

Gerenciamento de crises climáticas na cadeia de suprimentos: proposta de protocolo de ações

Climate Crisis Management in the Supply Chain: Proposed Action Protocol

Isabella Sismotto do Vale¹, Ronaldo de Lúcio² 

¹ MBA em Engenharia de Produção – POLI USP PRO – Engenharia Mecânica

² Prof. Dr. em Administração de Empresas - POLI USP PRO

RESUMO

A recorrência de eventos climáticos extremos e seus impactos humanos, sociais e econômicos evidencia a importância de incorporar os riscos climáticos ao gerenciamento de riscos empresarial. Cadeias de suprimentos apresentam elevada exposição a esses eventos, pois compreendem agentes, fornecedores, rotas e unidades produtivas distribuídos em diferentes localidades e sujeitos a relações de interdependência. Embora estudos anteriores apresentem estratégias para mitigar interrupções nas cadeias de suprimentos, permanece relevante analisar sua aplicação em casos reais e organizá-las conforme as necessidades da cadeia afetada. O objetivo deste trabalho foi propor ações para mitigar os impactos de crises climáticas em cadeias de suprimentos, com base no estudo de caso de uma indústria automotiva afetada por enchente decorrente de chuvas intensas. Foi realizada uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa por meio de um estudo de caso. Os dados foram obtidos de registros operacionais da empresa relativos à capacidade produtiva, demanda diária, níveis de estoque, penetração de vendas e custos logísticos. Os resultados permitiram identificar como ações principais a internalização temporária da pintura dos componentes e a criação de capacidade produtiva alternativa, além de ações complementares relacionadas às políticas de estoque, à identificação de componentes críticos e à movimentação de materiais entre polos industriais. Também foram estimados os efeitos dessas ações sobre estoques, capacidade produtiva, continuidade das operações e custos. Conclui-se que a incorporação dos riscos climáticos ao gerenciamento das cadeias, aliada ao mapeamento prévio e à avaliação de alternativas, pode reduzir os riscos de ruptura e preservar a continuidade operacional.

Palavras-chave: Gerenciamento de riscos; Mudanças climáticas; Cadeias de suprimentos; Eventos climáticos extremos; Ações preventivas

ABSTRACT

The recurrence of extreme weather events and their human, social, and economic impacts highlights the importance of incorporating climate risks into corporate risk management. Supply chains are highly exposed to such events because they encompass agents, suppliers, routes, and production units distributed across different locations and subject to interdependent relationships. Although previous studies have presented strategies to mitigate supply chain disruptions, it remains relevant to examine their application in real-world cases and organize them according to the needs of the affected supply chain. This study aimed to propose actions to mitigate the impacts of climate-related crises on supply chains, based on a case study of an automotive company affected by flooding caused by intense rainfall. Descriptive research with a qualitative approach was conducted through a case study. Data were obtained from the company's operational records concerning production capacity, daily demand, inventory levels, sales penetration, and logistics costs. The results identified the temporary insourcing of component painting and the creation of alternative production capacity as the main actions, along with complementary measures related to

inventory policies, the identification of critical components, and the movement of materials between industrial sites. The effects of these actions on inventory, production capacity, operational continuity, and costs were also estimated. The study concludes that incorporating climate risks into supply chain management, combined with prior supply chain mapping and the assessment of alternatives, can reduce disruption risks and preserve operational continuity.

Keywords: Risk management; Climate change; Supply chains; Extreme weather events; Preventive actions.

1. INTRODUÇÃO

Nos anos de 2023 e 2024, foram registrados na Emergency Events Database (EM-DAT), gerenciada pelo Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 308 registros de enchentes em todo o mundo, que afetaram aproximadamente 87,7 milhões de pessoas (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters [CRED], 2026). Em termos de perdas econômicas, o furacão Otis, que atingiu a costa do México, em 2023, provocou prejuízos estimados em 12 bilhões de dólares (World Meteorological Organization, 2024). Em setembro de 2017, o furacão Maria afetou Porto Rico, região onde se localizam fornecedores farmacêuticos relevantes para o abastecimento dos Estados Unidos, reduzindo a capacidade de fornecimento de medicamentos em 50% (Lawrence et al., 2020). Esses exemplos demonstram que os eventos climáticos extremos têm provocado impactos humanos, sociais e econômicos de grande magnitude. No Brasil, as enchentes que atingiram o Rio Grande do Sul entre o final de abril e o início de maio de 2024 afetaram centenas de municípios e ultrapassaram marcas históricas de inundação, evidenciando a necessidade de considerar os riscos climáticos no planejamento das organizações (Marengo et al., 2024).

No contexto das cadeias de suprimentos, eventos dessa natureza ampliam a exposição aos riscos de interrupção das atividades, uma vez que essas cadeias são caracterizadas por múltiplos fornecedores, rotas e centros de distribuição, além de estarem sujeitas a fatores internos e externos imprevisíveis (De Oliveira et al., 2017). Entre as principais fontes de risco, destacam-se a interrupção do abastecimento e a imprevisibilidade da demanda, seguidas pelos riscos ambientais, políticos e de segurança (Blos et al., 2009).

O reconhecimento dos impactos socioeconômicos resultantes das mudanças climáticas destaca a necessidade de incluir esse tipo de ameaça no escopo do gerenciamento de riscos e no planejamento empresarial, especialmente no âmbito das cadeias de suprimentos (Nnaji et al., 2024). Como apontado por Elluru et al. (2019), uma melhor capacidade de resposta às rupturas contribui para a continuidade das operações e pode representar uma vantagem competitiva para as organizações.

A análise de riscos em cadeias de suprimentos tem sido estudada em diferentes setores da indústria, tanto em pesquisas relacionadas a eventos climáticos extremos quanto em estudos sobre rupturas e estratégias de mitigação. Haraguchi e Lall (2015) descrevem as ações adotadas por diferentes montadoras diante das enchentes ocorridas na Tailândia em 2011. Chaidilok e Olapiriyakul (2017), por sua vez, propõem uma estrutura para a identificação dos fatores que contribuem para a resiliência da cadeia de suprimentos e para a análise de sua relação com a vulnerabilidade e o desempenho da cadeia durante eventos de enchentes. Em uma abordagem mais ampla sobre interrupções, Elluru et al. (2019) investigaram os efeitos de ações proativas e reativas implementadas para a contenção de riscos na cadeia de suprimentos, com foco na rede de distribuição. De forma complementar, Aldrighetti et al. (2019) evidenciaram a importância de considerar os riscos de interrupção durante o planejamento das operações logísticas e avaliaram diferentes estratégias de mitigação. Kurano et al. (2014) analisaram alterações nas políticas e nos

níveis de estoque como medidas de preparação e mitigação diante de interrupções na cadeia de suprimentos.

Embora esses estudos apresentem diferentes estratégias para aumentar a capacidade de resposta e reduzir os efeitos das interrupções, permanece relevante relacionar essas estratégias às ações adotadas em casos reais e organizá-las de acordo com as necessidades da cadeia afetada. Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo propor ações para a mitigação dos impactos de crises climáticas em cadeias de suprimentos, com base em um estudo de caso envolvendo a interrupção do fornecimento e o risco de ruptura da cadeia de suprimentos de uma indústria automotiva em decorrência de uma enchente provocada por chuvas intensas. Dessa forma, busca-se identificar e organizar as ações adotadas e recomendadas no caso analisado, estimar seus efeitos sobre os níveis de estoque, a capacidade produtiva, a continuidade das operações e os custos e relacioná-las às estratégias discutidas no referencial teórico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. *Cadeia de suprimentos, risco, vulnerabilidade e resiliência sob mudanças climáticas*

As cadeias de suprimentos são redes de distribuição que conectam o fornecedor inicial de um produto ao consumidor final do bem acabado de forma efetiva e sincronizada, levando em consideração fatores operacionais e estratégicos (Lawrence et al., 2020). A malha logística compreende desde a aquisição de matéria-prima e a manufatura dos componentes até sua transformação em bens de consumo e entrega ao cliente final (Aldrighetti et al., 2019).

