

Além da Resiliência: Capacidades Dinâmicas e a Emergência de Cadeias de Suprimentos Antifrágéis

Glaucia Machado Gervasio Cioca (UNESP) *glaucia.teles@unesp.br*

João Victor Rojas Luiz (UNESP) *joao.rojas@unesp.br*

Fernando Bernardi de Souza (UNESP) *fernando.bernardi@unesp.br*

Resumo

A intensificação das disrupções globais evidenciou limites das abordagens tradicionais de resiliência em cadeias de suprimentos, sobretudo diante de eventos sistêmicos e de baixa previsibilidade. Nesse cenário, a antifragilidade propõe sistemas capazes de se fortalecerem a partir da exposição ao estresse. Contudo, ainda são escassos modelos que expliquem como capacidades dinâmicas sustentam a emergência de cadeias antifrágéis. Este estudo realiza uma Revisão Sistemática da Literatura com o objetivo de identificar fatores associados às capacidades dinâmicas e propor um modelo conceitual integrador. Os resultados indicam que a antifragilidade depende da articulação entre detecção contínua de mudanças, mobilização flexível de recursos e reconfiguração estrutural da rede. Conclui-se que a consolidação de cadeias antifrágéis exige coordenação entre capacidades organizacionais e decisões estratégicas, o que acarreta implicações teóricas e gerenciais em contextos de elevada incerteza.

Palavras-chave: *Antifragilidade, Cadeias de Suprimentos, Capacidades Dinâmicas.*

Abstract

The intensification of global disruptions has exposed the limitations of traditional resilience approaches in supply chains, particularly in the face of systemic and low-predictability events. In this context, antifragility refers to systems that strengthen through exposure to stress. However, models explaining how dynamic capabilities sustain the emergence of antifragile supply chains remain scarce. This study conducts a Systematic Literature Review to identify factors associated with dynamic capabilities and to propose an integrative conceptual model.

The findings indicate that antifragility depends on the articulation of continuous change sensing, flexible resource mobilization, and structural network reconfiguration. It is concluded that consolidating antifragile supply chains requires coordination between organizational capabilities and strategic decisions, with theoretical and managerial implications for highly uncertain environments.

Keywords: *Antifragility; Supply Chains; Dynamic Capabilities.*

1. Introdução

A crescente complexidade e volatilidade do ambiente contemporâneo ampliaram os desafios das cadeias de suprimentos (Bartuseviciene et al., 2025; Ramezani e Camarinha-Matos, 2020). Eventos sistêmicos recentes evidenciam que essas cadeias operam sob incerteza profunda, interdependência elevada e disrupções recorrentes. A pandemia de COVID-19 (Bravo; Hernández, 2021), rupturas logísticas globais e tensões geopolíticas (Lynch et al., 2025), somadas a mudanças climáticas e instabilidades financeiras, intensificaram um cenário amplamente discutido na literatura sobre riscos (Chopra; Sodhi, 2004; Christopher; Peck, 2004; Delic et al., 2019; Sadeghi et al., 2022). Esse contexto exige modelos de gestão que, além de mitigar riscos, promovam adaptação contínua.

A resiliência, entendida como a capacidade de resistir a choques e restaurar níveis aceitáveis de funcionamento (Sheffi; Rice, 2005; Sabahi; Parast, 2020), pode ser insuficiente diante de eventos de grande magnitude ou baixa previsibilidade. A antifragilidade (Taleb, 2012), por sua vez, descreve sistemas que se fortalecem sob estresse, convertendo rupturas em aprendizagem, inovação e melhoria de desempenho.

Apesar do avanço do tema, persistem lacunas quanto à operacionalização da antifragilidade em cadeias de suprimentos. Bartuseviciene et al. (2025) apontam compreensão limitada de seus facilitadores, e Maden et al. (2024) destacam a escassez de evidências empíricas. Embora Sabahi e Parast (2020) empreguem capacidades dinâmicas na análise da resiliência, sua integração à antifragilidade permanece incipiente. Assim, este estudo investiga como cadeias evoluem da resiliência para um estado antifrágil e por quais mecanismos rupturas se convertem em ganhos estruturais.

Para isso, realiza-se uma revisão sistemática da literatura (RSL) com o objetivo de identificar fatores associados às capacidades dinâmicas e propor um framework conceitual integrador. Fundamentado em Teece (2018), o modelo articula detecção (*sensing*),

mobilização (*seizing*) e reconfiguração (*transforming*) como antecedentes estruturais da antifragilidade, oferecendo base para validações futuras e implicações gerenciais.

2. Referencial Teórico

2.1 Resiliência na cadeia de suprimentos

A resiliência tornou-se um dos principais construtos na literatura sobre gestão de riscos e continuidade operacional em cadeias de suprimentos. Na literatura de cadeias de suprimentos, a resiliência é compreendida como a capacidade de absorver impactos e restaurar o desempenho após eventos adversos (Sabahi; Parast, 2020).

A literatura, como exemplifica Herburger et al. (2024), distingue dois principais conjuntos de estratégias para construir resiliência: proativas e reativas. As estratégias proativas envolvem ações preventivas voltadas à antecipação de rupturas, como planejamento de contingência, mitigação de riscos e desenvolvimento de capacidades estruturais (Thun et al., 2011; Knemeyer et al., 2009). Já as reativas são acionadas após eventos disruptivos e envolvem respostas emergenciais, coordenação entre atores, flexibilidade operacional e rápida reorganização das atividades produtivas e logísticas (Sheffi, 2005; Ivanov et al., 2017).

A resiliência tem sido analisada sob uma perspectiva socioecológica, que enfatiza adaptação contínua, aprendizado organizacional e capacidade de transformação diante de mudanças ambientais (Wieland, 2021). Contudo, mesmo nessa abordagem ampliada, a resiliência permanece predominantemente orientada à restauração do funcionamento, sem incorporar de forma sistemática mecanismos de ganho estrutural a partir das perturbações.

