

1

DESAFIOS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

2017

2023

Perspectivas
futuras

FICHA TÉCNICA

*Softex – Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro
2024*

Presidente do Conselho de Administração

Vitor Lippi

Presidente Executivo

Ruben Delgado

Vice-Presidente Executivo

Diônes Lima

PESQUISA E CONTEÚDO

Observatório Softex

Ana Paula Santin Bertoni

Ana Paula Alegretti

Floriano Neto

ANÁLISE TÉCNICA

Operacional Softex

Juliana Molezini

Rayanny Nunes

PROJETO GRÁFICO, REVISÃO E DIAGRAMAÇÃO

Unidade de Marketing e Comunicação Softex

©2024 – Softex – Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro

Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, desde que seja citada a fonte.

APRESENTAÇÃO

A Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro – Softex – atua estrategicamente para alavancar nossa competitividade em Software e Serviços de TI. Criada em 1996, a Softex colabora ativamente para o avanço socioeconômico do Brasil e de sua presença na competitiva economia global. Hoje, a Softex promove programas e ações em várias áreas, como inovação, investimento, fomento e inteligência de negócios em nível nacional e internacional, garantia de qualidade, capacitação e educação.

Com a incorporação da digitalização de produtos, big data e a capacidade de entender e reagir rápida e precisamente às necessidades individuais dos clientes, os desafios e as oportunidades da era industrial de produção em massa estão dando lugar a uma era digital de personalização e otimização além de um foco em uma produção mais econômica e ambientalmente sustentável.

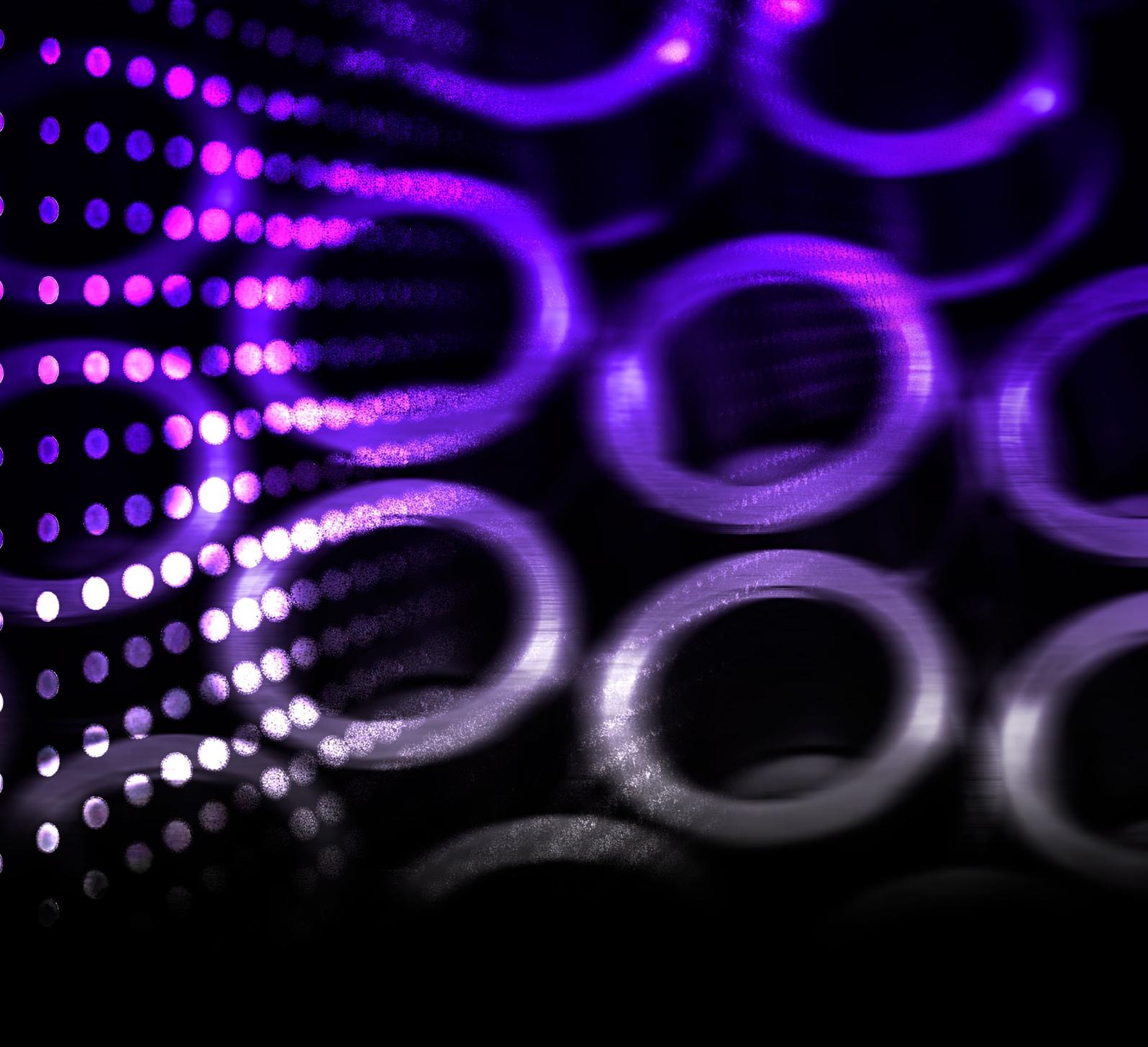
Diante desse contexto, o **Observatório Softex** – unidade de estudos e pesquisas da Softex – apresenta, neste estudo, uma análise abrangente das iniciativas de inovação aberta promovidas pela Softex entre 2017 e 2023, avaliando os principais desafios e oportunidades enfrentados pelas empresas brasileiras participantes. Além disso, busca antecipar novas tendências tecnológicas que deverão impactar diversas atividades econômicas nos próximos anos.

