

O Boletim de Conjuntura (BOCA) publica ensaios, artigos de revisão, artigos teóricos e empíricos, resenhas e vídeos relacionados às temáticas de políticas públicas.

O periódico tem como escopo a publicação de trabalhos inéditos e originais, nacionais ou internacionais que versem sobre Políticas Públicas, resultantes de pesquisas científicas e reflexões teóricas e empíricas.

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratização mundial do conhecimento.



BOLETIM DE CONJUNTURA

BOCA

Ano VII | Volume 23 | Nº 69 | Boa Vista | 2025

<http://www.ioles.com.br/boca>

ISSN: 2675-1488

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17344610>



ASSIMETRIAS NORMATIVAS NA REGULAÇÃO INTERNACIONAL: COMPARANDO OS REGIMES NUCLEAR E CIBERNÉTICO

Marcos Aurélio Guedes de Oliveira¹

Vinicius Santos da Cruz²

Resumo

As assimetrias na regulação internacional de tecnologias sensíveis refletem desigualdades estruturais entre regimes normativos. Este artigo investiga quais fatores explicam os diferentes desfechos normativos das tecnologias nuclear e cibernética, problematizando porque uma alcançou elevada institucionalização e outra permanece fragmentada. O objetivo é comparar a trajetória normativa desses dois regimes estratégicos a partir do modelo do ciclo de vida das normas, identificando os elementos que favorecem ou obstaculizam a consolidação de normas internacionais. A metodologia consiste em uma comparação estruturada, com base em codificação binária de variáveis específicas de cada estágio do ciclo normativo (surgimento, cascata e internalização), aplicadas a uma matriz analítica construída a partir da literatura especializada e de documentos institucionais relevantes. Os resultados indicam que o regime nuclear apresenta alta densidade normativa em todas as fases, com marcos institucionais consolidados e forte internalização, enquanto o regime cibernético sofre com lacunas institucionais, fragmentação epistemológica e ausência de instrumentos vinculantes. Conclui-se que as diferenças observadas decorrem da combinação entre legado institucional, consenso tecnocientífico e capacidade de *enforcement*, fatores que explicam as assimetrias normativas e oferecem subsídios analíticos para compreender a regulação de outros domínios tecnológicos emergentes.

Palavras-chave: Cibersegurança; Ciclo de Vida das Normas; Governança Global; Normas Globais; Regulação Internacional; Segurança Nuclear.

173

Abstract

Asymmetries in the international regulation of sensitive technologies reflect structural inequalities between regulatory regimes. This article investigates the factors that explain the different regulatory outcomes of nuclear and cyber technologies, questioning why one has achieved high institutionalization while the other remains fragmented. The objective is to compare the regulatory trajectories of these two strategic regimes using the norm lifecycle model, identifying the elements that favor or hinder the consolidation of international norms. The methodology consists of a structured comparison, based on binary coding of variables specific to each stage of the normative cycle (emergence, cascade, and internalization), applied to an analytical matrix constructed from specialized literature and relevant institutional documents. The results indicate that the nuclear regime presents a high normative density in all phases, with consolidated institutional frameworks and strong internalization, while the cyber regime suffers from institutional gaps, epistemological fragmentation, and the absence of binding instruments. It is concluded that the observed differences arise from the combination of institutional legacy, techno-scientific consensus and enforcement capacity, factors that explain the normative asymmetries and offer analytical support for understanding the regulation of other emerging technological domains.

Keywords: Cybersecurity; Global Governance; Global Standards; Nuclear Security; International Regulation; Standards Lifecycle.

¹ Professor da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutor em Ciência Política. E-mail: marcosaurelioguedes@gmail.com

² Mestrando em Ciência Política pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). E-mail: vinicius.cruz@ufpe.br



INTRODUÇÃO

O presente artigo aborda as assimetrias normativas na regulação internacional de tecnologias sensíveis, com foco nas diferenças estruturais entre os regimes nuclear e cibernético. Ambos os domínios envolvem dimensões estratégicas da segurança internacional, alto grau de complexidade técnica e forte interdependência global, mas evoluíram de maneira desigual em termos de consolidação normativa e institucionalização. Assim, compreender essas diferenças é fundamental para analisar como o sistema internacional regula, ou falha em regular, tecnologias que desafiam as fronteiras entre segurança, soberania e governança global.

A pesquisa justifica-se pela relevância crescente da regulação tecnológica na política internacional contemporânea. A comparação entre os dois regimes possibilita identificar os fatores que tornam alguns processos normativos bem-sucedidos, enquanto outros permanecem fragmentados ou frágeis. Além disso, a análise contribui para o debate sobre governança global e institucionalização de normas, oferecendo subsídios para a compreensão de outros campos emergentes, como a biotecnologia e a inteligência artificial.

O problema de pesquisa que orienta este estudo pode ser sintetizado na seguinte questão: quais fatores explicam os diferentes desfechos normativos entre as tecnologias nuclear e cibernética? Essa pergunta decorre da constatação de que, embora ambas enfrentem desafios técnicos e estratégicos similares, seus regimes regulatórios apresentam níveis de institucionalização profundamente distintos.

O objetivo geral é comparar a trajetória normativa dos regimes nuclear e cibernético, identificando os elementos que favorecem ou dificultam a consolidação de normas internacionais em cada caso. Como objetivos específicos, busca-se: 1) aplicar o modelo do ciclo de vida das normas para descrever as fases de surgimento, difusão e internalização de normas em ambos os regimes; 2) construir uma matriz analítica comparativa que permita mensurar a presença ou ausência de variáveis explicativas em cada estágio; e 3) discutir os resultados à luz das condições estruturais e institucionais que moldam os processos de regulação internacional.

Tendo isso em vista, o recorte metodológico baseia-se em uma comparação estruturada, sustentada por codificação binária de variáveis associadas aos estágios do ciclo de vida das normas: surgimento, cascata e internalização. O recorte conceitual ancora-se no modelo teórico de Finnemore e Sikkink (1998), que descreve a trajetória das normas internacionais como um processo dinâmico de emergência, difusão e estabilização. A análise empírica foi conduzida a partir de revisão sistemática da literatura especializada e de documentos institucionais relacionados aos dois regimes.



O artigo está organizado em seis seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta a revisão da literatura, contextualizando o debate teórico sobre regulação internacional e os regimes nuclear e cibernético. A terceira seção expõe o referencial metodológico, descrevendo o modelo analítico e os critérios de codificação empregados. Na quarta seção, são apresentados os resultados comparativos obtidos a partir da matriz binária. A quinta seção reúne a discussão e as considerações finais, destacando as implicações dos achados e sugerindo caminhos para pesquisas futuras. Por fim, são listadas as referências utilizadas.

A REGULAÇÃO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS SENSÍVEIS: FUNDAMENTOS E DESAFIOS

A regulação internacional de tecnologias sensíveis tem se consolidado como um dos campos mais complexos e politicamente disputados da governança global contemporânea. À medida que os avanços tecnológicos redefinem as fronteiras entre segurança, economia e poder, os mecanismos tradicionais de regulação enfrentam sérios desafios de legitimidade, coordenação e aplicabilidade (LI, 2025). A emergência de novas tecnologias com alto potencial disruptivo, como a inteligência artificial, a biotecnologia e a computação quântica, tem ampliado o hiato entre a velocidade da inovação e a capacidade normativa das instituições internacionais, produzindo um cenário em que a regulação se torna, frequentemente, um processo reativo e fragmentado (ROBERTS *et al.*, 2024; OECD, 2024).

As chamadas tecnologias sensíveis, como as nucleares, cibernéticas, biotecnológicas ou espaciais, caracterizam-se por seu duplo uso (civil e militar), por sua relevância estratégica e pelo potencial de produzir externalidades transnacionais severas (HÄHNEL, 2024). Essa característica de uso ambivalente, simultaneamente produtiva e destrutiva, insere tais tecnologias em um contexto de profunda tensão entre segurança nacional, soberania e interdependência global. Além disso, sua natureza transfronteiriça desafia a lógica estatal da regulação, uma vez que os fluxos de informação, conhecimento e infraestrutura tecnológica escapam aos mecanismos tradicionais de controle territorial (PIERUCCI, 2025).