2.2 Antifragilidade, capacidades dinâmicas e mecanismos de crescimento pós-ruptura

A antifragilidade, introduzida por Taleb (2012) e aprofundada por Taleb e Douady (2013), propõe sistemas que se beneficiam da exposição ao estresse, apresentando melhoria estrutural ao longo do tempo. Em cadeias de suprimentos, esse constructo traduz-se na capacidade de converter rupturas em oportunidades por meio de adaptação, reconfiguração e aprendizagem contínua, apoiada por redundância inteligente, diversidade, experimentação e realocação dinâmica de recursos (Taleb, 2012; Munoz; Todres; Rook, 2021).

A impossibilidade de antecipar todas as disrupções em ambientes de alta incerteza e as limitações de modelos focados em eficiência e previsibilidade, evidenciadas durante a COVID-

19, com vulnerabilidades de cadeias longas e enxutas, impulsionaram práticas como flexibilidade, diversificação de fornecedores, visibilidade e mitigação de riscos (Delic et al., 2019; Chopra et al., 2021). Tais práticas reforçam a resiliência, mas revelam limites diante de choques prolongados e sistêmicos.

Como avanço conceitual, a antifragilidade enfatiza aprendizagem organizacional, experimentação e transformação estrutural (Aven, 2015; Hillmann; Guenther, 2021). Evidências indicam a adoção de redundância funcional, diversidade organizacional, modularidade e exploração controlada de falhas (Jaaron; Backhouse, 2014; Größler, 2020; Corvello et al., 2023; Monperrus, 2017). Exemplos amplamente discutidos, como o sistema imunológico, a aviação civil, a internet/Bitcoin e práticas de engenharia do caos ilustradas pelo Chaos Monkey da Netflix, demonstram como a indução controlada de falhas pode fortalecer a robustez operacional e acelerar a aprendizagem organizacional (Ramezani; Camarinha-Matos, 2020). Assim, a antifragilidade amplia o conceito de resiliência ao explicar como organizações podem não apenas resistir, mas prosperar em contextos de incerteza, volatilidade e complexidade (Aven, 2015; Hillmann; Guenther, 2021; Coyle, 1977 apud Coyle, 1996).

No campo empírico, Bartuseviciene, Butkus e Schiuma (2025) identificam, por meio de análise fatorial confirmatória com 400 organizações públicas lituanas, cinco componentes estruturantes da antifragilidade: redundância, estressores controlados, respostas não lineares, diversidade de respostas e comportamento emergente. Esses componentes são adotados neste estudo por operacionalizarem o constructo, apresentarem validação empírica recente e evidenciarem seu caráter multidimensional e emergente.

A antifragilidade pode ser ampliada ao incorporar três elementos complementares: tomada de decisão heurística, manipulação de exposições e regulação baseada em virtudes. Esses elementos atuam, respectivamente, nas dimensões cognitiva, estratégico-financeira e cultural-organizacional, fortalecendo a capacidade de adaptação organizacional. Esses elementos articulam-se às capacidades dinâmicas: *sensing*, *seizing* e *transforming*, ao demonstrar que a antifragilidade resulta da interação entre estruturas organizacionais, decisões estratégicas e mecanismos de aprendizagem (Sabahi; Parast, 2020). Estruturalmente, cadeias antifrágeis apresentam configurações distribuídas e adaptativas, nas quais vulnerabilidades são reinterpretadas como insumos para *redesign* organizacional (Taleb, 2012; Ramezani; Camarinha-Matos, 2020).

Capacidades dinâmicas descrevem a habilidade de recombinar recursos internos e externos para responder a mudanças, capturar oportunidades e mitigar ameaças em ambientes

turbulentos (Teece, 2018; Sabahi; Parast, 2020). Nikookar et al. (2023) estruturam esse processo em mindfulness, aprendizagem transformadora, plasticidade, bricolagem e colaboração. Esse encadeamento indica que o crescimento pós-ruptura resulta da articulação de capacidades cognitivas, operacionais e relacionais que convertem estressores em reconfiguração estrutural.

3. Metodologia

Este estudo adota a RSL como método de pesquisa, por sua adequação à identificação, seleção, avaliação e síntese rigorosa e reprodutível de evidências científicas. A RSL permite mapear de forma estruturada o estado da arte sobre antifragilidade em cadeias de suprimentos, assegurando transparência e consistência na construção teórica. Para garantir robustez metodológica, seguiram-se as diretrizes propostas por Kitchenham (2004) e o protocolo PRISMA (2020), amplamente reconhecidos na condução de revisões sistemáticas.