O conteúdo é voltado para gestores públicos e privados, empreendedores e demais interessados nos fatores essenciais para o desenvolvimento tecnológico do Brasil. A análise pretende contribuir para a formulação de políticas e estratégias que apoiem a adoção e implementação de tecnologias digitais, fortalecendo a competitividade das empresas brasileiras em um mercado em constante transformação.

CONTEÚDO

INTRODUÇÃO	6
PRINCIPAIS DESAFIOS ENFRENTADOS PELAS EMPRESAS BRASILEIRAS EM DIFERENTES SETORES	10
PRINCIPAIS DESAFIOS TECNOLÓGICOS POR SETOR	11
Agropecuária	13
Indústria extrativa	15
Indústria de transformação	17
Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos	20
Construção	22
Comércio	24
Transporte, armazenagem e correio	26
Informação e comunicação	28
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	32
Atividades Imobiliárias	34
PRINCIPAIS DESAFIOS TECNOLÓGICOS COMPARTILHADOS NOS DIFERENTES SETORES	35
Experiência do usuário (UX) e do cliente (CX)	36

Engajamento de equipes	37
Aumento de vendas (varejo)	38
Materiais avançados	45
Gerenciamento de resíduos	48
DESAFIOS ESPECÍFICOS PARA PRODUTOS E SERVIÇOS DO SETOR TIC E POR TECNOLOGIAS EMERGENTES	50
DESAFIOS ESPECÍFICOS PARA PRODUTOS E SERVIÇOS DO SETOR TIC E POR TECNOLOGIAS EMERGENTES	51
SOLUÇÕES EM NOVAS TECNOLOGIAS	57
Big Data and Analytics	57
Inteligência artificial	62
IoT	66
Blockchain	72
Realidade Aumentada e Realidade Virtual	73
Desenvolvimento de produtos e impressão 3D	74
TENDÊNCIAS EM INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS	78
PRINCIPAIS DESAFIOS EM PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE E ESG E TENDÊNCIAS FUTURAS	88
DISCUSSÃO	98
CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
REFERÊNCIAS	120