Tais características as tornam objeto de intensa disputa normativa entre Estados, empresas e organismos internacionais, que buscam definir parâmetros legítimos de controle e uso (LI, 2025; OECD, 2025). Nessas arenas de negociação, a regulação é tanto um processo técnico quanto político, envolvendo a competição por autoridade epistemológica e por poder de definição sobre o que constitui comportamento aceitável ou legítimo no uso de tecnologias estratégicas (DENARDIS, 2014; LI, 2025). Como consequência, a produção normativa nesses domínios tende a refletir o equilíbrio de poder entre atores



dominantes, resultando, muitas vezes, em arranjos híbridos que combinam regras formais, princípios gerais e práticas informais de coordenação (ZHANG; PINKSE; MCMEEKIN, 2024).

Na ausência de uma autoridade global centralizada, a regulação internacional de tecnologias securitárias se organiza por meio de regimes internacionais, entendidos como conjuntos de princípios, normas, regras e processos de tomada de decisão em torno de um tema específico, conforme a clássica definição de Krasner (1983) e Keohane (1984). Tais regimes funcionam como estruturas de governança intermediária que, ao reduzir a incerteza e coordenar expectativas, permitem algum grau de previsibilidade e estabilidade em contextos marcados pela anarquia internacional. Entretanto, como observa Keohane (1984), a eficácia desses regimes depende da convergência de interesses entre os principais atores e da densidade normativa que conseguem atingir, ou seja, do grau em que as normas são internalizadas, aceitas e institucionalizadas.

No caso das tecnologias estratégicas, contudo, o processo de formação desses regimes é irregular e fortemente condicionado por assimetrias de poder e incertezas científicas (KORKMAZ, 2024). Estados tecnologicamente avançados tendem a exercer papel de empreendedores normativos, promovendo regras que refletem seus próprios interesses estratégicos e valores políticos (FINNEMORE; SIKKINK, 1998). Ao mesmo tempo, países em desenvolvimento e atores não estatais frequentemente contestam essas normas, alegando que elas reproduzem hierarquias tecnológicas e econômicas (HÖHNE, 2025).

A literatura contemporânea sobre governança tecnológica global tem destacado dois desafios centrais nesse processo. O primeiro é o descompasso entre inovação e regulação. Enquanto o desenvolvimento tecnológico ocorre em ritmo acelerado, descentralizado e cada vez mais dependente de atores privados, os mecanismos normativos internacionais permanecem lentos, dependentes de consenso e frequentemente reativos (ADEDYOYIN; JOHNSON, 2025). Essa assimetria temporal, entre o tempo da inovação e o tempo da normatização, tende a gerar lacunas regulatórias que são preenchidas por práticas ad hoc ou por normas não vinculantes, limitando a eficácia e a universalidade dos regimes.

O segundo desafio é a disputa normativa entre grandes potências sobre os princípios, formatos e finalidades da regulação tecnológica (HUQ, 2025; LI, 2025). Nos últimos anos, por exemplo, têm-se observado modelos regulatórios concorrentes que refletem visões distintas de soberania digital, privacidade, segurança e governança global. De um lado, os Estados Unidos e seus aliados defendem uma regulação pautada pela abertura, pela livre circulação de dados e pela primazia dos atores privados (HASSID, 2024).

De outro, China e Rússia propõem uma regulação mais centralizada, baseada na soberania informacional e na autoridade estatal sobre os fluxos tecnológicos e comunicacionais (REINHOLD *et al.*, 2023; HASSID, 2024). A União Europeia, por sua vez, tem buscado ocupar uma posição intermediária,



atuando como “empreendedora normativa” (*normative power*) ao promover um modelo regulatório baseado em direitos, transparência e proteção de dados, como exemplificam o GDPR e as propostas recentes de regulação da inteligência artificial (HASSID, 2024).

Essas visões concorrentes não apenas refletem interesses estratégicos, mas também valores políticos e concepções distintas sobre o papel do Estado e do mercado na governança tecnológica. Como resultado, a formação de normas globais se torna um campo de competição normativa e geopolítica, no qual o consenso é constantemente tensionado.

Portanto, essas dificuldades estruturais tornam a comparação entre regimes tecnológicos especialmente relevante. Enquanto alguns domínios, como o nuclear, lograram construir arcabouços jurídico-institucionais robustos e relativamente estáveis, outros, como o cibernético, permanecem marcados por disputas terminológicas, sobreposição de iniciativas e ausência de mecanismos de *enforcement* (NYE, 2011; 2016). Essa assimetria evidencia que a regulação internacional não é apenas um reflexo do poder material, mas também um produto da capacidade normativa de articular consensos, de transformar princípios em regras e de estabilizar expectativas coletivas.

NORMAS E GOVERNANÇA GLOBAL: O CICLO DE VIDA DAS NORMAS

O modelo do ciclo de vida das normas, formulado por Finnemore e Sikkink (1998), constitui uma das abordagens mais influentes e duradouras para compreender como padrões de comportamento se formam, se difundem e se consolidam no sistema internacional. Para as autoras, as normas não emergem espontaneamente, nem são simplesmente impostas por estruturas materiais de poder; elas resultam de processos sociais intersubjetivos, nos quais ideias, valores e práticas interagem para moldar as expectativas de conduta entre os atores. Esse processo é descrito em três estágios principais (surgimento, cascata e internalização), que representam momentos distintos, mas interdependentes, na trajetória de institucionalização das normas.

No primeiro estágio, o surgimento, atores denominados empreendedores de normas (*norm entrepreneurs*) desempenham papel central ao promover novas ideias, articular causas e mobilizar redes de apoio político e moral. Esses agentes, que podem ser Estados, organizações internacionais, redes epistêmicas ou ativistas, constroem enquadramentos cognitivos e morais capazes de redefinir percepções sobre o que é considerado comportamento apropriado. Esse processo é tipicamente acompanhado de um esforço de persuasão, argumentação e construção de legitimidade, que busca transformar interesses particulares em compromissos coletivos (FINNEMORE; SIKKINK, 1998).



O segundo estágio, a cascata normativa, ocorre quando a norma ganha tração política e legitimidade social, difundindo-se de forma mais ampla entre os atores relevantes. Nesse ponto, a adoção passa a ocorrer não apenas por convicção, mas também por mecanismos de emulação, pressão social e busca de reconhecimento internacional. A adesão de Estados-chave ou instituições de referência funciona como gatilho simbólico e prático para a expansão da norma, consolidando um processo de convergência comportamental (FINNEMORE; SIKKINK, 1998).

Por fim, o estágio de internalização representa o momento em que as normas tornam-se amplamente aceitas e incorporadas às práticas institucionais e jurídicas, orientando comportamentos de maneira quase automática. Nessa fase, o cumprimento deixa de depender de coerção ou barganha, pois a norma se transforma em parte da própria identidade institucional e cognitiva dos atores. O sucesso de uma norma, portanto, é medido não apenas por sua difusão formal, mas pela sua naturalização nas rotinas e discursos da comunidade internacional.

A força explicativa do modelo reside justamente em tratar a normatividade como processo, e não como dado. Ele permite identificar os mecanismos intermediários que explicam por que algumas normas conseguem atravessar os três estágios, tornando-se hegemônicas, enquanto outras estagnam ou desaparecem antes de se consolidar. Nesse sentido, o ciclo de vida das normas fornece uma estrutura analítica poderosa para investigar a relação entre agência e estrutura (FINNEMORE; SIKKINK, 1998).

Autores posteriores ampliaram o alcance e a sofisticação do modelo. Krook e True (2012) demonstraram que a difusão de normas depende de coalizões transnacionais que operam como redes de tradução, adaptando significados a contextos locais. Björkdahl (2002) aplicou o modelo à governança ambiental, mostrando que o sucesso de uma norma exige tanto legitimidade moral quanto viabilidade institucional.