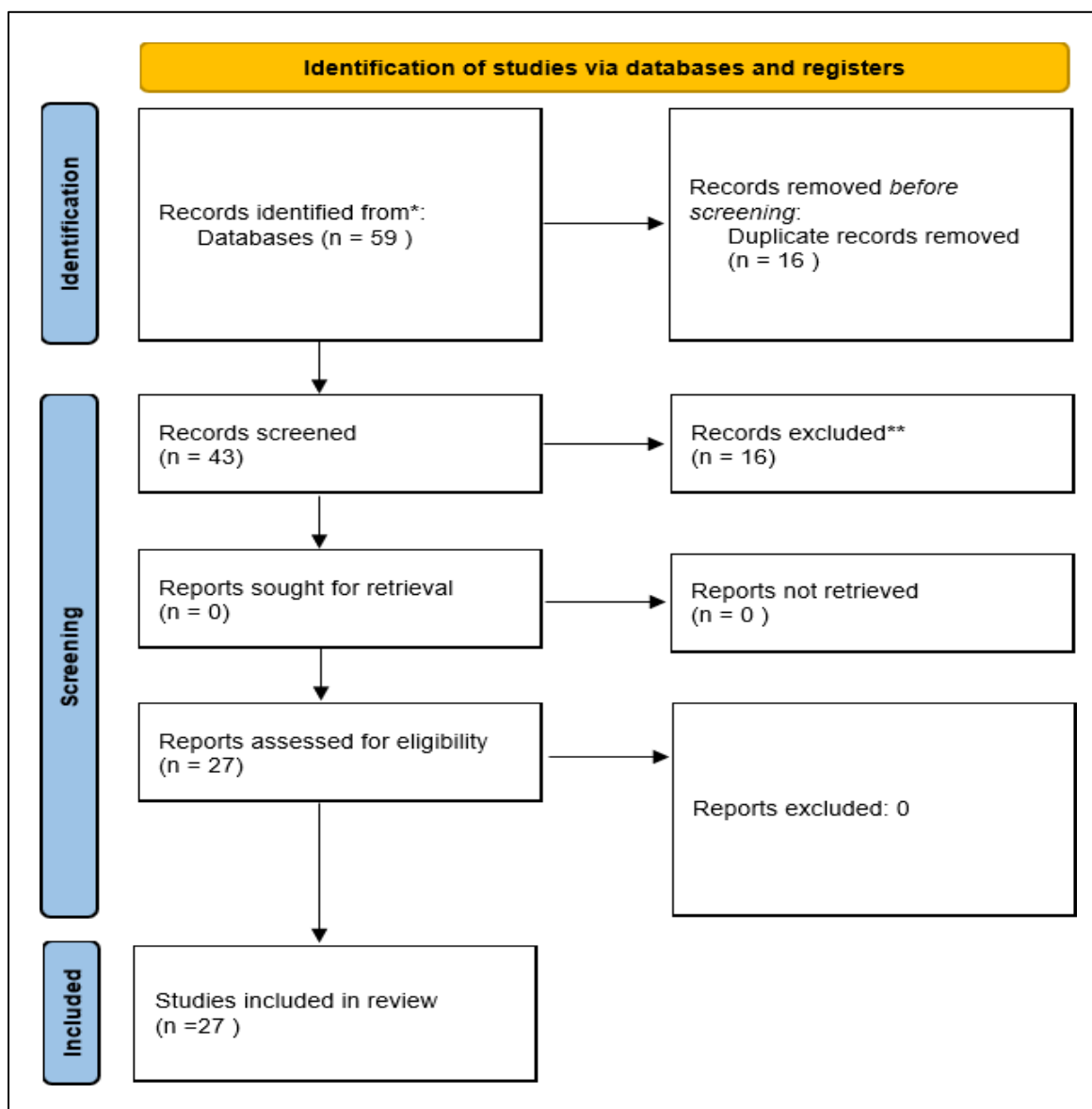
A estratégia de busca foi construída progressivamente, orientada por exaustividade e precisão. Inicialmente, identificaram-se *control papers* e estudos seminais sobre antifragilidade, resiliência, gestão de riscos e capacidades organizacionais, que subsidiaram os descritores e a *string* de busca. A busca foi estruturada em duas partes: (i) termos amplos de gestão da cadeia de suprimentos (aplicados a título, resumo e palavras-chave) e (ii) termos associados à antifragilidade, como *antifrag**, *autopoiesis*, *optionality*, *ergodicity*, *barbell strategy*, *Lindy effect*, via negativa, *tinkering*, *hormesis* e *iatrogeny* (também aplicados a título, resumo e palavras-chave). Os conjuntos foram combinados com operadores booleanos (OR intra-bloco e AND entre blocos) e, em seguida, aplicaram-se filtros para artigos revisados por pares (*journal articles*), em língua inglesa.

O protocolo de seleção seguiu as quatro etapas do PRISMA (2020): identificação, triagem, elegibilidade e inclusão. A busca retornou 59 registros (35 na Scopus e 24 na Web of Science); após a remoção de duplicidades (16), restaram 43 artigos únicos. Na triagem, dois pesquisadores avaliaram, independentemente, títulos, resumos e palavras-chave; em cinco divergências, um terceiro avaliador tomou decisão cega. Ao final, 16 artigos foram excluídos por falta de aderência temática, resultando em 27 estudos para leitura integral. Na elegibilidade, os 27 artigos atenderam aos critérios e nenhum foi excluído, consolidando a amostra final para a síntese qualitativa, o quadro integrador e o modelo conceitual. O fluxograma PRISMA apresenta, em seção específica, esse percurso metodológico, conforme Figura 1.

Para subsidiar a análise, elaborou-se um livro de códigos com categorias e subcategorias representativas de elementos associados às cadeias de suprimentos e à antifragilidade. A estrutura inicial, fundamentada na literatura, contemplou práticas, componentes gerenciais, dimensões estruturais, agentes envolvidos e fatores conceituais, definindo previamente eixos analíticos para orientar a interpretação dos estudos.

Para assegurar a validade de conteúdo, o livro de códigos e a estrutura metodológica foram avaliados por especialistas selecionados com base em experiência acadêmica, produção científica e atuação profissional nos temas investigados. A validação consistiu em análise crítica quanto à clareza, abrangência, precisão terminológica e coerência entre categorias e objetivos da pesquisa.

Figura 1 - Modelo PRISMA utilizado no percurso metodológico



Fonte: Preenchido pelos autores no modelo de Page *et. al.* (2021)

As contribuições foram incorporadas ao instrumento, resultando em um framework de codificação revisado e validado, que orientou a leitura integral, a extração sistemática de dados e a categorização das evidências, ampliando o rigor, a padronização, a transparência e a reprodutibilidade do processo analítico.