INTRODUÇÃO

Desafios da Indústria Brasileira

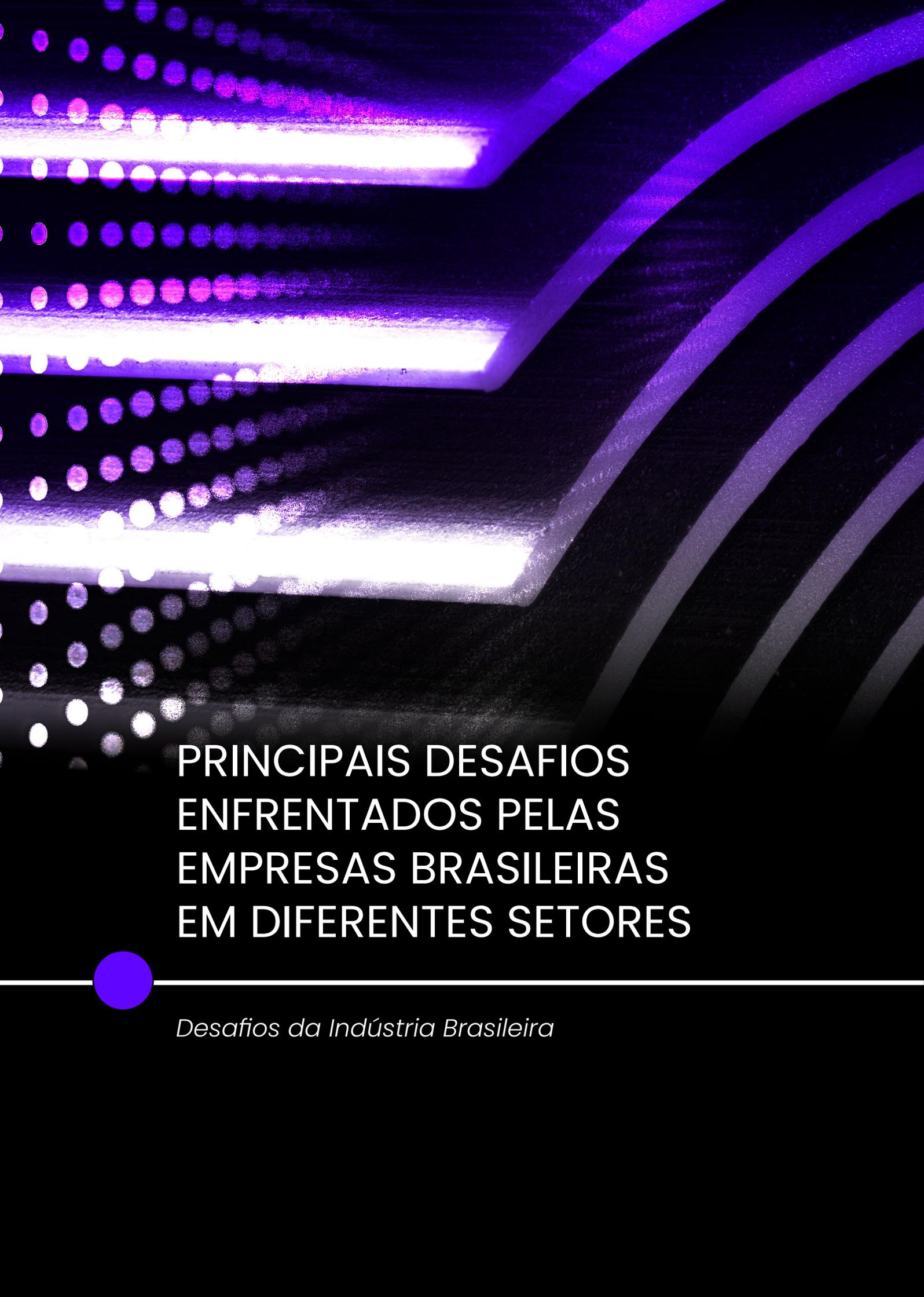
Inovações orientadas por tecnologia estão revolucionando os ambientes de negócios e redefinindo os limites de produção, distribuição e consumo. A experiência com revoluções industriais anteriores demonstra que o impacto positivo das inovações pode levar tempo para se consolidar, exigindo resiliência e adaptação por parte das empresas, assim como durante a transição da primeira para a segunda Revolução Industrial, na qual as tarefas simples e repetitivas foram mecanizadas. Na era atual da digitalização, uma parcela cada vez maior das operações pode ser realizada automaticamente, com a diferença de ter pouca ou nenhuma intervenção humana e as tarefas serem mais complexas.

Essas tendências representam tanto desafios quanto oportunidades para empregadores e trabalhadores nos diferentes setores econômicos, que precisam adaptar a organização do trabalho, a alocação de funções e as habilidades mais criativas e técnicas, para projetar, manter e operar as novas tecnologias. Assim, compreender os desafios setoriais dessa transformação se trata de uma etapa norteadora para orientar estratégias empresariais e políticas públicas eficazes.

Neste cenário, este estudo tem como objetivo analisar os desafios e as oportunidades enfrentados pelas empresas brasileiras que participaram de iniciativas de inovação aberta promovidas pela Softex ao longo de 2017 e 2023. A análise dos dados primários consistiu na avaliação individual e detalhada dos desafios e oportunidades identificados, seguida pela agregação das informações com base em similaridades, agregadas por ano, setor econômico ou solução tecnológica. Os resultados foram

sintetizados e apresentados por meio de descrições textuais, tabelas e gráficos.

Por meio das iniciativas citadas ao longo destes 7 anos pela Softex, o **Observatório Softex** analisou mais de 500 desafios e oportunidades das indústrias entre diversos setores de atividades econômicas, incluindo serviços, indústria, comércio, construção e agropecuária. Como um importante resultado observado, destacou-se a transversalidade das tecnologias digitais entre os diversos setores da economia brasileira. Com base nessa transversalidade, a apresentação dos resultados será estruturada da seguinte forma: os desafios serão apresentados inicialmente de tabelas, estratificados por setor, de acordo com as classificações de atividades econômicas. Em seguida, serão detalhadas as soluções baseadas em produtos e serviços do setor TIC e em novas tecnologias bem como serão apresentados os principais desafios compartilhados entre os setores. Dada sua importância para as atividades econômicas futuras, também serão apresentadas as tendências em inovações tecnológicas, assim como as oportunidades, desafios e tendências para práticas empresariais sustentáveis.