Acharya (2004) por sua vez, introduziu o conceito de localização normativa, segundo o qual normas globais passam por reinterpretações regionais que lhes conferem legitimidade e sustentabilidade em contextos políticos diversos. Essas contribuições revelam que o ciclo de vida das normas não é um processo linear e cumulativo, mas sim dinâmico, contingente e contextual, frequentemente marcado por disputas, resistências e reconfigurações interpretativas.

Ao adotar esse modelo como lente teórica, o presente estudo propõe uma análise orientada não à descrição estática de instituições, mas à identificação das condições que favorecem ou bloqueiam a difusão de normas nos regimes tecnológicos nuclear e cibernético. Tal perspectiva permite compreender a regulação internacional como um campo de disputa intersubjetiva, no qual poder, legitimidade e conhecimento técnico interagem de forma constante para definir os contornos e os limites da governança global. Em suma, mais do que um instrumento de classificação, o modelo de Finnemore e Sikkink



funciona aqui como um roteiro analítico para examinar como ideias normativas competem, se institucionalizam e, eventualmente, se naturalizam nos diferentes domínios da regulação tecnológica internacional.

TRAJETÓRIAS NORMATIVAS EM REGIMES TECNOLÓGICOS: NUCLEAR E CIBERNÉTICO

A literatura sobre regulação de tecnologias estratégicas revela dois casos paradigmáticos de trajetórias normativas contrastantes: o regime nuclear e o regime cibernético. Ambos emergem de preocupações securitárias globais, envolvem múltiplos atores e mobilizam narrativas morais e políticas em torno da estabilidade internacional. Contudo, seus resultados institucionais são substancialmente distintos, o que os torna casos comparativos ideais para examinar as assimetrias de densidade normativa no sistema internacional.

No campo nuclear, a consolidação normativa remonta ao período pós-Segunda Guerra Mundial, quando a devastação de Hiroshima e Nagasaki catalisou um movimento internacional de institucionalização e controle (NYE, 2011). O regime estabelecido sob a égide do Tratado de Não Proliferação Nuclear (TNP), de 1968, e da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), configurou um dos sistemas mais densos e estáveis de governança global (SIRACUSA; WARREN, 2018). A normatividade nuclear caracteriza-se por três dimensões principais: juridicidade formal, enforcement técnico e consenso epistemológico.

Os mecanismos de salvaguardas da AIEA, os tratados de proibição de testes e o amplo reconhecimento do princípio da não proliferação demonstram uma alta internalização normativa, mesmo diante de tensões políticas e violações ocasionais (SIRACUSA; WARREN, 2022).

Por contraste, a governança cibernética internacional permanece marcada por fragmentação institucional e disputas normativas profundas (REINHOLD *et al.*, 2020; NYE, 2016; BROEDERS; CRISTIANO, 2020). O ciberespaço, enquanto domínio global não territorial, desafia as categorias tradicionais do direito internacional e da soberania estatal (REINHOLD *et al.*, 2020). Embora existam múltiplas iniciativas, como os relatórios dos Grupos de Especialistas Governamentais das Nações Unidas (UNGGE) e o *Open-Ended Working Group* (OEWG), essas instâncias produzem apenas recomendações não vinculantes e refletem divisões geopolíticas persistentes (REINHOLD *et al.*, 2020; NYE, 2011; 2016). A ausência de consenso técnico e jurídico sobre o uso legítimo da força no ciberespaço, combinada à opacidade das capacidades ofensivas e defensivas dos Estados, compromete o avanço de um arcabouço normativo estável ((REINHOLD *et al.*, 2020;).



Esses contrastes ilustram a relevância de empregar o modelo do ciclo de vida das normas como ferramenta analítica. Ele permite identificar, com base em evidências comparáveis, em que medida cada regime atingiu ou não condições favoráveis em cada estágio: o surgimento (empreendedores e crises catalisadoras), a cascata (difusão e vinculação institucional) e a internalização (estabilização normativa). Assim, a literatura existente fornece não apenas o pano de fundo teórico, mas também os parâmetros empíricos necessários para o estudo comparativo desenvolvido nas seções seguintes.

METODOLOGIA

Design teórico-metodológico

Este estudo se ancora teoricamente no modelo do ciclo de vida das normas, formulado por Finnemore e Sikkink (1998), cuja estrutura em três estágios (surgimento, cascata e internalização) permite compreender a trajetória normativa não como um dado estático, mas como um processo dinâmico de formação, difusão e consolidação de padrões de comportamento no sistema internacional.

Ao privilegiar a dimensão normativa, a pesquisa parte de uma ontologia construtivista moderada, segundo a qual as normas, embora socialmente construídas, produzem efeitos materiais e comportamentais concretos sobre os Estados e demais atores relevantes. Essa perspectiva não ignora os condicionantes estruturais e estratégicos da política internacional; ao contrário, busca integrá-los à compreensão de como padrões normativos emergem, adquirem legitimidade e moldam condutas, interagindo com variáveis materiais e institucionais.

Epistemologicamente, a investigação adota uma orientação comparativa e analítica, centrada na reconstrução sistemática da literatura e na triangulação de evidências documentais, com o objetivo de derivar inferências normativas sobre dois regimes tecnológicos estratégicos: o nuclear e o cibernético. O trabalho insere-se, assim, na interface entre os debates sobre regulação internacional, construção de normas e tecnologia, propondo uma leitura comparada das trajetórias regulatórias desses domínios à luz do ciclo de vida das normas. Ao fazê-lo, contribui para os estudos normativos ao aplicar e tensionar um modelo teórico consolidado, demonstrando sua capacidade de explicar dinâmicas de institucionalização em contextos marcados por incerteza tecnológica e competição estratégica.

Método

Para responder à pergunta central da pesquisa, quais fatores explicam os diferentes desfechos normativos das tecnologias nuclear e cibernética?, foi adotado o método de comparação estruturada e



focada. Essa abordagem permite comparar casos específicos com base em um mesmo conjunto de questões orientadoras e variáveis controladas, assegurando rigor lógico e consistência interpretativa. A pesquisa é de natureza qualitativa e teórico-dedutiva, orientada pela aplicação do modelo do ciclo de vida das normas como estrutura analítica de referência.

O método comparativo adotado fundamenta-se em três pilares: 1) a decomposição dos processos regulatórios em estágios comparáveis; 2) a construção de um conjunto de variáveis teórico-empiricamente justificadas para cada estágio do ciclo; e 3) a aplicação de uma codificação binária - em que 1 indica presença e 0 ausência - para cada variável nos dois regimes analisados. Essa estrutura metodológica visa garantir que as inferências extraídas da comparação sejam sistemáticas e replicáveis, proporcionando um diagnóstico preciso das condições que favorecem ou obstaculizam a consolidação normativa.

Instrumentos e perfil dos dados

A pesquisa utiliza dados secundários, coletados por meio de análise documental e revisão bibliográfica sistemática. Foram examinadas fontes acadêmicas e institucionais produzidas entre 2000 e 2025, incluindo tratados, resoluções multilaterais, relatórios de organismos internacionais (como ONU, AIEA, OTAN e grupos de especialistas em cibersegurança), além de artigos e livros da literatura especializada sobre regulação nuclear e cibernética.

Tendo isso em vista, a seleção das fontes seguiu três critérios principais: 1) relevância teórica para os debates sobre regulação e normatização internacional; 2) reconhecimento acadêmico das publicações, medido por circulação internacional e número de citações; e 3) pertinência empírica, garantindo a representatividade dos principais marcos regulatórios e eventos críticos de cada regime. O recorte temporal abrange de 1945 a 2024, permitindo capturar tanto o processo histórico de consolidação do regime nuclear quanto a evolução recente e ainda incipiente do regime cibernético.

Portanto, a unidade de análise é o processo normativo internacional em cada domínio tecnológico, entendido como o conjunto de normas, princípios e instituições que orientam a conduta dos atores estatais e não estatais. Esse recorte busca identificar padrões de assimetria normativa, permitindo compreender como a estrutura institucional e o consenso epistêmico afetam a consolidação das normas.