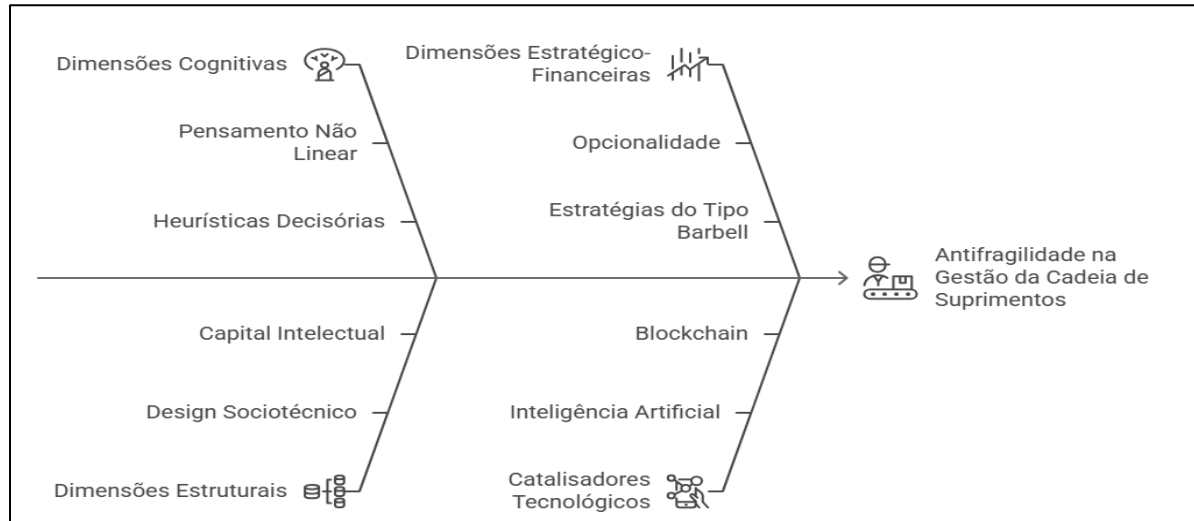
4. Resultados e Discussão

4.1 Mapeamento inicial da produção científica sobre antifragilidade

A produção científica sobre antifragilidade apresenta crescimento significativo a partir de 2020, impulsionado pelas disrupções globais associadas à pandemia de COVID-19, pelo aumento das incertezas sistêmicas e pela intensificação das tensões geopolíticas. Os estudos concentram-se majoritariamente em periódicos de elevada relevância, como *International Journal of Production Economics*, *Supply Chain Management: An International Journal*, *Safety Science* e *Decision Support Systems*. Entre os autores mais recorrentes destacam-se Taleb, Muñoz, Rook, Sansavini, Aven, Butkus e Nikookar.

A análise temática evidencia três eixos predominantes. O eixo cognitivo reúne abordagens relacionadas ao pensamento não linear, heurísticas decisórias, *mindfulness* organizacional e capacidade de absorção. O eixo estrutural contempla design sociotécnico, modularidade, recursos de folga e arranjos cooperativos. O eixo estratégico-financeiro concentra-se em mecanismos como opcionalidade, estratégias do tipo *barbell* e assimetrias de exposição ao risco.

A Figura 2 consolida esses eixos e evidencia sua inter-relação. O mapeamento indica que a antifragilidade em cadeias de suprimentos resulta da articulação entre dimensões cognitivas, estruturais e estratégicas, sinalizando a necessidade de integração entre diferentes mecanismos organizacionais.

Figura 2 – Fatores componentes da antifragilidade na cadeia de suprimentos


Fonte: Elaborado pelos autores em adaptação da RSL

A Tabela 1 sintetiza as distinções entre abordagens orientadas à recuperação e estratégias voltadas ao ganho pós-ruptura. A comparação evidencia diferenças quanto ao objetivo, à lógica de gestão de riscos e à forma de reconfiguração organizacional.

Tabela 1 – Comparação entre cadeia de suprimentos resilientes e antifrágeis

Aspecto	Cadeia de Suprimentos Resiliente / Robusta	Cadeia de Suprimentos Antifrágil
Objetivo central	Restaurar o desempenho e retornar ao estado pré-ruptura (Brandon-Jones et al., 2014; Sabahi; Parast, 2020).	Melhorar estruturalmente após o estresse, fortalecendo-se em função da ruptura (Taleb, 2012; Fang; Sansavini, 2017).
Gestão de riscos	Mitigação e contenção por meio de seguros, redundância moderada, planos de continuidade e múltiplos fornecedores (Kashyap, 2022; Lynch; Coronado Mondragon; Jung, 2025).	Uso deliberado da volatilidade como oportunidade, com opcionalidade, assimetria positiva e estratégia <i>barbell</i> (Munoz; Todres; Rook, 2021).
Resposta a Grey/Black Swans	Prevenção e absorção: cenários, estoques de segurança e diversificação planejada (Lynch; Coronado Mondragon; Jung, 2025).	Ganho com o choque: bricolagem, realocação criativa de recursos e expansão de capacidades (Munoz; Todres; Rook, 2021).
Estratégia operacional	Absorção do impacto por meio de estoques, <i>slack</i> moderado e rotinas de backup (Munoz et al., 2022; Bartuseviciene; Butkus; Schiuma, 2025).	Reconfiguração e expansão funcional, com criação de novos hubs e rotas após a ruptura (Fang; Sansavini, 2017).
Flexibilidade	Flexibilidade reativa e previamente planejada (Tang; Tomlin, 2008).	Plasticidade evolutiva, com abandono rápido de rotinas e estruturas ineficientes (Munoz; Todres; Rook, 2021).
Papel da tecnologia	Monitoramento e visibilidade ponta a ponta para garantir continuidade operacional (Belhadi et al., 2022; Corvello et al., 2023).	Tecnologia voltada à experimentação, aprendizagem de segunda ordem e criação de oportunidades (Belhadi et al., 2022; Munoz; Todres; Rook, 2021).
Digitalização e dados	<i>Analytics</i> , IoT e modelagem preditiva para prevenção de falhas e estabilidade (Belhadi et al., 2022; Maden et al., 2024).	Uso de dados para descoberta, inovação e adaptação contínua a partir de sinais fracos (Munoz; Todres; Rook, 2021).
Colaboração	Parcerias estáveis para redução de vulnerabilidades e compartilhamento de riscos (Lynch; Coronado Mondragon; Jung, 2025).	Ecossistemas colaborativos orientados à coaprendizagem e inovação conjunta (Corvello et al., 2023).

