

INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO COMBATE À VULNERABILIDADE SOCIAL

INDICATORS OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION IN COMBATING SOCIAL VULNERABILITY

Douglas Vieira Barboza ¹

Eduardo Winter ²

Resumo: Este estudo investiga a relação entre indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) e a redução da vulnerabilidade social, destacando a importância do tema, dada a persistência das desigualdades sociais e a necessidade de políticas públicas mais eficazes. O objetivo principal foi analisar como esses indicadores podem ser utilizados para promover a inclusão social e diminuir as desigualdades, fornecendo subsídios para o aprimoramento das políticas públicas. A pesquisa seguiu uma metodologia de revisão sistemática da literatura (RSL), com busca na base de dados Scopus, aplicando critérios rigorosos para selecionar estudos que relacionam inovação e impacto social. Os resultados revelaram que indicadores como a digitalização financeira e os índices regionais de inovação têm impacto direto na inclusão e na redução da vulnerabilidade, embora desafios, como o “paradoxo da inovação” e a insuficiência de capacitação digital, sejam evidentes. O estudo contribui para o conhecimento ao demonstrar que indicadores de CT&I, quando bem aplicados e contextualizados, podem ser ferramentas poderosas na construção de políticas mais inclusivas que atendam às necessidades das populações vulnerabilizadas para que essas possam exercer seus direitos plenamente. Contudo, o estudo aponta para a necessidade de mais pesquisas, especialmente em contextos latino-americanos, para entender como esses indicadores podem ser mais eficazes em diferentes regiões.

Palavras-chave: indicadores de inovação, populações vulneráveis, inclusão digital, políticas públicas, desenvolvimento sustentável.

¹ É Doutor em Sistemas de Gestão Sustentáveis e Mestre em Engenharia de Biosistemas pela UFF. Possui graduação em Engenharia de Petróleo pela Universidade Estácio de Sá, em Matemática pela Universidade de Franca, em Pedagogia pelo Centro Universitário Ítalo Brasileiro, em Administração pela Faculdade Lusófona do Rio de Janeiro e em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Gama e Souza. Atua nas áreas de inovação, empreendedorismo e sustentabilidade, com ênfase em processos, engenharia e gestão, bem como na aplicação de tecnologias sustentáveis em contextos empresariais e sociais. Atualmente é professor na Universidade Iguacu, <http://orcid.org/0000-0002-2653-8541>

² Mestrado e Doutorado em Química Analítica pela Universidade Estadual de Campinas, Graduação em Química Industrial pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Atua na área de pesquisa relacionada à Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento, com foco em Prospecção Tecnológica, Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação, relação Universidade-Empresa e desenvolvimento local. Atualmente é coordenador de programas profissionais na área de avaliação interdisciplinar da CAPES e professor permanente do Mestrado e Doutorado Profissional em Propriedade Intelectual e Inovação / INPI. <http://orcid.org/0000-0002-0896-9276>

Abstract: This study investigates the relationship between Science, Technology, and Innovation (STI) indicators and the reduction of social vulnerability, highlighting the importance of the topic given the persistence of social inequalities and the need for more effective public policies. The main objective was to analyze how these indicators can be used to promote social inclusion and reduce inequalities, providing support for the improvement of public policies. The research followed a systematic literature review (SLR) methodology, searching the Scopus database and applying rigorous criteria to select studies that relate innovation and social impact, resulting in a final sample of 14 articles. The results revealed that indicators such as financial digitization and regional innovation indices have a direct impact on inclusion and the reduction of vulnerability, although challenges such as the "innovation paradox" and insufficient digital skills are evident. The study contributes to knowledge by demonstrating that STI indicators, when well applied and contextualized, can be powerful tools in building more inclusive policies that meet the needs of vulnerable populations so that they can fully exercise their rights. However, the study points to the need for more research, especially in Latin American contexts, to understand how these indicators can be more effective in different regions.

Keywords: Indicators of innovation, vulnerable populations, digital inclusion, public policies, sustainable development.

Recebido em: 25/02/2026

Aceito para publicação em: 25/03/2026

1 INTRODUÇÃO

A vulnerabilidade social, caracterizada por condições de fragilidade em áreas como acesso a serviços básicos, segurança alimentar, saúde e educação, continua a ser um desafio premente em diversos países ao redor do mundo. Segundo o Banco Mundial (World Bank, 2026), cerca de 831 milhões de pessoas vivem em situação de extrema pobreza, sendo vulneráveis a crises econômicas, climáticas e de saúde. Em resposta a esse cenário de profundas desigualdades, políticas públicas, como se pode identificar no Brasil têm buscado maneiras de mitigar essas disparidades, com destaque para iniciativas como o Sistema Único de Saúde (SUS), o Bolsa Família e o Pix, que têm impacto significativo, embora coexistam com estruturas de poder que ainda limitam seu alcance e eficácia (PNUD, 2026).

