



Do *leapfrogging* aos novos hiatos: a armadilha das capacidades na digitalização de economias em desenvolvimento

Celso Pereira Neris Junior¹

Resumo: A difusão das tecnologias associadas à Indústria 4.0 reacendeu o debate sobre as possibilidades de convergência tecnológica e *catching up* em economias em desenvolvimento. Articulando a Visão Baseada em Recursos (RBV) de Penrose com a análise da dependência estrutural característica desses países, este artigo argumenta que a ausência de capacidades organizacionais internas, combinada à subordinação das firmas a formas hierárquicas de governança nas cadeias globais de valor, conduz as pequenas e médias empresas (PMEs) a trajetórias de adoção defensiva e cerimonial da digitalização. A análise dos microdados da Pesquisa de Inovação Semestral brasileira (PINTEC Semestral, 2025) confirma empiricamente a existência de uma assimetria funcional na adoção tecnológica: enquanto a digitalização é disseminada em rotinas administrativas e de controle, ela permanece incipiente no núcleo produtivo, resultando na formação de “ilhas de modernização” desconectadas. Conclui-se que, para evitar a emergência de “novos hiatos” (*new gaps*), a política industrial deve deslocar-se do financiamento de hardware para a provisão de infraestrutura cognitiva pública e programas de aprendizagem organizacional, capazes de superar a barreira ontológica da dataficação e promover maior autonomia tecnológica.

Palavras-chave: Transformação Digital; Visão Baseada em Recursos; Armadilha das Capacidades; Política Industrial; Economias Emergentes

Código JEL: D21; L22; O33; O38

Área Temática: 5.4 Mudanças técnicas, organizações e instituições

From leapfrogging to new gaps: capability traps in the digital transformation of developing economies

Abstract: The diffusion of Industry 4.0 technologies has reignited the debate on technological convergence and catching up in developing economies. By articulating Penrose’s Resource-Based View (RBV) with the analysis of structural dependence, this article argues that the lack of internal organizational capabilities, combined with hierarchical governance structures in global value chains, drives small and medium-sized enterprises (SMEs) toward trajectories of defensive and ceremonial digital adoption. An analysis of microdata from the Brazilian Semestral Innovation Survey (PINTEC Semestral, 2025) provides empirical evidence of a marked functional asymmetry: while digitalization is pervasive in administrative and control routines, it remains incipient in the productive core, resulting in the emergence of disconnected “islands of modernization.” We conclude that, to prevent the formation of “new gaps,” industrial policy must shift away from supply-side hardware financing toward the provision of public cognitive infrastructure and organizational learning programs, aimed at overcoming the ontological barrier of datafication and fostering greater technological autonomy.

Keywords: Digital Transformation; Resource-Based View; Capability Trap; Industrial Policy; Emerging Economies

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Araraquara. Email: celso.neris@unesp.br

Introdução

A difusão das tecnologias digitais associadas à Quarta Revolução Industrial reacendeu o debate sobre as possibilidades de desenvolvimento em economias emergentes. Parte da literatura recente sobre *catching up* a partir das tecnologias da Indústria 4.0 sustenta que, desde que acompanhada por investimentos consistentes em inovação e por processos ativos de aprendizagem, a digitalização pode abrir janelas de oportunidade para o *leapfrogging* tecnológico (Primi e Toselli, 2020; Lee et al., 2020). Esses mesmos trabalhos, contudo, também alertam para riscos relevantes associados a esse processo, como a perda de empregos e a erosão de capacidades manufatureiras acumuladas ao longo do tempo.

A literatura recente sobre digitalização em economias em desenvolvimento converge para a ideia de que as tecnologias associadas à Indústria 4.0 não operam como vetores automáticos de *catching up*, mas como catalisadores contingentes, cujos efeitos dependem criticamente das capacidades organizacionais, das expectativas empresariais e das estruturas institucionais em que se inserem (Coutinho, 2023; Ferraz, 2023; Torracca et al., 2023; Urraca-Ruiz et al., 2023; Regis, Gomes e Georges, 2025). Como sugere Coutinho (2023), a transformação digital só pode ser compreendida quando articulada à dinâmica do investimento sob incerteza e à formação de convenções que orientam decisões estratégicas, deslocando a análise para além da simples disponibilidade tecnológica.

No plano microeconômico, os trabalhos de Ferraz (2023) e de Urraca-Ruiz et al. (2023) mostram que a adoção digital é um processo profundamente heterogêneo, condicionado por rotinas, competências gerenciais e estruturas organizacionais que, quando frágeis, tendem a converter a digitalização em uma estratégia defensiva, mais associada à sobrevivência do que à inovação. Essa assimetria, quando generalizada, tende a reproduzir padrões de heterogeneidade estrutural, como demonstram Torracca et al. (2023), reforçando o risco de que a Indústria 4.0 aprofunde a polarização entre firmas líderes e retardatárias. Evidências recentes de Regis, Gomes e Georges (2025) corroboram esse diagnóstico ao indicar que o capital humano tecnológico, embora necessário, não é suficiente para garantir ganhos de desempenho quando dissociado de mudanças organizacionais mais amplas.

Em conjunto, esses estudos sustentam a tese de que, em contextos como o brasileiro, a digitalização tende a assumir a forma de uma modernização sem mudança estrutural, a menos que seja acompanhada por políticas deliberadas de fortalecimento das capacidades internas das firmas e por mecanismos de coordenação institucional capazes de transformar a adoção tecnológica em *upgrading* produtivo efetivo.

Esse diagnóstico pode ser aprofundado à luz da noção de capacidade de absorção, desenvolvida por Cohen e Levinthal (1990), segundo a qual a habilidade das firmas para assimilar e explorar novos conhecimentos depende criticamente de seus estoques prévios de saber e de suas trajetórias de aprendizado. Como argumentam os autores, “prior knowledge permits the assimilation and exploitation of new knowledge” (Cohen e Levinthal, 1990, p. 135–136), o que implica que a adoção tecnológica é um processo cumulativo e historicamente condicionado. Em contextos de rápida mudança técnica, essa característica gera mecanismos de dependência de trajetória nos quais empresas que deixam de investir precocemente em capacidades organizacionais e tecnológicas tendem a ser progressivamente excluídas de novas ondas de inovação, entrando em situações de *locked out* (Cohen e Levinthal, 1990, p. 136). Para economias em desenvolvimento, isso significa que a difusão tardia das tecnologias da Indústria 4.0, quando desacompanhada de esforços sistemáticos de construção de capacidades, pode não apenas limitar os ganhos de produtividade, mas também reforçar padrões de modernização defensiva e de subordinação tecnológica.

Nesse sentido, a principal contribuição teórica deste trabalho reside na articulação entre a Visão Baseada em Recursos (RBV), fundamentada em Penrose (1959), e a literatura sobre as dificuldades de adoção tecnológica em países em desenvolvimento. Argumentamos que a “adoção sem capacidade”, fenômeno recorrente entre pequenas e médias empresas (PMEs), gera um paradoxo central: a tecnologia é adquirida, mas os “serviços produtivos” (Penrose, 1959) dela derivados não se materializam devido à ausência de *capabilities* gerenciais e à posição subordinada das firmas nas cadeias globais de valor. Nesse cenário, a digitalização tende a aprofundar a precarização do trabalho e a dependência tecnológica, em vez de promover o almejado *upgrading* industrial.

A partir de evidências da Pesquisa de Inovação Semestral (PINTEC, 2025) e de um estudo de caso recente (Gomes et al., 2025), mostramos que o padrão brasileiro de adoção permanece concentrado em tecnologias de menor complexidade, mantendo as PMEs afastadas de trajetórias virtuosas de transformação digital. Ademais, os dados indicam que a falta de qualificação e a ausência de uma estratégia digital consolidada atuam como bloqueios mais severos do que o acesso ao hardware em si.

O objetivo deste artigo é, portanto, duplo: (i) demonstrar, à luz da teoria das capacidades, porque a digitalização nas PMEs brasileiras tende a produzir impactos limitados sobre a produtividade; e (ii) propor um aprofundamento da política pública orientado à construção de competências organizacionais e ao fortalecimento da autonomia

tecnológica.