Procedimentos de análise

Após a coleta de dados, a operacionalização empírica foi conduzida a partir de uma matriz analítica binária, construída com base no modelo do ciclo de vida das normas. Essa matriz organiza as variáveis de



análise segundo as três fases do ciclo normativo, permitindo comparar, de forma sistemática, os fatores que caracterizam cada regime tecnológico.

No estágio de surgimento, foram selecionadas quatro variáveis: 1) presença de empreendedores de normas, que avalia a atuação de agentes promotores de novas regras internacionais, sejam indivíduos, Estados, organizações ou redes transnacionais; 2) plataforma organizacional forte, que mensura a existência de instituições com legitimidade e capacidade de sustentar agendas normativas emergentes; 3) consenso epistemológico ou tecnocientífico, indicador do grau de homogeneidade entre especialistas e instituições quanto ao diagnóstico da tecnologia; e 4) crise catalisadora, que identifica a ocorrência de eventos críticos capazes de acelerar a mobilização normativa.

Já no estágio de cascata, a norma começa a difundir-se amplamente, e foram incluídas cinco variáveis: 1) arcabouço jurídico-institucional vinculante, que mede a existência de tratados ou convenções com força legal; 2) estrutura normativa estável, referente à continuidade institucional e à adesão de atores-chave; 3) capacidade de *enforcement* e responsabilização, que avalia os mecanismos de monitoramento e sanção; 4) participação de atores não estatais, indicador do grau de abertura do regime à cogovernança com empresas, ONGs e comunidades técnicas; e 5) obstáculos técnico-estruturais à regulação, variável negativa que captura barreiras materiais, institucionais ou tecnológicas que limitam a normatização, como o caráter dual-use das tecnologias ou a fragmentação da governança.

Por fim, o estágio de internalização normativa foi representado por uma variável consolidada: grau de internalização, que mede o nível de aceitação rotineira das normas e sua incorporação automática às práticas institucionais. O valor 1 é atribuído quando a norma é amplamente aceita e aplicada de forma não contestada; o valor 0, quando sua adesão permanece parcial ou dependente de coerção.

Essa estrutura comparativa permitiu elaborar uma matriz explicativa de alta densidade analítica, da qual foram extraídas inferências qualitativas sobre os mecanismos que favorecem ou bloqueiam a consolidação normativa. Embora simplificada na forma de codificação, essa metodologia garante rigor formal e capacidade interpretativa, permitindo futuras extensões quantitativas e qualitativas.

Considerações sobre validade e replicabilidade

A estratégia metodológica aqui delineada combina rigor conceitual, clareza operacional e aplicabilidade empírica, assegurando transparência e replicabilidade dos procedimentos. O modelo de comparação estruturada, associado ao ciclo de vida das normas, fornece um instrumento analítico capaz de captar tanto regularidades quanto variações nos processos de institucionalização internacional. Além disso, o caráter binário e controlado da codificação permite que outros pesquisadores reproduzam ou



ampliem o estudo, aplicando a mesma lógica a novos regimes tecnológicos, como biotecnologia, inteligência artificial ou governança climática.

Dessa forma, a metodologia proposta articula teoria e empiria de modo sistemático, oferecendo uma lente comparativa que ilumina as condições sob as quais normas internacionais se consolidam em certos domínios e permanecem frágeis em outros — contribuindo, assim, para o avanço da compreensão sobre as assimetrias normativas na regulação internacional contemporânea.

RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados da análise comparativa das trajetórias normativas das tecnologias nuclear e cibernética, estruturada com base no modelo de ciclo de vida das normas proposto por Finnemore e Sikkink (1998). O objetivo é compreender, a partir da operacionalização das variáveis previstas no modelo, como os mecanismos de surgimento, difusão e internalização se manifestam de forma diferenciada nos dois regimes tecnológicos. Essa abordagem permite não apenas observar a presença ou ausência de determinados elementos normativos, mas também interpretar suas implicações para o debate sobre regulação internacional de tecnologias sensíveis e segurança global.

Tendo isso em vista, a matriz comparativa construída (apresentada abaixo) reflete os resultados de presença ou ausência de cada variável em cada uma das tecnologias, conforme descrito na seção metodológica.

Quadro 1 - Matriz comparativa binária por estágio do ciclo de vida das normas

Estágio do Ciclo	Variável	Nuclear	Cyber
1. Surgimento	Presença de empreendedores de normas	1	1
	Plataforma organizacional forte	1	0
	Consenso epistemológico/tecnocientífico	1	0
	Crise catalisadora	1	0
2. Cascata	Arcabouço jurídico-institucional vinculante	1	0
	Estrutura normativa estável	1	0
	Capacidade de <i>enforcement</i> e responsabilização	1	0
	Participação de atores não estatais	0	1
	Obstáculos técnico-estruturais à regulação	0	1
3. Internalização	Internalização normativa	1	0

Fonte: Elaboração própria.

De forma geral, observa-se uma assimetria estrutural marcante entre as duas trajetórias. A regulação nuclear apresenta forte densidade normativa ao longo de todas as fases do ciclo, com presença sistemática das variáveis de surgimento, difusão e internalização. Essa consolidação normativa é sustentada por um conjunto de fatores recorrentes na literatura especializada, como o alto grau de consenso científico sobre os riscos da tecnologia (SIRACUSA; WARREN, 2022), a presença de instituições formais



com mandato regulatório claro (como a AIEA) e o papel de eventos catalisadores críticos como Hiroshima e a Crise dos Mísseis de Cuba (NYE, 2011; FINNEMORE; SIKKINK, 1998; KÜTT; STEFFEK, 2015).

Em contraste, o domínio cibernético revela ausência sistemática de diversos elementos centrais para o avanço normativo, em particular nos estágios de cascata e internalização. Embora haja empreendedores de normas e iniciativas de soft law no plano internacional, a literatura destaca obstáculos significativos à consolidação de um regime jurídico robusto, entre eles, a fragmentação institucional (LING, 2021), a dificuldade de atribuição de responsabilidade (REINHOLD *et al.*, 2023; KELLO, 2021), e a presença dominante de atores privados e multissetoriais (DENARDIS, 2014; NYE, 2016).

Além disso, o ciberespaço não passou por eventos catalisadores de alta magnitude capazes de impulsionar uma reação normativa coordenada, como frequentemente ocorre na regulação de tecnologias de impacto existencial (RAMICH; PISKUNOV, 2021).

A codificação binária evidencia, portanto, a existência de uma lacuna normativa relevante entre os dois casos, permitindo identificar com precisão os estágios e variáveis nos quais se concentram os principais bloqueios à normatização da tecnologia cibernética. A partir desta leitura geral, a análise será organizada nos subtópicos seguintes, respeitando a lógica sequencial do ciclo de vida das normas. Cada seção detalhará as características observadas no estágio correspondente, discutindo os fatores teóricos e empíricos que explicam os diferentes graus de avanço regulatório em cada caso.

Surgimento das Normas

Como expresso na metodologia, o estágio de Surgimento das Normas foi operacionalizado por meio de quatro variáveis presentes na matriz comparativa: presença de empreendedores de normas, existência de plataforma organizacional forte, consenso epistemológico/tecnocientífico e ocorrência de crise catalisadora. A seguir, analisa-se cada uma dessas variáveis à luz da literatura especializada, com base nos critérios de codificação previamente definidos.

A presença de empreendedores de normas foi identificada em ambos os casos (nuclear e cibernético), sendo assim pontuada com valor 1. A literatura reconhece que, nas duas trajetórias, atores específicos desempenharam papel ativo na promoção de agendas normativas. No caso nuclear, iniciativas como o “Átomos para a Paz” (SIRACUSA; WARREN, 2018) foram essenciais para a formulação e disseminação das primeiras propostas de controle e regulação do uso nuclear (JANKOWITSCH-PREVOR, 2010; INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY GROUP, 2006). Portanto, a existência dos empreendedores de normas foi essencial neste processo regulatório (MÜLLER; WUNDERLICH, 2018; EGELAND, 2021).