A promoção de uma inclusão social mais equitativa é um dos pilares dessa transformação, mas é necessário ir além, enfrentando os mecanismos institucionais que perpetuam a marginalização de grupos como negros, indígenas e mulheres. Nesse

contexto, a ciência, a tecnologia e a inovação (CT&I) surgem como fatores essenciais para o desenvolvimento sustentável, não apenas pela capacidade de oferecer soluções práticas, mas também pela oportunidade de reformular as políticas de maneira mais inclusiva e eficiente, especialmente quando integradas de forma estratégica e acessível a todos.

A utilização de indicadores de CT&I como ferramenta para a redução da vulnerabilidade social representa uma frente inovadora de políticas públicas, pois oferece uma maneira de mensurar, monitorar e avaliar o impacto das ações realizadas no contexto social. Embora os indicadores de CT&I, em sua maioria, estejam focados na performance de países ou regiões no contexto de inovação tecnológica, sua aplicação pode e deve ser ampliada para o desenvolvimento social, levando em conta fatores como inclusão social, equidade e qualidade de vida. O crescente número de iniciativas e indicadores de impacto social destaca a necessidade de uma abordagem mais integrada de CT&I, especialmente em países em desenvolvimento, para enfrentar problemas sociais. Como observam Kalliomäki et al. (2024), a evolução das políticas de inovação, com seu foco em inclusão, revela que um desenvolvimento mais inclusivo pode ser mais eficaz quando adota uma visão holística da ciência e da tecnologia, onde a inclusão não se limita apenas à presença de grupos marginalizados, mas envolve a participação ativa de diversos atores na co-produção do conhecimento e na formulação de políticas transformadoras.

Ozkaya et al. (2021) enfatizam a importância dos indicadores de inovação para o desenvolvimento sustentável, observando que esses indicadores podem ser utilizados para comparar a performance de países em diversas dimensões, incluindo aquelas relacionadas à vulnerabilidade social. Além disso, Ràfols (2019) aponta para a necessidade de uma contextualização desses indicadores, onde a participação de múltiplos atores sociais pode ampliar a eficácia das políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável e a redução das desigualdades. No entanto, muitos desses estudos ainda abordam a questão de forma isolada, sem a devida integração entre as dimensões sociais, tecnológicas e econômicas, o que justifica a necessidade de uma análise mais profunda e crítica sobre esse tema.

A pesquisa foi conduzida por meio de uma busca estruturada na base de dados acadêmica Scopus, que foi escolhida devido à sua abrangência e rigor científico, sendo amplamente reconhecida por indexar artigos de alta qualidade em diversas áreas do conhecimento. Utilizou-se uma combinação de palavras-chave relacionadas a indicadores de CT&I, vulnerabilidade social e direitos. A seleção dos artigos seguiu critérios rigorosos de inclusão e exclusão, baseados no método PRISMA para garantir a qualidade e relevância dos dados. Após a aplicação dos critérios, foram realizadas análises detalhadas por meio da leitura crítica e categorização dos principais achados, com o objetivo de analisar criticamente a relação entre indicadores de CT&I e a redução da vulnerabilidade social.

2 METODOLOGIA

Esta seção descreve os procedimentos metodológicos adotados para a condução desta revisão sistemática da literatura (RSL), estruturada para garantir a transparência, a reprodutibilidade e o rigor científico na análise da relação entre indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) e a redução da vulnerabilidade social, com o propósito de analisar criticamente a produção científica.

2.1 Critérios de Inclusão e Exclusão

Para a seleção do corpus de análise, foram estabelecidos critérios rigorosos de elegibilidade:

Critérios de Inclusão:

- Artigos originais publicados em periódicos revisados por pares;
- Estudos empíricos ou teóricos que estabeleçamnexo causal ou correlacional entre inovação e impacto social;
- Trabalhos publicados nos últimos 15 anos (2011-2026), garantindo a atualidade do debate, exceto clássicos conceituais fundamentais;
- Produções que abordem explicitamente políticas públicas, governança da inovação ou marcos regulatórios/jurídicos correlatos.

Critérios de Exclusão:

- Estudos estritamente econômicos ou produtivistas sem interface com o impacto social;
- Trabalhos puramente opinativos, editoriais ou ensaios sem fundamentação metodológica definida;
- Publicações duplicadas ou resumos de conferências sem texto integral disponível.