Em cadeias de suprimentos modernas, além dos diversos fornecedores, rotas e centros de distribuição, existem múltiplas fontes de risco de interrupção das atividades, incluindo fatores internos e externos imprevisíveis (De Oliveira et al., 2017). As principais fontes de risco de uma cadeia de suprimentos são a interrupção do abastecimento de bens e a imprevisibilidade da demanda, seguidas pelos riscos ambientais, políticos e de segurança (Blos et al., 2009).

Nesse contexto, os riscos em uma cadeia de suprimentos são eventos que podem impedir o funcionamento da malha logística, resultando em impactos financeiros negativos para a operação (Lawrence et al., 2020). A vulnerabilidade de uma cadeia de suprimentos pode ser compreendida, de acordo com Blos et al. (2009), como o nível de exposição da malha logística aos fatores de risco. Em contrapartida, a resiliência de uma cadeia de suprimentos é definida como a capacidade de resposta a crises e retorno ao estado original das operações antes da interrupção da cadeia (Chaidilok & Olapiriyakul, 2017).

De modo geral, as cadeias de suprimentos podem ser impactadas pelas mudanças climáticas nos âmbitos das regulamentações, do mercado e dos impactos físicos (Dasaklis & Pappis, 2013). Em termos de regulamentações, devido à crescente preocupação governamental em relação às mudanças climáticas, os diferentes elos da cadeia podem estar sujeitos a acordos de redução das emissões de gases de efeito estufa e a leis locais sobre resíduos sólidos. Os riscos de mercado estão relacionados à demanda por produtos fabricados de acordo com as leis ambientais. Os impactos físicos ocasionados por eventos climáticos nas cadeias de suprimentos incluem danos estruturais aos centros de distribuição e às instalações industriais, redução da disponibilidade de matéria-prima e indisponibilidade de mão de obra (Dasaklis & Pappis, 2013).

Diante desses riscos, o gerenciamento de riscos em cadeias de suprimentos deve contemplar a identificação da natureza das ameaças às quais a malha logística está submetida, a avaliação dessas ameaças e a proposição de medidas para mitigar seus impactos (Lawrence et al., 2020). Tang (2006) define o gerenciamento de riscos em cadeias de suprimentos como a coordenação e a colaboração entre os componentes da cadeia com a finalidade de atender aos requisitos financeiros da operação e garantir sua continuidade.

2.2. Mapeamento e estratégias proativas de mitigação

Colicchia e Strozzi (2012) destacam que a construção de cadeias de suprimentos robustas e resilientes requer estratégia e estrutura alinhadas ao contexto empresarial, uma abordagem dinâmica e abrangente de gerenciamento de riscos e a colaboração entre as empresas que integram a rede de suprimentos. As autoras também ressaltam a importância do desenvolvimento de capacidades proativas de mitigação, a fim de ampliar a preparação da cadeia para responder a possíveis interrupções.

No âmbito do gerenciamento de riscos, os autores Haraguchi e Lall (2015), Chaidilok e Olapiriyakul (2017) e Blos et al. (2009) propõem formas de atuar nesse contexto. Haraguchi e Lall (2015) sugerem que, para uma análise de risco preventiva eficiente, os seguintes aspectos precisam ser considerados: dependência de um único fornecedor para um certo tipo de produto, visibilidade dos elos da cadeia sobre os gargalos existentes no fluxo de mercadorias, a possibilidade de substituição de fornecedores e processos dentro da cadeia e a possibilidade de transferência de processos entre os componentes da cadeia. Os autores trazem como exemplo as ações tomadas por diferentes montadoras frente às enchentes ocorridas na Tailândia em 2011, demonstrando que a montadora com menor impacto econômico foi aquela que utilizou métodos preventivos de resposta a crises, tais como diversificação dos seus fornecedores e aumento do estoque de segurança dos componentes críticos.

Chaidilok e Olapiriyakul (2017) propõem uma estrutura para identificação dos fatores que contribuem para a resiliência da cadeia de suprimentos, afetando diretamente a vulnerabilidade e a capacidade de desempenho da cadeia, durante um evento de enchente. Na Figura 1, os autores apresentam o conceito de Triângulo da Resiliência, empregado para representar a diminuição do desempenho da cadeia de suprimentos afetada por uma crise.

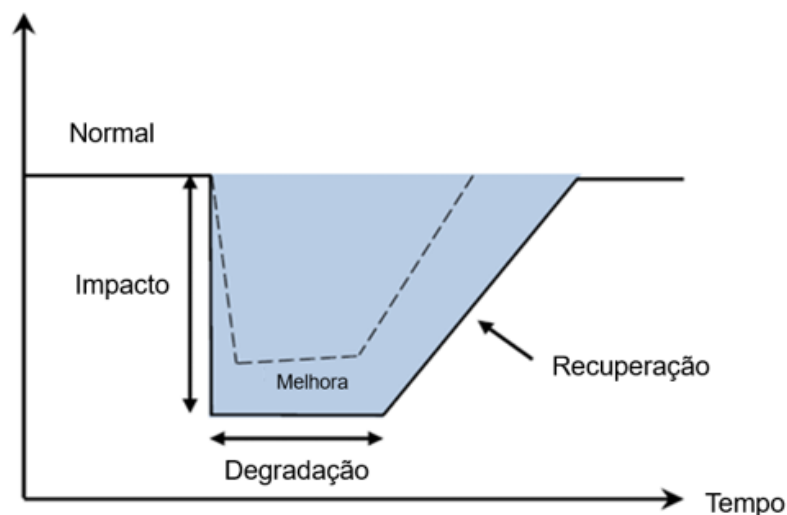


Figura 1. *Triângulo da Resiliência*
Fonte: Chaidilok e Olapiriyakul (2017)

Com essa ferramenta, é possível dividir o período de impacto em três estágios e os fatores de vulnerabilidade da cadeia em cada um deles. Desse modo, para cada fator identificado, propõem estratégias a fim de mitigar os efeitos da crise ao longo da cadeia. A Tabela 1 apresenta de forma resumida os estágios, fatores e propostas de mitigação desenvolvidas.

Tabela 1. *Fatores influentes durante as etapas da crise*

Componente	Definição	Exemplo	Etapa do Triângulo
Pontos de exposição	Potenciais elos da cadeia de suprimentos expostos a riscos	Instalações em áreas com risco de enchentes	Fase de Impacto
Antecipação	Habilidade de identificar riscos previamente	Avaliação de riscos	Fase de Impacto
Limite de Recursos	Limitação do desempenho da cadeia devido à indisponibilidade de recursos	Falta de matéria-prima e componentes, rotas bloqueadas, falta de energia	Fase de Degradação
Adaptabilidade	Capacidade de modificar as operações da cadeia sob diferentes cenários	Aplicação de melhoria contínua em tempo de entrega e produção	Fase de Degradação
Conectividade	Nível de interdependência entre os elos da cadeia	Distribuição de bens, fornecedores e troca de informações	Fase de Recuperação
Colaboração	Esforços coletivos entre os elos da cadeia a fim de garantir a capacidade operacional	Compartilhamento de informações entre os elos	Fase de Recuperação

Fonte: Chaidilok e Olapiriyakul (2017)

A importância da inclusão do gerenciamento de risco no planejamento e operacionalização das cadeias de suprimentos também é destacada por Blos et al. (2009). Os autores propõem um modelo de mapa da vulnerabilidade, separado em quatro quadrantes relacionados aos principais pilares de gerenciamento de malha logística: operacional, estratégico, financeiro e eventos não previsíveis. Cada componente do mapa foi determinado a partir de um questionário respondido por empresas do setor automotivo e eletrônico localizadas em São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul.