Cultura organizacional	Aprendizado incremental (<i>single-loop</i>) e foco na previsibilidade (Lynch; Coronado Mondragon; Jung, 2025).	Aprendizado generativo (<i>double-loop</i>), autonomia e inovação emergente (Munoz; Todres; Rook, 2021).
Resultados esperados	Continuidade, estabilidade e retorno ao desempenho original.	Ganhos estruturais pós-ruptura e desempenho superior ao estado inicial (Fang; Sansavini, 2017).

Fonte: Elaborado pelos autores em adaptação da RSL

A construção de cadeias de suprimentos antifrágeis exige a combinação de fatores estratégicos interdependentes. O gerenciamento de riscos, envolvendo identificação, avaliação e mitigação, constitui a base para abordagens mais avançadas, potencializadas pelo compartilhamento de informações, gestão do conhecimento e liderança proativa (Maden et al., 2024). Em ambientes de alta incerteza, estratégias híbridas, como Agile-Lean, demonstram melhor desempenho ao equilibrar eficiência e flexibilidade (Sadeghi et al., 2022), enquanto a diferenciação entre cisnes cinzentos e negros orienta respostas mais precisas por meio de análise probabilística e planejamento de cenários (Muñoz et al., 2021). Tecnologias digitais, como IA, blockchain, IoT e computação em nuvem, ampliam a capacidade adaptativa das redes (Andres et al., 2025; Bolsa et al., 2024), e práticas de coopetição complementam esse cenário ao viabilizar o compartilhamento de recursos entre concorrentes em contextos VUCA (Corvello et al., 2024). Por fim, a incorporação da antifragilidade ao design das redes contribui para a redução de custos, emissões e riscos operacionais, evidenciando seu valor sistêmico além da simples resiliência (Lotfi et al., 2023).

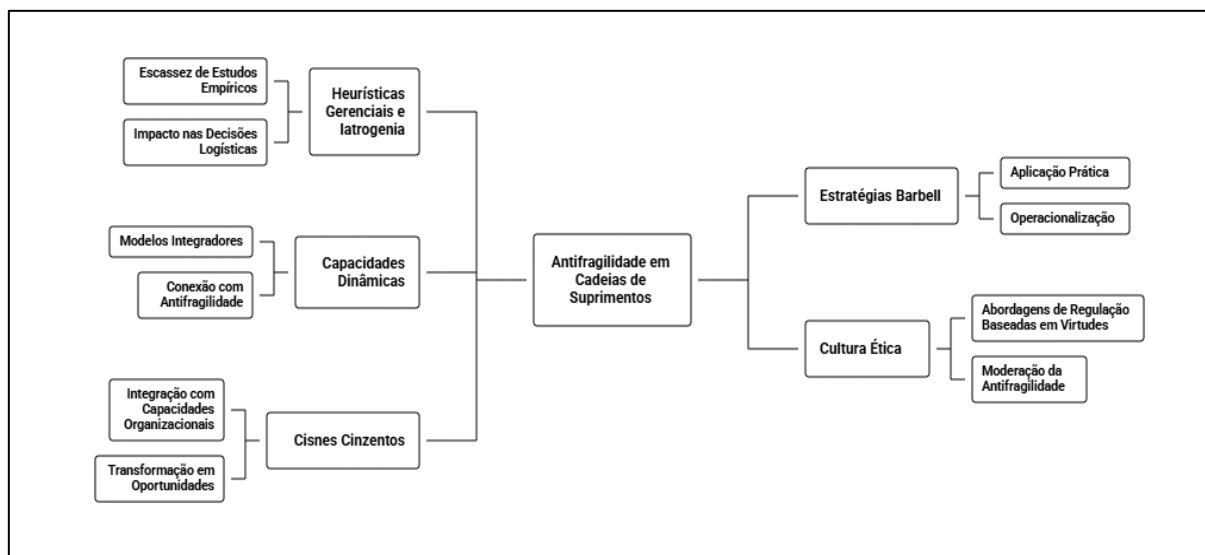
4.3 Lacunas identificadas na literatura

A literatura apresenta limitações no aprofundamento teórico e aplicado da antifragilidade em cadeias de suprimentos. Há escassez de estudos empíricos sobre o papel das heurísticas gerenciais e dos efeitos de iatrogenia nas decisões logísticas, assim como sobre a aplicação prática da estratégia *barbell* para geração de assimetrias favoráveis.

Também se observa a ausência de modelos integradores que articulem capacidades dinâmicas, conforme discutido por Sabahi e Parast (2020) e por Bartuseviciene, Butkus e Schiuma (2025), aos mecanismos de antifragilidade, detalhando como esses processos se traduzem em desempenho organizacional. A dimensão ética, sob a perspectiva de abordagens baseadas em virtudes, permanece pouco explorada. Da mesma forma, a relação entre cisnes cinzentos e as capacidades organizacionais necessárias para sua antecipação e transformação demanda investigação mais consistente (Lynch; Mondragon; Jung, 2025).

A Figura 3 sintetiza essas lacunas e delimita o problema investigado neste estudo. A ausência dessa articulação limita a compreensão de como capacidades organizacionais se traduzem em respostas estruturais efetivamente antifrágeis, dificultando sua operacionalização no âmbito da gestão da cadeia de suprimentos.

Figura 3 – Lacunas na pesquisa sobre antifragilidade em cadeia de suprimento



Fonte: Elaborado pelos autores

4.4 Síntese integradora da literatura

A revisão sistemática permitiu integrar contribuições oriundas de diferentes correntes teóricas que abordam a resposta organizacional à incerteza. Capacidades dinâmicas (Teece, 2018; Sabahi; Parast, 2020), teoria dos cisnes negros e cinzentos (Taleb, 2012; Lynch; Coronado Mondragon; Jung, 2025), sistemas sociotécnicos e adaptação estrutural (Fang; Sansavini, 2017), aprendizagem organizacional e capacidade de absorção (Hillmann; Guenther, 2021; Lin; Wu, 2014) e lógica da opcionalidade (Munoz; Todres; Rook, 2021), quando analisadas de forma conjunta, indicam que a adaptação estrutural depende da articulação entre processos cognitivos, decisões estratégicas e configuração da rede.

