

QUEM ABSORVE A DISRUPÇÃO? TERRITÓRIO, TECNOLOGIA E ADAPTAÇÃO NA AMAZÔNIA INDUSTRIAL

Victória Dolores Veras César¹

¹Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil (cesar.victoria@ufam.edu.br)

Resumo: Este estudo analisa como território e modernização tecnológica configuram demandas de adaptação em sistemas industriais, tomando o Polo Industrial de Manaus como contexto. Por meio de análise teórico-documental de fontes científicas e governamentais, identificam-se restrições logísticas, reconfigurações e demandas de competências. Propõe-se examinar como a adaptação se distribui entre tecnologia, organização e trabalho.

Palavras-chave: Resiliência industrial; Sistemas de trabalho; Transformação tecnológica; Território; Amazônia.

INTRODUÇÃO

A continuidade das operações é uma das evidências mais visíveis da capacidade de resposta de um sistema industrial diante de uma disrupção. Ainda assim, observar que uma atividade foi mantida ou recuperada não permite compreender, por si só, quais mudanças foram necessárias para produzir essa resposta. Alterações nos fluxos logísticos, nos processos, nas tecnologias e nas exigências do trabalho podem permanecer pouco visíveis quando a resiliência é analisada apenas pelo desempenho final do sistema.

O problema ganha relevância em sistemas produtivos inseridos em territórios cujas características interferem diretamente na circulação de insumos e mercadorias. A transformação industrial não ocorre em um espaço geograficamente neutro. Capacidades de inovação, redes produtivas e condições de digitalização apresentam configurações espaciais distintas, o que influencia a forma como diferentes regiões participam dos processos de modernização industrial (Fraske, 2022). A capacidade de responder a choques também depende de estruturas, redes e trajetórias previamente constituídas, conforme discutido na perspectiva evolucionária da resiliência regional (Boschma, 2015).

Considerar o território não significa atribuir às condições geográficas uma relação determinística sobre o desempenho industrial. Significa reconhecer que uma restrição de navegabilidade, uma falha de infraestrutura ou a dificuldade de acesso a determinados recursos produz problemas distintos daqueles originados por uma indisponibilidade

tecnológica ou por alterações da demanda. As demandas de adaptação possuem, portanto, contexto.

Ao mesmo tempo, a modernização industrial amplia a discussão sobre o papel do trabalhador nos sistemas produtivos. A perspectiva da manufatura centrada no ser humano defende que necessidades, capacidades e bem-estar sejam considerados no desenvolvimento de tecnologias e processos, evitando uma orientação exclusivamente associada à eficiência e à redução de custos (Lu et al., 2022). Esse debate está diretamente relacionado à Indústria 5.0, cuja proposta aproxima resiliência, sustentabilidade e centralidade humana.

A incorporação do fator humano, contudo, não elimina as tensões produzidas pelas transformações tecnológicas. Pacheco e Iwaszczenko (2024) mostram que a transição para sistemas industriais mais centrados no ser humano envolve desafios na articulação entre objetivos tecnológicos, organizacionais e humanos. A carga de trabalho cognitiva também assume relevância nos ambientes associados à Indústria 5.0, especialmente por suas relações com desempenho, segurança e bem-estar (Vitti et al., 2025).

A forma como a adaptabilidade é apresentada no debate sobre o futuro do trabalho merece atenção. Ao examinar discursos sobre o trabalhador ideal, Blackman (2025) observa que determinadas construções podem deslocar para os próprios trabalhadores o ônus de responder a desafios estruturais e a um futuro profissional incerto. Isso não significa que a modernização tecnológica transfira necessariamente suas exigências aos indivíduos. A discussão, porém, reforça a necessidade de não tratar flexibilidade, aprendizagem



continua e atualização de competências como responsabilidades exclusivamente pessoais.