As vulnerabilidades identificadas no pilar operacional englobam falhas em sistemas de comunicação entre fornecedor e cliente, falhas em rotas logísticas, quedas de energia, escassez de mão de obra e de matéria-prima. No pilar da estratégia, a suscetibilidade aos riscos pode ser encontrada na relação comercial entre fornecedores e clientes, bem como em ameaças de mercado. Do ponto de vista financeiro, as vulnerabilidades se encontram na instabilidade do mercado, preços de materiais e fluxo de caixa inconstante. Por fim, os eventos não previsíveis são caracterizados por eventos climáticos extremos e acidentes, como incêndios, poluição do solo e crises geopolíticas. O modelo proposto por Blos et al. (2009) mostra a importância do mapeamento da cadeia de fornecedores.

2.3. Estratégias proativas e reativas e avaliação de cenários na cadeia de suprimentos

Elluru et al. (2019) investigaram os efeitos de ações proativas e reativas implementadas para contenção de riscos na cadeia de suprimentos, com foco na rede de distribuição, a partir da utilização de um modelo matemático. Os dois principais fatores da rede de distribuição dentro da

malha logística são a localidade dos fornecedores e consumidores e as rotas dos veículos que escoam os bens pela cadeia. O planejamento da rede de distribuição deve ocorrer de tal forma que os custos envolvidos na operação sejam minimizados. Os autores propuseram uma cadeia de suprimentos composta por três fornecedores e seis consumidores, com a malha de distribuição planejada conforme a Figura 2.

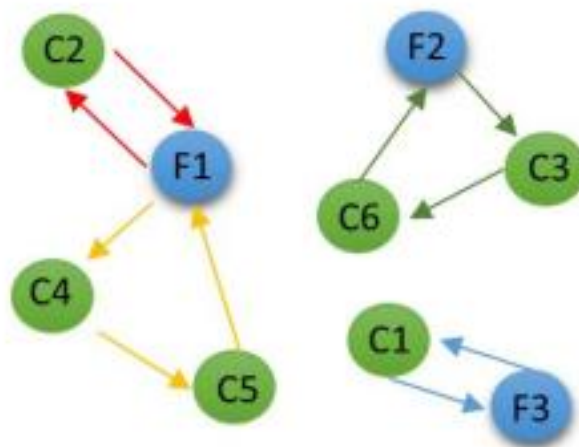


Figura 2. Esboço de malha logística, composta por 6 consumidores e 3 fornecedores
Fonte: Elluru et al. (2019)

No aspecto proativo, os autores recomendam a utilização de um fator probabilístico de risco associado a cada localidade e rota, de forma que a formulação matemática da operação seja capaz de absorver os impactos gerados por riscos à cadeia, com a menor oneração possível. Já para o aspecto reativo, os autores simularam três cenários diferentes para a formulação das operações, como mostra a Tabela 2, e utilizaram o modelo para rearranjar as rotas a fim de encontrar a resposta com menor custo para cada cenário. É importante ressaltar que os autores não consideraram a opção de utilização de uma fonte secundária para fornecimento dos produtos.

Tabela 2. Simulação de diferentes cenários e suas soluções

Cenários	Descrição	Solução	Aumento de custo
1	Perda de capacidade em um dos fornecedores, substituído totalmente pelos fornecedores remanescentes	Desvio da rota do consumidor afetado para o fornecedor com maior capacidade, de forma a evitar atrasos de entrega	50%
2	Perda de capacidade em um dos fornecedores, substituído parcialmente pelos fornecedores remanescentes	Desvio da rota do consumidor afetado para o fornecedor com maior capacidade, porém com perda de desempenho da cadeia	62%
3	A rota entre um dos fornecedores e seus consumidores é bloqueada	Rearranjo das rotas remanescentes de forma a reduzir o atraso de percurso e garantir o desempenho da cadeia	55%

Fonte: Elluru et al. (2019)

Em termos de ações reativas às rupturas, Er Kara et al. (2021) estudaram o impacto de eventos climáticos extremos nos indicadores de performance de uma cadeia de suprimentos com base em Dinâmica de Sistemas. A Dinâmica de Sistemas parte do princípio de que todos os fenômenos podem ser representados por uma rede de interdependências com propriedades e comportamentos em comum, facilitando a identificação da causa raiz do mau funcionamento de um componente do sistema (Er Kara et al., 2021). O mapeamento da rede foi feito a partir de entrevistas com profissionais da área, ilustrando como os efeitos dos eventos climáticos se relacionam com os fatores da cadeia de suprimentos e seus resultados. Os autores identificaram que um único fenômeno climático pode afetar mais de um fator da cadeia ao mesmo tempo, expondo a operação ao risco. A partir do mapeamento de causa e efeito, identificou-se que os fatores da malha logística limitantes são a disponibilidade de matéria-prima e a operacionalidade logística, suscetíveis a bloqueios de rota e atrasos devido a fortes chuvas e eventos extremos.

Por outro lado, Aldrighetti et al. (2019) identificaram que para obter uma melhor capacidade de resposta às situações de crise na cadeia de suprimentos, é inevitável a análise de riscos durante o planejamento das operações logísticas. O caso estudado por Aldrighetti et al. (2019) trata da ruptura da cadeia de suprimentos de medicamentos de uma rede hospitalar no norte da Itália, simulando a interrupção completa de um fornecedor por um período prolongado de 60 dias, gerando um impacto de longa duração nas operações. A metodologia utilizada baseou-se na modelagem do problema e na simulação de cenários de recuperação; a estratégia escolhida foi aquela com menor custo e com menor impacto sobre os clientes.

Os fatores da cadeia de suprimentos que desempenharam um papel fundamental na análise dos autores foram a variabilidade da demanda e a política de estoque vigente. A comparação entre os cenários propostos foi feita por meio da medição da performance das operações, tais como a performance financeira, composta pelos custos de estoque, compra de produtos e custo de transporte; performance de atendimento ao cliente, medida através dos atrasos nas entregas e percentual de demanda não atendida; performance operacional, composta pela quantidade de estoque, entregas em atraso e quantidade de veículos utilizados.

As estratégias de mitigação propostas e seus resultados são apresentados na Tabela 3 e Tabela 4 respectivamente.

Tabela 3. *Propostas de mitigação*

Estratégia	Plano de ação	Descrição
Estratégia 1	Proativo	Elevação dos parâmetros da política de estoques para a classe de produtos com maior consumo e maior disponibilidade
Estratégia 2	Reativo	Escoamento de produtos entre os hospitais da rede, reduzindo a dependência dos fornecedores afetados pelo desastre climático
Estratégia 3	Reativo	Utilização de fonte alternativa para cobrir a capacidade produtiva dos fornecedores afetados.