Para atingir esses objetivos, o artigo estrutura-se em quatro seções, além desta introdução. A primeira seção estabelece o arcabouço teórico, revisitando a teoria da firma de Penrose e a RBV para conceituar a transformação digital como uma reconfiguração organizacional intensiva em capacidades, e não apenas como uma atualização técnica. A segunda seção revisa a literatura empírica internacional sobre os determinantes da adoção em PMEs, destacando o papel crítico do capital humano e da gestão. A terceira seção analisa o caso brasileiro, com base nos dados da PINTEC, evidenciando o padrão de adoção defensiva e cerimonial. Por fim, a quarta seção discute as implicações para a política econômica, defendendo a necessidade de (i) infraestrutura cognitiva pública, (ii) programas massivos de aprendizagem organizacional e (iii) fortalecimento do Sistema Nacional de Inovação como estratégias para mitigar a dependência nas cadeias globais.

1. Visão baseada em recursos e capacidades organizacionais

Para compreender as limitações da adoção de tecnologias digitais em contextos de dependência tecnológica, torna-se necessário ultrapassar a visão neoclássica da firma como uma simples função de produção, na qual a tecnologia aparece como fator exógeno capaz de gerar, de forma quase automática, ganhos de produtividade. A complexidade do fenômeno exige uma abordagem que abra a “caixa-preta” organizacional. Nesse sentido, a literatura da Visão Baseada em Recursos (RBV) e das capacidades dinâmicas, revisitada sob uma ótica institucionalista (Almeida e Pessali, 2017), oferece um prisma analítico alternativo: a firma é concebida como um conjunto evolutivo de ativos, rotinas e competências. Nessa perspectiva, a tecnologia digital não é uma panaceia, mas um recurso cujo valor econômico depende intrinsecamente da forma como é mobilizado internamente e das restrições institucionais, internas e externas, que moldam esse processo.

1.1 A firma como organização de recursos e serviços produtivos

O ponto de partida teórico reside na distinção ontológica proposta por Edith Penrose entre “recursos” e “serviços”. Em sua obra seminal, Penrose (1959 [2009]) estabelece que os recursos correspondem aos ativos tangíveis e intangíveis à disposição da firma (plantas, equipamentos, softwares, capital humano etc.). Contudo, a mera posse desses recursos não define sua capacidade produtiva. O que gera valor econômico são os serviços que esses recursos efetivamente desempenham quando inseridos em um processo produtivo específico. Como define a autora:

“The services that resources will yield depend on the capacities of the men using them, but the development of the capacities of men is partly shaped by the resources men deal with. The two together create the special productive opportunity of a particular firm...” (Penrose, 1959 [2009], p. 70).

Essa distinção é crucial para a análise da digitalização. Ela implica que a simples aquisição de tecnologias associadas à Indústria 4.0, isto é, a posse do recurso tecnológico, constitui condição necessária, mas não suficiente, para a obtenção de ganhos econômicos. Para que esses ganhos se materializem, a nova tecnologia precisa ser articulada à organização interna da firma e ao conhecimento acumulado que permite extrair serviços produtivos inéditos desses ativos. Quando a tecnologia é sobreposta a processos antigos sem uma reconfiguração dos serviços, os resultados tendem a ser incipientes ou nulos.

Penrose (1959) avança ainda ao argumentar que o crescimento da firma é limitado não apenas pelas condições de demanda, mas fundamentalmente pela disponibilidade de recursos gerenciais internos. Inovação e expansão emergem frequentemente daquilo que a autora denomina como recursos não utilizados (*unused resources*), especialmente na forma de conhecimento e capacidade gerencial ociosos. Segundo ela, “Unused productive services are, for the enterprising firm, at the same time a challenge to innovate, an incentive to expand, and a source of competitive advantage” (Penrose, 1959 [2009], p. 76).

A capacidade de uma Pequena e Média Empresa (PME) de transformar digitalização em produtividade depende, portanto, da existência prévia dessas habilidades não utilizadas (*unused abilities*). Diferentemente das grandes corporações, que dispõem de departamentos especializados em P&D e estruturas formais de inovação, as PMEs enfrentam um desafio anterior à própria transformação digital: muitas vezes, o processo limita-se à simples digitalização de rotinas, e não à reconfiguração organizacional profunda.

A adoção de tecnologias complexas exige um esforço de planejamento que consome recursos gerenciais específicos, dificilmente adquiridos no mercado, pois dependem da experiência acumulada da equipe existente.

Não por acaso, evidências empíricas mostram que algumas firmas são obrigadas a dispensar trabalhadores antigos por não conseguirem compatibilizar seus conhecimentos tácitos com as novas aquisições tecnológicas (Gomes et al., 2025).

No campo da gestão pública e organizacional, essa inércia institucional é corroborada pelo ICLEI (2023, p. 9-10), que identifica o “hiato de habilidades e tecnologia” como principal entrave à transformação digital no Sul Global. O “planejamento” que consome recursos gerenciais, mencionado por Penrose, é dificultado pela “*inadequada prontidão tecnológica no nível da alta gerência*” (ICLEI, 2023, p. 9), o que impede que o conhecimento tácito das equipes seja convertido em inteligência digital.

Wernerfelt (1984), ao expandir essa lógica para o campo da estratégia competitiva, define recursos como “*those (tangible and intangible) assets which are tied semipermanently to the firm*” (p. 172–173) e introduz o conceito de barreiras de posição de recursos (*resource position barriers*). Essas barreiras funcionam de modo análogo às barreiras de entrada, protegendo a firma da imitação. Para PMEs em economias em desenvolvimento, o desafio é duplo: além de restrições financeiras à aquisição de tecnologia de ponta, há a carência de capacidades gerenciais complementares para construir tais barreiras. Sem a capacidade de gerar serviços únicos a partir da tecnologia, a adoção digital tende a ser superficial e facilmente imitável, incapaz de produzir diferenciação estratégica sustentável.

1.2 Capacidades dinâmicas e aspectos cerimoniais

Além da gestão eficiente de recursos, o processo de digitalização exige capacidade de adaptação em um ambiente de competição evolutiva, no qual aprendizagem, seleção e dependência de trajetória moldam as possibilidades de mudança organizacional. A Teoria da Vantagem de Recursos (*Resource-Advantage Theory*), desenvolvida por Hunt e Morgan (1995), aprofunda esse ponto ao sustentar que o desempenho superior das firmas não decorre da alocação ótima de fatores dados, mas da construção histórica de recursos intangíveis e competências organizacionais.

Nesse enquadramento, a concorrência deixa de ser concebida como um estado de equilíbrio para ser entendida como um processo dinâmico, cumulativo e dependente da trajetória. Em sua perspectiva evolucionária, Hunt (1997, p. 64) sintetiza:

“R-A theory defines resources as the tangible and intangible entities available to the firm that enable it to produce efficiently and/or effectively a market offering that has value for some market segment(s)”

A história da firma, portanto, importa decisivamente. Organizações cujas trajetórias tecnológicas se construíram sobre bases frágeis, marcadas por baixa intensidade de capital, limitada sofisticação produtiva ou escassa experiência em inovação, enfrentam barreiras internas severas à mudança. A introdução de tecnologias digitais não ocorre sobre uma *tábula rasa*, mas colide com estruturas cognitivas e organizacionais herdadas.

Dialogando com a tradição institucionalista de Veblen, Cordes (2007) destaca que as rotinas organizacionais operam como hábitos coletivos de pensamento e ação: não são imutáveis como genes, mas tampouco são facilmente substituíveis. Sua transformação exige esforço deliberado, aprendizagem e conflito organizacional. Como sintetiza o autor, “Crucial aspects of organizational change are related to non-routine phenomena” (Cordes, 2007, p. 139–140).

Essa leitura institucionalista ganha densidade analítica com a contribuição de Almeida e Pessali (2017), que articulam o empreendedor penrosiano à dicotomia vebleniana entre lógicas instrumentais e lógicas cerimoniais. Segundo os autores, a ação empresarial situa-se na interseção entre eficiência produtiva e legitimação social: “The entrepreneur must deal with the instrumentalism of the productive process in order to shape a ceremonial result” (Almeida e Pessali, 2017, p. 308).

Essa tensão é central para as hipóteses deste trabalho. Muitas PMEs brasileiras parecem adotar a digitalização de forma predominantemente cerimonial, e não instrumental. A adoção cerimonial ocorre quando a firma incorpora tecnologias digitais sobretudo para atender a requisitos de legitimidade, parecer “moderna”, satisfazer exigências burocráticas de parceiros maiores ou alinhar-se a modismos gerenciais, sem que isso se traduza em uma reconfiguração efetiva das rotinas produtivas e dos processos decisórios.