A Tabela 2 organiza essa distinção ao contrastar abordagens orientadas à recuperação com estratégias voltadas à reconfiguração. O contraste evidencia diferenças quanto ao objetivo organizacional, ao tratamento da incerteza e à forma de mobilização de recursos diante de rupturas (Sabahi; Parast, 2020; Taleb, 2012).

Tabela 2 - Reação a eventos disruptivos: resiliência e antifragilidade

Dimensão	Cadeia Resiliente	Cadeia Antifrágil	Referência(s)
Objetivo diante da ruptura	Restaurar desempenho ao nível anterior	Melhorar desempenho após a ruptura	Sheffi & Rice (2005); Sabahi & Parast (2020); Taleb (2012); Fang & Sansavini (2017)

Princípio central	Absorver impactos e manter estabilidade	Aprender, inovar e crescer com o estresse	Sabahi & Parast (2020); Taleb (2012); Hillmann & Guenther (2021)
Estratégias principais	Redundância, múltiplos fornecedores, estoques de segurança	Opcionalidade, estratégia barbell, assimetria positiva	Kashyap (2022); Munoz; Todres; Rook (2021); Taleb (2012)
Forma de resposta	Reativa, mitigação de danos	Pró-ativa, exploração da ruptura	Thun et al. (2011); Ivanov et al. (2017); Munoz; Todres; Rook (2021)
Flexibilidade	Planejada para restauração	Plasticidade evolutiva	Tang & Tomlin (2008); Munoz; Todres; Rook (2021); Nikookar et al. (2023)
Reconfiguração de recursos	Ajuste para manter desempenho	Transformação estrutural e novas capacidades	Teece (2018); Fang & Sansavini (2017); Maden et al. (2024)
Aprendizado	Correção de falhas (single-loop)	Aprendizado generativo (double-loop)	Hillmann & Guenther (2021); Munoz et al. (2021)
Near misses	Geralmente ignorados	Utilizados como fonte de fortalecimento	Lynch; Coronado Mondragon; Jung (2025); Munoz et al. (2021)
Papel da incerteza	Ameaça a ser mitigada	Fonte de oportunidades	Taleb (2012); Aven (2015); Munoz; Todres; Rook (2021)
Base conceitual	Robustez + mitigação	Capacidades dinâmicas + inovação sob estresse	Sabahi & Parast (2020); Teece (2018); Bartuseviciene; Butkus; Schiuma (2025)

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir dessa diferenciação, observa-se que respostas mais adaptativas não decorrem apenas da presença de mecanismos de proteção, mas da capacidade de reorganizar estruturas e decisões de forma cumulativa. A Tabela 3 aprofunda essa análise ao relacionar capacidades dinâmicas aos mecanismos associados à antifragilidade. A articulação entre sensing, seizing e transforming, demonstra que a adaptação organizacional envolve detecção de sinais, mobilização ágil de recursos e reconfiguração da rede de suprimentos.

Tabela 3 – Capacidades dinâmicas e contribuições para a antifragilidade em cadeias de suprimentos

Dimensão	Explicação (Específico)	Práticas de SCM	Contribuições para a antifragilidade	Referências
Sensing (Detecção e Exploração)	Capacidade de absorção: identificar, assimilar e aplicar conhecimento externo. Scanning contínuo interno/externo; detecção de Grey Swans; vigilância tecnológica; análise preditiva.	<i>Boundary scanning</i> , revisão contínua de cenários, detecção de sinais precursoros, uso de IoT, big data, data analytics, modelagem preditiva.	Aumenta a antecipação; revela vulnerabilidades ocultas; identificação precoce de ameaças; comportamento emergente; diversidade de respostas.	Teece (2018); Lin & Wu (2014); Belhadi et al. (2022); Lynch et al. (2025); Maden et al. (2024); Bartuseviciene et al. (2025)

Dimensão	Explicação (Específico)	Práticas de SCM	Contribuições para a antifragilidade	Referências
Seizing (Mobilização e Captura de Oportunidades)	Capacidade de adaptação: ajustar rapidamente recursos e processos frente a mudanças.	Planejamento de cenários, ações antecipatórias, digitalização, inovação, liderança ágil, parcerias verticais/horizontais, alocação flexível de recursos.	Respostas não lineares; experimentação; redundância estratégica; autonomia e autogestão; capacidade de aproveitar janelas de oportunidade.	Janssen et al. (2015); Fang & Sansavini (2017); Munoz et al. (2021); Maden et al. (2024); Lynch et al. (2025); Bartuseviciene et al. (2025)
Reconfiguração / Transformação	Capacidade de inovar e transformar estruturalmente processos, ativos e redes. Mudança profunda pós-disrupção.	Diversificação de fornecedores, rotas logísticas, regionalização, <i>nearshoring</i> , redundância inteligente, modularidade.	Reconfiguração evolutiva; comportamento emergente; substituição estratégica de componentes; criação de novas funções; adaptação estrutural.	Fang & Sansavini (2017); Maden et al. (2024); Munoz et al. (2021); Lynch et al. (2025); Bartuseviciene et al. (2025)
Integração e Aprendizagem	Capacidade de aprendizagem contínua: adquirir, compartilhar e institucionalizar conhecimento. Memória organizacional.	War games, testes de estresse, reavaliação pós-evento, BCP/BCM, gestão do conhecimento, rotinas de melhoria contínua.	Aprendizagem transformadora; fortalecimento pós-ruptura; integração de conhecimento; cultura de adaptação contínua.	Munoz et al. (2021); Lynch et al. (2025); Maden et al. (2024)

Fonte: Elaborado pelos autores

Os estudos analisados indicam que organizações com estruturas menos centralizadas, mecanismos formais de aprendizagem contínua e uso estratégico de tecnologias digitais apresentam maior capacidade de reorganização diante de disrupções (Fang; Sansavini, 2017; Corvello et al., 2023; Lynch; Coronado Mondragon; Jung, 2025). Evidências empíricas associam essa configuração a melhor desempenho adaptativo em cenários críticos, inclusive com repercussões financeiras mensuráveis (Bravo; Hernández, 2021; Bartuseviciene; Butkus; Schiuma, 2025).

