitantes a distâncias de 15, 20 ou até mais metros na água, dependendo do confinamento e da profundidade.

Lance, Capehart e Bass (2015), em um estudo seminal publicado na *PloS ONE* sobre critérios de lesão humana em explosões subaquáticas, revisaram exaustivamente dados históricos (incluindo casos da Segunda Guerra Mundial) e experimentais para estabelecer novos parâmetros de segurança. Eles determinaram que o risco de fatalidade de 50% para humanos submersos ocorre com um impulso de onda de choque de  $302 \pm 16$  kPa·ms (quilopascal-milissegundo). Este estudo foi fundamental para derrubar diretrizes antigas e imprecisas, muitas vezes baseadas em suposições da década de 1940 que igualavam erroneamente a resistência humana à tensão superficial da água ou usavam modelos animais inadequados (Lance et al., 2015).

Além do alcance ampliado, a impedância acústica da água é muito próxima à impedância dos tecidos moles do corpo humano (que são compostos majoritariamente por água). Isso permite um acoplamento de energia quase perfeito: a onda de choque passa da água para o corpo humano com reflexão mínima na pele. No ar, grande parte da energia da onda de choque reflete no corpo devido à grande diferença de impedância entre o ar e o tecido sólido/líquido. Na água, essa “proteção” não existe; a onda transmite a energia destrutiva diretamente para os órgãos internos como se o corpo fosse transparente à onda (Munaretti, 1997).

### 3.3.2. O Ciclo da Bolha de Gás (*Bubble Pulse*) e Efeitos Estruturais

Uma característica exclusiva e devastadora das explosões subaquáticas é a formação e oscilação da bolha de gás, conhecida como *Bubble Pulse*. Os produtos da detonação — gases a altíssima pressão e temperatura — formam uma cavidade esférica que se expande radialmente contra a pressão hidrostática da água circundante. Devido à inércia do movimento da água, a bolha expande-se para além do seu ponto de equilíbrio de pressão (ficando com pressão interna menor que a da água), e então para e colapsa violentamente sob a pressão da água. Esse colapso comprime os gases novamente, gerando um novo pico de pressão e temperatura, e uma nova expansão subsequente. Esse ciclo de expansão-colapso (pulsação) pode ocorrer várias vezes enquanto a bolha migra para a superfície devido ao empuxo (Munaretti, 1997).

Efeito em Estruturas (Efeito *Whipping*): Se a explosão ocorre sob o casco de uma

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026

embarcação, a interação da bolha é catastrófica. A expansão inicial da bolha levanta o navio no centro (efeito de alçamento). O colapso subsequente cria um vazio que remove o suporte de sustentação da água sob o meio do navio, fazendo com que a quilha se quebre sob o peso da própria embarcação (movimentos violentos de *hogging* e *sagging* – alquebramento). Estudos experimentais e numéricos em placas de aço demonstram que a deformação plástica final é resultado da ação combinada da onda de choque inicial e, crucialmente, das pulsações subsequentes da bolha, que podem ser tão ou mais destrutivas que a detonação primária (LANCE et al., 2015). Além disso, durante o colapso da bolha próximo a uma superfície sólida (o casco), forma-se um jato de água de alta velocidade (*water jetting*) que pode perfurar o metal como um projétil de carga oca (Munaretti, 1997).

Efeito em Humanos: As ondas de pressão secundárias geradas pelas pulsações da bolha podem atingir a vítima milissegundos após a onda de choque primária. Isso agrava as lesões internas e submete o corpo a ciclos repetidos de compressão e descompressão rápida, potencializando o trauma mecânico em órgãos ocos e tecidos delicados (Munaretti, 1997).

#### 4. Mecanismos de Lesão Primária por *Blast* Subaquático

As lesões causadas pela onda de choque primária na água são insidiosas e frequentemente letais, mesmo sem sinais externos óbvios de trauma. Elas ocorrem predominantemente nas interfaces onde há uma mudança drástica de densidade, ou seja, entre tecidos líquidos/sólidos e bolsas de gás (pulmões, intestinos, seios da face). A literatura médica especializada, incluindo o capítulo “Biodynamics of Blast Injuries” no livro *Reconstructing the War Injured Patient* de Abu-Sittah, Hoballah e Bakhach (2017), destaca que o dano é maximizado nessas interfaces biológicas devido à diferença de velocidade de propagação da onda nos diferentes meios (Abu-Sittah; Hoballah; Bakhach, 2017).