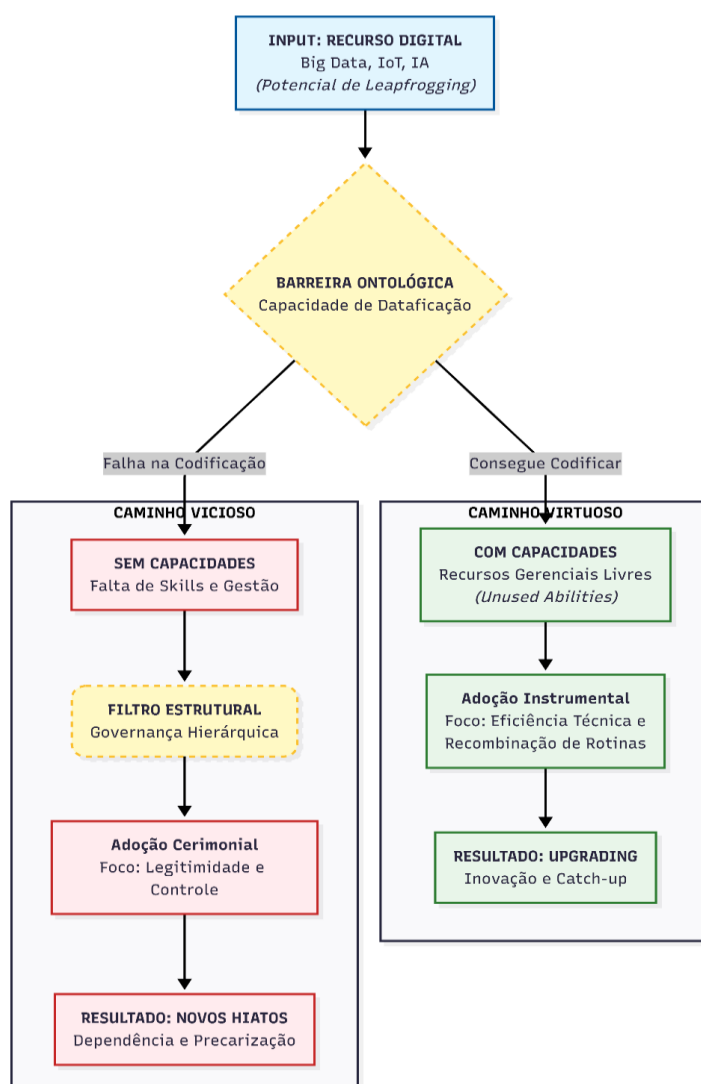
O resultado é o paradoxo da digitalização sem produtividade: sensores de IoT, softwares de gestão ou sistemas de automação são incorporados, mas operam como camadas digitais sobre práticas analógicas ineficientes. A crescente comoditização dessas tecnologias reforça essa armadilha evolucionária: soluções sofisticadas tornam-

se acessíveis, mas, na ausência de mudanças organizacionais profundas, são absorvidas de modo superficial, consolidando trajetórias de baixo aprendizado e padrões de modernização sem mudança estrutural.

1.3 A barreira ontológica da digitalização e a subordinação estrutural

A análise da digitalização nas PMEs brasileiras não pode ser dissociada do cenário de estagnação de longo prazo do setor manufatureiro que se estende desde a década de 1980 (Morceiro e Guilhoto, 2023). Esse processo é marcado por uma desindustrialização setorial heterogênea, classificada por Morceiro e Guilhoto (2023, p. 148) como “normal” nos subsetores intensivos em mão de obra, mas prematura e indesejável nos subsetores intensivos em tecnologia. Ao contrário das economias avançadas, o Brasil enfrenta um esvaziamento precoce de seus elos produtivos mais complexos.

Figura 1 - A bifurcação da adoção digital



Fonte: Elaboração própria

Para as PMEs, esse contexto significa que a adoção de tecnologias digitais não ocorre em um ecossistema de inovação dinâmico, mas em um ambiente de baixa densidade tecnológica. É essa fragilidade estrutural que transforma a transição digital em uma armadilha: sem o suporte de uma cadeia produtiva densa, a necessidade de codificar o conhecimento (a dataficação) deixa de ser oportunidade de salto produtivo e passa a funcionar como mecanismo de subordinação.

Ainda que exista intenção instrumental, a própria natureza dos recursos digitais impõe uma barreira adicional. A digitalização não é apenas uma ferramenta nova; ela exige uma transformação ontológica do conhecimento organizacional. Como observa Alaimo (2021), a coordenação das atividades passa a ser mediada por objetos de dados, que reconfiguram estruturas cognitivas, normativas e regulatórias: “The makeup and functioning of data and data objects (...) transform existing cognitive, normative and regulative structures” (Alaimo, 2021, p. 18).

Para PMEs cuja vantagem competitiva reside em flexibilidade informal e conhecimento tácito do “chão de fábrica”, essa exigência de padronização pode ser particularmente problemática. Incapazes de traduzir seu *know-how* em dados estruturados, essas firmas acabam adotando pacotes genéricos de software que não capturam sua realidade, ou que, pior, desorganizam mecanismos informais de coordenação sem substituí-los por sistemas eficazes.

Essa dificuldade é agravada pela posição estrutural das PMEs nas Cadeias Globais de Valor (CGV). Lah e Sušjan (2022) descrevem essa dinâmica por meio de estruturas *hub-and-spoke*, nas quais grandes corporações líderes concentram o controle tecnológico: “The core development of technology, design and marketing remained in the hands of the megacorps” (Lah & Sušjan, 2022, p. 728).

Nesse cenário, a adoção tecnológica das PMEs torna-se subordinada. Os investimentos concentram-se em tecnologias de controle, monitoramento e reporte para a firma líder, em detrimento de tecnologias de processo capazes de elevar a produtividade interna. O resultado é um bloqueio ao *upgrading*: a PME digitaliza-se para obedecer, aumentando custos fixos e transparência informacional, o que pode reduzir margens e restringir a capacidade de investimento futuro.

A articulação das abordagens apresentadas permite construir um modelo explicativo para o caso brasileiro. A tecnologia digital (*input*) atravessa dois filtros críticos antes de gerar resultados econômicos: (i) o filtro das capacidades internas e (ii) o filtro da posição na cadeia de valor. É precisamente a ausência de capacidades internas que torna a firma vulnerável à governança hierárquica. Sem competência para negociar tecnicamente, ela apenas responde às exigências de sua contratante.

A Figura 1 sintetiza esse processo. A tecnologia enfrenta inicialmente a barreira da codificação do conhecimento (*datafication*). Em seguida, passa pelo filtro das capacidades internas, onde a adoção pode seguir uma lógica instrumental (focada em inovação penrosiana) ou cerimonial (focada em legitimidade institucional). Por fim, o resultado é condicionado pela posição estrutural na cadeia de valor (*hub-and-spoke*). O modelo sugere que a combinação de adoção cerimonial e subordinação estrutural conduz ao cenário de precarização e dependência, hipótese central deste estudo para o caso brasileiro.

Com base nesse arcabouço, propõe-se que a realidade das PMEs brasileiras é majoritariamente explicada pelo “Caminho B”: uma adoção cerimonial, bloqueada pela escassez de capacidades para traduzir conhecimento em dados e pressionada pela subordinação estrutural, resultando em digitalização sem aumento sistêmico de produtividade.

2. Adoção de tecnologias digitais, recursos organizacionais e PMEs

Enquanto a teoria baseada em recursos ilumina a “caixa-preta” das capacidades internas, a literatura empírica recente oferece evidências decisivas para compreender por que a difusão digital é tão heterogênea. Estudos internacionais convergem ao indicar que a adoção de tecnologias associadas à Indústria 4.0 não é um evento isolado de compra de ativos, mas um processo dependente de trajetória, condicionado por três vetores fundamentais: (i) a qualificação e estabilidade da força de trabalho; (ii) a maturidade organizacional (estrutura, cultura e estratégia); e (iii) as restrições e incentivos específicos de economias emergentes inseridas de forma subordinada em cadeias produtivas e mercados globais.