Figura 1 - Análise Comparativa do Surgimento das Normas

		Etapa 1 – Surgimento	
		Cyber	Nuclear
Presença de empreendedores de normas		✓	✓
Plataforma organizacional forte		X	✓
Consenso epistemológico/tecnocientífico		X	✓
Crise catalisadora		X	✓

Fonte: Elaboração própria.

Já no domínio cibernético, embora a consolidação normativa seja incipiente, diversas iniciativas multilaterais e documentos orientadores, como os relatórios do Grupo de Especialistas Governamentais da ONU (GGE), apontam para a existência de esforços organizados na promoção de normas, ainda que não vinculantes (MADNICK *et al.*, 2024; HASSID; MATANIA, 2024; NYE, 2016; BARAM, 2024). Como destacam Ramich e Piskunov (2021), mesmo diante da ausência de tratados, existe um ambiente normativo emergente baseado em tentativas de codificação de princípios mínimos de conduta no ciberespaço.

A variável “plataforma organizacional forte”, por outro lado, recebeu pontuação diferenciada: 1 para o nuclear, 0 para o cibernético. No campo nuclear, a criação da AIEA ainda na década de 1950 ofereceu uma plataforma institucional robusta, com legitimidade técnica e mandato claro de supervisão, contribuindo para a coordenação internacional das normas emergentes (SIRACUSA; WARREN, 2022; JANKOWITSCH-PREVIOR, 2010; FINDLAY, *et al.* 2012).

Em contraste, o domínio cibernético carece de uma arquitetura institucional centralizada. A governança da internet é caracterizada por um arranjo multissetorial fragmentado, onde diferentes atores, como Estados, empresas, ONGs, organismos técnicos, exercem autoridade sobre partes do sistema, sem que haja um organismo reconhecido com prerrogativas regulatórias universais (LING, 2021; DENARDIS, 2014). Ainda que fóruns como o Fórum de Governança da Internet (IGF) e o próprio GGE da ONU tenham buscado estruturar o debate, a ausência de autoridade vinculante e a dispersão entre visões ocidentais e soberanistas (KELLO, 2021; HASSID; MATANIA, 2024) reforçam o diagnóstico de fraqueza institucional.



A respeito da terceira variável, “consenso epistemológico ou tecnocientífico”, verifica-se no caso nuclear, que a literatura registra um alto grau de consenso técnico desde o início da era atômica, tanto sobre o funcionamento físico das armas quanto sobre seus potenciais destrutivos (CLARKE, 2010; NYE, 2011; ADLER, 1992). Isso permitiu o desenvolvimento de marcos normativos baseados em parâmetros científicos compartilhados, como o conceito de “breakout time” ou o controle do ciclo do combustível nuclear (BEASLEY; MEHVAR, 2025).

No caso cibernético, entretanto, há profunda divergência não apenas sobre os riscos, mas sobre a própria definição de ameaça cibernética e os parâmetros técnicos de atribuição e controle (REINHOLD *et al.*, 2020; NYE, 2016; BROEDERS; CRISTIANO, 2020). A natureza dual-use das ferramentas cibernéticas, sua invisibilidade e a diversidade de usos civis e militares tornam difícil estabelecer fronteiras normativas claras (REINHOLD *et al.*, 2020), o que justifica a atribuição de valor 0 nesta variável.

Por fim, com relação a presença ou ausência de “crise catalisadora”, no campo nuclear (atribuído o valor de 1), a sucessão de eventos de grande impacto, a exemplo de Hiroshima, Nagasaki, a crise dos mísseis de Cuba e os testes atmosféricos nas décadas de 1950 e 1960, criou um ambiente de urgência regulatória que favoreceu a legitimação de normas de contenção e controle (SIRACUSA; WARREN, 2022; NYE, 2011).

Já no domínio cibernético, embora existam episódios relevantes, como os ataques à Estônia (2007), à Geórgia (2008) e o caso Stuxnet (2010), tais eventos não adquiriram centralidade política ou simbolismo internacional comparável ao das crises nucleares. Como argumentam Reinhold *et al.* (2020) e Nye (2016), a ausência de um “choque catalisador” global ainda dificulta a emergência de consenso político e normativo sobre o tema, razão pela qual essa variável foi pontuada com valor 0 no caso cibernético.

Em suma, os resultados do estágio de surgimento indicam que a diferença central entre os regimes decorre menos da presença de empreendedores de normas e mais das condições estruturais que sustentam sua atuação. A trajetória nuclear confirma o papel decisivo das instituições e do consenso técnico como vetores de legitimação normativa, tal como sugerem Siracusa e Warren (2022) e Nye (2011). A existência da AIEA e a clareza científica sobre os riscos da energia nuclear criaram uma base de autoridade que viabilizou a formação de normas amplamente aceitas.

Já o regime cibernético, ao contrário, exemplifica a dificuldade de conversão de conhecimento técnico em governança legítima, devido à fragmentação institucional e à ausência de um consenso epistêmico mínimo (REINHOLD *et al.*, 2020; DENARDIS, 2014). A falta de uma “crise catalisadora” comparável às tragédias nucleares (NYE, 2016; RAMICH; PISKUNOV, 2021) também ajuda a explicar por que as propostas normativas digitais permanecem dispersas e sem força política. Assim, o estágio



inicial revela que a emergência de normas depende tanto de empreendedores quanto de estruturas de autoridade e legitimação científica, ausentes no campo cibernético.

A Cascata Normativa

Quanto ao estágio de Cascata Normativa, a partir do quadro analítico previamente delineado, essa etapa foi operacionalizada por meio de cinco variáveis consolidadas, descritas a seguir.

Figura 2 - Análise Comparativa da Cascata Normativa

	Etapa 2 – Cascata Normativa	
	Cyber	Nuclear
Participação de atores não estatais	✓	✗
Obstáculos técnico-estruturais	✓	✗
Estrutura normativa estável	✗	✓
Capacidade de enforcement e responsabilização	✗	✓
Arcabouço jurídico-institucional	✗	✓

Fonte: Elaboração própria.

A primeira variável, “arcabouço jurídico-institucional vinculante”, recebeu pontuação 1 para o regime nuclear e 0 para o regime cibernético. No domínio nuclear, essa dimensão encontra-se plenamente desenvolvida. O TNP, de 1968, constitui o principal pilar normativo do regime, sendo complementado por uma série de instrumentos adicionais, como o Tratado de Proibição Parcial de Testes (1963), o Tratado de Proibição Completa de Testes Nucleares (1996), o Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis (1987) e os protocolos de salvaguardas da Agência Internacional de Energia Atômica, que atua como organismo verificador com mandato jurídico consolidado (SIRACUSA; WARREN, 2022; KÜTT; STEFFEK, 2015; SIDHU, 2023; RYAN, 2022).

Já no campo da segurança cibernética, observa-se uma lacuna expressiva. Não existe, até o momento, qualquer tratado internacional de caráter vinculante que regule as condutas interestatais no ciberespaço. Os esforços mais consistentes têm se dado no âmbito da soft law, por meio de relatórios e recomendações como os produzidos pelos Grupos de Especialistas Governamentais da ONU (GGE), cuja adoção é voluntária e cujos efeitos jurídicos são limitados (HASSID; MATANIA, 2020; NYE, 2016; BROEDERS; CRISTIANO, 2020).



Quanto à segunda variável, “estrutura normativa estável”, o padrão se repete, com a pontuação 1 para o regime nuclear e 0 para o regime cibernético. No regime nuclear, a literatura aponta uma trajetória de continuidade institucional e estabilidade normativa desde o final da década de 1960, apesar de questionamentos ao longo do percurso. Ainda que os arsenais não tenham sido eliminados, os princípios centrais da não proliferação se mantêm vigentes, com alto grau de adesão e baixo índice de reversão normativa (NYE, 2011; SIRACUSA; WARREN, 2022; RUBLEE, 2009; LANTIS, 2025).