Fonte: Adaptado de Aldrighetti et al. (2019)

Tabela 4. *Resultados de cada estratégia refletidos nos indicadores de performance*

Estratégia	Performance Financeira	Performance de atendimento	Performance Operacional
Estratégia 1	Aumento do custo de estoque em torno de 120%, onerando a operação	Nível de serviço permanece estável, sem ruptura na cadeia	Alto nível de estoque, sem perda de entregas e sem aumento de veículos no fluxo logístico
Estratégia 2	Aumento do custo de estoque em torno de 110%, onerando a operação	Postergação da ruptura na cadeia	Alto nível de estoque, perda de entregas, aumento do número de veículos no fluxo logístico
Estratégia 3	Aumento do custo de compra do produto e de transportes urgentes, onerando a operação em torno de 20%	Nível de serviço permanece estável, sem ruptura na cadeia	Nível de estoque é mantido, sem perda de entregas, aumento do número de veículos no fluxo logístico

Fonte: Adaptado de Aldrighetti et al. (2019)

A estratégia com melhor capacidade de resposta para o problema analisado por Aldrighetti et al. (2019) foi a utilização de uma segunda fonte para cobrir a indisponibilidade do fornecedor afetado. No cenário analisado, não houve ruptura na cadeia, pois o tempo necessário para localizar e ativar a fonte alternativa foi compatível com a cobertura da demanda proporcionada pelo nível de estoque disponível.

Kurano et al. (2014) realizaram um estudo de diferentes aplicações de alteração de políticas de estoque e seus resultados. Os autores apontam que o fator-chave para o aumento dos níveis de estoque é o momento no qual isso ocorre e a duração da política alternativa, uma vez que o impacto financeiro de estoques elevados é oneroso para a operação de uma empresa. Os autores propuseram um monitoramento da performance dos fornecedores a partir de pontos como: estoque de matéria-prima do fornecedor, estoque de produtos acabados do fornecedor e capacidade produtiva. Foi estabelecida uma faixa de valores aceitáveis para cada indicador e caso alguma métrica fugisse dessa faixa, seria aplicada uma política de estoque diferente para o fornecedor, a qual se manteria até que as métricas retornassem à faixa aceitável.

3. MÉTODO

3.1. Caracterização da pesquisa

A metodologia utilizada para este trabalho foi a pesquisa descritiva, com abordagem predominantemente qualitativa, apoiada pela análise de dados operacionais quantitativos, realizada por meio de um estudo de caso. De acordo com Moreira e Caleffe (2006), a pesquisa descritiva baseia-se na possibilidade de melhoria de práticas existentes por meio da observação, análise e descrição. O estudo de caso analisou a interrupção do fornecimento e o consequente risco de ruptura da cadeia de suprimentos de uma montadora, provocados por uma enchente que atingiu um de seus fornecedores no interior do estado de São Paulo, em 2024.

A análise concentrou-se nos impactos da interrupção do fornecimento sobre os níveis de estoque e a capacidade produtiva da montadora, bem como nas ações adotadas para conter a crise

e evitar a ruptura da cadeia de suprimentos. Também foram analisados os efeitos dessas ações sobre a continuidade das operações, considerando os diferentes cenários apresentados no estudo.

Assim, buscou-se relacionar as ações utilizadas ou propostas em estudos anteriores sobre rupturas em cadeias de suprimentos, apresentados no referencial teórico, com as ações adotadas no caso analisado. A partir dos dados do caso, foram analisados os efeitos das ações sobre os níveis de estoque, a capacidade produtiva e os custos da operação, considerando as estimativas dos diferentes cenários apresentados e permitindo relacionar as medidas adotadas pela montadora às estratégias discutidas na literatura.

3.2. Estudo de caso: contexto e caracterização da cadeia

O estudo de caso foi realizado em uma montadora de veículos localizada no estado de São Paulo, Brasil. Para preservar a confidencialidade das organizações envolvidas, a montadora e seus fornecedores não foram identificados. Os fornecedores e as plantas foram representados por códigos, e os dados financeiros foram apresentados em valores relativos. A utilização das informações organizacionais foi autorizada pela empresa. Os dados utilizados foram obtidos a partir de registros operacionais, incluindo informações sobre capacidade produtiva, demanda diária, níveis de estoque, penetração de vendas e custos logísticos.

Neste trabalho, é analisada uma cadeia de suprimentos da indústria automotiva que compreende unidades localizadas nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, no Brasil, e na província de Santa Fé, na Argentina. Após um período de chuvas intensas e em volume fora do comum no interior do estado de São Paulo, a fábrica do principal fornecedor responsável pela pintura de componentes injetados foi atingida por uma enchente. O evento provocou danos à estrutura e ao maquinário, perda de estoques de produtos acabados e matérias-primas e redução da disponibilidade de mão de obra. Dessa forma, toda a produção desse fornecedor foi interrompida, afetando imediatamente as operações dos fornecedores responsáveis pela montagem dos componentes e, consequentemente, as linhas de produção das três plantas da montadora.

O fornecedor responsável pela pintura dos componentes é classificado como fornecedor de Nível 2 em relação à montadora, pois não fornece diretamente para suas plantas. Para fins de simplificação, esse fornecedor é denominado P1. Por outro lado, os fornecedores responsáveis pela montagem dos componentes estão diretamente ligados à montadora, são classificados como fornecedores de Nível 1 e denominados M1, M2 e M3. Os fornecedores M1 e M2 realizam a montagem de espelhos retrovisores, enquanto o fornecedor M3 é responsável pela montagem de maçanetas. Os fornecedores M1 e M3 abastecem as três plantas da montadora, enquanto o fornecedor M2 abastece apenas a planta localizada no estado de São Paulo. As plantas da montadora são classificadas como Nível 0 da cadeia, uma vez que representam o estágio final analisado.

A Figura 3 apresenta o esquema da cadeia de suprimentos descrita. A Figura 4 ilustra a localização dos diferentes níveis da cadeia: o Nível 2 é representado em vermelho, o Nível 1, em verde, e o Nível 0, em azul. As Tabelas 5 e 6 apresentam, respectivamente, os dados referentes às capacidades produtivas e aos volumes de demanda de cada item, expressos em unidades por dia.

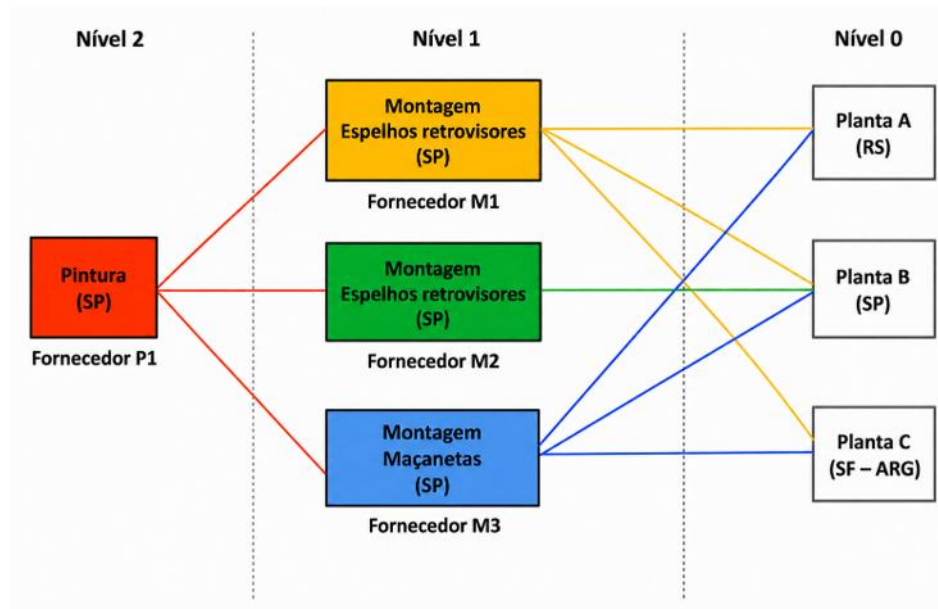


Figura 3. Esquema da cadeia de suprimentos estudada



Figura 4. Mapa contendo as localidades envolvidas na cadeia
Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa e no Google Maps (s.d.).