2.1. O imperativo dos recursos humanos: qualificação como pré-requisito

A evidência empírica valida a premissa penrosiana de que a tecnologia só gera valor por meio dos serviços humanos que a mobilizam. Cirillo *et al.* (2023), ao analisarem a indústria manufatureira italiana, demonstram que a probabilidade e a intensidade da adoção tecnológica não são aleatórias, mas fortemente correlacionadas ao nível educacional e ao treinamento da força de trabalho. Os autores concluem que:

“Firms characterized by a higher share of educated workforce invest more in new technologies and are more likely to display a multi-technology adoption strategy. A higher proportion of trained workers also appears to favour both the probability of investment and the number of

digital technologies adopted” (Cirillo et al., 2023, p. 16).

Esse resultado sugere uma complementaridade estrita entre capital humano e capital digital. Para o debate sobre economias emergentes, contudo, é igualmente relevante a constatação inversa: a precarização do trabalho pode bloquear a modernização. Cirillo *et al.* (2023) indicam que vínculos laborais temporários ou instáveis reduzem incentivos ao treinamento e dificultam a acumulação de conhecimento tácito necessário para operar sistemas complexos, isto é, fragilizam o mecanismo de aprendizagem que transforma recursos em serviços.

Cen (2025), ao analisar PMEs chinesas, corrobora essa visão ao destacar que, sem recursos financeiros para atualização do capital humano e da infraestrutura digital, as empresas tendem a permanecer em estágios iniciais de digitalização. O estudo chinês reporta que, embora a ampla maioria das PMEs analisadas tenha iniciado processos de transformação digital, parcela substancial permanece em fases preliminares, sugerindo que a transição para etapas “inteligentes” depende de fatores como escolaridade do dirigente máximo, investimento em infraestrutura e qualificação dos trabalhadores. Em suma, a escassez de *skills* não apenas reduz a eficiência, mas pode impedir a própria transição para formas mais sofisticadas de adoção tecnológica.

2.2. A barreira organizacional: estrutura, cultura e estratégia

Além do capital humano, a literatura aponta a organização interna como um segundo filtro decisivo. Não basta dispor de trabalhadores qualificados se a gestão opera com modelos mentais analógicos e rotinas incompatíveis com integração de dados, automação e aprendizado organizacional. Omrani et al. (2024), ao aplicarem o framework TOE (Technology–Organization–Environment) em uma ampla amostra de PMEs europeias e não europeias, argumentam que a transformação digital exige mudanças no desenho organizacional e na visão estratégica:

“Digital transformation involves fundamental transformation in SMEs, which requires specific technological and organizational resources for successful adoption (...) companies need to radically change individual mindsets, the organizational design, and the corporate strategic vision” (Omrani et al., 2024, p. 2).

A pesquisa sugere que a existência de uma estratégia digital deliberada pode ser tão importante quanto a infraestrutura de TI: a mera introdução de ferramentas digitais em estruturas rígidas tende a produzir efeitos limitados, quando não fracassos organizacionais.

Nesse mesmo sentido, Cantemir *et al.* (2023, p. 149), a partir de uma revisão abrangente, enfatizam que a transformação digital ultrapassa a dimensão técnica porque “entails a considerable change in organizational management” (p. 149). Ainda segundo Cantemir *et al.* (2023), a natureza do processo implica em se repensar o papel humano na criação de valor. Em termos penrosianos, isso equivale ao problema central de converter o “recurso” digital em “serviço” produtivo: sem reconfiguração de governança, rotinas e mecanismos decisórios, a tecnologia permanece como estrutura de custo, e não como alavanca de produtividade.

Para o contexto brasileiro, a análise de Regis et al. (2025) é particularmente elucidativa ao evidenciar a profundidade do hiato de capacidades: grande parte das PMEs permanece em estágios iniciais de maturidade digital, o que reforça a ideia de que a transformação digital é uma estratégia organizacional, e não apenas técnica, dependente da construção de capacidades dinâmicas. Em consequência, PMEs organizacionalmente frágeis e sem estratégia formal tendem a realizar uma adoção predominantemente cerimonial, incapaz de romper a barreira da produtividade por ausência de mecanismos mediadores essenciais.

2.3. O contexto de economias dependentes: pressões e limitações

A dinâmica de adoção assume contornos específicos em economias em desenvolvimento, nas quais PMEs enfrentam o paradoxo de serem pressionadas a se digitalizar por concorrência, pressão dos grandes clientes ou mesmo por agendas públicas, sem disporem do suporte institucional e das capacidades internas necessárias para que a adoção se converta em transformação produtiva efetiva. Evidências recentes sugerem que, nesses contextos, a decisão de adotar tecnologias digitais tende a ser mais reativa do que estratégica, orientada por pressões externas e contenção de custos, e não por projetos internos de inovação organizacional.

Estudando o caso de Bangladesh, Shahadat *et al.* (2023) mostram que fatores como pressão competitiva e apoio governamental figuram entre determinantes relevantes da adoção de TIC em PMEs, ao passo que variáveis ligadas à transformação interna, como compatibilidade e prontidão organizacional, não exercem influência estatisticamente significativa sobre o uso efetivo. Atributos percebidos como vantagem relativa, complexidade e

custo pesam mais do que a capacidade de absorção, sugerindo que a adoção frequentemente se estabiliza em um nível formal, sem reconfigurar rotinas e modelos de negócio.

Essa leitura microeconômica encontra ressonância em análises de alcance macro. Finkelstein Shapiro e Mandelman (2021) demonstram que, em países em desenvolvimento, a adoção digital está associada a redução do trabalho por conta própria, sem relação robusta com a redução do desemprego. O efeito líquido depende crucialmente da redução simultânea de barreiras à entrada de firmas e dos custos de adoção tecnológica. Na ausência dessas condições, a digitalização tende a operar mais como mecanismo de reorganização precária do trabalho do que como motor de formalização e geração sustentada de emprego de qualidade, reforçando a dualidade estrutural do mercado de trabalho periférico.

A literatura sobre Indústria 4.0/5.0 reforça esse diagnóstico ao evidenciar uma clivagem entre digitalização plena e adoção incompleta. A revisão sistemática de Maretto *et al.* (2023), baseada em ampla amostra de estudos de caso, indica que ganhos de produtividade, resiliência e flexibilidade organizacional aparecem de forma consistente quando a implementação é acompanhada por mudança organizacional, qualificação e integração sistêmica de processos. Nos demais casos, a digitalização assume caráter fragmentado, com impactos econômicos limitados e frequentemente difíceis de mensurar.

Esse padrão é corroborado por análises focadas nos determinantes internos da transformação digital. Omrani *et al.* (2024) mostram que, embora pressões ambientais influenciem a decisão inicial de adoção, os fatores decisivos para uma transformação efetiva são tecnológicos e organizacionais: infraestrutura digital prévia, recursos financeiros, capacidade de gestão da mudança e, sobretudo, competências digitais. Cen (2025), por sua vez, demonstra que a transformação digital pode elevar a capacidade inovativa das PMEs, mas apenas quando mediada por mecanismos organizacionais e institucionais, como alívio de restrições financeiras, diversificação das cadeias de suprimento e investimento sistemático em capital humano digital. Em síntese, a tecnologia, isoladamente, não constitui fator autônomo de modernização: seus efeitos dependem de capacidades dinâmicas capazes de converter ferramentas digitais em novos padrões de coordenação produtiva e organizacional.

A convergência dessas evidências aponta para um cenário de bifurcação em economias periféricas. De um lado, experiências de adoção plena, ancoradas em inovação organizacional e qualificação, tendem a gerar ganhos consistentes de produtividade e resiliência. De outro, trajetórias marcadas por restrições financeiras, escassez de competências e frágil apoio institucional conduzem a formas de adoção incompleta, concentradas em funções administrativas, controle e monitoramento, com baixo impacto sobre o núcleo produtivo. Nesse segundo caso, a digitalização pode reforçar padrões de dependência tecnológica e ampliar o hiato entre empresas capazes de se integrar às fronteiras tecnológicas e aquelas condenadas a uma modernização superficial.

É a partir desse enquadramento que se formulam as hipóteses analíticas a seguir para o caso brasileiro.

H1: Adoção digital cerimonial e limitada à esfera administrativa.

Em razão da fragilidade das capacidades organizacionais, da escassez de competências digitais e de limitações gerenciais, PMEs brasileiras tendem a adotar tecnologias digitais de forma incremental e predominantemente cerimonial, concentrando sua aplicação em atividades administrativas, de controle e monitoramento, sem promover reconfiguração substantiva dos processos produtivos.

H2: Digitalização sem capacidades e reforço da dualidade produtiva.