Na Amazônia industrial, a relação entre território, modernização e capacidade de resposta assume características particulares. O Polo Industrial de Manaus está integrado a cadeias de suprimentos e depende de fluxos logísticos associados às condições hidrográficas da região. A estiagem ocorrida em 2023 tornou essa exposição mais evidente. O Banco Central do Brasil (2024) caracterizou o evento como a seca mais intensa dos 120 anos considerados em seu estudo e documentou restrições à navegação de navios de grande porte no Rio Negro, com efeitos negativos sobre a cadeia de suprimentos da Zona Franca de Manaus.

No mesmo contexto regional, observa-se a ampliação de iniciativas de modernização industrial. Dados da Suframa mostram que o número de projetos vinculados ao Programa Prioritário de Indústria 4.0 e Modernização Industrial passou de sete, em 2021, para 31, em 2022, alcançando 74 projetos em 2023 (Suframa, 2025). Documentos de planejamento do ecossistema regional também registram demandas por capacitação técnica. O Plano de Trabalho do Programa Prioritário de Fomento ao Empreendedorismo Inovador inclui inteligência artificial, Big Data, robótica e engenharias entre os temas de interesse para a formação de talentos voltada às necessidades da indústria local (Suframa, 2024).

Essas evidências costumam ser analisadas separadamente. A seca e as restrições de navegabilidade são tratadas como problemas logísticos; a expansão dos projetos de Indústria 4.0, como sinal de modernização; e as demandas por capacitação, como uma questão de formação profissional. A leitura conjunta, entretanto, sugere um problema mais amplo. Um sistema industrial pode enfrentar uma disrupção territorial enquanto passa por mudanças tecnológicas que também exigem ajustes nos processos e nas competências.

A literatura reconhece a dimensão geográfica da transformação industrial, a heterogeneidade das capacidades de resposta e as tensões humanas associadas à modernização. Permanece menos explorada, contudo, a articulação desses elementos para compreender como as demandas de adaptação se configuram em sistemas industriais territorialmente condicionados. A continuidade operacional mostra que houve uma resposta, mas não necessariamente torna visíveis os mecanismos mobilizados para produzi-la.

Diante desse problema, pergunta-se: como condicionantes territoriais e transformações tecnológicas interagem na configuração das demandas de adaptação dos sistemas de trabalho em contextos industriais submetidos a disrupções?

O objetivo deste estudo é analisar como condicionantes territoriais e processos de modernização tecnológica se relacionam com a configuração das demandas de adaptação dos sistemas de trabalho, adotando o Polo Industrial de Manaus como contexto amazônico de problematização. A pesquisa articula literatura científica e documentos públicos oficiais para examinar as relações entre disrupção territorial, reconfiguração, modernização industrial e desenvolvimento de competências.

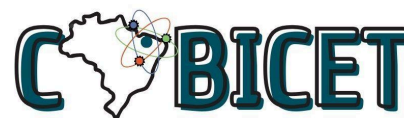
MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa possui abordagem qualitativa, caráter exploratório e orientação teórico-documental. Esse desenho foi adotado porque o objetivo do estudo não é medir relações causais nem avaliar empresas específicas do Polo Industrial de Manaus, mas examinar como território, modernização tecnológica e adaptação aparecem articulados em evidências científicas e institucionais.

A base teórica foi constituída por estudos sobre resiliência, geografia da transformação industrial, manufatura centrada no ser humano e adaptação às mudanças tecnológicas. A seleção das referências priorizou trabalhos com função direta no argumento do artigo. Não se buscou realizar revisão sistemática ou análise bibliométrica, mas construir um referencial capaz de sustentar as categorias utilizadas na interpretação dos documentos.

O corpus documental reuniu publicações do Banco Central do Brasil, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Agência Nacional de Transportes Aquaviários e Superintendência da Zona Franca de Manaus. Foram incluídas fontes públicas diretamente relacionadas à atividade industrial, à logística regional, à modernização tecnológica ou à formação de competências.

A seleção dos documentos considerou quatro critérios: identificação da instituição responsável, disponibilidade pública da fonte, relação direta com o problema de pesquisa e presença de dados ou registros passíveis de interpretação no âmbito do estudo. O recorte concentrou-se principalmente entre 2021 e 2026, período que abrange a expansão recente das iniciativas vinculadas à modernização industrial e a estiagem de 2023. Referências anteriores foram



utilizadas quando necessárias à fundamentação conceitual.