A adesão formal de Estados com maior capacidade destrutiva, como Estados Unidos, União Soviética/Rússia, Reino Unido, França e China, ao TNP e a tratados correlatos não apenas conferiu legitimidade internacional ao regime, como serviu de âncora para a estabilização de expectativas normativas em torno da contenção e do controle.

Em contraste, a trajetória normativa da cibernética mostra-se incipiente e descontínua. Como destacam Ramich e Piskunov (2021), mesmo entre os principais atores do sistema internacional, não há consenso normativo: enquanto os Estados Unidos e a União Europeia promovem uma abordagem multissetorial e liberal, China e Rússia defendem um modelo soberanista e estatal da internet (CARR, 2015). Essa ausência de convergência entre pólos normativos globais, sobretudo entre Estados considerados centrais na arquitetura do ciberespaço, impede o acúmulo de estabilidade institucional e dificulta a construção de expectativas compartilhadas de comportamento.

Já a terceira variável, “capacidade de *enforcement* e responsabilização”, recebeu pontuação 1 para o regime nuclear e 0 para o regime cibernético. No domínio nuclear, a existência de um aparato técnico robusto de monitoramento, composto por sensores, satélites, inspeções *in loco* e relatórios da AIEA, permite um grau elevado de verificabilidade e atribuição de responsabilidades, o que sustenta a efetividade do regime (SIRACUSA; WARREN, 2022; WING; SIMPSON, 2013). A destrutividade massiva das armas nucleares e sua visibilidade tornam suas violações claras e detectáveis.

Quanto ao caso cibernético, como argumentam Reinhold *et al.* (2020), as normas enfrentam severos obstáculos de *enforcement*. A dificuldade de atribuição, o anonimato dos agentes e a natureza tecnicamente ambígua de muitos ataques impedem a responsabilização direta e enfraquecem a capacidade normativa do regime (RIEBE; REUTER, 2019; LUPOVICI, 2016; BRANTLY, 2018). Além disso, o ciberespaço é dominado por uma lógica assimétrica em que a vantagem ofensiva se sobrepõe à capacidade defensiva (NYE, 2016), tornando o *enforcement* uma tarefa ainda mais complexa.

A quarta variável, “participação de atores não estatais”, recebeu pontuação 0 para o regime nuclear e 1 para o regime cibernético. No caso nuclear, embora empresas privadas e centros de pesquisa estejam presentes nas cadeias produtivas da energia atômica, o controle normativo sempre foi fortemente estatal,



sendo exercido em ambientes intergovernamentais como a AIEA e a ONU (NORMAN. 2019; KISSLING, 2016). A produção normativa é vertical e estatal, com papel limitado de organizações civis.

Em contraste, o regime cibernético caracteriza-se por uma estrutura multissetorial descentralizada, na qual empresas, comunidades técnicas e organizações da sociedade civil possuem papel normativo ativo. A literatura é unânime em reconhecer essa característica: autores como DeNardis (2014), Carr (2015) e Ling (2021) apontam que o setor privado não é apenas parte interessada, mas controlador efetivo de porções críticas da infraestrutura digital global. Essa lógica de cogovernança torna a produção normativa mais difusa e menos hierárquica, mas também mais difícil de coordenar.

Por fim, a quinta variável “obstáculos técnico-estruturais à regulação”, recebeu pontuação 0 para o regime nuclear e 1 para o regime cibernético. O regime nuclear, apesar de complexo, apresenta tecnologias passíveis de controle físico e logístico: materiais nucleares podem ser rastreados, inspecionados e contabilizados, e sua produção depende de infraestrutura altamente especializada (SHUBAYR, 2024; AIEA, 2022). O uso dual existe, mas é geralmente manejável dentro dos protocolos de salvaguardas da AIEA.

No regime cibernético, por outro lado, os obstáculos estruturais à normatização são consideráveis. O caráter *dual-use* das ferramentas digitais, a ausência de barreiras claras entre usos civis e militares, a rápida obsolescência tecnológica e a fragmentação da governança global comprometem diretamente a capacidade de formulação e aplicação de normas (REINHOLD *et al.*, 2020; SANDVIK, 2020). Tais características tecnológicas e institucionais impedem que se alcance um mínimo denominador comum para a regulação global, travando o processo de difusão normativa desde sua fase intermediária.

Dessa forma, os resultados do estágio de cascata reforçam a assimetria entre regimes consolidados e emergentes. No campo nuclear, a estabilidade do TNP e o papel de verificação da AIEA exemplificam como normas podem se difundir e adquirir legitimidade duradoura, mesmo em contextos de rivalidade estratégica (SIRACUSA; WARREN, 2022; KÜTT; STEFFEK, 2015). Essa trajetória confirma que a existência de um marco jurídico vinculante, sustentado por um consenso entre grandes potências, é essencial para a difusão e o reforço normativo.

Já no domínio cibernético, a ausência de tratados formais e a multiplicidade de modelos concorrentes de governança, um mais liberal, promovido por EUA e UE, e outro soberanista, defendido por China e Rússia (CARR, 2015; RAMICH; PISKUNOV, 2021), resultam em um regime fragmentado e instável. A literatura aponta que a predominância da *soft law* e o protagonismo de atores privados (DENARDIS, 2014; LING, 2021) dificultam a construção de autoridade normativa e o estabelecimento de mecanismos de enforcement eficazes (REINHOLD *et al.*, 2020; KELLO, 2021). Em síntese, enquanto o regime nuclear representa uma cascata consolidada e coordenada por instituições estatais, o regime

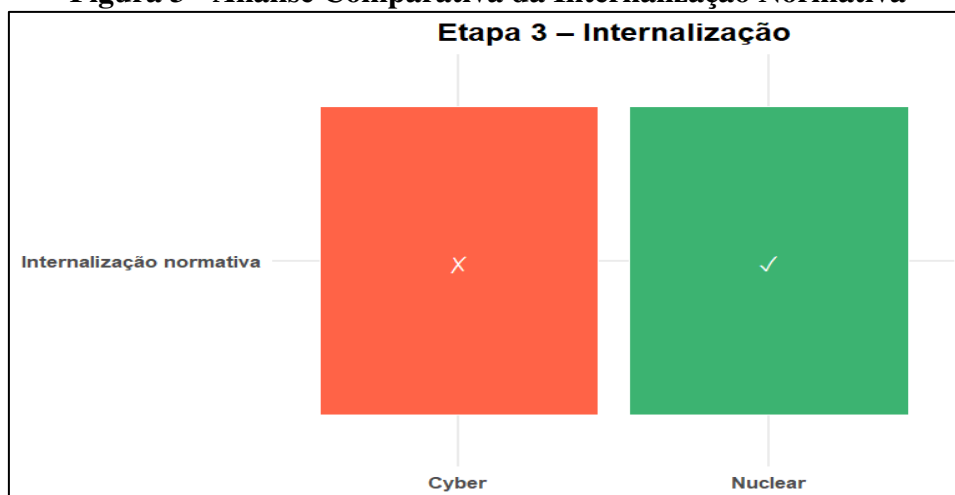


cibernético traduz uma cascata difusa, dependente de dinâmicas horizontais e sem convergência entre potências, o que inibe o amadurecimento do ciclo normativo.

Internalização normativa

No que diz respeito à terceira e última etapa do ciclo de vida das normas, conforme o quadro analítico previamente delineado, essa etapa foi representada por uma única variável, cuja avaliação comparativa segue apresentada na figura 3.

Figura 3 - Análise Comparativa da Internalização Normativa



Fonte: Elaboração própria.

A variável “internalização normativa” recebeu pontuação 1 para o regime nuclear e 0 para o regime cibernético. No domínio nuclear, a literatura especializada reconhece que, ao longo das décadas, o conjunto normativo construído a partir do TNP e seus tratados complementares passou a ser percebido como parte do senso comum regulatório das Relações Internacionais, tornando-se referência central nas práticas diplomáticas e nos discursos de segurança dos Estados.