Essa configuração de adoção “sem capacidades” limita a geração de ganhos sistêmicos de produtividade e contribui para a reprodução, e potencial aprofundamento, da dualidade estrutural do mercado de trabalho, ao favorecer substituição e precarização ocupacional não acompanhadas por estratégias de requalificação, em consonância com a dinâmica de dependência tecnológica característica das economias periféricas.

3. A realidade brasileira: digitalização incipiente e barreiras estruturais

A análise do caso brasileiro, à luz das evidências recentes da PINTEC Semestral (2024) e da literatura especializada, confirma as hipóteses teóricas discutidas anteriormente: a difusão de tecnologias digitais no país não segue um padrão de “revolução” homogênea, mas tende a reproduzir e aprofundar as heterogeneidades estruturais preexistentes. A digitalização, longe de constituir uma panaceia automática para a produtividade, esbarra na escassez de recursos organizacionais e na posição subordinada das firmas nacionais nas cadeias de valor, resultando em trajetórias de modernização incompleta e assimétrica.

3.1. O padrão de adoção: superficialidade e "novos hiatos"

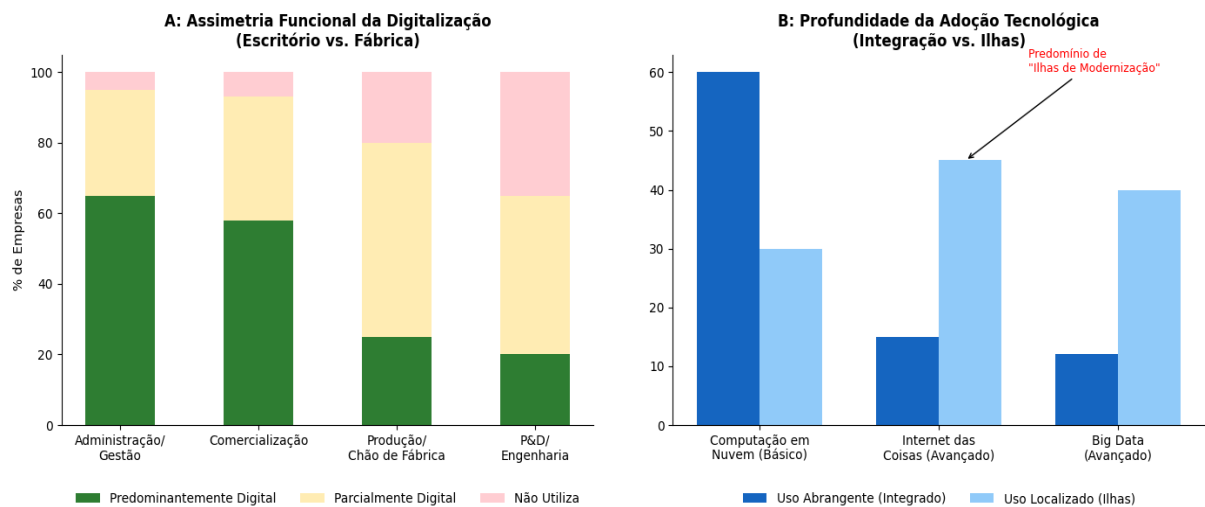
Os dados experimentais da PINTEC Semestral revelam um padrão de adoção que pode ser caracterizado como periférico. Embora se observe uma disseminação relativamente ampla de infraestrutura básica de conectividade e de tecnologias digitais de uso geral, a incorporação efetiva de soluções associadas à Indústria 4.0 no núcleo produtivo permanece limitada. O percentual de empresas que utilizam tecnologias avançadas, como big data, computação em nuvem, inteligência artificial e Internet das Coisas, continua baixo em praticamente todos os setores industriais, concentrando-se em um restrito conjunto de firmas líderes (IBGE, 2024).

Esse cenário corrobora o alerta de Primi e Toselli (2020) de que a Indústria 4.0, em vez de promover processos de *leapfrogging*, pode elevar novas barreiras à entrada. Na ausência de capacidades endógenas, a tecnologia tende a reforçar dinâmicas de divergência: novas soluções digitais ampliam a distância entre líderes e seguidores, expondo os países em desenvolvimento ao risco de um atraso ainda maior frente à fronteira tecnológica.

Sob a ótica da teoria penrosiana, esse comportamento não é surpreendente. Tecnologias administrativas requerem menor mobilização dos “serviços produtivos” centrais da firma e implicam custos relativamente mais baixos, o que as torna mais compatíveis com contextos marcados por restrições financeiras severas. Como observa Ferraz (2023), a mensuração do impacto dessas transformações é dificultada pela intangibilidade a taxas aceleradas de progresso das tecnologias digitais; ainda assim, o conjunto das evidências sugere que o “núcleo duro” da produção industrial brasileira permanece amplamente ancorado em paradigmas analógicos.

Os microdados da PINTEC Semestral (2025) oferecem uma radiografia do que denominamos "modernização periférica". Ao se decompor a adoção tecnológica, emerge um claro descompasso entre as funções de suporte administrativo e o núcleo produtivo da firma. Enquanto tecnologias de uso geral e baixo custo de integração, como a Computação em Nuvem, atingiram uma difusão de 77,2% entre as empresas industriais investigadas (7.849 de um universo estimado de 10.166 firmas), tecnologias que exigem reconfiguração física e processual profunda, como a Robótica, restringem-se a 30,5% (3.098 firmas).

Figura 2. Caracterização da adoção digital na indústria brasileira (2024)



Fonte: Elaboração própria com base nos microdados da PINTEC Semestral (IBGE, 2024). Nota: O Painel A demonstra que a digitalização é concentrada em funções administrativas, enquanto a produção permanece defasada. O Painel B ilustra que, nas tecnologias avançadas (IoT, Big Data), predomina o uso localizado ("ilhas"), evidenciando a dificuldade de integração organizacional.

A visualização destes dados na Figura 2 ilustra a anatomia do que classificamos como “adoção defensiva”. O Painel A evidencia o desacoplamento funcional: a digitalização é massiva nas atividades de suporte (*back-office* e vendas), mas cai abruptamente ao atingir o chão de fábrica e a engenharia, sugerindo que a tecnologia não está sendo usada para alterar a fronteira de produção.

Ainda mais crítico é o cenário revelado pelo Painel B. Ao observarmos as tecnologias de fronteira (IoT e Big

Data), nota-se que o “uso Localizado” (restrito a departamentos isolados ou máquinas específicas) compete com, ou supera, o “uso Abrangente”. Isso materializa o conceito de “Ilhas de Modernização”: a firma adquire o ativo tecnológico, mas carece das capacidades organizacionais (Penrose, 1959) para integrar os dados gerados em um sistema de inteligência corporativa, falhando em superar a barreira da “dataficação” (Alaimo, 2021)."

Ainda mais reveladora é a discrepância na intensidade do uso. A análise funcional (Tabela 1.1 da PINTEC) demonstra que a digitalização atingiu níveis de "uso predominante" nas rotinas de Administração e Gestão, onde a transição do papel para o digital é uma questão de eficiência burocrática. Em contraste, nas áreas de Produção e Desenvolvimento de Produtos, onde reside a capacidade de gerar valor agregado e diferenciação penrosiana, prevalece o uso "parcial" ou a total ausência de digitalização.

Essa superficialidade é corroborada pelo padrão de uso das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. Dados sobre Internet das Coisas (IoT) e Big Data (Tabelas 1.3.1 e 1.3.4) indicam a predominância de uma utilização localizada (restrita a departamentos específicos ou linhas isoladas) em detrimento de uma utilização abrangente e integrada.

Em termos teóricos, isso confirma que a barreira ontológica da "dataficação" (Alaimo, 2021) não foi superada: as empresas adquirem o *hardware* e o *software* (o recurso), mas não conseguem integrar os dados gerados em um sistema de inteligência corporativa (o serviço produtivo). O resultado é a formação de "ilhas de modernização" desconectadas, onde a tecnologia digital serve para agilizar o envio de notas fiscais ou monitorar estoques, mas falha em revolucionar o processo produtivo, mantendo a firma presa em uma trajetória de baixa produtividade e subordinação tecnológica.

Esse padrão assimétrico de adoção torna particularmente elucidativa a análise das barreiras à digitalização. Os dados da PINTEC (2025) mostram que, embora o “alto custo” continue sendo um obstáculo relevante, ele divide protagonismo com entraves estritamente organizacionais, como a falta de pessoal qualificado e a dificuldade de integração entre áreas. O bloqueio ao *upgrading* não é, portanto, apenas uma restrição financeira: trata-se de uma insuficiência mais profunda de capacidades organizacionais (competências, rotinas e mecanismos de coordenação) para gerir a complexidade da transformação digital.