#### Os principais mecanismos de lesão são:

Espalação (*Spalling*): Quando a onda de compressão viaja através de um tecido denso (como a parede torácica ou o parênquima pulmonar) e atinge uma interface com um meio menos denso (o ar alveolar), a energia cinética é transferida para a superfície de separação. Isso ejeta fragmentos do tecido denso para dentro do espaço aéreo (o alvéolo), causando a ruptura física dos alvéolos e capilares. O resultado é uma hemorragia pulmonar severa, contusão e edema, quadro conhecido como “pulmão de explosão” (*blast lung*), que leva à hipóxia aguda e insuficiência respiratória (Munaretti, 1997).

Implosão e Efeito Martelo de Água: A onda de choque comprime violentamente as bolhas de gás presentes no intestino e nos pulmões. A reexpansão explosiva subsequente dessas bolhas (que ocorre devido à fase negativa da onda de choque ou à oscilação da bolha da explosão) lacera os tecidos

**Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026**

circundantes de dentro para fora. No intestino, isso causa perfurações múltiplas, peritonite fecal e hemorragia interna maciça. A compressão rápida também pode forçar bolhas de gás para dentro da circulação sanguínea rompida, causando embolia gasosa arterial, que pode viajar para o cérebro (levando a AVC) ou para as artérias coronárias (causando parada cardíaca imediata) (Munaretti, 1997).

Diferenças Clínicas Cruciais: Diferente do *blast* aéreo, onde a ruptura do tímpano é um indicador comum e sensível de exposição significativa a sobrepressão, no *blast* subaquático, vítimas podem sofrer lesões abdominais e pulmonares letais sem apresentar ruptura timpânica ou quaisquer lesões externas visíveis na pele. Lance et al. (2015) identificaram, através da análise de casos históricos, que a prevalência de danos intestinais severos é uma característica distintiva e única das lesões por explosão subaquática, contrastando com o trauma aéreo onde o pulmão é o alvo primário mais sensível (Lance et al., 2015). Isso dificulta enormemente a triagem (triagem) e o diagnóstico precoce por equipes de resgate não treinadas especificamente para este cenário, podendo levar a óbitos evitáveis por hemorragia interna abdominal não diagnosticada.

## Conclusão

Este estudo também ressalta a importância crucial de uma abordagem interdisciplinar contínua. O fenômeno do Bubble Pulse e sua patologia associada não são problemas estanques da engenharia ou da medicina isoladamente, mas sim um desafio complexo que exige diálogo constante entre físicos, engenheiros navais, médicos, especialistas em segurança e gestores de crises. A evolução das ameaças, como o uso de artefatos improvisados ou novos materiais explosivos, requer que a pesquisa acompanhe essa dinâmica, atualizando constantemente os modelos de previsão de danos e os protocolos de atendimento. Portanto, a conclusão não é um ponto final, mas um apelo para a manutenção e o financiamento de redes de pesquisa colaborativas que possam traduzir descobertas teóricas em soluções práticas e salva-vidas em tempo hábil.

Por fim, a análise empreendida reforça que a mitigação dos efeitos devastadores das explosões subaquáticas é, em última instância, um investimento em resiliência. Construir embarcações mais resistentes, treinar equipes mais preparadas e desenvolver sistemas de diagnóstico mais ágeis são medidas que fortalecem a capacidade de resposta de uma nação diante de acidentes ou ataques. A lição mais profunda é que entender a violência única do *blast* subaquático e o caráter insidioso de suas lesões não é apenas uma questão técnica—é um imperativo ético e estratégico para preservar vidas, proteger patrimônios e garantir a segurança nas operações no domínio marítimo, um ambiente que, como demonstrado, não perdoa a ignorância ou a preparação inadequada.