Tabela 5. *Capacidades produtivas iniciais da cadeia de suprimentos estudada, em peças por dia*

Nível	Plantas	Espelhos	Maçanetas	Total	Total Nível
1	Montagem M1	180	0	180	750
	Montagem M2	90	0	90	
	Montagem M3	0	480	480	
2	Pintura Planta	180	420	600	600
2	Pintura P1	300	520	820	820

Nota: A capacidade indicada para a pintura interna corresponde ao estágio inicial da internalização, antes dos investimentos realizados para sua ampliação.

Tabela 6. *Dados de demanda da cadeia de suprimentos estudada, em peças por dia.*

Nível	Plantas	Espelhos	Maçanetas	Total	Total Nível
0	Planta A	100	200	300	630
	Planta B	70	140	210	
	Planta C	40	80	120	

4. RESULTADOS

Após a análise dos dados levantados no estudo de caso, foi possível identificar e descrever os principais efeitos da crise na cadeia de suprimentos, assim como as medidas implementadas para mitigar seus impactos.

4.1. Caracterização da crise e risco de ruptura

A interrupção do fornecimento de componentes pintados durou cerca de 90 dias. O estado normal de operação da cadeia foi restabelecido com a retomada das atividades do fornecedor original responsável pela pintura. Durante a crise, as operações da montadora ficaram vulneráveis ao desabastecimento da cadeia devido ao baixo escoamento de peças, à interrupção das atividades operacionais nas plantas e ao não atendimento da demanda de mercado e de vendas. A Figura 5 apresenta o comportamento do estoque das peças no cenário regular da operação comparado ao cenário gerado pela crise, apresentado na Figura 6. Caso não fosse tomada nenhuma ação de resposta à crise, a ruptura da cadeia de suprimentos ocorreria após 10 dias da enchente.

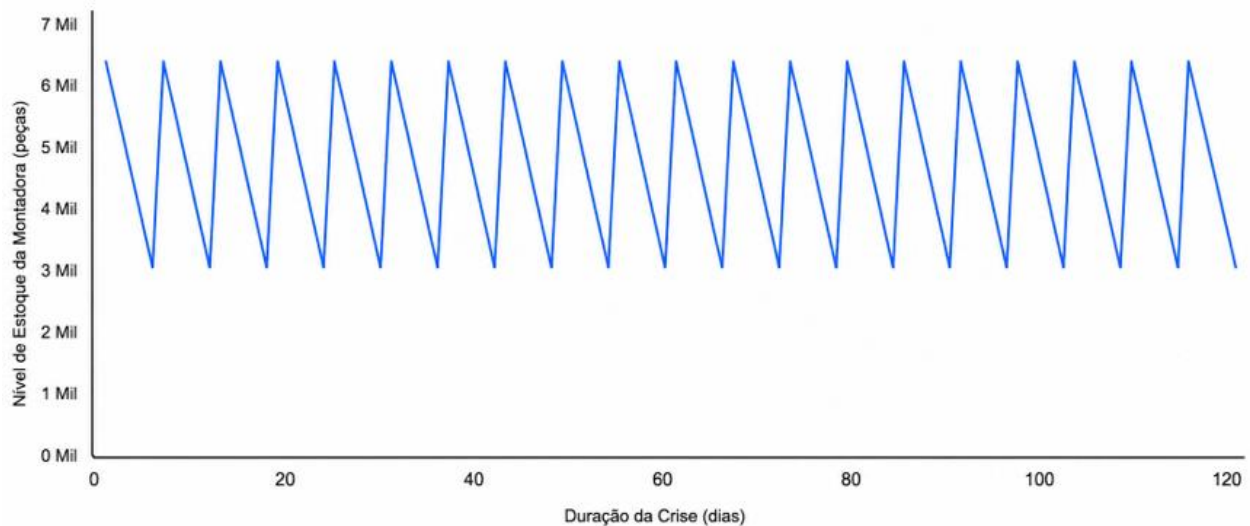


Figura 5. Comportamento do nível de estoque das peças da montadora em cenário sem crise



Figura 6. Comportamento do nível de estoque das peças da montadora em cenário de crise

4.2. Ações reativas adotadas e seus efeitos sobre o estoque

A principal contramedida adotada pela montadora foi a internalização do processo de pintura dos componentes, denominada *insourcing*, em uma de suas plantas localizada no interior de São Paulo. Também foram adotadas outras medidas, como o estudo da demanda para o sequenciamento da produção, o aumento do estoque de segurança dos itens afetados e a transferência de produtos acabados entre polos industriais. A internalização foi necessária porque a enchente interrompeu a produção do fornecedor P1 e a fonte alternativa disponível não atendia à demanda do mercado. Os impactos da interrupção do fornecimento foram menores na planta selecionada, possibilitando que ela assumisse internamente parte do processo de pintura, embora inicialmente com capacidade limitada. Dessa forma, os espelhos retrovisores e as maçanetas foram adicionados ao portfólio de produtos pintados nessa planta, exigindo ajustes em seu ritmo de produção. Devido ao processo de validação produtiva e aos trâmites legais, essa nova fonte passou a integrar a cadeia 20 dias após a ocorrência da enchente. O processo interno de pintura recebeu melhorias e investimentos para ampliar sua capacidade produtiva, que chegou a ser 26% superior à capacidade do fornecedor original. Os investimentos representaram um acréscimo de

aproximadamente 46% em relação ao custo original da operação. A Figura 7 apresenta o comportamento dos estoques da montadora após a internalização da produção.

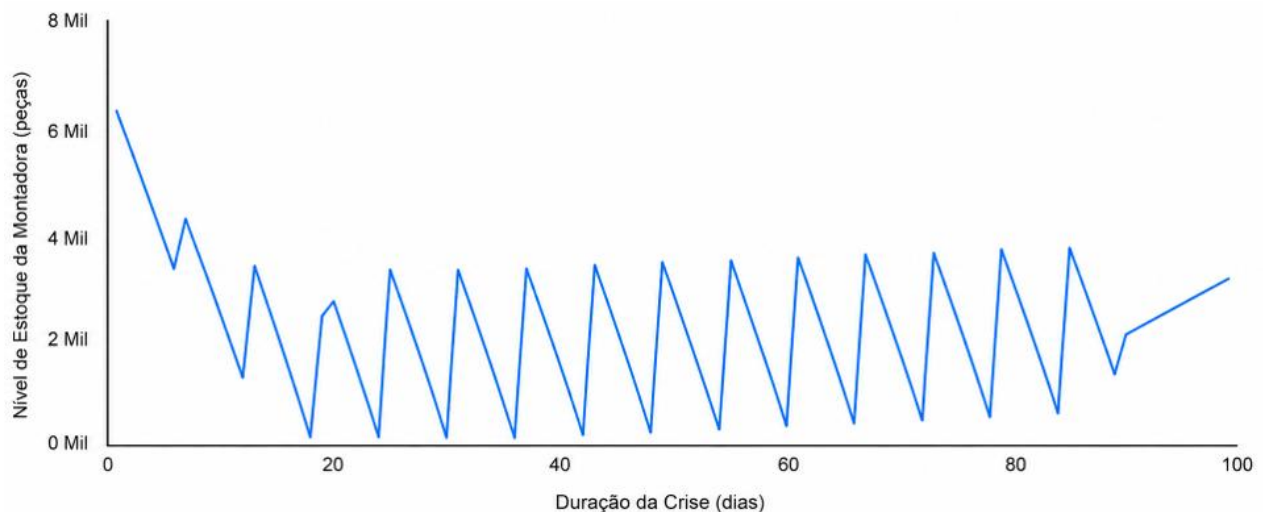


Figura 7. *Comportamento dos estoques da montadora após insourcing*

Pode-se observar novamente o perfil de dente de serra, dessa vez durante o primeiro impacto e pela duração da crise. Os estoques chegaram próximos de zero pouco antes do início da produção interna, mas não ocorreu ruptura da cadeia. Vale ressaltar, no entanto, que apesar de não haver ruptura, há um aumento da vulnerabilidade da cadeia devido ao fato de os níveis de estoque atingirem valores menores do que a política de estocagem.