2.2 Fontes de Dados e Estratégia de Busca

A coleta de dados foi realizada na base Scopus (Elsevier), selecionada por sua abrangência global, rigor de indexação e relevância para estudos bibliométricos e sistemáticos em ciências sociais aplicadas e tecnologia. A estratégia de busca utilizou operadores booleanos para combinar termos de CT&I com dimensões de vulnerabilidade:

("innovation indicator" OR "innovation measurement" OR "innovation metric*" OR "innovation performance" OR "science and technology indicator*" OR "STI measurement") AND ("social inclusion" OR inclusion OR inequality OR "regional disparit*" OR poverty)*

2.3 Seleção dos Estudos e Fluxo PRISMA

O processo de seleção seguiu as etapas do protocolo *PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)* para assegurar a auditabilidade do processo:

- Identificação: A busca inicial resultou em 119 documentos.
- Triagem (Títulos): Após a leitura dos títulos, 78 documentos foram excluídos por não apresentarem aderência temática direta, restando 41.
- Elegibilidade (Resumos): A leitura dos resumos levou à exclusão de mais 21 trabalhos, permanecendo 20 para análise aprofundada.
- Inclusão (Leitura Integral): Por meio da "leitura scanner" e verificação integral, 6 artigos foram descartados por não atenderem integralmente aos critérios de inclusão (especialmente a interface com impacto social).

- Corpus Final: A amostra final consistiu em 14 artigos selecionados para extração de dados e síntese qualitativa/quantitativa.

A trajetória de seleção dos artigos seguiu o rigor do protocolo PRISMA, partindo de uma busca abrangente até a consolidação de um corpus especializado. O esquema visual abaixo detalha as etapas de filtragem:

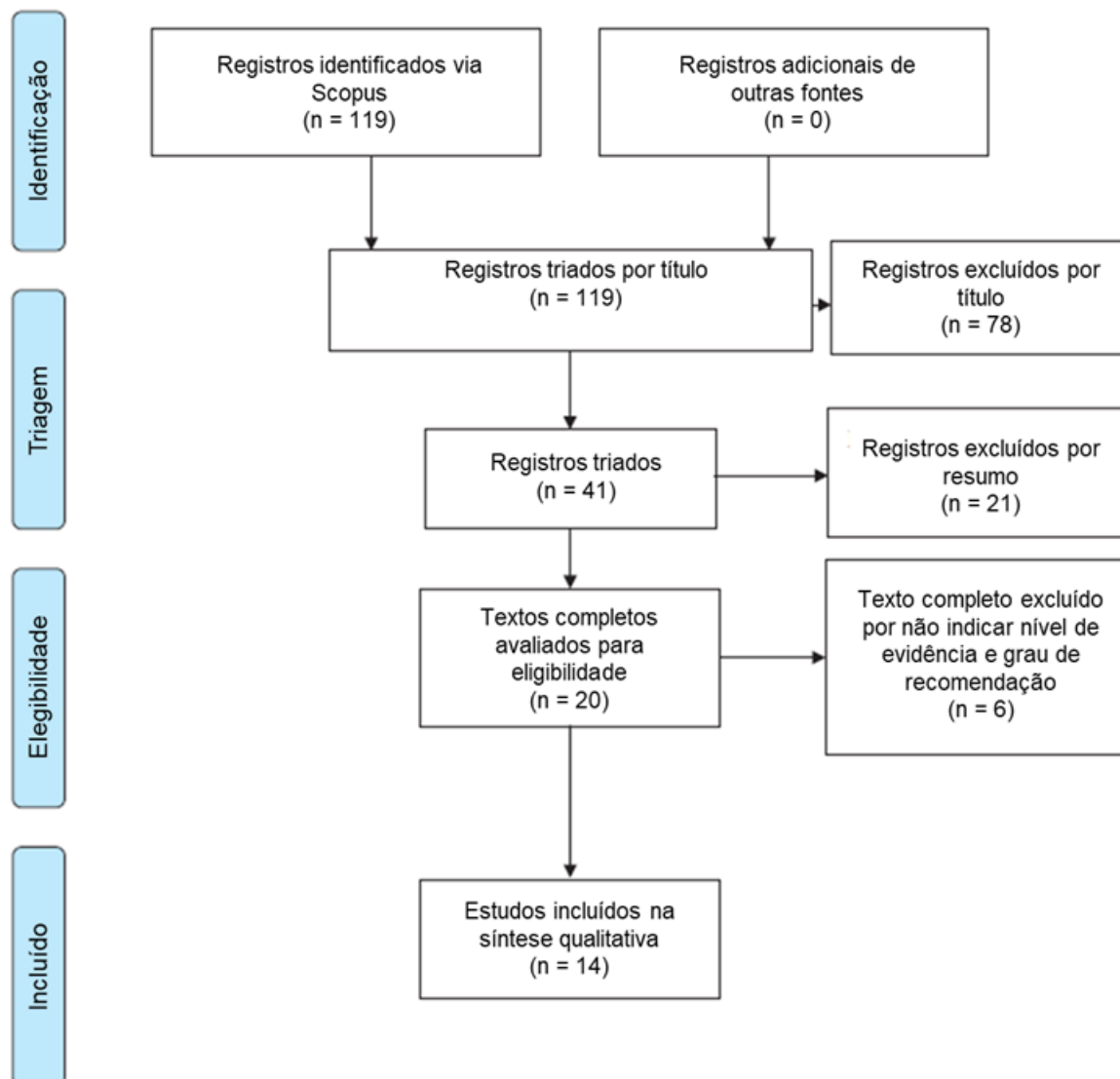


Figura 1: Fluxograma do processo de seleção de artigos.