A persistência dos princípios de não proliferação, desarmamento gradual e uso pacífico da energia nuclear indica um alto grau de sedimentação normativa, ainda que controvérsias pontuais persistam quanto à modernização de arsenais ou à ambiguidade estratégica de certos Estados (KÜTT; STEFFEK, 2015; RUBLEE, 2009). A internalização é reforçada pela incorporação dos parâmetros normativos nucleares a constituições nacionais, legislações internas e estruturas institucionais duradouras, como a AIEA.

No campo da cibernética, por outro lado, não há evidência de internalização normativa em termos comparáveis. Como observa a literatura, ainda predomina um cenário de experimentação normativa, com



normas provisórias, documentos de orientação não vinculantes e forte dissenso entre Estados centrais quanto aos princípios regulatórios básicos (RAMICH; PISKUNOV, 2021; REINHOLD *et al.*, 2020). Portanto, a ausência de tratados formais, de instituições com mandato regulatório consolidado e de consenso sobre os fundamentos normativos (como ilustrado nas subseções anteriores) impede que se forme um núcleo normativo estável, passível de internalização.

Portanto, a comparação entre os dois regimes na fase de internalização mostra que a consolidação normativa internacional é um processo cumulativo e dependente de densidade institucional. No regime nuclear, a ampla aceitação dos princípios de não proliferação e uso pacífico da energia atômica, reconhecida por Rublee (2009) e Kütt e Steffek (2015), demonstra que as normas alcançaram o status de comportamento institucionalizado, seguidas mesmo sem coerção direta.

No regime cibernético, o que predomina é um padrão de normas ainda em disputa, marcadas pela ausência de consenso técnico e político (REINHOLD *et al.*, 2020). A inexistência de um marco formal e a fragmentação entre Estados e empresas dificultam o alcance da estabilidade observada no regime nuclear. Assim, este estágio confirma que a internalização normativa requer a convergência de três dimensões simultâneas: consenso, institucionalidade e enforcement.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo buscou responder à pergunta de quais fatores explicam os diferentes desfechos normativos entre as tecnologias nuclear e cibernética, por meio da aplicação do modelo de ciclo de vida das normas de Finnemore e Sikkink (1998). Ao operacionalizar esse modelo e estabelecer variáveis específicas para cada fase, foi possível realizar uma comparação sistemática entre os dois regimes e evidenciar a assimetria normativa que os caracteriza.

A análise demonstrou que, no caso nuclear, há uma trajetória normativa consolidada, sustentada por uma base institucional robusta, consenso tecnocientífico duradouro, eventos catalisadores de grande impacto e instrumentos jurídicos vinculantes amplamente internalizados. Ainda que não isento de desafios pontuais, como casos de proliferação ou disputas sobre desarmamento, o regime nuclear constitui um exemplo de institucionalização normativa densa e resiliente no campo das tecnologias sensíveis.

Por outro lado, a trajetória normativa da cibernética revela ausências críticas em praticamente todos os estágios do ciclo. No surgimento, observa-se a carência de uma plataforma organizacional forte e ausência de consenso epistemológico. Na fase de Cascata, o campo é marcado por fragmentação institucional, disputas normativas entre grandes potências e dificuldades estruturais de *enforcement*.



Finalmente, a internalização normativa no ciberespaço ainda é incipiente, limitada a princípios gerais de conduta sem aderência sistemática nem reconhecimento consolidado.

O diagnóstico oferecido por este artigo evidencia que a assimetria entre os regimes analisados não decorre apenas de diferenças inerentes às tecnologias em si, mas, sobretudo, da presença ou ausência de condições estruturais, institucionais e epistêmicas que moldam o processo de normatização internacional. Ao explicitar essas lacunas, o estudo contribui para os debates sobre governança global e segurança internacional, oferecendo uma estrutura analítica replicável a outros domínios regulatórios sensíveis.

Em um cenário de transformação tecnológica acelerada e crescente competição estratégica entre atores estatais e não estatais, compreender os fatores que favorecem ou impedem a consolidação de normas internacionais torna-se tarefa urgente. Nesse sentido, o presente artigo se propõe como uma contribuição teórica e empírica relevante, ao oferecer um diagnóstico claro sobre as condições que estruturam ou bloqueiam a formação de regimes normativos eficazes em contextos de alta complexidade técnica e política.

Entre as principais limitações do estudo, destaca-se o caráter qualitativo e exploratório da análise (MARTINS *et al.*, 2025), que se baseia em dados secundários e na codificação binária de variáveis teóricas. Tal abordagem, embora adequada ao objetivo comparativo, não captura nuances intermediárias de avanço normativo nem permite mensurar a intensidade dos processos em termos quantitativos. Além disso, a natureza dinâmica dos regimes tecnológicos implica que novas evidências empíricas, como tratados emergentes, incidentes críticos ou avanços científicos, podem alterar parte das interpretações aqui apresentadas.

Essas limitações abrem caminhos promissores para pesquisas futuras. Estudos subsequentes poderiam ampliar o escopo empírico da comparação, incorporando outros regimes tecnológicos (como inteligência artificial, biotecnologia ou espaço exterior) e aplicando métodos mistos que combinem análise de redes normativas e modelagem quantitativa de difusão. Outra agenda relevante consiste em investigar como atores privados, especialmente grandes empresas de tecnologia, influenciam a formulação e a legitimação de normas em ambientes regulatórios de baixa institucionalização, como o ciberespaço.

Em síntese, os resultados demonstram que a consolidação normativa internacional depende da interação entre legitimidade epistêmica, autoridade institucional e convergência política. O regime nuclear representa o caso paradigmático de um ciclo de vida completo das normas, no qual a emergência, a difusão e a internalização foram sustentadas por estruturas estáveis e consensos amplos. O regime cibernético, por sua vez, ilustra um ciclo truncado, em que a ausência dessas condições impede a transição de normas emergentes para normas internalizadas. Essa constatação reforça a tese de que a governança global das



tecnologias sensíveis avança de maneira desigual e seletiva, refletindo as assimetrias de poder e conhecimento que estruturam a ordem internacional contemporânea.

REFERÊNCIAS

ACHARYA, A. “How ideas spread: whose norms matter? Norm localization and institutional change in Asian regionalism”. **International Organization**, vol. 58, n. 2, 2004.

ADEDOYIN, A.; JOHNSON, I. “Balancing Innovation and Regulation: A Framework for Technology Governance”. **ResearchGate** [2025]. Disponível em: <www.researchgate.net>. Acesso em: 12/06/2025.

ADLER, E. “The emergence of cooperation: national epistemic communities and the international evolution of the idea of nuclear arms control”. **International Organization**, vol. 46, n. 1, 1992.

BARAM, G. “Cyber diplomacy through official public attribution: Paving the way for global norms”. **International Studies Perspectives**, vol. 22, 2024.

BEASLEY, R. K.; MEHVAR, A. “Timing bombs and the temporal dynamics of Iranian nuclear security”. **European Journal of International Security**, vol. 10, n. 2, 2025.

BJÖRKDAHL, A. **From Idea to Norm: Promoting Conflict Prevention**. Lund: Lund University, 2002.

BRANTLY, A. F. “The cyber deterrence problem”. **10th International Conference on Cyber Conflict**. New York: IEEE, 2018.

BROEDERS, D.; CRISTIANO, F. “Cyber norms and the United Nations: between strategic ambiguity and rules of the road”. **SSRN** [2020]. Disponível em: <www.ssrn.com>. Acesso em: 12/06/2025.

CARR, M. “Power plays in global internet governance”. **Millennium**, vol. 43, n. 2, 2015.

CLARKE, R. A. “Nuclear Disarmament and the 2010 NPT Review Conference”. **Global Policy**, vol. 1, n. 2, 2010.

DENARDIS, L. **The global war for internet governance**. New Haven: Yale University Press, 2014.

EGELAND, K. “A theory of nuclear disarmament: Cases, analogies, and the role of the non-proliferation regime”. **Contemporary Security Policy**, vol. 43, n. 1, 2022.

FINDLAY, T. *et al.* **Unleashing the nuclear watchdog: strengthening and reform of the IAEA**. Waterloo: Centre for International Governance Innovation, 2012.