O Polo Industrial de Manaus foi adotado como contexto de problematização. Não foram realizadas entrevistas, observações ou levantamentos com trabalhadores e empresas. Por essa razão, o estudo não pretende caracterizar práticas organizacionais específicas nem atribuir percepções ou condições de trabalho aos profissionais do PIM.

A leitura dos documentos foi orientada por quatro categorias: disrupção territorial, capacidade de reconfiguração, modernização tecnológica e demandas de adaptação. A primeira reuniu registros relacionados a eventos e restrições associados às condições ambientais, logísticas ou infraestruturais. A capacidade de reconfiguração foi utilizada para identificar respostas institucionais, regulatórias ou operacionais diante dessas restrições. A modernização tecnológica concentrou evidências sobre programas e projetos ligados à transformação industrial. Por fim, as demandas de adaptação abrangeram necessidades de mudança e desenvolvimento de competências identificadas nas fontes consultadas.

As evidências foram organizadas em uma matriz de análise contendo instituição de origem, período de referência, dado ou registro identificado, categoria correspondente e função no argumento do artigo. Em seguida, realizou-se a triangulação entre documentos e literatura científica. As informações sobre seca e navegabilidade foram examinadas em diálogo com os estudos sobre território e resiliência; os dados de modernização industrial foram relacionados à literatura sobre transformação tecnológica; e as demandas de formação foram discutidas a partir dos trabalhos sobre centralidade humana e adaptação dos sistemas de trabalho.

Em uma segunda etapa interpretativa, as respostas e necessidades de mudança identificadas foram examinadas quanto ao componente do sistema potencialmente mobilizado: tecnologia, organização ou trabalho. Essas três dimensões não correspondem a categorias diretamente mensuradas nos documentos. Elas foram utilizadas para organizar a síntese resultante da triangulação teórica e documental e sustentar a estrutura analítica proposta no estudo.

A análise foi desenvolvida em quatro movimentos. Primeiro, caracterizou-se a disrupção territorial associada à estiagem de 2023 e às restrições de navegabilidade. Em seguida, foram examinadas as respostas logísticas e regulatórias registradas nos documentos oficiais. O terceiro movimento analisou

as iniciativas de modernização industrial vinculadas ao ecossistema da Zona Franca de Manaus. Por fim, as evidências relacionadas à formação de competências foram articuladas à discussão sobre adaptação dos sistemas de trabalho.

Os dados foram interpretados de forma não causal. A coexistência temporal entre seca, variações da produção industrial, respostas logísticas e modernização tecnológica não foi utilizada para estabelecer relações diretas além daquelas explicitamente documentadas pelas fontes. Do mesmo modo, as demandas por capacitação não foram consideradas prova de sobrecarga ou insuficiência individual dos trabalhadores. Esses limites orientaram a discussão dos resultados e o alcance da estrutura analítica apresentada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Disrupção territorial e exposição logística

Os documentos oficiais mostram que a estiagem de 2023 alterou condições relevantes para o funcionamento dos fluxos logísticos associados à atividade industrial amazônica. O Banco Central do Brasil (2024) classificou o episódio como a seca mais intensa dos 120 anos de registros considerados no estudo e apontou restrições à navegação de navios de grande porte no Rio Negro. Segundo a instituição, a redução do nível dos rios afetou negativamente a cadeia de suprimentos da Zona Franca de Manaus.

A produção industrial amazônica também apresentou instabilidade no período. Dados da Pesquisa Industrial Mensal Regional indicam que, antes da recuperação registrada em dezembro de 2023, o Amazonas acumulou redução de 14,3% em três meses consecutivos de queda da produção industrial (IBGE, 2024). A proximidade temporal entre esses movimentos não permite atribuir toda a retração industrial à estiagem. O sistema produtivo é influenciado por demanda, estoques, disponibilidade de insumos e condições econômicas. Ainda assim, quando os dados do IBGE são lidos em conjunto com a análise do Banco Central do Brasil (2024), observa-se um período de perturbação no qual as restrições de navegabilidade alcançaram a cadeia de suprimentos da ZFM.