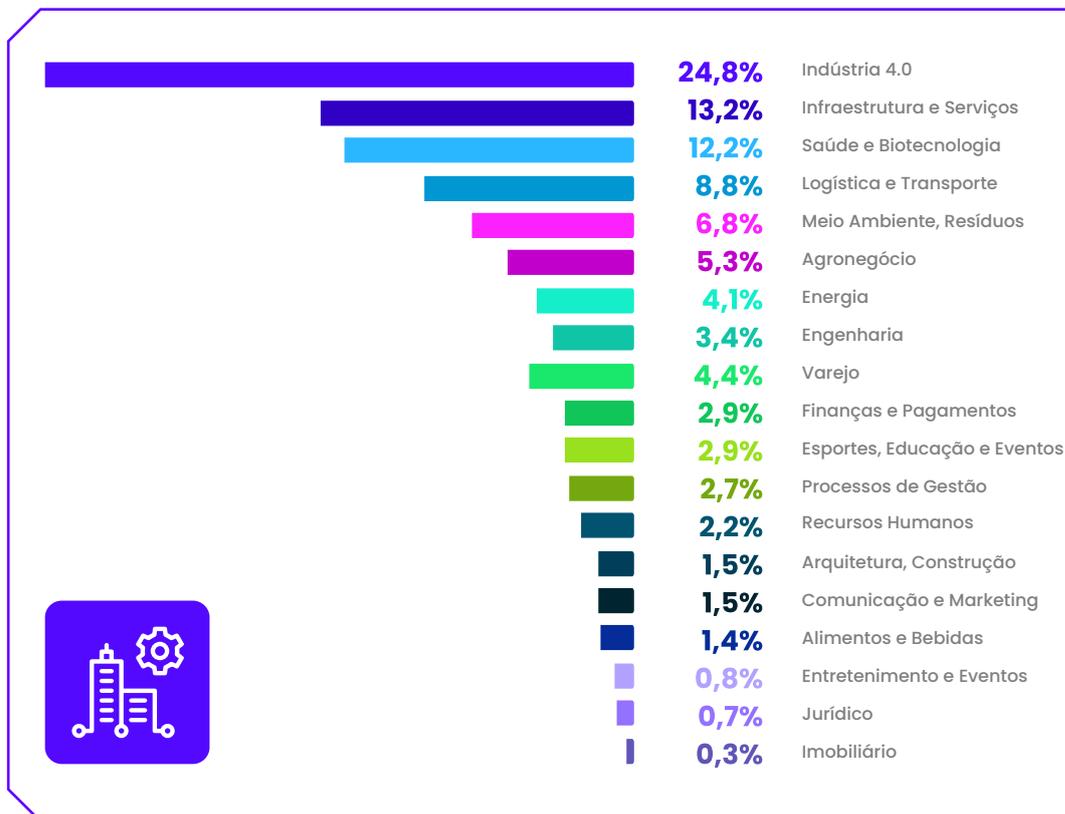
PRINCIPAIS DESAFIOS
ENFRENTADOS PELAS
EMPRESAS BRASILEIRAS
EM DIFERENTES SETORES

Desafios da Indústria Brasileira

Principais desafios tecnológicos por setor

Nesta seção, os desafios enfrentados pelas empresas brasileiras serão apresentados com base nas principais áreas de atividades econômicas. Conforme sumarizado no gráfico na Figura 1, as demandas por soluções relacionadas à Indústria 4.0 concentram cerca de 25% do total analisado, seguidos dos setores de Infraestrutura e Serviços (13,2%) e Saúde e Biotecnologia (12,2%).