3.2. Barreiras e posição subordinada

A literatura brasileira recente converge com a visão baseada em recursos ao indicar que o principal entrave à digitalização não é a oferta de tecnologia, mas a capacidade interna de absorção. Gomes *et al.* (2025) mostram que a escassez de mão de obra qualificada e a ausência de habilidades técnicas e gerenciais constituem barreiras mais severas do que o acesso ao hardware propriamente dito. Esse diagnóstico é consistente com a avaliação mais ampla da OCDE (2017), segundo a qual as PMEs inseridas em cadeias globais enfrentam limitações persistentes em termos de recursos gerenciais, financeiros e capacidade de inovação.

No caso brasileiro, Urraca-Ruiz et al. (2023) reforçam que os determinantes da adoção digital são essencialmente endógenos à firma. Fatores organizacionais e tecnológicos mostram-se preditores decisivos do avanço digital, ao passo que a ausência de *capabilities* internas impede que a tecnologia se traduza em inovação efetiva. Em um ambiente macroeconômico adverso, marcado por baixo investimento e elevada incerteza, a resposta das firmas tende a assumir um viés defensivo: digitaliza-se não para transformar, mas para sobreviver.

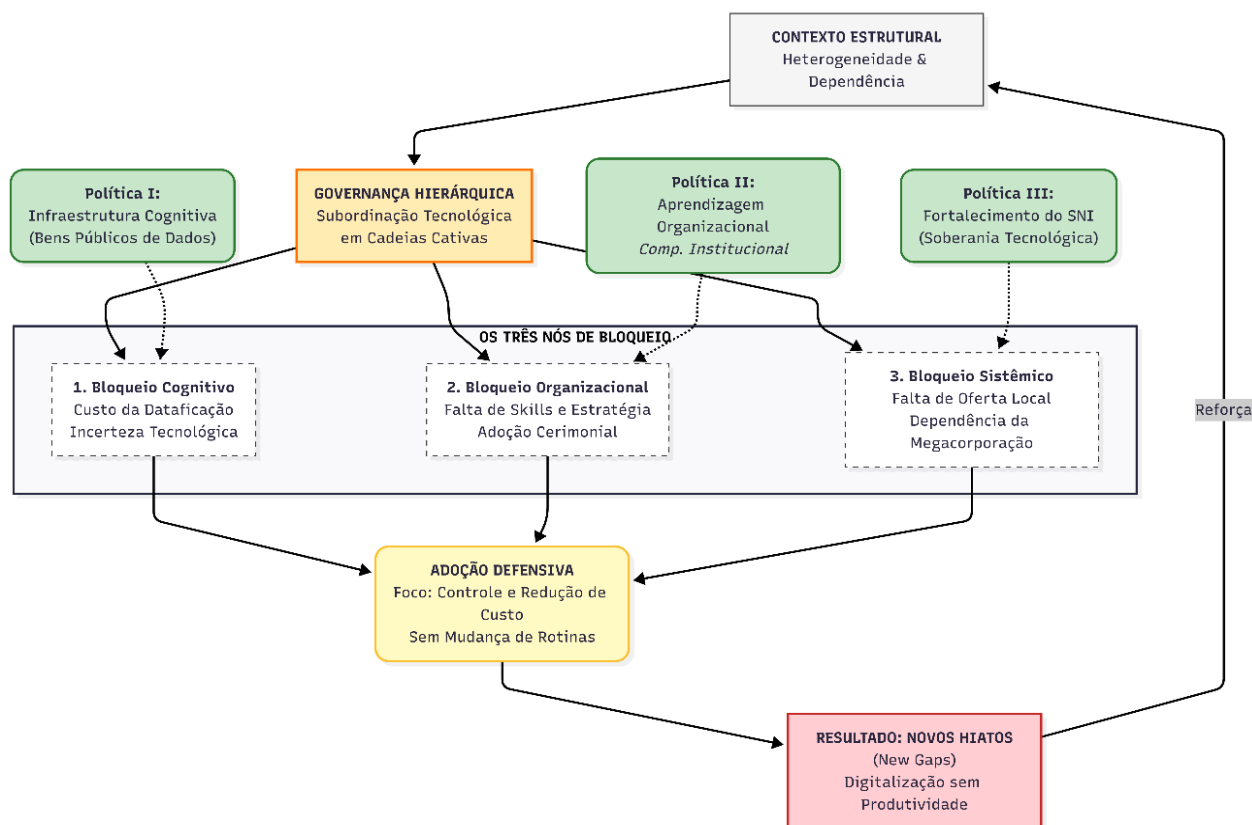
A PINTEC (2025) indica que a adoção é mais robusta nos segmentos submetidos a maior pressão das cadeias produtivas. Contudo, como alertam Lee, Malerba e Primi (2020), a Quarta Revolução Industrial vem alterando a governança das Cadeias Globais de Valor de modo a tornar o *upgrading* mais difícil para retardatários. A crescente digitalização tende a concentrar valor nas firmas líderes e nos detentores de plataformas, reforçando formas hierárquicas de coordenação e reduzindo as margens de autonomia tecnológica dos fornecedores periféricos.

No Brasil, esse processo se manifesta como uma adoção impulsionada pela cadeia (*supply-chain push*), que é funcional para a empresa líder, mas essencialmente passiva para a PME. A digitalização torna-se condição para a permanência no mercado, não instrumento de renovação estratégica. A OCDE (2017) observa que essa dinâmica pressiona as PMEs a se atualizarem tecnologicamente, mas simultaneamente dificulta a proteção de ativos intangíveis e a construção de trajetórias próprias de inovação. Bughin et al. (2021) descrevem esse comportamento como uma postura defensiva, orientada pela preservação de contratos, e não pela reconfiguração de modelos de negócio.

O resultado é um padrão de captura assimétrica de valor: as firmas líderes consolidam sua posição tecnológica e organizacional, enquanto os fornecedores locais permanecem presos a processos de modernização superficial. Agrava-se, assim, a dependência tecnológica e reforça-se a estagnação produtiva de amplos segmentos da indústria nacional.

Esse quadro é aprofundado pela persistente desconexão entre tecnologia da informação e estratégia corporativa. Como destacam Bughin et al. (2021), o sucesso da transformação digital depende de processos de renovação estratégica, facilitados por uma adoção pervasiva das tecnologias digitais. No contexto brasileiro, essa renovação é exceção, não regra. Sem o compromisso organizacional com a mudança de rotinas e estruturas, a digitalização não se traduz em ganhos sustentados de produtividade. Pelo contrário, em um ambiente marcado por baixos *animal spirits* (Coutinho, 2023), a tecnologia tende a ser incorporada sobretudo como instrumento de redução de custos laborais, alimentando processos de precarização sem desenvolvimento.

Figura 3. Diagnóstico do bloqueio brasileiro e pontos de intervenção



Fonte: Elaboração própria

A figura 3 ilustra como a pressão de subordinação tecnológica exerce força sobre as PMEs, mas é travada por três nós críticos: (i) o elevado custo cognitivo e organizacional da conversão digital, (ii) a imaturidade das capacidades internas das firmas e (iii) a dependência sistêmica de fornecedores globais de tecnologia. A interação desses fatores empurra grande parte das PMEs para uma trajetória de adoção defensiva, caracterizada por modernização superficial e limitada capacidade de *upgrading*. É a partir desse diagnóstico que se tornam visíveis, por contraste, os eixos centrais de uma agenda de política pública orientada à superação do ciclo vicioso da dependência tecnológica, tema da seção seguinte.

4. Implicações para políticas públicas

A síntese apresentada na Figura 3 oferece um roteiro crítico para a intervenção estatal ao evidenciar que as PMEs brasileiras convergem para um padrão de adoção defensiva da digitalização. Esse resultado revela os limites das políticas tradicionais de inovação centradas no lado da oferta (*supply-side*), historicamente orientadas para o financiamento de hardware e infraestrutura física. Como demonstram May e Schedelik (2019), políticas eficazes não podem se restringir à provisão de tecnologia: elas exigem a construção de complementaridades institucionais que articulem sistemas produtivos, regimes de concorrência, estruturas de governança corporativa e sistemas de qualificação.