O caso evidencia a importância da dimensão territorial para a análise da resiliência. A transformação tecnológica dos sistemas industriais não elimina sua dependência de infraestruturas e fluxos fisicamente situados. Como observa Frásque (2022), a modernização industrial apresenta geografias próprias e ocorre em contextos com

diferentes condições de inovação, infraestrutura e integração.

No caso amazonense, a origem da restrição documentada não estava na ausência de uma tecnologia industrial ou na insuficiência de competências dos trabalhadores. A alteração das condições de navegabilidade criou uma necessidade de resposta vinculada às características ambientais e logísticas do território. O primeiro resultado da análise é reconhecer que o território participa da configuração das demandas de adaptação.

Essa constatação aproxima o caso da perspectiva evolucionária de Boschma (2015). As possibilidades de resposta a choques não são independentes das estruturas e capacidades previamente existentes. Aplicada ao contexto analisado, essa leitura sugere que a resiliência industrial precisa ser observada a partir das condições concretas nas quais os fluxos produtivos são organizados.

Reconfiguração diante das restrições

Os registros da Agência Nacional de Transportes Aquaviários evidenciam a busca por alternativas operacionais diante das limitações de navegabilidade. Na 573ª Reunião Ordinária de Diretoria Colegiada, foram examinados pedidos relacionados a operações de transbordo entre navios e balsas (*ship-to-barge*) e entre balsas (*barge-to-barge*), apresentados em razão das restrições impostas pela seca na Região Amazônica. A análise regulatória enquadrava essas operações nas regras vigentes para empresas de navegação já outorgadas (ANTAQ, 2024).

Os processos examinados mostram que as limitações de navegabilidade estimularam a busca por configurações distintas de transbordo. Diante da restrição, a movimentação das cargas precisou ser repensada dentro das alternativas operacionais e regulatórias disponíveis.

A Figura 1 organiza a sequência identificada nos documentos consultados.

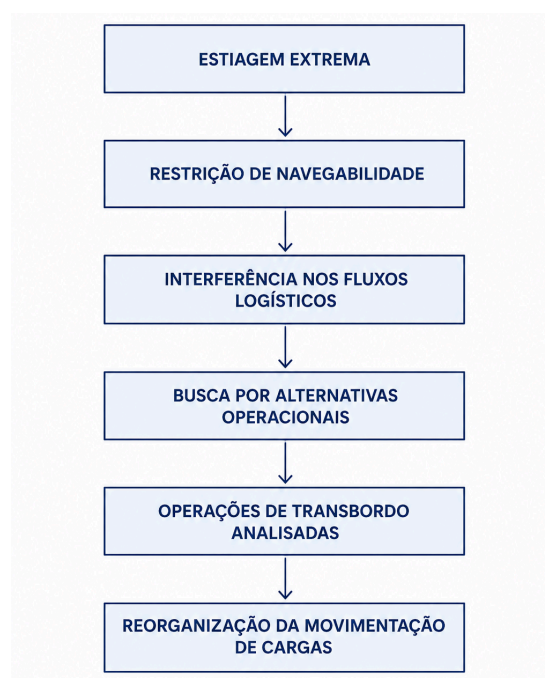
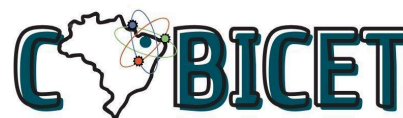


Figura 1. Sequência documental da disrupção e da reconfiguração logística.

A sequência não representa todas as decisões adotadas por empresas ou operadores durante a estiagem. Ela reúne os movimentos que podem ser acompanhados nas fontes oficiais analisadas. O Banco Central documenta a restrição e seus efeitos sobre a cadeia de suprimentos, enquanto os registros da ANTAQ tornam visível a busca por alternativas de transbordo diante das limitações de navegabilidade.