Dos 119 registros iniciais, a maior taxa de exclusão ocorreu na fase de títulos (65,5%), evidenciando que muitos termos de "inovação" e "indicadores" na base Scopus

estão atrelados a contextos puramente industriais ou laboratoriais, sem interface social. A seleção final de 14 artigos representa a "ponta de lança" da literatura que conecta métricas técnicas a resultados de inclusão e equidade.

2.4 Avaliação da Qualidade dos Estudos

Diferente de revisões clínicas padronizadas, a qualidade dos estudos nesta RSL foi avaliada por meio de critérios customizados focados na relevância para políticas públicas e impacto social. Foram considerados três pilares de qualidade: Rigor Metodológico Interno, Aplicabilidade Social e Consistência Teórica.

3 RESULTADOS

Esta seção apresenta os achados da revisão sistemática, organizados para demonstrar o fluxo de seleção, a qualidade das evidências e a síntese temática dos indicadores de CT&I em relação à vulnerabilidade social.

3.1 Avaliação Crítica das Evidências Selecionadas

Os estudos incluídos foram avaliados conforme os critérios de rigor metodológico, aplicabilidade social e consistência teórica, utilizando uma métrica de conformidade (0 a 100%).

Quadro 1: Resumo da Avaliação de Qualidade Metodológica e Social.

Dimensão de Qualidade	Pontuação Média	Observações Principais
Rigor Metodológico	88%	Uso predominante de modelos econométricos robustos (OLS, PLS-SEM) e dados em painel.
Aplicabilidade Social	72%	Alta em estudos rurais e de base da pirâmide; moderada em estudos de empresas listadas.
Consistência Teórica	94%	Forte fundamentação em sistemas de inovação e teorias de desenvolvimento regional.

A qualidade geral é elevada, especialmente no que tange à validade estatística. Entretanto, observou-se uma lacuna na clareza de como os indicadores de CT&I podem ser operacionalizados diretamente por gestores públicos locais, com muitos estudos mantendo uma perspectiva macroeconômica.

3.2 Categorização de Indicadores

Os resultados da revisão sistemática foram sistematizados em um Comparativo apresentado no Quadro 2, que sintetiza a diversidade de abordagens empíricas e teóricas, destacando como diferentes indicadores de CT&I se relacionam com dimensões de vulnerabilidade social em contextos específicos. Este quadro revela padrões cruciais: (i) predominância de estudos chineses sobre finanças digitais inclusivas; (ii) recorrência de métricas regionais como em análises europeias; e (iii) ênfase em políticas institucionais como mediadoras entre inovação e impacto social.

Quadro 2: Indicadores de CT&I, Vulnerabilidade e Fatores Institucionais por País

País/Região	Indicador de CT&I (Métrica Qualitativa)	Indicador de Vulnerabilidade / Impacto Social	Fatores Institucionais e Jurídicos	Referência
África do Sul	Indicadores de performance de inovação inclusiva (hardware, software e orgware).	Inclusão de grupos marginalizados e redução da pobreza via sistemas de e-saúde.	Governança de interações no sistema de saúde e novos arranjos organizacionais.	(Van Der Merwe; Grobbelaar, 2016)
China	Capacidade de inovação em aglomerações urbanas (recursos, ambiente e colaboração).	Ineficiências no fluxo de fatores de inovação e mecanismos de colaboração imperfeitos.	Políticas de suporte governamental e alocação de recursos de crédito digital.	(Tang; Cai; Wang, 2025)
China	Performance de inovação de novas empresas (patentes) e bricolagem empreendedora.	Alívio da pobreza e revitalização rural em regiões desfavorecidas.	Ambiente institucional regulatório e políticas de apoio a veteranos empreendedores.	(Ouyang et al., 2025)
China	Inovação em agronegócios (pedidos de patentes de invenção).	Restrições financeiras severas que impedem o potencial inovador rural.	Políticas de financiamento externo e inclusão financeira digital dirigida.	(Wei; Sutunyarak, 2025)