A colaboração entre os diversos agentes da cadeia, como engenheiros, analistas, compradores e a adaptabilidade dos processos de pintura também foram ações fundamentais para a mitigação dos riscos aos quais a cadeia de suprimentos ficou exposta durante a fase de degradação.

4.3. *Estudo de demanda e priorização de produção (penetração e classes)*

No caso da montadora, os produtos envolvidos eram espelhos retrovisores e maçanetas de diferentes cores, para duas plataformas de veículos diferentes. A partir do estudo da demanda, foi possível identificar a penetração de cada cor por modelo e priorizar a fabricação das peças no fornecedor de pintura de acordo com o programa de produção. A Figura 8 apresenta a penetração por modelo, enquanto a Figura 9 mostra a porcentagem de penetração por cor.



Figura 8. *Penetração por modelo*

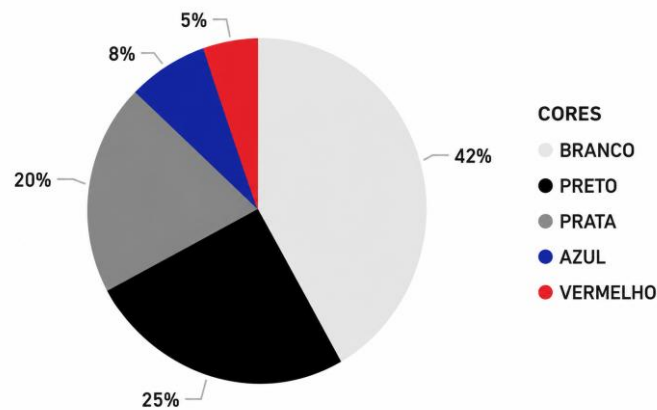


Figura 9. Penetração por cor

Os resultados indicaram que os produtos do Modelo B na cor branca apresentaram a maior demanda entre as categorias analisadas, o que levou à priorização de sua produção. Além disso, as cores branca, preta e prata concentraram a maior parcela da demanda em ambos os modelos, enquanto as cores azul e vermelha corresponderam às menores proporções de pedidos. A Tabela 7 mostra a classificação dos produtos e sua ordem de prioridade.

Tabela 7. Classificação dos produtos escoados pela cadeia

Classificação	Descrição	Penetração
1	Branco – Modelo B	> 30%
2	Preto – Modelo B	entre 10% e 30%
2	Prata – Modelo B	entre 10% e 30%
2	Branco – Modelo A	entre 10% e 30%
3	Preto – Modelo A	entre 5% e 10%
3	Prata – Modelo A	entre 5% e 10%
4	Azul – Modelo B	< 5%
4	Vermelho – Modelo B	< 5%
4	Azul – Modelo A	< 5%
4	Vermelho – Modelo A	< 5%

Dessa forma, para as cores de menor demanda, foi possível a fabricação intermitente na planta de pintura, garantindo o atendimento da produção na montadora que também é intermitente.

Essa ação foi tomada para assegurar que a carga-máquina disponível fosse aproveitada da melhor maneira possível. Além disso, foram adicionadas rotas de escoamento específicas para os produtos classificados com maior prioridade pelo estudo de demanda, devido à criticidade da operação. Com isso, o custo operacional teve um aumento em torno de 18%.

A flexibilização da política de estoque dos itens afetados foi eficaz no sentido de manter o fluxo de escoamento de materiais na cadeia, uma vez que forçou um lote mínimo de entrega para manter o nível de estoque. Dessa forma, a planta produtiva também precisou manter a matéria-

prima, no caso o polímero componente das maçanetas e retrovisores, tintas e solventes utilizados na pintura dentro do estoque de segurança estipulado pela política de estoque.

4.4. *Transferência entre plantas e custos logísticos adicionais*

A montadora teve três de suas plantas de manufatura afetadas pela interrupção do fornecimento devido à inundação das instalações do fornecedor de pintura. Cada planta possuía um nível de estoque diferente no momento da interrupção do fornecimento e cada planta apresentava um ritmo de linha de produção diferente, portanto a redução dos estoques ocorreu de forma diferente para as plantas da montadora. Apesar da curva de demanda semelhante, foi possível escoar produtos entre as plantas para garantir o atendimento mínimo da demanda. A Figura 10 apresenta as rotas adicionais entre as plantas, integradas à rede logística durante a fase de redução. Os custos adicionais dessas rotas à operação representaram um aumento de cerca de 10% do valor da operação logística original.

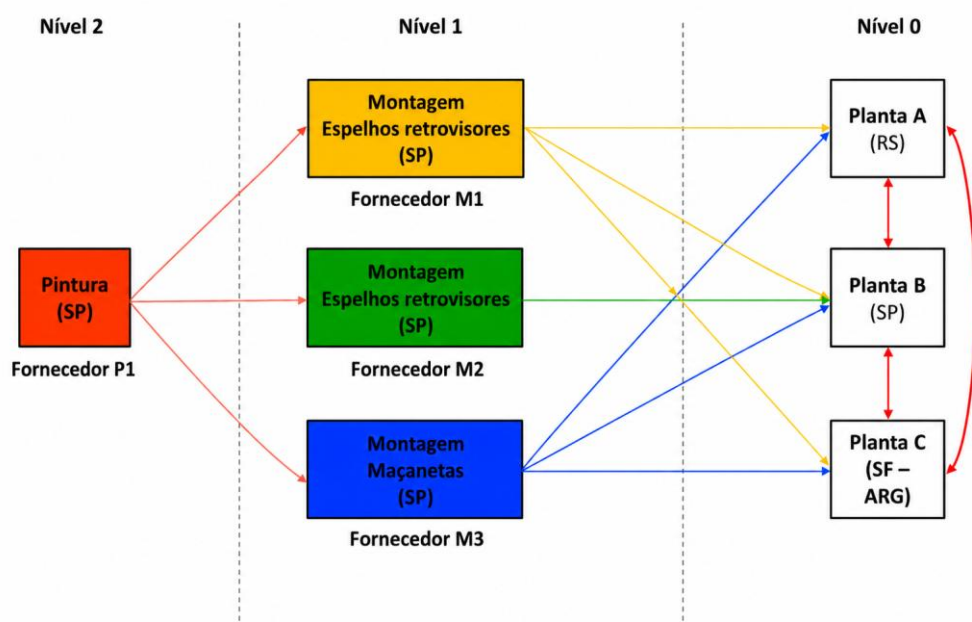


Figura 10. *Esquema da cadeia de suprimentos com as rotas adicionais entre as plantas*

4.5. *Síntese dos resultados: prevenção de ruptura e comparação de custo*

A montadora conseguiu evitar a ruptura da cadeia, a consequente parada de suas operações e a perda de unidades vendidas por meio da adoção de ações reativas. A principal ação tomada pela montadora foi a internalização do processo de pintura em uma de suas plantas, que já possuía o maquinário necessário para a produção. A enchente atingiu o fornecedor P1 e provocou a interrupção do fornecimento dos componentes pintados, afetando as operações das plantas da montadora. As demais ações tomadas, como o estudo de demanda, a alteração da política de estoque e as transferências de materiais entre plantas, estão alinhadas às soluções estudadas no referencial teórico.