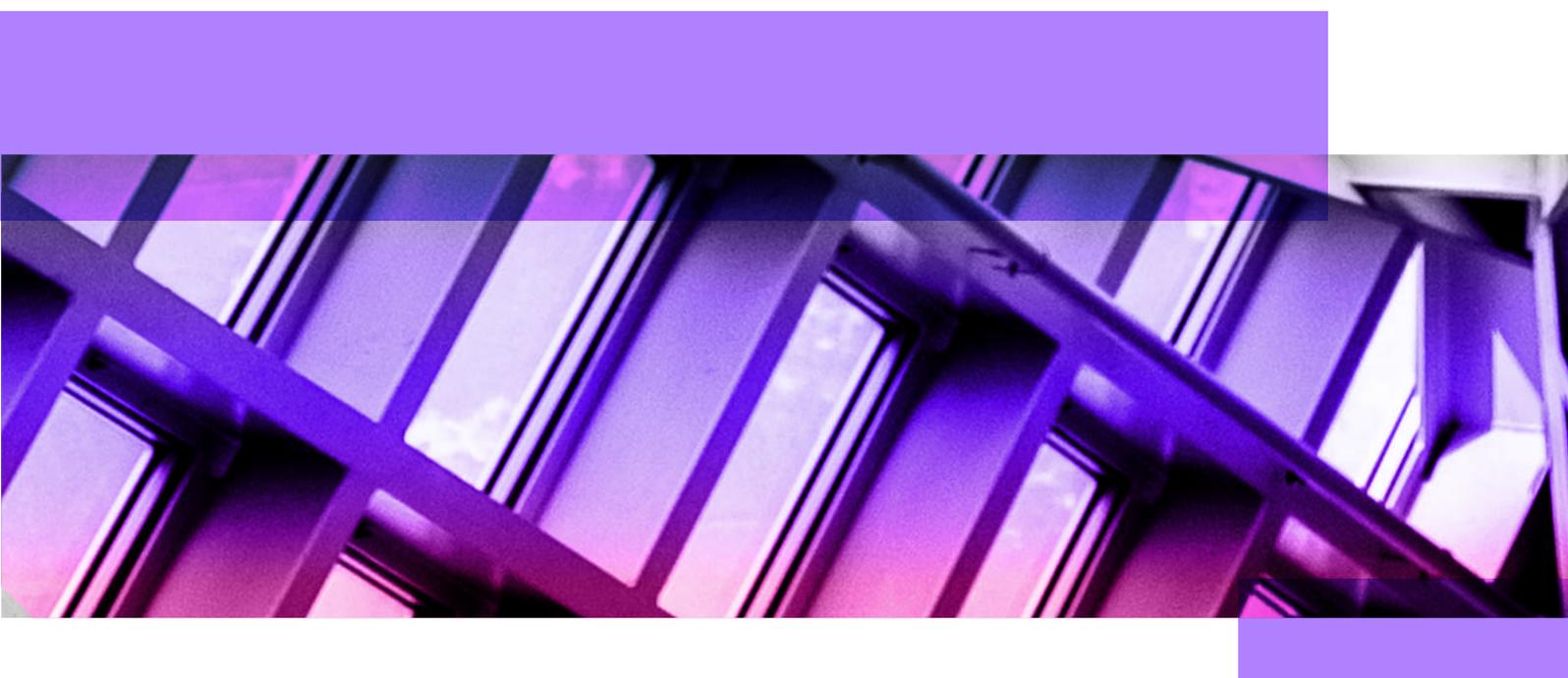
Figura 1: distribuição das demandas das empresas brasileiras por setor.



Fonte: Observatório Softex.

De forma geral, ao longo dos três anos analisados, a busca por tecnologias visava principalmente o uso da transformação digital para melhorar a eficiência operacional, eficiência energética e automação de processos. Em 2023, as tecnologias emergiram para solucionar desafios como melhorar a transparência e rastreabilidade nas diferentes etapas da cadeia produtiva, assim como em aplicações para práticas de sustentabilidade e ESG.

Os infográficos apresentados a seguir serão estratificados por setor, conforme as classificações do CNAE 2.0 (Classificação Nacional de Atividades Econômicas 2.0) para permitir a análise comparativa entre os desafios por setor com seus respectivos indicadores econômicos, como a participação no PIB, o crescimento do número de empresas e na geração de empregos formais ao longo de 2017 a 2023.



AGROPECUÁRIA

Agropecuária	2017	2019	2023
PIB (bilhões de reais) (% do total) (IBGE/CNT)	302.971 (4,6%)	310.714 (4,2%)	677.572 (6,2%)
Nº de novos estabel. e (Nº total e % relativo) (CEMPRE)	19.340 (100.114; 2,0%)	23.888 (101.332; 1,9%)	28.683* (553.860; 5,9%)*
Postos de trabalho formais (RAIS:2017; 2019 e NOVO CAGED:2023)	1.596.245 (3,4%)	1.473.795 (3,2%)	1.785.470 (3,9%)

*Dados do CEMPRE de 2022

Durante os três anos analisados, o setor agropecuário mostrou um crescimento consistente, com destaque para 2023, em decorrência dos recordes registrados pela supersafra de soja e milho, com particular concentração de produção na região Centro-Sul do país. Por suas características intrínsecas, o setor cresceu de forma ininterrupta durante a pandemia, mantendo a produção de grãos e a distribuição de produtos dentro da normalidade. Em termos percentuais, o setor agropecuário representou 6,2% do PIB brasileiro em 2023, enquanto em 2017 e 2019 sua contribuição foi de 4,6% e 4,2%, respectivamente. Esse crescimento impulsionou a abertura de novos estabelecimentos e a geração de empregos formais, que variaram entre 3,2% e 3,9% do total de empregos formais no país. Segundo relatório da EMBRAPA¹, o desenvolvimento científico e a adoção de novas tecnologias em conjunto com a busca da segurança alimentar no campo têm assegurado o bom desempenho do setor.