China	Inovação em empresas de alta tecnologia (pedidos de patentes).	Dificuldades de financiamento de PMEs e grupos desfavorecidos.	Políticas de financiamento externo e o papel do governo na regulação financeira.	(Han; Gu, 2021)
China/Taiwan	Inovação técnica e não-técnica mediada pelo compartilhamento de conhecimento.	Desafios de inclusão e diversidade em equipes globais virtualizadas.	Mecanismos regulatórios e convenções compartilhadas que fomentam a ação coletiva.	(Hung et al., 2021)
EUA	Financeirização da economia e desvio de recursos de P&D para lucros financeiros.	Desigualdade de renda e efeitos perversos de sistemas de remuneração agressivos.	O papel do "Estado Desenvolvimentista" na mitigação de falhas de mercado.	(Botta, 2015)
EUA	Índice Sustain-LED (patentes, colaboração universidade-indústria e gastos em P&D).	Qualidade de vida urbana, disparidades sociais e poluição ambiental.	Políticas urbanas focadas em desenvolvimento econômico local e habitabilidade.	(Cantafio; Ryan, 2020)
Hungria	Gasto em RDI (P&D e Inovação) e Índice de Inovação Regional (RIS).	Disparidades regionais crônicas e concentração geográfica de conhecimento.	Estratégia Nacional de RDI e criação de ecossistemas baseados em universidades.	(Birkner; Mészáros; Szabó, 2022)
Malawi	Índices de inovação multidimensionais (manejo, mercado e saúde animal).	Ciclo de pobreza e baixa produtividade em pequenas fazendas de laticínios.	Políticas para estruturas formais de redes sociais e acesso a insumos de qualidade.	(Chindime; Kibwika; Chagunda, 2017)
Multi (23 países)	Patentes concedidas e pedidos de patentes por trabalhador.	Desigualdade de renda, instabilidade social e conflitos potenciais.	Qualidade institucional (controle de corrupção, burocracia e democracia).	(Law et al., 2020)
Visegrado (CZ, HU, PL, SK)	Gasto Bruto em P&D (GERD) per capita e pessoal de pesquisa.	Disparidades econômicas regionais e níveis de desenvolvimento desigual.	Infraestrutura de conhecimento e sistemas de transferência tecnológica regional.	(Hunady et al., 2017)
Multi (RU, EUA, JP)	Inovação no setor doméstico (HHS) por usuários no tempo livre.	Necessidades pessoais específicas não atendidas pelo mercado comercial.	Necessidade de marcos regulatórios para quantificar atividades extra-mercado.	(Korbel; Grosse, 2019)
Turquia	Orientação digital e capacidades digitais como motores de inovação organizacional.	Desempenho ESG (Ambiental, Social e Governança) e impactos da automação.	Incorporação estratégica de tecnologias e incentivos para sustentabilidade.	(Xie et al., 2025)

A análise evidencia que os indicadores de CT&I não operam isoladamente, mas articulam-se com fatores institucionais específicos ao contexto nacional. Na China, por

exemplo, o DFIIC (Índice de Inclusão Financeira Digital) emerge como métrica central, conectando inclusão financeira digital a ganhos inovativos em agronegócios rurais e PMEs (Wei; Sutunyarak, 2025; Han; Gu, 2021), enquanto na Europa os indicadores RIS/GERD (Índice Regional de Inovação/Gastos Internos Brutos em P&D) capturam disparidades territoriais persistentes (Hunady et al., 2017; Birkner; Mészáros; Szabó, 2022). Em países africanos, índices multidimensionais de inovação rural (*hardware/software/orgware*) revelam o papel crucial de redes sociais e crédito na quebra do ciclo de pobreza (Chindime; Kibwika; Chagunda, 2017).

A análise subsequente categoriza esses achados por categorias de indicadores, utilizando uma escala qualitativa de Força do Impacto Social: Direto (redução imediata da vulnerabilidade), Mediado (depende de outras variáveis) ou Contraditório/Negativo (aumento da desigualdade).

3.2.1 Indicadores Digitais e Financeiros

Esta categoria, que concentra o maior volume de evidências recentes conforme o Quadro Comparativo, posiciona a digitalização dos serviços financeiros como motor privilegiado de inclusão em contextos de restrições estruturais. O impacto direto manifesta-se nas finanças digitais inclusivas aplicadas ao agronegócio e à base da pirâmide, reduzindo restrições de crédito e impulsionando a produtividade de pequenos produtores, conforme demonstrado em estudos chineses e malauianos (Han; Gu, 2021; Wei; Sutunyarak, 2025; Chindime; Kibwika; Chagunda, 2017). O impacto mediado evidencia que a "Orientação Digital" organizacional só gera performance de inovação e ganhos ESG quando acompanhada de capacidades digitais instaladas; nesse sentido, a inclusão digital básica, como mero acesso à infraestrutura, isoladamente não garante resultados transformadores (Xie et al., 2025). Por fim, uma zona de incerteza surge na distinção entre amplitude e profundidade de uso das finanças digitais: observa-se que a profundidade (uso sofisticado das ferramentas) é mais relevante para a inovação do que a mera cobertura populacional, sugerindo que conectar pessoas vulneráveis não basta se ausentes competências para operacionalizar essas tecnologias (Tang; Cai; Wang, 2025).