Há uma diferença importante entre os registros disponíveis. Fluxos de carga, produção e decisões regulatórias são acompanhados por indicadores e documentos institucionais. Mudanças internas nas tarefas, na tomada de decisão ou na organização das equipes são menos visíveis nessas mesmas fontes. Assim, é possível observar parte da resposta logística sem identificar, a partir do corpus analisado, todos os ajustes ocorridos dentro das empresas.

Essa diferença importa para a análise da resiliência. Indicadores de desempenho permitem acompanhar a manutenção ou a recuperação de determinadas funções. Já a compreensão dos mecanismos de adaptação exige investigar o que precisou ser modificado durante a resposta. No caso estudado, os documentos tornam evidente a reorganização logística, mas não permitem reconstruir integralmente as mudanças realizadas nos sistemas de trabalho das empresas do PIM.



Modernização industrial e demandas simultâneas de adaptação

A exposição às restrições logísticas ocorre em um ambiente industrial que também passa por mudanças tecnológicas. Os documentos da Suframa mostram a expansão de iniciativas vinculadas ao Programa Prioritário de Indústria 4.0 e Modernização Industrial. O número de projetos registrados passou de sete, em 2021, para 31, em 2022, e atingiu 74 em 2023 (Suframa, 2025).

Tabela 1. Evolução do número de projetos do PPI4.0.

Ano	Números de projetos
2021	7
2022	31
2023	74

Os números indicam aumento das iniciativas formalmente vinculadas ao programa. No mesmo relatório, o PPI4.0 concentrou 69,5% das aplicações realizadas nos Programas Prioritários durante o período analisado (Suframa, 2025). Esses dados não permitem afirmar que todas as empresas do PIM alcançaram o mesmo nível de maturidade tecnológica, mas mostram a relevância adquirida pela modernização industrial no ecossistema examinado.

Esse movimento acrescenta outra dimensão à análise. O PIM não corresponde a um sistema industrial tecnologicamente estático que enfrenta apenas restrições territoriais. Enquanto condições ambientais interferem nos fluxos logísticos, iniciativas de transformação tecnológica também avançam. São processos distintos, mas que podem exigir mudanças nas informações utilizadas, nos processos decisórios e nas competências mobilizadas.

A modernização tecnológica não elimina automaticamente a exposição territorial. Sistemas digitais e recursos de automação podem ampliar a integração das informações e apoiar decisões, mas não removem fisicamente uma restrição de calado. O argumento inverso também é insuficiente: a reorganização de uma rota ou de uma operação de transbordo não substitui capacidades tecnológicas necessárias ao planejamento e à coordenação de sistemas industriais complexos.

A coexistência dessas mudanças mostra que um sistema industrial pode enfrentar demandas simultâneas de adaptação. Algumas decorrem de eventos externos; outras surgem das próprias trajetórias de modernização. A resiliência, nesse cenário, depende da articulação de capacidades que

não estão restritas a um único componente do sistema.

Essa leitura é compatível com a discussão sobre manufatura centrada no ser humano. Lu et al. (2022) defendem que sistemas produtivos avançados sejam desenvolvidos considerando a interação entre capacidades tecnológicas e humanas. A tecnologia participa da transformação industrial, mas sua incorporação ocorre em sistemas nos quais decisões, tarefas e conhecimentos continuam desempenhando funções relevantes.

Competências e sistemas de trabalho

Os documentos de planejamento do ecossistema de inovação também registram demandas relacionadas ao desenvolvimento de competências. O Plano de Trabalho do Programa Prioritário de Fomento ao Empreendedorismo Inovador 2024–2026 identifica a ausência de capacitações técnicas em temas necessários ao mercado entre os problemas examinados. Como resposta, prevê a formação de talentos em áreas de interesse da indústria local, incluindo inteligência artificial, Big Data, robótica e engenharias (Suframa, 2024).

A presença dessas demandas não identifica automaticamente o trabalhador como principal responsável pela adaptação do sistema. Competências podem ser desenvolvidas por meio de formação, mas sua utilização depende das condições em que o trabalho é realizado. Autonomia, desenho das tarefas, interfaces e suporte organizacional interferem na forma como os conhecimentos são mobilizados.