Além das ações utilizadas para controlar os efeitos da interrupção do fornecimento provocada pela enchente que atingiu o fornecedor P1, a montadora também adotou ações preventivas para mitigar futuras crises. Algumas dessas ações foram parcialmente discutidas na literatura, como o estudo de demanda proposto por Aldrighetti et al. (2019), e implementadas no contexto da montadora em conjunto com a priorização dos estoques conforme a importância estratégica dos componentes em seu portfólio.

Ao todo, as ações de contenção e mitigação representaram um acréscimo equivalente a cerca de 74% dos custos originais da operação, enquanto a penalidade financeira estimada para o caso de não contenção da crise correspondia a 82% do valor original da operação. Dessa maneira, apesar do custo adicional, as ações adotadas permitiram evitar uma perda financeira superior e preservar a continuidade das operações, sem que houvesse registro, no caso analisado, de impactos sobre a reputação da montadora.

4.6. Protocolo de ações recomendadas para crise na cadeia de suprimentos

Dessa forma, após a análise dos dados levantados, é possível identificar algumas ações recomendáveis a serem realizadas frente a uma crise na cadeia de suprimentos.

As ações foram divididas em dois níveis:

- Ação principal: deve ser iniciada imediatamente após a ocorrência da crise com o objetivo de evitar a ruptura da cadeia de suprimentos. Sem a adoção de uma das alternativas propostas, a continuidade das operações pode ser comprometida, ocasionando paralisações e perdas financeiras para a empresa.
- Ações secundárias: ações que podem ser executadas individualmente ou em conjunto como complemento à ação principal.

A Tabela 8 apresenta as ações principais recomendadas, sua descrição e pré-requisitos para a aplicação de cada uma. A Tabela 9 apresenta as ações secundárias recomendadas, bem como as suas descrições e pré-requisitos.

Tabela 8. Ações principais recomendadas

Ação	Descrição	Pré-requisitos
Internalização da Produção	Internalização do processo produtivo de um fornecedor em uma das plantas de manufatura da empresa	Avaliação das instalações próprias e estudo de investimentos de maquinário. Análise dos custos de mão de obra adicional e compra de matéria-prima. Estruturação da malha logística. Colaboração entre engenheiros, compradores e time logístico.
Desenvolvimento de segundo fornecedor	Fornecimento de material acabado por outro fornecedor da cadeia	Diversificação da cadeia de suprimentos. Mapeamento da cadeia de suprimentos, incluindo fornecedores de níveis 1 e 2. Colaboração entre comprador e fornecedor.

Tabela 9. *Ações secundárias recomendadas*

Ação	Descrição	Pré-requisitos
Aumento proativo da política de estoque	Alteração da política de estoque das peças vulneráveis.	Identificar os itens prioritários pelos critérios de penetração de vendas, custo unitário de peça, custos de fretes adicionais. Realizar estudo de caso para custo de aumento de estoque a fim de determinar o aumento ótimo.
Aumento do estoque de segurança	Aumento do estoque de segurança para as peças afetadas pela crise	Realizar estudo para custo de aumento de estoque a fim de determinar o aumento ótimo.
Programação da produção de acordo com demanda	Estudo de demanda das peças afetadas a fim de determinar quais são as peças prioritárias para a produção	Estudo de penetração de vendas das peças por meio de modelo, plataforma e característica especial da peça. Agrupar peças em grupos prioritários para simplificação da análise.
Escoamento de produção entre plantas	Transferência do produto acabado afetado entre os diferentes polos industriais a fim de equalizar os estoques	Avaliação de demanda entre plantas. Avaliação de níveis de estoque das plantas. Estruturação da malha logística.

5. DISCUSSÃO

A proposta da internalização da produção implementada pela montadora se assemelha, quanto à criação de uma capacidade produtiva alternativa, à estratégia da utilização de um fornecedor secundário proposta pelos autores Aldrighetti et al. (2019) e Elluru et al. (2019), uma vez que se baseia na substituição do elo afetado na cadeia. Entretanto, difere dessa estratégia porque a atividade de pintura foi transferida para uma planta da própria montadora, diante da ausência de fornecedores secundários viáveis. Como apontado por Blos et al. (2009) e Chaidilok e Olapiriyakul (2017), a comunicação entre os diversos agentes da cadeia de suprimentos é fundamental para a adoção da estratégia de substituição temporária do elo afetado, pois permite agilidade na implementação da ação frente ao risco de ruptura da cadeia.

Outras estratégias que se mostraram eficazes frente às crises em cadeias de suprimentos foram a flexibilização da política de estoque e o aumento dos níveis de estoque, como apontado por Kurano et al. (2014). A identificação dos componentes estrategicamente importantes, realizada pela montadora e alinhada ao estudo de demanda proposto por Aldrighetti et al. (2019), complementa as alterações de política de estoque de forma assertiva, a fim de mitigar potenciais riscos na cadeia de suprimentos e, ao mesmo tempo, gerar menor impacto financeiro sobre os estoques da companhia. O estudo da demanda proposto por Aldrighetti et al. (2019) mostra-se importante também para a programação da produção enquanto a cadeia de suprimentos se encontra em situação de crise. Se aplicada de forma proativa, a medida pode retardar a ruptura da cadeia de suprimentos, proporcionando maior tempo para a validação de uma fonte alternativa com capacidade plena de produção.

Vale ressaltar que, diante da interrupção do fornecimento de componentes pintados provocada pela enchente que atingiu o fornecedor P1, a montadora realizou estudos preventivos para alterar a política de estoque dos demais itens de grande impacto para suas operações. Enquanto a classificação proposta por Aldrighetti et al. (2019) considera a variabilidade da demanda e a difusão do consumo dos produtos na rede, a montadora realizou um estudo de penetração das demais peças da cadeia, aliado à análise dos custos unitários e dos custos de fretes

adicionais, possibilitando a identificação das peças mais críticas para a continuidade das operações. Para esse grupo de peças, foi aplicada a flexibilização da política de estoque, com o objetivo de manter níveis adequados de estoque e tornar a cadeia mais preparada para futuras crises.

Por fim, o mapeamento da malha logística, conforme proposto por Elluru et al. (2019), fornece suporte à definição de rotas alternativas, incluindo novas rotas para os fornecedores substitutos e o escoamento de componentes entre polos industriais, como realizado pela montadora no caso analisado.

6. CONCLUSÃO

Devido ao aumento da recorrência de eventos climáticos extremos e às suas consequências na estrutura socioeconômica, torna-se importante reunir as principais ações de resposta a crises em cadeias de suprimentos. A proposta apresentada neste trabalho reúne as estratégias identificadas a partir do estudo de caso e relacionadas às estratégias discutidas no referencial teórico. As ações propostas buscam implementar soluções que contribuam para evitar a ruptura da cadeia de suprimentos, pois têm como foco a continuidade da produção, ao mesmo tempo que procuram reduzir o acréscimo nos custos originais da operação. Apesar de o estudo de caso estar focado nos impactos decorrentes de um evento climático extremo, as ações recomendadas apresentam potencial para serem adaptadas a outras crises relacionadas às cadeias de suprimentos, como falhas em rotas logísticas, escassez de componentes, flutuações de mercado e acidentes, considerando as características de cada contexto.