3.2.2 Indicadores Regionais e Urbanos

Os estudos voltados para disparidades territoriais, amplamente documentados no Quadro Comparativo, empregam métricas como o GERD e índices compostos, revelando dinâmicas espaciais cruciais para a equidade. O impacto direto é ilustrado pelo índice *Sustain-LED* nos Estados Unidos, que integra inovação com habitabilidade para identificar gargalos na qualidade de vida urbana, permitindo intervenções localizadas que mitigam vulnerabilidades socioespaciais (Cantafio; Ryan, 2020). O impacto mediado aponta para ecossistemas baseados em universidades, cuja eficácia no fomento ao desenvolvimento depende da capacidade de absorção local e da superação de disparidades regionais históricas, como observado na Hungria e nos países de Visegrád (Birkner; Mészáros; Szabó, 2022; Hunady et al., 2017). Uma zona de incerteza, conhecida como o "paradoxo da inovação", emerge nessas análises: em regiões menos desenvolvidas, a inovação tende a ser menor justamente onde é mais necessária, gerando um ciclo vicioso de exclusão que os indicadores tradicionais de P&D captam apenas parcialmente ou até inadvertidamente reforçam (Birkner; Mészáros; Szabó, 2022).

3.2.3 Indicadores Setoriais e de Base da Pirâmide

Essa dimensão, também mapeada no Quadro Comparativo, aborda nichos vulneráveis como saúde digital e empreendedorismo em contextos de escassez, onde a inovação assume contornos mais humanos e adaptativos. O impacto direto é patente na experiência militar de empreendedores em regiões de pobreza chinesa, que atua como um "*imprint*" comportamental favorecendo a bricolagem de recursos limitados para gerar inovação sustentável (Ouyang et al., 2025); analogamente, o e-Saúde na África do Sul demonstra potencial inclusivo ao priorizar tecnologias apropriadas para grupos marginalizados (Van Der Merwe; Groobelaar, 2016). O impacto mediado sublinha as inovações no setor doméstico (HHS), vastas em número, mas subestimadas pelos indicadores oficiais, o que invisibiliza a agência criativa de populações vulneráveis fora dos circuitos formais de produção (Korbel; Grosse, 2019).

4 DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão sistemática confirmam a viabilidade de utilizar indicadores de CT&I para mapear caminhos concretos rumo à mitigação de vulnerabilidades sociais, especialmente em realidades emergentes marcadas por desigualdades regionais e exclusões produtivas. Ao sistematizar evidências de 14 estudos selecionados, o trabalho ilumina como métricas tecnológicas podem transcender análises econômicas para se tornarem instrumentos de equidade, alinhando-se à demanda por abordagens integradas que conectem inovação a transformações sociais profundas.

Embora parte dos estudos revisados associe indicadores digitais inclusivos à ampliação do acesso financeiro para PMEs rurais e periféricas (Han; Gu, 2021; Wei; Sutunyarak, 2025), os resultados também evidenciam que os efeitos da inovação permanecem condicionados às desigualdades territoriais e à capacidade institucional de absorção tecnológica. As métricas regionais analisadas demonstram a persistência do chamado “paradoxo da inovação”, no qual regiões socialmente mais vulneráveis tendem a concentrar menores investimentos em P&D (Hunady et al., 2017; Birkner; Mészáros; Szabó, 2022), indicando que a expansão tecnológica não produz, por si só, efeitos redistributivos automáticos. Nesse contexto, os indicadores de CT&I passam a assumir função analítica mais ampla, permitindo avaliar não apenas desempenho econômico e tecnológico, mas também a capacidade das políticas públicas de converter inovação em inclusão produtiva e melhoria das condições de vida (Cantafio; Ryan, 2020). A predominância de estudos chineses no corpus sugere, ainda, que ambientes marcados por elevada densidade populacional e rápida digitalização podem favorecer a expansão de soluções fintech, embora a replicabilidade desses resultados em contextos latino-americanos permaneça incerta diante de limitações estruturais distintas.

Os resultados também indicam a necessidade de mecanismos regulatórios capazes de direcionar os benefícios da inovação para objetivos socialmente distributivos. Em economias fortemente financeirizadas, o aumento de patentes e investimentos tecnológicos pode coexistir com ampliação da concentração de renda, demonstrando que crescimento inovativo não implica, necessariamente, redução de vulnerabilidades sociais (Law et al., 2020). Nesse sentido, a formulação de políticas de CT&I demanda instrumentos de monitoramento que considerem não apenas desempenho econômico,

mas também os efeitos sociais da alocação de recursos em P&D, especialmente em contextos marcados por assimetrias estruturais persistentes.

Ademais, a inclusão digital contrasta com a capacidade digital, havendo consenso de que o mero acesso à infraestrutura é condição necessária, porém insuficiente, sem o desenvolvimento de literacia digital para operacionalizar ferramentas inovadoras (Xie et al., 2025).

Essa revisão dialoga diretamente com trabalhos como os de Ozkaya et al. (2021) e Ràfols (2019), que defendem a expansão de indicadores de inovação para dimensões sustentáveis, mas avança ao evidenciar diferenças contextuais: enquanto análises globais enfatizam correlações macro (Kalliomäki et al., 2024), o corpus aqui destaca mediações institucionais locais, como redes de crédito em Malawi (Chindime; Kibwika; Chagunda, 2017) ou ecossistemas universitários húngaros. Divergências surgem nas contradições: ao contrário de visões otimistas sobre patentes como equalizador (Ozkaya et al., 2021), evidências teóricas (Botta, 2015) confirmam que inovação pode agravar desigualdades em economias financeirizadas, demandando salvaguardas regulatórias.