No plano operacional e financeiro, as diferenças tornam-se mais evidentes quando se observa a mobilização de recursos em períodos de crise. Parte das organizações prioriza preservação e estabilização por meio de mecanismos tradicionais de mitigação (Sabahi; Parast, 2020; Munoz et al., 2022), enquanto outras adotam reconfigurações estruturais apoiadas em opcionalidade, experimentação e reorganização de ativos (Munoz; Todres; Rook, 2021; Fang; Sansavini, 2017). Essa distinção revela níveis distintos de reorganização organizacional, sem implicar exclusão entre estratégias.

De forma integrada, a literatura indica que a consolidação de cadeias antifrágéis

depende da coordenação entre capacidades organizacionais, mecanismos decisórios e configuração estrutural da rede (Sabahi; Parast, 2020; Bartuseviciene; Butkus; Schiuma, 2025). Essa articulação sustenta o modelo conceitual proposto, ao explicitar como processos de detecção, mobilização e transformação se convertem em capacidade adaptativa superior.

A Tabela 4 organiza as capacidades dinâmicas associadas à antifragilidade e evidencia sua conexão com mecanismos cognitivos, estratégicos e estruturais descritos na literatura. Ao relacionar *sensing*, *exploration*, *seizing* e *transforming* a práticas concretas de gestão, a sistematização apresentada contribui para tornar operacional um constructo frequentemente tratado de forma abstrata.

Tabela 4 – Relação das capacidades dinâmicas associadas a antifragilidade

Capacidades dinâmicas	Termos Antifrágéis Associados
<i>Sensing</i> (Detecção de Oportunidades e Ameaças)	Eventos Cisne Negro e <i>Gray Swans</i> , Plasticidade fenotípica, Teoria dos sistemas abertos
<i>Exploration</i> (Exploração)	Guru Maven, Capacidade de Absorção (<i>Absorptive Capacity</i>), Aprendizado organizacional
<i>Seizing</i> (Aproveitamento de Oportunidades)	Opcionalidade de ganho, Estratégia <i>Barbell</i> , Maior Tolo (negociação oportunista)
Transformação / Reconfiguração	Organização de ganho inesperado, Possível adjacente, <i>Self-organization</i>
Integração e Aprendizagem	Aprendizado generativo (<i>double-loop learning</i>), Capital Intelectual, Rotinas latentes
Redundância Estratégica / Slack Resources	Estoquista estratégico, Recursos de folga, Planejamento de continuidade (BCP/BCM)
Proatividade e Reatividade	Sobrevivencialismo, Modelos de mudança organizacional, Pensamento não linear

Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados indicam que a antifragilidade não decorre de um mecanismo isolado, mas da integração entre detecção contínua, mobilização flexível de recursos e reconfiguração estrutural orientada à aprendizagem, constituindo o núcleo explicativo das cadeias de suprimentos capazes de evoluir diante de disrupções.

5. Considerações Finais

Este estudo teve como objetivo identificar e analisar fatores associados às capacidades dinâmicas que contribuem para cadeias de suprimentos antifrágéis e propor um modelo conceitual integrador. A partir da RSL foram organizados e sintetizados mecanismos

organizacionais ligados à adaptação estratégica em contextos disruptivos.

Os resultados indicam que a formação de cadeias antifrágeis está associada ao desenvolvimento articulado de capacidades de detecção contínua, mobilização ágil de recursos e reconfiguração estrutural. Organizações que institucionalizam processos de aprendizagem pós-ruptura e mantêm estruturas adaptáveis demonstram maior capacidade de evolução estratégica diante de eventos extremos.

Do ponto de vista teórico, a principal contribuição reside na integração entre a abordagem das capacidades dinâmicas e os mecanismos associados à antifragilidade. O modelo conceitual proposto diferencia-se ao estruturar a antifragilidade como resultado da interação entre capacidades organizacionais e mecanismos cognitivos, estruturais e estratégico- financeiros, superando abordagens que a tratam apenas como extensão da resiliência. Essa sistematização organiza elementos dispersos na literatura e oferece base analítica para investigações empíricas futuras.

Sob a perspectiva gerencial, os achados sugerem que a consolidação de cadeias antifrágeis exige monitoramento contínuo do ambiente, descentralização decisória, experimentação controlada e incorporação sistemática do aprendizado decorrente de falhas e eventos inesperados. A combinação entre digitalização, diversificação estrutural e opcionalidade estratégica amplia a capacidade adaptativa das organizações.

Como limitações, destacam-se a dependência de estudos previamente publicados e a ausência de validação empírica direta do modelo proposto. Pesquisas futuras podem investigar empiricamente a relação entre capacidades dinâmicas específicas e desempenho pós- rupturas, além de desenvolver métricas operacionais para mensurar níveis de antifragilidade em diferentes setores.