DESAFIOS

- **2017:** melhoraria da gestão de informações técnicas, a eficiência operacional e a comunicação entre fornecedores, melhoraria da precisão no controle de insumos e na qualidade da produção, aumento da produtividade e redução de custos por meio da economia de insumos, gestão dos resíduos gerados nos processos operacionais

¹ EMBRAPA, 2023. O futuro da agricultura brasileira: 10 visões. <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/40384-capacidade-de-armazenagem-agri-cola-cresce-4-7-e-chega-a-210-9-milhoes-de-toneladas-no-2-semestre-de-2023>

- **2019:** otimização de processos agrícolas e no acompanhamento detalhado de dados para otimizar o manejo e tratamento agrícolas por meio da análise e processamento de dados e indicadores, processamento de imagens para a classificação de plantas promissoras e melhoria da eficiência nos processos de colheita
- **2023:** rastreabilidade dos alimentos da origem ao consumidor final, otimização de tratamentos agrícolas, monitoramento em tempo real e diagnóstico precoce da saúde animal

INDÚSTRIA EXTRATIVA

Indústria extrativa	2017	2019	2023
PIB (bilhões de reais) (% do total) (IBGE/CNT)	90.696 (1,4%)	182.817 (2,5%)	395.435 (3,6%)
Nº de novos estabel. e (Nº total e % relativo) (CEMPRE)	563 (10.075; 0,2%)	761 (10.745; 0,2%)	1.161* (18.928; 0,2%)*
Postos de trabalho formais (RAIS:2017; 2019 e NOVO CAGED:2023)	212.337 (0,5%)	222.260 (0,5%)	271.196 (0,6%)

*Dados do CEMPRE de 2022

O Brasil apresenta crescimento consistente da indústria extrativa ao longo dos anos, especialmente pelo aumento da produção de *commodities* como petróleo, gás natural e minério de ferro, segundo dados do IBGE. Em 2017, o setor representava 1,4% do PIB, enquanto em 2023 essa participação aumentou para 3,6%. Esse crescimento, aliado ao baixo número de novos estabelecimentos e ao modesto estoque de empregos formais, sugere um aumento significativo na eficiência produtiva do setor.

DESAFIOS

- **2017:** monitoramento e registro da evolução das operações de extração de recursos ambientais e controle de resíduos
- **2019:** melhoria na colaboração e o compartilhamento de conhecimento para impulsionar a inovação, melhoria no desempenho de equipamentos para processos extrativistas
- **2023:** rastreabilidade de manejo e extração de recursos ambientais, melhoria da eficiência no tratamento de efluentes



INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO

Indústria de transformação	2017	2019	2023
PIB (bilhões de reais) (% do total) (IBGE/CNT)	706.062 (10,7%)	763.482 (10,3%)	1.447.324 (13,3%)
Nº de novos estabel. e (Nº total e % relativo) (CEMPRE)	23.317 (398.364; 7,9%)	29.458 (390.555; 7,5%)	34.679* (581.769; 6,2%)*
Postos de trabalho formais (RAIS:2017; 2019 e NOVO CAGED:2023)	6.752.882 (14,6%)	6.773.814 (14,5%)	7.827.568 (17,2%)

*Dados do CEMPRE de 2022

Em 2023, a indústria de transformação registrou um aumento em sua participação no PIB total entre anos analisados, atingindo 13,3%, em comparação com pouco mais de 10% em 2017 e 2019. Após interromper uma série de três anos consecutivos de queda em 2017, impulsionada principalmente pelo crescimento dos segmentos de fabricação de equipamentos de informática e de automóveis, o setor apresentou crescimento apenas nos anos de 2018 e 2021. Entre estes anos, o setor se mostrou resiliente na geração de empregos formais, que proporcionalmente possui a maior representatividade entre os segmentos industriais e concentrou 17,2% do total de empregos formais no país em 2023. Segundo IBGE, em 2023, o baixo desempenho do setor foi influenciado principalmente pela queda na fabricação de produtos químicos, máquinas e equipamentos, metalurgia e indústria automotiva.