A partir das evidências sistematizadas, propõe-se uma Estratégia de Políticas Inclusivas Baseada em Indicadores de CT&I (Quadro 3), configurada como uma síntese analítico-operacional dos padrões identificados na literatura revisada. Diferentemente de abordagens estritamente descritivas sobre indicadores de inovação, a proposta articula dimensões de digitalização, equidade territorial e regulação da inovação em um modelo integrado de apoio à formulação de políticas públicas. Nesse sentido, o quadro não apenas organiza resultados empíricos do corpus analisado, mas também os reinterpreta como diretrizes acionáveis para diferentes escalas de intervenção, especialmente em contextos marcados por vulnerabilidades estruturais e assimetrias regionais.

Quadro 3: Estratégia de Políticas Inclusivas Baseado em Indicadores de CT&I

Pilar	Indicador Prioritário (Evidência Corpus)	Ação Recomendada	Métricas de Monitoramento	Referência Principal
--------------	---	-------------------------	----------------------------------	-----------------------------

Digitalização Rural	Índice de Inclusão Financeira Digital (profundidade de uso > amplitude de cobertura; acesso à internet sozinho não basta - exige treinamento em uso prático)	Implementar programas de crédito fintech com treinamento obrigatório em literacia digital para PMEs agrícolas	Taxa de adoção de fintech rural (>50%); aumento forte na inovação (empresas rurais geram >50% mais patentes ou investimentos em P&D)	Wei; Sutunyarak (2025); Tang; Cai; Wang (2025); Xie et al. (2025)
Equidade Regional	Gastos Internos Brutos em P&D (GERD) /Índice de Inovação Regional (RIS) + paradoxo da inovação	Criar ecossistemas universitários com subsídios direcionados a P&D em regiões periféricas	Redução de disparidades RIS inter-regionais (>15%); Índice de Inovação local (II) > 0,37 (nível médio-baixo típico de áreas vulneráveis)	Birkner; Mészáros; Szabó (2022); Hunady et al. (2017)
Inclusão Setorial	Índice <i>Sustain-LED / frameworks de eHealth</i>	Desenvolver índices compostos urbano-rurais integrando inovação + habitabilidade para saúde e agro	Melhoria na qualidade de vida (redução de gaps sociais <20%); número de patentes com impacto direto em comunidades (saúde, agricultura familiar)	Cantafio; Ryan (2020); Van Der Merwe; Groobelaar (2016)
Mitigação de Contradições	Número de patentes vs. Índice de Gini / financeirização da P&D	Regulamentar desvios de P&D para finanças via incentivos fiscais exclusivos para inovação social	Queda no Índice de Gini associada a patentes (>5 pontos); proporção de P&D alocada a projetos sociais (>30%)	Law et al. (2020); Botta (2015)

Essa estratégia oferece um plano de ação escalável, com priorização do Índice de Inclusão Financeira Digital para impactos rápidos em vulnerabilidades, mas sempre combinado com capacitação, evitando o erro comum de investir só em infraestrutura sem habilidades de uso (Xie et al., 2025), adaptável a realidades nacionais como o Brasil.

Apesar do rigor PRISMA e avaliação qualitativa focada em aplicabilidade social, limitações incluem o corpus reduzido (14 artigos), enviesado para Ásia/Europa com sub-representação latino-americana, o que pode superestimar eficácia de *fintech* em contextos culturais distintos.

Se pode afirmar que indicadores de CT&I atuam como alavancas para inclusão quando mediados por instituições sensíveis à vulnerabilidade, expondo contradições como

a financeirização perversa da P&D (Botta, 2015) e a insuficiência da mera conectividade digital (Xie et al., 2025). Essa contribuição enriquece o debate sobre justiça social, fornecendo evidências para políticas que não só mensurem inovação, mas garantam seu alcance a populações fragilizadas por dinâmicas econômicas, culturais ou territoriais, sendo um imperativo para o amadurecimento de garantias constitucionais e acesso equânime a mecanismos transformadores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados desta revisão sistemática indicam que os indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) possuem potencial explicativo relevante para compreender dinâmicas de vulnerabilidade social, desde que interpretados a partir de condições institucionais, territoriais e de capacidades de absorção tecnológica. A evidência analisada demonstra que tais indicadores não operam de forma isolada, mas como instrumentos cuja efetividade depende da articulação entre inovação, contexto socioeconômico e mecanismos de mediação social.

Do ponto de vista analítico, os resultados reforçam que a relação entre inovação e redução de desigualdades não é linear, sendo atravessada por assimetrias estruturais que podem limitar ou distorcer os efeitos distributivos do progresso tecnológico. Isso implica que métricas de CT&I devem ser compreendidas como ferramentas relacionais e contextuais, e não como medidas neutras ou absolutas de desempenho, exigindo abordagens interpretativas mais sistêmicas na formulação e avaliação de políticas públicas.