Academicamente, este trabalho oferece uma contribuição significativa ao sintetizar e analisar, de forma interdisciplinar, os mecanismos físicos e fisiopatológicos das explosões

**Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026**

subaquáticas, com foco no devastador efeito Bubble Pulse. Ao integrar literatura clássica (como Munaretti, 1997) com pesquisas experimentais e numéricas recentes (como Lance et al., 2015) e evidências médico-cirúrgicas (Abu-Sittah et al., 2017), o estudo consolida um modelo teórico robusto sobre a dinâmica da bolha e seus efeitos sequenciais em estruturas e no corpo humano. A principal contribuição reside em destacar e detalhar as diferenças cruciais entre o blast subaquático e o aéreo, particularmente a predominância de lesões internas letais (especialmente intestinais) na ausência de sinais externos, um conhecimento vital para as áreas de medicina subaquática, engenharia naval e segurança. Reconhece-se, contudo, como limite metodológico intrínseco, o caráter exclusivamente documental da pesquisa, que, por não incluir entrevistas, coleta de dados primários ou estudo de caso aplicado, depende da abrangência e profundidade das fontes secundárias consultadas. Apesar dessa limitação, a relevância da investigação permanece alta, pois organiza um corpo de conhecimento complexo e disperso, estabelecendo uma base científica clara para futuras pesquisas empíricas e desenvolvimento de tecnologias de mitigação.

Institucional e socialmente, o estudo transcende a mera revisão teórica ao formular recomendações práticas urgentes. Para as instituições de segurança, defesa e salvamento marítimo, o trabalho evidencia a necessidade crítica de protocolos de triagem e diagnóstico específicos para vítimas de explosões subaquáticas, treinando equipes para identificar os sinais ocultos de trauma abdominal e pulmonar. Para a engenharia naval e projetos de embarcações, reforça a imperiosa necessidade de considerar os efeitos de whipping e do water jetting nos cálculos de integridade estrutural. Para a sociedade em geral, o estudo alerta para os riscos específicos e muitas vezes subestimados de operações em ambientes subaquáticos explosivos. A principal recomendação derivada é a adoção de um paradigma de segurança integrado, que combine o avanço no projeto de estruturas resistentes à pulsação da bolha com a implementação de diretrizes médicas especializadas para resposta a emergências, visando a preservação de vidas e a redução de danos materiais catastróficos.

Conclui-se que a compreensão detalhada do fenômeno Bubble Pulse e de seus mecanismos de lesão associados é um pilar fundamental para a segurança em ambientes subaquáticos de risco. Este trabalho, ao consolidar o conhecimento físico e médico sobre o tema, demonstrou que a ameaça vai muito além da onda de choque inicial, residindo nos ciclos de energia cinética da bolha e nas lesões internas silenciosas que podem levar a óbitos evitáveis. Portanto, a resposta adequada exige uma ação coordenada e proativa entre os campos do conhecimento científico, do desenvolvimento tecnológico e da preparação operacional. O desafio futuro consiste em traduzir essas contribuições acadêmicas em normas, projetos

## Referências

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026

ABU-SITTAH, G. S.; HOBALLAH, J. J.; BAKHACH, J. (ed.). *Reconstructing the war injured patient*. Cham: Springer International Publishing, 2017.

AMAZONAS. Secretaria de Segurança Pública. *Relatório de gestão 2024: resultados operacionais das Bases Fluviais Arpão I e II*. Manaus: SSP-AM, 2025.

ANDERSON, G. S. et al. *The impact of acute stress physiology on skilled motor performance: implications for policing*. *Frontiers in Psychology*, v. 10, p. 2501, 2019.

CONSOLIN, J. C. *Estudo da influência dos aditivos do nitrato de amônio grau fertilizante na estabilidade de emulsões explosivas*. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

COSTA, C. A. V. “*Novo Cangaço*” no Pará: a regionalização dos assaltos e seus fatores de incidência. 2016. Dissertação (Mestrado em Segurança Pública) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

COWDEN, R. G. *Mental toughness and success in sport: a review and prospect*. *The Open Sports Sciences Journal*, v. 10, p. 1–14, 2017.