O debate também aparece nas discussões contemporâneas sobre centralidade humana. Pacheco e Iwaszczenko (2024) identificam tensões na implementação da Indústria 5.0 relacionadas à articulação entre objetivos tecnológicos e humanos. Vitti et al. (2025), ao revisar estudos sobre carga de trabalho cognitiva, mostram que as exigências cognitivas assumem relevância em ambientes industriais associados à Indústria 5.0, com implicações para desempenho, segurança e bem-estar.

O problema não se resume à existência ou ausência de capacitação. Uma nova tecnologia pode exigir aprendizagem, mas a resposta organizacional pode incluir diferentes combinações de formação, redesenho de tarefas, suporte à decisão e alterações nas próprias interfaces tecnológicas. Quando a discussão se concentra apenas na necessidade de atualização individual, parte dessas alternativas deixa de ser observada.

A crítica de Blackman (2025) aos discursos sobre o futuro do trabalho ajuda a problematizar esse ponto. Ao analisar representações do trabalhador ideal, o autor identifica construções que podem deslocar para os indivíduos o ônus de responder a desafios estruturais e à incerteza profissional. No contexto deste estudo, a contribuição de Blackman não é utilizada para afirmar que esse deslocamento ocorre nas empresas do PIM. Ela ajuda a questionar leituras nas quais flexibilidade e aprendizagem contínua são tratadas de forma separada das condições tecnológicas e organizacionais.

Os documentos da Suframa identificam a formação de competências como uma necessidade do ecossistema regional. Entretanto, não mostram como essa necessidade é absorvida no interior das empresas. Esse limite impede concluir se as demandas de adaptação estão concentradas nos trabalhadores ou distribuídas entre mudanças no trabalho, na organização e na tecnologia. Esse limite orienta a síntese analítica proposta a seguir.

Quem absorve a disrupção?

A triangulação reuniu quatro movimentos documentados no contexto estudado: uma restrição associada às condições territoriais, respostas de reconfiguração logística, expansão de iniciativas de modernização industrial e reconhecimento de demandas por novas competências. As fontes não estabelecem uma cadeia causal única entre esses movimentos. Sua leitura conjunta, contudo, permite discutir como diferentes necessidades de mudança podem alcançar o mesmo sistema industrial.

A partir dessa triangulação, propõe-se uma estrutura analítica voltada à configuração das demandas de adaptação. O objetivo é examinar quais componentes do sistema são mobilizados quando uma organização ou rede produtiva precisa responder a uma disrupção.

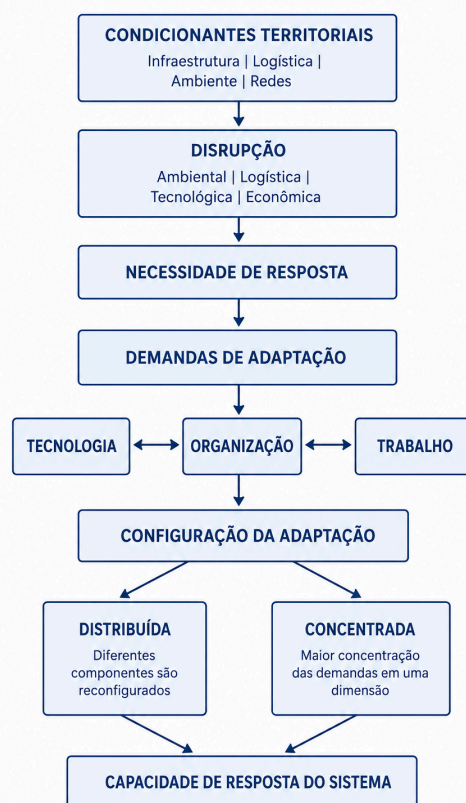
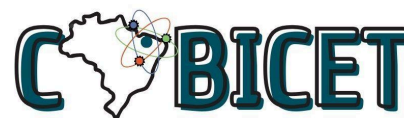


Figura 2. Estrutura analítica das demandas de adaptação em sistemas industriais territorialmente condicionados.