O caso analisado indica que a resposta aos impactos de eventos climáticos extremos nas cadeias de suprimentos requer um conjunto articulado de ações. Para evitar a parada total das operações quando um elo da cadeia é afetado, a atividade interrompida pode ser internalizada ou transferida temporariamente para outro fornecedor. Para tal, mostrou-se relevante, no caso analisado, o mapeamento prévio da cadeia de suprimentos e dos custos envolvidos com a compra de matéria-prima e a contratação de mão de obra, bem como a colaboração entre os agentes da cadeia, como engenheiros, compradores, analistas logísticos e fornecedores. Existem ainda ações complementares à retomada da produção que auxiliam na mitigação dos impactos, como a alteração das políticas de estoque, incluindo os níveis de estoque de segurança, a identificação das peças críticas para a continuidade das operações e o estudo da possibilidade de transferir materiais entre os polos industriais. Dessa forma, as ações recomendadas neste trabalho podem ser utilizadas como referência para apoiar o enfrentamento dos impactos das crises climáticas nas cadeias de suprimentos, considerando as particularidades de cada situação.

Como limitação, destaca-se que este trabalho trata de um estudo de caso único, focado na indústria automotiva, o que restringe a generalização dos resultados para outros contextos. Além disso, embora as ações propostas busquem reduzir os impactos operacionais e evitar acréscimos desnecessários aos custos da operação, a análise financeira foi realizada com base em valores relativos e não contemplou uma avaliação aprofundada dos impactos financeiros associados à adoção das medidas recomendadas. Os cenários analisados também foram construídos com base nos dados do caso e não foram validados em outras ocorrências ou cadeias de suprimentos. Como sugestão para estudos futuros, recomenda-se a avaliação dessas ações em cadeias de suprimentos de outros setores da indústria, bem como a análise mais aprofundada dos impactos financeiros relacionados à sua implementação. Estudos futuros também podem desenvolver e validar um protocolo estruturado a partir das ações identificadas neste trabalho.

Como citar este artigo / How to cite this article

Sismotto do Vale, I., & de Lúcio, Ronaldo (2026). Gerenciamento de crises climáticas na cadeia de suprimentos: proposta de protocolo de ações. *READS – Scientific Initiation Journal in Business Administration*, 1(2), 1–21. <https://doi.org/10.67144/READS.v1.n2.2026.5zwc9d78>

Informações adicionais / Additional information

Recebido/Received: 17/03/2026 | Aceito/Accepted: 17/08/2026 | Publicado/Published: 22/09/2026

Autor para correspondência / Corresponding author

Correspondência deve ser direcionada para / Correspondence should be addressed to:

Isabella Sismotto do Vale - isabellasvale@gmail.com

Ronaldo de Lúcio - delucioronaldo@gmail.com

Declarações dos autores / Authors' declarations

Contribuições dos autores / Authors' contributions

Todos os autores contribuíram para a concepção, desenvolvimento, redação e revisão final do manuscrito, aprovando a versão submetida para publicação.

All authors contributed to the conception, development, drafting, and final revision of the manuscript, approving the version submitted for publication.

Financiamento / Funding

Não houve financiamento específico para esta pesquisa.

No specific funding was received for this research.

Disponibilidade de dados / Data availability

Os dados que sustentam os resultados deste estudo foram obtidos de registros operacionais da empresa. Em razão dos compromissos de confidencialidade, esses dados não estão disponíveis publicamente. Informações adicionais poderão ser disponibilizadas pelos autores mediante solicitação justificada, respeitadas as restrições de confidencialidade.

The data supporting the findings of this study were obtained from the company's operational records. Due to confidentiality commitments, these data are not publicly available. Additional information may be provided by the authors upon reasonable request, subject to confidentiality restrictions.

Conflito de interesses / Competing interests

Os autores declaram não haver conflito de interesses relacionados a esta publicação. O coautor Ronaldo de Lúcio atua como editor da revista READS; entretanto, não participou de nenhuma etapa do processo editorial deste manuscrito, o qual foi conduzido de forma independente por editor convidado.

The authors declare no conflicts of interest related to this publication. Co-author Ronaldo de Lúcio serves as editor of the READS journal; however, he did not participate in any stage of the editorial process of this manuscript, which was handled independently by a guest editor.

REFERÊNCIAS

- Aldrighetti, R., Zennaro, I., Finco, S., & Battini, D. (2019). Healthcare supply chain simulation with disruption considerations: A case study from Northern Italy. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 20(Suppl. 1), 81-102. <https://doi.org/10.1007/s40171-019-00223-8>
- Blos, M. F., Quaddus, M., Wee, H. M., & Watanabe, K. (2009). Supply chain risk management (SCRM): a case study on the automotive and electronic industries in Brazil. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(4), 247-252. <https://doi.org/10.1108/13598540910970072>
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. (2026). *The Emergency Events Database (EM-DAT)* (Conjunto de dados, versão de 7 de julho de 2026). Recuperado em 7 de julho de 2026, de <https://public.emdat.be/data>
- Chaidilok, W., & Olapiriyakul, S. (2017, July). A framework of factors affecting supply chain flood resilience. In *2017 IEEE International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC)* (pp. 84-88). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSGSC.2017.8038554>
- Colicchia, C., & Strozzi, F. (2012). Supply chain risk management: a new methodology for a systematic literature review. *Supply chain management: an international journal*, 17(4), 403-418. <https://doi.org/10.1108/13598541211246558>
- Dasaklis, T. K., & Pappis, C. P. (2013). Supply chain management in view of climate change: an overview of possible impacts and the road ahead. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 6(4), 1124-1138. <https://hdl.handle.net/2099/14156>
- De Oliveira, U. R., Marins, F. A. S., Rocha, H. M., & Salomon, V. A. P. (2017). The ISO 31000 standard in supply chain risk management. *Journal of Cleaner Production*, 151, 616-633. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.054>
- Elluru, S., Gupta, H., Kaur, H., & Singh, S. P. (2019). Proactive and reactive models for disaster resilient supply chain. *Annals of Operations Research*, 283(1), 199-224. <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2681-2>
- Er Kara, M., Ghadge, A., & Bititci, U. S. (2021). Modelling the impact of climate change risk on supply chain performance. *International Journal of Production Research*, 59(24), 7317-7335. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1849844>
- Google. (s.d.). *Google Maps* [Mapa]. Recuperado em 17 de julho de 2026, de <https://www.google.com/maps>
- Haraguchi, M., & Lall, U. (2015). Flood risks and impacts: A case study of Thailand's floods in 2011 and research questions for supply chain decision making. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14, 256-272. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2014.09.005>
- Kurano, T., McKay, K. N., & Black, G. W. (2014). Proactive inventory policy intervention to mitigate risk within cooperative supply chains. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 5(2), 249-264. <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2013.11.006>
- Lawrence, J. M., Hossain, N. U. I., Jaradat, R., & Hamilton, M. (2020). Leveraging a Bayesian network approach to model and analyze supplier vulnerability to severe weather risk: A case study of the US pharmaceutical supply chain following Hurricane Maria. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 49, 101607. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101607>

- Marengo, J. A., Dolif, G., Cuartas, A., Camarinha, P., Gonçalves, D., Luiz, R., Silva, L., Alvala, R. C. S., Seluchi, M. E., Moraes, O. L., Soares, W. R., & Nobre, C. A. (2024). O maior desastre climático do Brasil: chuvas e inundações no estado do Rio Grande do Sul em abril-maio 2024. *Estudos Avançados*, 38(112), 204–227. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.202438112.012>
- Moreira, H., & Caleffe, L. G. (2006). Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador. DP & A.
- Nnaji, U. O., Benjamin, L. B., Eyo-Udo, N. L., & Etukudoh, E. A. (2024). Strategies for enhancing global supply chain resilience to climate change. *International journal of management & entrepreneurship research*, 6(5), 1677-1686. <http://doi.org/10.51594/ijmer.v6i5.1141>
- Tang, C. S. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International journal of production economics*, 103(2), 451-488. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.12.006>
- World Meteorological Organization. (2024). *State of the global climate 2023* (WMO-No. 1347). <https://library.wmo.int/idurl/4/68835>