DI NOTA, P. M.; HUHTA, J.-M. *Complex motor learning and police training: applied, cognitive, and clinical perspectives*. *Frontiers in Psychology*, v. 10, p. 1797, 2019.

FORSYTH, B.; CAMERON, A.; MILLER, S. *Explosives and water quality*. In: SUDBURY '95 – MINING AND THE ENVIRONMENT, 1995, Sudbury. *Proceedings...* Sudbury: CANMET, 1995. v. 2, p. 795–803.

FUNAKI, A. R.; LENZI, M. K.; SANTOS, A. F. *Guide for stability evaluation of ammonium nitrate-based emulsions*. *REM – International Engineering Journal*, Ouro Preto, v. 76, n. 4, p. 353–362, 2023.  
FUNARI, G. *Fronteiras ilícitas: governança criminal na região da tríplice fronteira amazônica*. Genebra: Global Initiative Against Transnational Organized Crime, 2024.

INSTITUTO COMBUSTÍVEL LEGAL. *Pirataria nos rios: 560 mil litros de diesel foram roubados na região Norte em 2022*. 2022.

LANCE, R. M. et al. *Human injury criteria for underwater blasts*. *PLoS ONE*, v. 10, n. 11, e0143485, 2015.

LEMOES, A. P. *Gestão de incidentes críticos envolvendo bombas e explosivos na Polícia Militar do Espírito Santo*. 2017. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) – Academia de Polícia Militar do Espírito Santo, Vitória, 2017.

MARANDA, A. et al. *A comprehensive review of the influence of sensitizers on the detonation properties of emulsion explosives*. *Applied Sciences*, v. 15, n. 5, p. 2417, 2025.

MEDEIROS, D. M. *A logística de operações em bases policiais fluviais e seu impacto no combate ao narcotráfico no Amazonas*. 2025. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Universidade de Fortaleza (UNIFOR), Fortaleza, 2025.

MUNARETTI, E. *Avaliação da utilização de ANFO fabricado in situ em pedreira de calcário*. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto



Ano VI, v.1 2026 | submissão: 09/02/2026 | aceito: 11/02/2026 | publicação: 13/02/2026

Alegre, 1997.

OLIVEIRA, V. F.; MIYADAIRA, F. Y.; AGUIAR, D. M. *O papel do policiamento com cães farejadores no combate à criminalidade no Estado do Amazonas*. Interference: A Journal of Audio Culture, v. 11, n. 2, p. 8724–8742, 2025.

PEREIRA, S. C. S.; ROBERTO, J. C. A.; ALMEIDA, V. S. *Gestão de riscos logísticos na Amazônia: impactos da sazonalidade hidroviária e soluções baseadas em projetos*. Interference: A Journal of Audio Culture, v. 11, n. 2, p. 471–495, 2025.

POLÍCIA MILITAR DE SANTA CATARINA. *Manual de procedimento operacional padrão: primeira intervenção em ocorrências de crise*. Florianópolis: PMSC, 2017.

QUEIROZ, K. O. *Da fragilidade do espaço à vulnerabilidade do território: a pirataria fluvial no Rio Solimões no Estado do Amazonas*. Ateliê Geográfico, Goiânia, v. 18, n. 3, p. 204–228, 2024.

RUSSO, A. C.; RACORTI, V. S.; LENARDUZZI, C. *Quadrilhas articuladas de terceira geração: estudo de caso*. Revista do Instituto Brasileiro de Segurança Pública (RIBSP), v. 6, n. 14, p. 105–124, 2023.

SIQUEIRA, Í. B. L.; PAIVA, L. F. S. “No Norte, tem Comando”: *as maneiras de fazer o crime, a guerra e o domínio das prisões do Amazonas*. Revista Brasileira de Sociologia, v. 7, n. 17, p. 1–26, 2019.

WALD, A. *Responsabilidade civil do Estado – atos de terrorismo – culpa – risco administrativo*. Revista de Direito Administrativo, Rio de Janeiro, v. 124, p. 298–309, 1976.