REFERÊNCIAS

- ANDRES, B. et al. **Artificial intelligence-enabled collaboration ecosystems for resilient and antifragile supply chains.** *Technological Forecasting and Social Change*, v. 195, p. 122142, 2025.
- AVEN, T. **Risk analysis, uncertainty and the need for dialogue with stakeholders.** *Reliability Engineering & System Safety*, v. 144, p. 74–79, 2015.
- BARTUSEVICIENE, I.; BUTKUS, M.; SCHIUMA, G. **Understanding organizational antifragility: empirical validation of a multidimensional model.** *Journal of Business Research*, v. 161, p. 113829, 2025.
- BELHADJI, A. et al. **Resilience and digital transformation in supply chains: review and future research directions.** *Industrial Management & Data Systems*, v. 122, n. 7, p. 164–190, 2022.
- BOLSA, S. et al. **Digital transformation, information flows and antifragility in humanitarian supply chains.** *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, v. 14, n. 1, p. 25–48, 2024.
- BRANDON-JONES, A. et al. **A contingent resource-based perspective of supply chain resilience and robustness.** *International Journal of Operations & Production Management*, v. 34, n. 4, p. 420–448, 2014.
- BRAVO, C.; HERNÁNDEZ, D. **Z-score as an indicator of financial robustness during crises: evidence from global firms.** *Finance Research Letters*, v. 39, p. 101113, 2021.
- CHOPRA, S. et al. **Designing supply chains for the age of disruption.** *California Management Review*, v. 63, n. 3, p. 5–25, 2021.
- CORVELLO, V. et al. **Antifragility in collaborative innovation networks.** *Technological Forecasting and Social Change*, v. 186, p. 122143, 2023.
- CORVELLO, V. et al. **Coopetition and antifragility in supply networks: empirical insights.** *Industrial Marketing Management*, v. 113, p. 221–235, 2024.
- CORVELLO, V. et al. **Betting on the future: how to build antifragility in innovative start-up companies.** *Review of Managerial Science*, v. 18, n. 4, p. 1101–1127, 2024.
- COYLE, J. **Management cybernetics and antifragile systems.** In: COYLE, J. *Systems Dynamics Modelling*. London: Chapman & Hall, 1996.
- DELIC, M. et al. **Supply chain resilience under systemic shocks.** *Supply Chain Management*, v. 24, n. 1, p. 72–85, 2019.
- FANG, Y.; SANSVINI, G. **Enhancing the antifragility of infrastructure networks.** *Safety Science*, v. 91, p. 53–66, 2017.
- HILLMANN, J.; GUENTHER, E. **Organizational resilience: a capability-based conceptualization.** *Business Strategy and the Environment*, v. 30, n. 1, p. 421–443, 2021.
- IVANOV, D. et al. **Ripple effect in supply chains.** *International Journal of Production Economics*, v. 183, p. 624–637, 2017.
- JAARON, A.; BACKHOUSE, C. **Lean service systems and antifragility: an empirical investigation.** *International Journal of Production Research*, v. 52, n. 7, p. 2026–2044, 2014.
- JANSSEN, M. et al. **Adaptive governance and resilience.** *Government Information Quarterly*, v. 32, n. 1, p. 1–8, 2015.
- KASHYAP, R. **Antifragility in financial and economic systems.** *Journal of Risk Finance*, v. 23, n. 4, p. 487–504, 2022.
- KNEMEYER, A. et al. **Proactive supply chain risk management.** *International Journal of Logistics Research and Applications*, v. 12, n. 1, p. 15–29, 2009.
- KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews.** Keele: Keele University, 2004. Technical Report.



- LIN, H.; WU, C. **The role of absorptive capacity in competitive advantage.** *Long Range Planning*, v. 47, n. 3, p. 112–128, 2014.
- LOTFI, R. et al. **Antifragile medical waste supply chains.** *Computers & Industrial Engineering*, v. 172, p. 109118, 2023.
- LYNCH, J.; CORONADO MONDRAGON, A.; JUNG, K. **Grey swans, resilience and antifragility in supply chains.** *Safety Science*, v. 161, p. 106141, 2025.
- MADEN, C. et al. **Critical success factors of antifragile supply chains.** *Journal of Enterprise Information Management*, v. 37, n. 2, p. 451–476, 2024.
- MONPERRUS, M. **Antifragile software design.** *IEEE Computer*, v. 50, n. 8, p. 33–43, 2017.
- MUNOZ, A.; TODRES, M.; ROOK, D. **Antifragility in supply chains: conceptual foundations.** *Safety Science*, v. 141, p. 105123, 2021.
- MUNOZ, A. et al. **Slack resources and supply chain resilience.** *Operations Management Research*, v. 15, n. 2, p. 98–110, 2022.
- NIKOOKAR, E. et al. **Dynamic capabilities for antifragility in supply chains.** *International Journal of Production Economics*, v. 260, p. 108125, 2023.
- PAGE, M. J. et al. **The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews.** *BMJ*, v. 372, 2021.
- RAMEZANI, J.; CAMARINHA-MATOS, L. M. **Approaches for resilience and antifragility in collaborative business ecosystems.** *Technological Forecasting and Social Change*, v. 151, p. 119846, 2020.
- SABAHI, S.; PARAST, M. **Organizational resilience from a supply chain perspective.** *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 31, n. 7, p. 1243–1264, 2020.
- SADEGHI, Soheil; AKBARPOUR, Abbas; ABBASIANJAHROMI, Hamidreza. Provide a Lean and Agile Strategy for an Antifragile Sustainable Supply Chain in the Construction Industry(residential complex). **Cleaner Logistics and Supply Chain**, v. 5, n. 2, p. 100079, 1 dez. 2022.
- SHEFFI, Y. **The resilient enterprise.** Cambridge: MIT Press, 2005.
- SHEFFI, Y.; RICE, J. **A supply chain view of the resilient enterprise.** *MIT Sloan Management Review*, v. 47, n. 1, p. 41–48, 2005.
- TALEB, N. N. **Antifragile: things that gain from disorder.** New York: Random House, 2012.
- TALEB, N.; DOUADY, R. **Mathematical foundations of the concept of antifragility.** *Quantitative Finance*, v. 13, n. 11, p. 1677–1689, 2013.
- TANG, C.; TOMLIN, B. **The power of flexibility for mitigating supply chain disruptions.** *International Journal of Production Economics*, v. 116, n. 1, p. 12–27, 2008.
- TEECE, David J. Business models and dynamic capabilities. **Long Range Planning**, v. 51, n. 1, p. 40–49, 1 fev. 2018.
- THUN, J. et al. **Proactive management of supply chain risks.** *Production Planning & Control*, v. 22, n. 1, p. 35–47, 2011.