HÄHNEL, M. “Conceptualizing dual use: a multidimensional approach”. **Research Ethics**, vol. 21, n. 2, 2024.

HASSID, N. MATANIA, E. “A Global Regime for Cybersecurity and the Obstacles to Future Progress”. **Global Governance: A Review of Multilateralism and International Organizations**, vol. 30, n. 1, 2024.



HODGINS, M. W. “The perils of cybersecurity regulation”. **ResearchGate** [2024]. Disponível em: <www.researchgate.net>. Acesso em: 12/06/2025.

HÖHNE, C. “Exporting norm interpretations from the Global South: explaining India's reasons for contesting and reshaping international climate norms”. **Earth System Governance**, vol. 25, 2025.

HUQ, A. Z. “The geopolitics of digital regulation”. **The University of Chicago Law Review**, vol. 92, n. 3, 2025.

INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY GROUP. **Strengthening the Global Nuclear Safety Regime**. Vienna: IAEA, 2006.

JANKOWITSCH-PREVOR, O. “The Normative Role of the International Atomic Energy Agency, Legal Basis and Legal Sources”. **ResearchGate** [2010]. Disponível em: <www.researchgate.net>. Acesso em: 12/06/2025.

KELLO, L. “Cyber legalism: why it fails and what to do about it”. **Journal of Cybersecurity**, vol. 7, n. 1, 2021.

KEOHANE, R. O.; NYE, J. S. **Power and Interdependence**. New York: Longman, 1984.

KISSLING, C. **Civil society and nuclear non-proliferation: how do states respond?** London: Routledge, 2016.

KORKMAZ, S. C. Emerging technologies and power asymmetry in international system: an analysis over artificial intelligence”. **ResearchGate** [2024]. Disponível em: <www.researchgate.net>. Acesso em: 12/06/2025.

KRASNER, S. D. (ed.). **International Regimes**. Ithaca: Cornell University Press, 1983.

KROOK, M. L.; TRUE, J. “Rethinking the life cycles of international norms: the United Nations and the global promotion of gender equality”. **European Journal of International Relations**, vol. 18, n. 1, 2012.

KÜTT, M.; STEFFEK, J. “Comprehensive prohibition of nuclear weapons: an emerging international norm?”. **The Nonproliferation Review**, vol. 22, n. 3, 2015.

LANTIS, J. S. “Norm cluster resiliency in the face of contestation: Nuclear threats and international resolve”. In: LANTIS, J. S. *et al.* **Contestation in prism: The evolution of norms and norm clusters in contemporary global politics**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2025.

LI, J. “Governing high-risk technologies in a fragmented world: geopolitical tensions, regulatory gaps, and institutional barriers to global cooperation”. **ResearchGate** [2025]. Disponível em: <www.researchgate.net>. Acesso em: 12/06/2025.

LING, E. S. “Global Cybersecurity Governance Is Fragmented—Get over It”. **ResearchGate** [2021]. Disponível em: <www.researchgate.net>. Acesso em: 12/06/2025.

LUPOVICI, A. The “‘attribution problem’ and the social construction of ‘violence’: taking cyber deterrence literature a step forward”. **International Studies Perspectives**, vol. 17, n. 3, 2016.

MADNICK, B. *Et al.* “The evolution of global cybersecurity norms in the digital age: A longitudinal study of the cybersecurity norm development process”. **Information Security Journal: A Global Perspective**, vol. 33, n. 3, 2024.



- MARTINS, R. C. *et al.* “Eficiência social da cooperativa Sicredi Centro-Sul MS: uma abordagem determinista de fronteira e índice de Malmquist”. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 22, n. 65, 2025.
- MÜLLER, H.; WUNDERLICH, C. “Not lost in contestation: How norm entrepreneurs frame norm development in the nuclear nonproliferation regime”. **Contemporary Security Policy**, vol. 39, n. 3, 2018.
- NORMAN, D. J. “Transnational civil society and informal public spheres in the nuclear non-proliferation regime”. **European Journal of International Relations**, vol. 25, n. 2, 2019.
- NYE JR, J. S. “Deterrence and dissuasion in cyberspace”. **International Security**, vol. 41, n. 3, 2016.
- NYE JR, J. S. “From bombs to bytes: Can our nuclear history inform our cyber future?”. **Bulletin of the Atomic Scientists**, vol. 69, n. 5, 2013.
- NYE, J. S. “Nuclear lessons for cyber security?”. **Strategic Studies Quarterly**, vol. 5, n. 4, 2011.
- OECD. **Framework for Anticipatory Governance of Emerging Technologies**. Paris: OECD, 2024.
- PIERUCCI, F. “Sovereignty in the digital era: rethinking territoriality and governance in cyberspace”. **Digital Society**, vol. 4, n. 1, 2025.
- RAMICH, M. S.; PISKUNOV, D. A. “The securitization of cyberspace: From rulemaking to establishing legal regimes”. **International Relations**, vol. 22, n. 2, 2022.
- REINHOLD, T. *et al.* “Desafios para o controle de armas cibernéticas: um estudo qualitativo com entrevistas com especialistas”. **Zeitschrift Für Außen-und Sicherheitspolitik**, vol. 3, 2023.
- RIEBE, T.; REUTER, C. “Dual-use and dilemmas for cybersecurity, peace and technology assessment”. *In*: REUTER, C. **Information Technology for Peace and Security: IT Applications and Infrastructures in Conflicts, Crises, War, and Peace**. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019.
- ROBERTS, H. *et al.* “Global AI governance: barriers and pathways forward”. **International Affairs**, vol. 100, n. 3, 2024.
- RUBLEE, M. R. **Nonproliferation Norms: Why States Choose Nuclear Restraint**. Athens: University of Georgia Press, 2009.
- RYAN, C. “Efficacy of the Non-Proliferation Treaty on an International Scale”. **ResearchGate** [2022]. Disponível em: <www.researchgate.net>. Acesso em: 12/06/2025.
- SHUBAYR, N. “Medidas de segurança nuclear: Uma revisão de tecnologias e estratégias emergentes selecionadas”. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, vol. 17, n. 1, 2024.
- SIDHU, W. S. “The nuclear disarmament and non-proliferation regime”. **Security Studies**, vol. 4, 2023.
- SIRACUSA, J. M.; WARREN, A. “The nuclear non-proliferation regime: an historical perspective”. **Diplomacy and Statecraft**, vol. 29, n. 1, 2018.
- WING, C.; SIMPSON, F. **Detect, Dismantle, and Disarm: IAEA Verification, 1992–2005**. Washington: United States Institute of Peace Press, 2013.
- ZHANG, Y.; PINKSE, J.; MCMEEKIN, A. “Hybrid governance of digital platforms: exploring complementarities and tensions in the governance of peer relationships”. **ResearchGate** [2024]. Disponível em: <www.researchgate.net>. Acesso em: 12/06/2025.



BOLETIM DE CONJUNTURA (BOCA)

Ano VII | Volume 23 | Nº 69 | Boa Vista | 2025

<http://www.ioles.com.br/boca>

Editor chefe:

Elói Martins Senhoras

Conselho Editorial

Antonio Ozai da Silva, Universidade Estadual de Maringá

Vitor Stuart Gabriel de Pieri, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Charles Pennaforte, Universidade Federal de Pelotas

Elói Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Julio Burdman, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Patrícia Nasser de Carvalho, Universidade Federal de Minas Gerais

Conselho Científico

Claudete de Castro Silva Vitte, Universidade Estadual de Campinas

Fabiano de Araújo Moreira, Universidade de São Paulo

Flávia Carolina de Resende Fagundes, Universidade Feevale

Hudson do Vale de Oliveira, Instituto Federal de Roraima

Laodicéia Amorim Weersma, Universidade de Fortaleza

Marcos Antônio Fávaro Martins, Universidade Paulista

Marcos Leandro Mondardo, Universidade Federal da Grande Dourados

Reinaldo Miranda de Sá Teles, Universidade de São Paulo

Rozane Pereira Ignácio, Universidade Estadual de Roraima