Se, como argumentado nas seções anteriores, a barreira central à transformação digital não reside na posse dos ativos tecnológicos, mas na capacidade de extrair serviços produtivos desses ativos, então a política pública precisa complementar as já existentes políticas de investimento em bens tangíveis com as de formação de capacidades organizacionais e cognitivas. No entanto, à luz do diagnóstico de Morceiro e Guilhoto (2023) sobre a estagnação de longo prazo, esse processo deve ser acompanhado por um reconhecimento adicional: a digitalização incide, no Brasil, sobre uma base produtiva estruturalmente enfraquecida, marcada por um processo de desindustrialização seletiva que afeta justamente os setores intensivos em tecnologia.

Isso implica que a “adoção defensiva” observada nas PMEs não é apenas expressão de fragilidades organizacionais, mas também uma resposta racional a um ambiente produtivo em que as oportunidades de *upgrading* são crescentemente limitadas. Políticas públicas eficazes devem, portanto, enfrentar simultaneamente a armadilha das capacidades e a armadilha da estrutura produtiva. A partir desse diagnóstico ampliado, delineiam-se três eixos prioritários de atuação.

4.1 Infraestrutura cognitiva

O primeiro bloqueio é de natureza epistêmica. Alaimo (2021) define o núcleo do desafio digital como a necessidade de “*standardize existing field knowledge into data*”, isto é, converter saberes tácitos em informação codificada. Para PMEs brasileiras, frequentemente marcadas por informalidade organizacional, esse movimento implica custos elevados de aprendizagem e coordenação. Como observa Ferraz (2023), a própria natureza das tecnologias digitais amplia a incerteza, inibindo decisões de investimento de longo prazo.

Nesse contexto, a política pública deve prover uma infraestrutura cognitiva capaz de reduzir o custo coletivo da dataficação. Isso envolve a oferta de bens públicos como:

- padrões abertos de interoperabilidade;
- repositórios públicos de dados industriais;
- ambientes de teste (*testbeds*) e *sandboxes* regulatórios;
- plataformas públicas de capacitação em análise de dados e automação.

Esses instrumentos permitem socializar o custo inicial da aprendizagem digital e impedem que a chamada barreira ontológica da transformação tecnológica se converta nos “novos hiatos” descritos por Primi e Toselli (2020). Mais do que isso, ao reduzir o custo cognitivo da modernização, a política de infraestrutura cognitiva cria as condições mínimas para que a digitalização possa operar como instrumento de reconstrução produtiva e não apenas como mecanismo de adaptação defensiva a uma estrutura industrial em regressão.

4.2 Programas de aprendizagem organizacional

O segundo eixo enfrenta o bloqueio organizacional. Evidências empíricas para o Brasil indicam que os determinantes centrais da adoção digital são endógenos à firma: estrutura de gestão, rotinas decisórias e competências internas (Urraca-Ruiz et al., 2023). Em contextos desse tipo, políticas que se limitam à injeção de recursos financeiros tendem a produzir aquilo que Almeida e Pessali (2017) caracterizam como adoção cerimonial: a tecnologia é incorporada formalmente, mas permanece desacoplada das práticas produtivas centrais.

À luz do diagnóstico de Morceiro e Guilhoto (2023), esse padrão adquire uma dimensão adicional. Em setores de baixa intensidade tecnológica e trajetória declinante, a resistência à transformação organizacional profunda não decorre apenas de miopia gerencial, mas da percepção racional de risco: investir em reconfigurações produtivas custosas pode não se justificar quando o próprio setor enfrenta perspectivas limitadas de crescimento e sofisticação tecnológica. Isso reforça a necessidade de políticas que reduzam não apenas o custo financeiro, mas também o custo estratégico da mudança organizacional.

Nesse ponto, a noção de complementaridade institucional proposta por May e Schedelik (2019) torna-se decisiva. Políticas de inovação eficazes são aquelas que alinham tecnologia, organização do trabalho, sistemas de qualificação e governança corporativa. Para o caso brasileiro, isso implica desenhar programas de extensão tecnológica que não se limitem ao financiamento de máquinas e softwares, mas promovam a reconfiguração das rotinas gerenciais e produtivas.

O objetivo estratégico deve ser a criação de uma espécie de folga gerencial (*managerial slack*), no sentido penrosiano, que permita às firmas escapar da lógica estritamente defensiva e investir em renovação estratégica.

Como demonstram Bughin, Kretschmer e Van Zeebroeck (2021), transformações digitais bem-sucedidas são aquelas acopladas a processos de “renovação estratégica”: sem a redefinição dos objetivos estratégicos, a adoção tecnológica tende a ser usada apenas para reforçar modelos de negócio existentes, com impacto limitado sobre produtividade e competitividade.

Dessa forma, programas de aprendizagem organizacional devem priorizar:

- capacitação gerencial em transformação digital;
- redes de aprendizagem entre firmas;
- consultorias subsidiadas focadas em reengenharia de processos;
- integração entre políticas de inovação e políticas de qualificação profissional.

4.3 Fortalecimento do Sistema Nacional de Inovação

O terceiro eixo reconhece que as barreiras à transformação digital não são apenas microeconômicas, mas estruturais. Lee, Malerba e Primi (2020) demonstram que a difusão das tecnologias digitais no contexto da Quarta Revolução Industrial tende a reforçar formas hierárquicas de governança nas Cadeias Globais de Valor, concentrando valor em firmas líderes e plataformas digitais. Para as economias periféricas, esse processo reduz as oportunidades de *upgrading* e amplia os riscos de dependência tecnológica.

Torracca et al. (2023) aprofundam esse diagnóstico ao mostrar que a digitalização recente tem operado, nos países em desenvolvimento, como fator de reprodução da heterogeneidade estrutural. Morceiro e Guilhoto (2023) acrescentam que essa dinâmica se sobrepõe, no Brasil, a um processo de desindustrialização prematura nos setores intensivos em tecnologia, o que compromete ainda mais a capacidade de a digitalização gerar encadeamentos produtivos virtuosos.

Nesse contexto, o Sistema Nacional de Inovação (SNI) deve atuar de forma ativa para evitar que as PMEs sejam aprisionadas em armadilhas de baixo valor agregado. Isso exige uma política industrial renovada, baseada em três frentes principais:

1. Compras públicas de inovação, criando demanda estável para soluções digitais desenvolvidas localmente, especialmente em setores estratégicos;
2. Política de reconstrução industrial seletiva, voltada à recomposição de capacidades produtivas nos setores intensivos em tecnologia;
3. Apoio à proteção e gestão de ativos intangíveis, reduzindo a vulnerabilidade das PMEs frente a firmas líderes globais (OCDE, 2017).

O objetivo não é o isolamento tecnológico, mas assegurar que a inserção nas Cadeias Globais de Valor ocorra com capacidades endógenas de inovação, evitando a mera subordinação funcional às plataformas globais.

Conclusão

Este artigo investigou o paradoxo da difusão digital em economias em desenvolvimento: por que a crescente disponibilidade de tecnologias da Indústria 4.0 não se traduz, automaticamente, em convergência produtiva e *leapfrogging*? Ao articular a Visão Baseada em Recursos (RBV) de Penrose com a visão crítica institucionalista, demonstramos que o “elo perdido” da transformação digital reside na ausência de capacidades organizacionais internas para converter recursos tecnológicos em serviços produtivos.

A análise empírica dos microdados da PINTEC Semestral (2025) confirmou a hipótese de que as PMEs brasileiras seguem uma trajetória de adoção defensiva e, em muitos casos, cerimonial. A assimetria funcional identificada, com alta digitalização em rotinas administrativas e baixa penetração no núcleo produtivo, evidencia que a barreira ontológica da “dataficação” (Alaimo, 2021) não foi superada. Em lugar de uma reconfiguração estratégica, observa-se a formação de “ilhas de modernização” desconectadas, incapazes de alterar de modo substantivo a posição subordinada das firmas na governança hierárquica das cadeias globais de valor.

Esse bloqueio organizacional, contudo, opera sobre uma base estrutural ainda mais profunda. Como mostram Morceiro e Guilhoto (2023), a desindustrialização brasileira apresenta um viés qualitativo: enquanto é relativamente “normal” nos setores intensivos em trabalho, ela é prematura e indesejável nos setores intensivos em tecnologia, justamente aqueles que concentrariam maior potencial de ganhos com a digitalização produtiva.