Como contribuição científica, o estudo sistematiza evidências dispersas da literatura internacional e consolida uma leitura integrada da interface entre indicadores de CT&I e vulnerabilidade social, com base em revisão sistemática. Destaca-se a necessidade de aprimorar modelos analíticos que incorporem dimensões institucionais e contextuais, bem como de ampliar a validação empírica em economias periféricas, especialmente na América Latina, fortalecendo a aplicabilidade dos indicadores em políticas públicas orientadas à equidade.

REFERÊNCIAS

- BIRKNER, Zoltán; MÉSZÁROS, Ádám; SZABÓ, István. Handling regional research, development and innovation (RDI) disparities in Hungary: new measures of university-based innovation ecosystem. **Regional Statistics**, v. 12, n. 4, p. 27-55, 2022.
- BOTTA, Alberto. The complex inequality–innovation–public investment nexus: what we (don't) know, what we should know and what we have to do. **Forum for Social Economics**, v. 46, n. 3, p. 275–298, 2017.
- CANTAFIO, Giuseppe Umberto; RYAN, Sherry. Incorporating innovation metrics in urban indices: the Sustain-LED Index. **Regional Studies, Regional Science**, v. 7, n. 1, p. 133-163, 2020.
- CHINDIME, Sylvia; KIBWIKI, Paul; CHAGUNDA, Mizeck. Determinants of sustainable innovation performance by smallholder dairy farmers in Malawi. **Cogent Food & Agriculture**, v. 3, n. 1, p. 1379292, 2017.
- HAN, Huiyuan; GU, Xiaomin. Linkage between inclusive digital finance and high-tech enterprise innovation performance: role of debt and equity financing. **Frontiers in Psychology**, v. 12, p. 814408, 2021.
- HUNADY, Jan et al. Innovation support and economic development at the regional level: panel data evidence from Visegrad countries. **Journal of International Studies**, v. 10, n. 3, 2017.
- HUNG, Shiu-Wan et al. Inclusion in global virtual teams: exploring non-spatial proximity and knowledge sharing on innovation. **Journal of Business Research**, v. 128, p. 599-610, 2021.
- KALLIOMÄKI, H. et al. Inclusion as a science, technology, and innovation policy objective in high-income countries: the decoupling dilemma. **Science and Public Policy**, v. 51, n. 5, p. 795–804, 2024.
- KORBEL, Jakob J.; GROSSE, Matti. Identification and classification of household sector innovation: the parallel product market and the importance of context and complexity. **Innovation**, v. 22, n. 2, p. 193-215, 2020.
- LAW, Siong Hook et al. Can innovation improve income inequality? Evidence from panel data. **Economic Systems**, v. 44, n. 4, p. 100815, 2020.
- OUYANG, Sheng et al. Military experience of entrepreneurs at the base of the pyramid, entrepreneurial bricolage, and the innovation performance of new ventures in the peace

era: an empirical study of Chinese poverty alleviation regions. **Journal of Organizational Change Management**, v. 38, n. 4, p. 722-745, 2025.

OZKAYA, Gokhan; TIMOR, Mehpare; ERDIN, Ceren. Science, Technology and Innovation Policy Indicators and Comparisons of Countries through a Hybrid Model of Data Mining and MCDM Methods. **Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 694, 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Futuros do Brasil: Sinais de Transformação**. Brasília, 2026. Disponível em: <<https://www.undp.org/pt/brazil/publications/futuros-do-brasil-sinais-de-transformacao>>. Acesso em: 18 fev. 2026.

RÀFOLS, I. S&T indicators in the wild: Contextualization and participation for responsible metrics. **Research Evaluation**, v. 28, n. 1, p. 7-22, jan. 2019.

TANG, Kai; CAI, Xiaopei; WANG, Haijie. Innovation capacity in urban agglomerations: the role of digital finance. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 10, n. 3, p. 100697, 2025.

VAN DER MERWE, Edward; GROBBELAAR, Sara S. Evaluating inclusive innovative performance: the case of the eHealth system of the Western Cape Region, South Africa. In: PORTLAND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY (PICMET), 2016. **Proceedings of PICMET '16**. p. 344-358.

WEI, Yi; SUTUNYARAK, Chonlavit. Impact of digital inclusive finance on agribusiness innovation performance: evidence from listed agribusinesses in China. **Investment Management & Financial Innovations**, v. 22, n. 2, p. 180, 2025.

WORLD BANK. **Poverty and Inequality Platform** (version 20250930_2021_01_02_PROD). Poverty and Inequality Platform. 2026. Disponível em: <<https://pip.worldbank.org/nowcasts>>. Acesso em: 18 fev. 2026.

XIE, Xin et al. Analyzing how digital orientation contributes to organizational innovation and environmental, social and governance performance through digital inclusion and capabilities. **International Entrepreneurship and Management Journal**, v. 21, n. 1, p. 83, 2025.