A primeira parte da estrutura situa a disrupção em um contexto territorial. Infraestrutura, logística, ambiente e redes interferem nas condições em que o sistema opera e nas alternativas disponíveis diante de uma restrição. A relação com o território não determina a resposta, mas ajuda a compreender por que sistemas industriais podem enfrentar problemas distintos mesmo quando submetidos a transformações tecnológicas semelhantes.

As demandas decorrentes da disrupção são examinadas em três dimensões. A dimensão tecnológica compreende alterações em sistemas, ferramentas, automação e tratamento da informação. A dimensão organizacional envolve processos, coordenação e mecanismos de suporte. O trabalho abrange mudanças nas tarefas, na tomada de decisão e nas competências mobilizadas.

Essas dimensões são interdependentes. Uma alteração tecnológica pode exigir aprendizagem, ao mesmo tempo que modifica processos e formas de coordenação. Da mesma maneira, uma restrição logística pode demandar novas decisões, reorganização operacional e apoio de sistemas de informação. O interesse está justamente na combinação dessas mudanças.



A estrutura distingue duas configurações para fins analíticos. Na adaptação distribuída, diferentes componentes são modificados durante a resposta. Na adaptação concentrada, parcela expressiva das demandas tende a recair sobre uma dimensão. Não se trata de uma escala de desempenho nem de uma classificação entre organizações resilientes e não resilientes. A distinção serve para orientar a investigação dos mecanismos utilizados na adaptação.

A distinção também ajuda a discutir a centralidade humana nos processos de adaptação. Quando a resposta é examinada apenas pelo resultado operacional, mudanças exigidas dos trabalhadores podem permanecer pouco visíveis, assim como alterações tecnológicas ou organizacionais que poderiam reduzir determinadas exigências. Por isso, a avaliação exclusiva da continuidade ou da recuperação operacional pode ocultar a forma como as demandas de adaptação foram distribuídas no sistema.

No caso do PIM, os documentos examinados tornam visíveis respostas logísticas e regulatórias e registram a expansão de projetos tecnológicos e demandas de formação. Eles não permitem determinar como empresas específicas distribuíram internamente as mudanças necessárias. A estrutura proposta surge dessa lacuna e oferece uma orientação para pesquisas empíricas posteriores.

A pergunta “quem absorve a disrupção?” não busca identificar um responsável ou atribuir culpa. Seu papel é tornar mais preciso o exame da adaptação. Em vez de observar somente se o sistema manteve ou recuperou suas funções, propõe-se investigar quais mudanças foram necessárias e onde elas ocorreram.

CONCLUSÃO

Este estudo analisou como condicionantes territoriais e processos de modernização tecnológica se relacionam com as demandas de adaptação dos sistemas de trabalho, tomando o Polo Industrial de Manaus como contexto amazônico. Os documentos examinados mostram que a estiagem de 2023 impôs restrições à navegabilidade e alcançou fluxos ligados à cadeia de suprimentos da Zona Franca de Manaus. As respostas logísticas identificadas evidenciam a busca por reconfigurações diante das condições impostas pelo território.

Ao mesmo tempo, a expansão dos projetos vinculados à Indústria 4.0 e as demandas de formação registradas pela Suframa mostram um ambiente industrial em transformação. A exposição a restrições logísticas coexiste com processos de

modernização que também requerem mudanças nos sistemas produtivos. Os resultados indicam que território e tecnologia participam da configuração das demandas de adaptação, embora os documentos analisados não permitam identificar como empresas específicas distribuem internamente essas mudanças.

A principal contribuição do estudo está na proposição de uma leitura da resiliência voltada aos mecanismos mobilizados durante a resposta. A continuidade operacional não revela, por si só, como a resiliência foi produzida. Observar a manutenção ou a recuperação de uma função é importante, mas não permite determinar quais mudanças ocorreram na tecnologia, na organização ou no trabalho.

A estrutura analítica proposta distingue adaptações distribuídas e concentradas. Essa distinção permite questionar se diferentes componentes do sistema foram modificados durante a resposta ou se parcela expressiva das demandas de adaptação recaiu sobre uma única dimensão. Sob a perspectiva da centralidade humana, essa análise é relevante porque o desenvolvimento de competências não deve substituir o redesenho de processos, o suporte organizacional ou a adaptação das próprias tecnologias.