Assim, a transformação digital no Brasil incide sobre uma estrutura produtiva já marcada pela erosão de suas capacidades industriais estratégicas. Nesse contexto, a “adoção defensiva” não é apenas reflexo de fragilidades organizacionais, mas também uma resposta racional de firmas inseridas em setores de baixa densidade tecnológica e reduzidas oportunidades de *upgrading*.

Nossos achados, portanto, reforçam o alerta de Primi e Toselli (2020) de que a digitalização desgovernada tende a produzir “novos hiatos”, em vez de reduzir as assimetrias existentes. Quando sobreposta a estruturas produtivas regressivas e a organizações desprovidas de gerenciamento adequado, a tecnologia atua menos como vetor de transformação e mais como instrumento de controle externo e compressão de custos, contribuindo para a precarização do trabalho sem a contrapartida do aumento da produtividade sistêmica.

A superação dessa dupla armadilha (capacidades organizacionais e estrutura produtiva) exige um eixo adicional à política industrial. O modelo tradicional, focado no financiamento da oferta de hardware, mostra-se necessário, mas não suficiente. Argumentamos que o Estado deve assumir um papel ativo como provedor de infraestrutura cognitiva e indutor de aprendizagem organizacional, promovendo a complementaridade institucional (May e Schedelik, 2019) entre tecnologia, gestão e organização do trabalho. Ao mesmo tempo, torna-se indispensável uma estratégia explícita de enfrentamento da desindustrialização prematura nos setores intensivos em tecnologia, sob pena de a política digital operar apenas como um verniz de modernidade sobre uma trajetória de esvaziamento produtivo.

Sem políticas que articulem reconstrução das capacidades organizacionais e recomposição da base industrial estratégica, a transformação digital nas economias periféricas corre o risco de produzir uma modernização apenas formal: sofisticando processos administrativos e mecanismos de controle, mas preservando intacta a substância arcaica de seu padrão de desenvolvimento. Reverter esse quadro exige recolocar a digitalização no centro de um projeto de mudança estrutural, no qual tecnologia, instituições e política industrial operem de forma integrada como vetores de *upgrading* produtivo, redução das heterogeneidades estruturais e fortalecimento da autonomia tecnológica nacional.

Referências bibliográficas

- Alaimo, C. (2021). From People to Objects: The digital transformation of fields. *Organization Studies*, 43(7), 1091–1112.
- Almeida, F., Pessali, H. (2017). Revisiting the evolutionism of Edith Penrose’s *The theory of the growth of the firm*: Penrose’s entrepreneur meets Veblenian institutions. *Economia*, 18(3), 298–309.
- Bell, M., Pavitt, K. (1993). Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. *Industrial and Corporate Change*, 2(2), 157–210.
- Bughin, J., Kretschmer, T., van Zeebroeck, N. (2021). Digital Technology Adoption Drives Strategic Renewal for Successful Digital Transformation. *IEEE Engineering Management Review*, 49(3), 103–113.
- Cantemir, M., Pitic, A. G., Bayraktar, D. (2023). Drivers of Digital Transformation and Their Impact on Organizational Management. *Studies in Business and Economics*, 18(1), 143–155.
- Cen, T., Lin, S. (2025). Digital Transformation and Corporate Innovation in SMEs. *Systems*, 13(7), 551.
- Cirillo, V., Fanti, L., Mina, A., Ricci, A. (2023). The adoption of digital technologies: Investment, skills, and work organisation. *Structural Change and Economic Dynamics*, 66, 89–105.
- Cordes, C. (2007). Turning Economics into an Evolutionary Science: Veblen, the Selection Metaphor, and Analogical Thinking. *Journal of Economic Issues*, 41(1), 135–154.
- Coutinho, L. (2023). Digitalization, expectations, and industrial dynamism: a conceptual map. *Revista Brasileira de Inovação*, 22, e023011.
- Ferraz, J. C. (2023). Chasing the rainbow: towards an experimental methodological framework for the assessment of digitalisation at the firm level. *Revista Brasileira de Inovação*, 22, e023012.
- Ferraz, J. C., Kupfer, D., Torracca, J., & Britto, J. N. P. (2019). Snapshots of a state of flux: how Brazilian industrial firms differ in the adoption of digital technologies and policy implications. *Journal of Economic Policy Reform*, 23(4), 390–407.
- Finkelstein Shapiro, A., & Mandelman, F. S. (2021). Digital adoption, automation, and labor markets in developing countries. *Journal of Development Economics*, 151, 102656.

- Gomes, R., Neris Junior, C. P., Françoso, M. S., & Côrrea, A. L. (2025). *Adoção de tecnologias digitais em pequenas e médias empresas: identificação de barreiras e sugestões de superação*. Anais da VI Conferência Internacional LALICS, 2025. Disponível em: https://lalicssrio2025.ie.ufrj.br/wp-content/themes/lalics/assets/trabalhos/lalics_geral_138.pdf
- Hunt, S. D., & Morgan, R. M. (1996). The Resource-Advantage Theory of Competition: Dynamics, Path Dependencies, and Evolutionary Dimensions. *Journal of Marketing*, 60(4), 107–114.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024). *Pesquisa de Inovação Semestral: Indicadores Temáticos*. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: [Microdados PINTEC Semestral].
- ICLEI – Local Governments for Sustainability (2023). Digitalization: A game changer for local governments and communities – Enhancing capacities to deploy transformative solutions. Policy Brief, Climate Academy 2022. Bonn: ICLEI World Secretariat.
- Lah, M., & Sušjan, A. (2022). An Institutional Approach to SMEs: The Role of Power Relations and Transaction Costs. *Journal of Economic Issues*, 56(3), 721–740.
- Lee, K., Malerba, F., & Primi, A. (2020). The fourth industrial revolution, changing global value chains and industrial upgrading in emerging economies. *Journal of Economic Policy Reform*, 23(4), 359–370.
- Maretto, L., Faccio, M., & Battini, D. (2023). The adoption of digital technologies in the manufacturing world and their evaluation: A systematic review. *Journal of Manufacturing Systems*, 68, 576–600.
- May, C., & Schedelik, M. (2019). Comparative capitalism and innovation policy: complementarities and comparative institutional advantage. *Journal of Economic Policy Reform*, 23(4).
- Morceiro, P. C., Guilhoto, J. J. M. (2023). Sectoral deindustrialization and long-run stagnation of Brazilian manufacturing. *Brazilian Journal of Political Economy*, 43(2), 418–441.
- OECD. (2017). *Enhancing the Role of SMEs in Global Value Chains*. Paris: OECD Publishing.
- Omran, N., Rejeb, N., Maalaoui, A., Dabić, M., & Kraus, S. (2024). Drivers of Digital Transformation in SMEs. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 5030–5041.
- Penrose, E. (2009). *The Theory of the Growth of the Firm* (4th ed.). Oxford University Press. (Obra original publicada em 1959).
- Pitelis, C. N. (2005). Edith Penrose, Organisational Economics and Business Strategy: An Assessment and Extension. *Managerial and Decision Economics*, 26(2), 67–82.
- Primi, A., & Toselli, M. (2020). A global perspective on industry 4.0 and development: new gaps or opportunities to leapfrog? *Journal of Economic Policy Reform*, 23(4), 371–389.
- Pesquisa de Inovação Semestral (2025). Indicadores temáticos – tecnologias digitais avançadas, teletrabalho e cibersegurança: 2024. IBGE, Coordenação de Estatísticas estruturais e Temáticas em Empresas – Rio de Janeiro: IBGE, 2025.
- Regis, A. M. S., Gomes, S. C., & Georges, M. R. R. (2025). Impact of Digitalization and Technological Human Capital on The Performance of The Brazilian PYME. *Journal of Technology Management & Innovation*, 20(1).
- Shahadat, M. M. H., Nekmahmud, M., Ebrahimi, P., & Fekete-Farkas, M. (2023). Digital Technology Adoption in SMEs: What Technological, Environmental and Organizational Factors Influence in Emerging Countries? *Global Business Review*, 1–27.
- Torracca, J., Ferraz, J. C., Britto, J., & Urraca-Ruiz, A. (2023). Digital heterogeneities in developing countries: a comparative analysis. *Revista Brasileira de Inovação*, 22, e023013.
- Urraca-Ruiz, A., Torracca, J., Britto, J., & Ferraz, J. C. (2023). Factors determining the path of digital technologies adoption of Brazilian industrial firms. *Revista Brasileira de Inovação*, 22, e023014.
- Wernerfelt, B. (1984). A Resource-Based View of the Firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171–180.