DESAFIOS

- **2017:** otimização de processos industriais e de manutenção, busca por soluções com materiais avançados, melhoria da eficiência e redução do consumo de energia em sistemas, automação de tarefas de produção, melhoria na qualidade nutricional e saudabilidade dos alimentos

- **2019:** monitoramento e automação de manutenção, automação de tarefas repetitivas, minimização de ociosidade, controle de qualidade automatizado, desenvolvimento de sensores integrados em vestíveis, gestão de estoque e produção em tempo real, prototipação rápida, melhoria na eficiência da análise preditiva
- **2023:** desenvolvimento de soluções sustentáveis e inovadoras em toda cadeia produtiva para melhorar a eficiência operacional e ampliar a produção, automação de tarefas repetitivas, aumento da eficiência energética com a implementação de sistemas de sensorizações, monitoramento e logística de estoque em tempo real, mapeamento estratégicos e previsão de capacidades com análises inteligentes de dados e imagens, desenvolvimento de sistemas e interação por voz, otimização da experiência do consumidor e melhoraria da confiabilidade de ativos



ELETRICIDADE E GÁS, ÁGUA, ESGOTO, ATIVIDADES DE GESTÃO DE RESÍDUOS

Eletricidade e gás, água, esgoto, ativ. de gestão de resíduos	2017	2019	2023
PIB (bilhões de reais) (% do total) (IBGE/CNT)	156.242 (2,4%)	190.862 (2,6%)	246.258 (2,3%)
Nº de novos estabel. e (Nº total e % relativo) (CEMPRE)	1.351 (14.342; 7,9%)	2.119 (14.342; 7,9%)	4.685* (33.705; 6,2%)*
Postos de trabalho formais (RAIS:2017; 2019 e NOVO CAGED:2023)	457.998 (1,0%)	476.327 (1,0%)	521.857 (1,1%)

*Dados do CEMPRE de 2022

Os setores de eletricidade, gás e saneamento mantiveram uma participação estável no PIB brasileiro ao longo de 2017, 2019 e 2023, oscilando entre 2,3% e 2,6% do PIB total. O aumento na demanda por serviços desses setores está relacionado, em parte, ao crescimento do consumo de água e energia, impulsionado pelas temperaturas mais elevadas.

Esses setores vêm passando por um processo de remodelação, incentivado especialmente pelo uso de fontes de energia renováveis e pela crescente adoção de práticas de economia circular, que buscam substituir a gestão linear de resíduos por abordagens mais sustentáveis. O setor de gestão de resíduos será melhor explorado no item “Gerenciamento de Resíduos” do presente estudo, dada sua importância para demais atividades econômicas.

DESAFIOS

- **2017:** melhoria no aproveitamento de energias renováveis, melhoria da eficiência energética, desenvolvimento de produtos sustentáveis, otimização e monitoração da gestão de resíduos
- **2019:** melhoria da eficiência energética, desenvolvimento de sistemas de sensorização para monitoramento automatizado visando destinação eficiente de agentes químicos e descarte de resíduos, análise preditiva de redes de energia, novas alternativas para combustíveis



- **2023:** melhoria na coleta seletiva em condomínios e empresas, monitoramento e transformação de resíduos, implementação de ações para consumo consciente de recursos naturais, análises de inteligência para apoiar consultoria de práticas ambientais e ESG, monitoramento remoto da qualidade de águas em reservatórios, monitoramento de perdas de água em tubulações, plataformas para gestão e monitoramento no setor energético, fomento à economia circular, rastreamento de créditos de carbono

CONSTRUÇÃO

Construção	2017	2019	2023
PIB (bilhões de reais) (% do total) (IBGE/CNT)	244.800 (3,7%)	248.643 (3,4%)	327.899 (3,0%)
Nº de novos estabel. e (Nº total e % relativo) (CEMPRE)	25.263 (238.862; 4,7%)	34.450 (271.425; 5,2%)	47.427 (498.897; 5,3%)*
Postos de trabalho formais (RAIS:2017; 2019 e NOVO CAGED:2023)	1.961.791 (4,2%)	1.987.390 (4,3%)	2.748.069 (6,0%)

*Dados do CEMPRE de 2022

Após uma retração em 2017 e 2018, o setor de construção voltou a crescer em 2019 devido ao aumento do investimento em projetos de infraestruturas, a implementação de políticas de estímulo à economia e a recuperação do mercado imobiliário. Contudo, a constante redução da participação percentual do setor no valor adicionado ao PIB total, associado ao crescimento positivo de empregos formais, reflete os desafios para o setor avançar. Segundo dados do NOVO CAGED, o setor apresentou crescimento do estoque de emprego mantendo saldos positivos (contratações menos demissões) mesmo no período da pandemia, destacando-se entre os principais geradores de novos postos de trabalho. Em 2020, o saldo foi de 94.732 vagas, e em 2021 mais que dobrou, alcançando 245.269 vagas. Vale ressaltar que o crescimento do setor implica no favorecimento tanto de indústrias de base devido ao maior consumo de matérias-primas, como aço, cimento e outros materiais construtivos como em atividades imobiliárias.