A natureza teórico-documental da pesquisa limita conclusões sobre práticas internas das empresas e efeitos sobre os trabalhadores do PIM. Estudos futuros podem aplicar a estrutura proposta em organizações industriais, combinando entrevistas, análise de processos e indicadores operacionais. A comparação entre empresas do PIM e sistemas produtivos localizados em outros contextos também pode contribuir para compreender como diferentes condições territoriais influenciam as respostas às disrupções.

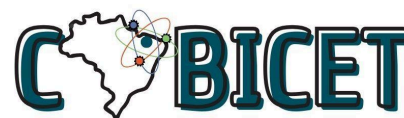
Conclui-se que examinar a resiliência industrial exige ir além da constatação de que um sistema continuou operando. No contexto da Amazônia industrial, a pergunta “quem absorve a disrupção?” direciona a atenção para as mudanças que sustentam a capacidade de resposta. Compreender onde essas mudanças ocorrem pode tornar mais visível a participação da tecnologia, da organização e do trabalho na adaptação dos sistemas produtivos.

AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. *Ata da 573ª Reunião Ordinária de Diretoria Colegiada*. Brasília, DF: ANTAQ, 2024.



Disponível em:
<https://www.gov.br/antag/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/reunioes-deliberativas/AtaROD573.pdf>.
Acesso em: 14 jul. 2026.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Seca no Estado do Amazonas: impactos no comércio exterior e na produção industrial*. Brasília, DF: Banco Central do Brasil, 2024. Disponível em:
<https://www.bcb.gov.br/noticiablogbc/16/noticia>.
Acesso em: 14 jul. 2026.

BLACKMAN, T. Performing the future of work: examining discourses of the future of work and the ideal worker through event ethnographies. *Geoforum*, v. 167, art. 104461, 2025. DOI: 10.1016/j.geoforum.2025.104461.

BOSCHMA, R. Towards an evolutionary perspective on regional resilience. *Regional Studies*, v. 49, n. 5, p. 733–751, 2015. DOI: 10.1080/00343404.2014.959481.

FRASKE, T. Industry 4.0 and its geographies: a systematic literature review and the identification of new research avenues. *Digital Geography and Society*, v. 3, art. 100031, 2022. DOI: 10.1016/j.diggeo.2022.100031.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indústria fecha 2023 com alta em dez dos 18 locais pesquisados. *Agência de Notícias IBGE*, 8 fev. 2024. Disponível em:
<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/39127-industria-fecha-2023-com-alta-em-dez-dos-18-locais-pesquisados>. Acesso em: 14 jul. 2026.

LU, Y. et al. Outlook on human-centric manufacturing towards Industry 5.0. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 62, p. 612–627, 2022. DOI: 10.1016/j.jmsy.2022.02.001.

PACHECO, D. A. de J.; IWASZCZENKO, B. Unravelling human-centric tensions towards Industry 5.0: literature review, resolution strategies and research agenda. *Digital Business*, v. 4, n. 2, art. 100090, 2024. DOI: 10.1016/j.digbus.2024.100090.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS. *Plano de Trabalho do Programa Prioritário de Fomento ao Empreendedorismo Inovador 2024–2026*. Manaus: SUFRAMA, 2024. Disponível em:
<https://www.gov.br/suframa/pt-br/assuntos/pdi/modalidades/pps/content/PlanodeTrabalhoPPEI20242026.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2026.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS. *Relatório de resultados da Lei nº 8.387/1991: 2022–2023*. Manaus: SUFRAMA, 2025. Disponível em:
<https://www.gov.br/suframa/pt-br/assuntos/pdi/resultados/resultados-lizfm-2022-2023>. Acesso em: 14 jul. 2026.

VITTI, M.; PADOVANO, A.; FACCHINI, F. A review on cognitive workload for Industry 5.0. *Computers & Industrial Engineering*, v. 207, art. 111350, 2025. DOI: 10.1016/j.cie.2025.111350.