DESAFIOS

- **2017:** monitoramento de entregas, de estoque e de produtos, apoio na alocação de recursos físicos e humanos, desenvolvimento de produtos sustentáveis
- **2019:** automação do processo, realocação de funcionários em obras e projetos, digitalização e automação de serviços e obras, inovação para engajamento entre indústrias e arquitetos, normatização de insumos ao longo da cadeia produtiva

- **2023:** localização de equipamentos, otimização de processos de compras e atendimento aos clientes, gerenciamento de tempo e custos em obras, melhoria no engajamento entre empresas de construção civil e engenheiros, reutilização de rejeitos e minerais para produção de materiais industriais na construção civil

COMÉRCIO

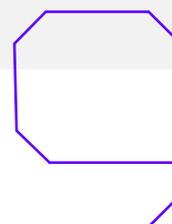
Comércio	2017	2019	2023
PIB (bilhões de reais) (% do total) (IBGE/CNT)	74.6159 (11,3%)	822.590 (11,1%)	1.135.584 (10,5%)
Nº de novos estabelecimentos e (Nº total e % relativo) (CEMPRE)	114.448 (1.886.139; 37,5%)	152.608 (1.793.803; 34,2%)	212.434 (2.741.639; 29,1%)*
Postos de trabalho formais (RAIS:2017; 2019 e NOVO CAGED:2023)	9.158.214 (19,8%)	9.153.428 (19,6%)	10.246.841 (22,5%)

*Dados do CEMPRE de 2022

A importância do setor de comércio para a economia pode ser avaliada por sua representatividade no PIB, que foi de cerca de 10,5% do total em 2023. Além disso, o setor foi responsável por aproximadamente 22,5% das ocupações formais no país, mesmo diante de uma queda na abertura de novos estabelecimentos nesse mesmo ano.

DESAFIOS

- **2019:** digitalização e automação de processos de gestão, experiências digitais no varejo físico, auto-checkout e identificação de perfil do cliente, agilidade em pesquisa de mercado e predição de decisões, otimização das atividades de promotores de vendas, gestão pós-venda e assistência técnica, engajamento entre representantes autônomos, novas formas de customização e experiência do cliente, análise de comportamento e dados de devoluções, integração entre ambientes físicos e online, embalagens interativas
- **2023:** monitoramento do estoque de clientes, plataformas para centralização de gestão de filiais, automação do processo de captação de *leads*, soluções para fidelização de clientes sem cadastro, melhoria na eficiência do pagamento e atendimento e ampliação do conhecimento do perfil do cliente



TRANSPORTE, ARMAZENAGEM E CORREIO

Transporte, armazenagem e correio	2017	2019	2023
PIB (bilhões de reais) (% do total) (IBGE/CNT)	246.075 (3,7%)	284.471 (3,8%)	337.959 (3,1%)
Nº de novos estabel. e (Nº total e % relativo) (CEMPRE)	15.879 (224.465; 4,5%)	20.565 (225.363; 4,3%)	22.787 (342.509; 3,6%)*
Postos de trabalho formais (RAIS:2017; 2019 e NOVO CAGED:2023)	2.371.108 (5,1%)	1.987.390 (4,3%)	2.699.040 (5,9%)

*Dados do CEMPRE de 2022

Desde 2017, o setor de transporte, armazenagem e correio tem registrado um crescimento modesto. A natureza dos serviços prestados faz com que seu desempenho esteja intimamente ligado à dinâmica do PIB total da economia, uma vez que tanto os produtos importados quanto os produzidos internamente dependem do transporte de carga para alcançar as diferentes etapas de produção ou consumo. A diminuição na proporção de abertura de novos estabelecimentos, juntamente com um maior número de demissões em relação às contrata-

ções, resultando em uma redução do estoque de emprego formal do setor, evidenciam os desafios enfrentados em 2019. Segundo a Confederação Nacional dos Transportes, a adoção de tecnologias logísticas, que incluem rastreamento de produtos, planejamento de rotas e controle de estoques, podem agregar valor às operações empresariais do setor, facilitando a gestão e melhorando a experiência do cliente.

DESAFIOS

- **2017:** soluções de mobilidade e georreferenciamento para otimização de rotas, rastreamento de cargas e ativos para segurança e eficiência, monitoramento e controle de dispositivos, conectividade para segurança colaborativa na logística
- **2019:** melhoria da experiência do consumidor com otimização da cadeia de suprimentos, identificação do perfil dos passageiros, gestão de estacionamentos e logística de eventos, entregas em endereços móveis, rastreabilidade de pedidos e logística reversa, análise de avarias e empacotamento de cargas, rastreamento de veículos e roteirização eficiente, integração logística, gestão de fornecedores e fretes, controle remoto de inventário, análise logística por volume de vendas



- **2023:** otimização de entregas, inovação para captação de investimento, planejamento operacional e processos logísticos, aumento da produtividade com logística autônoma, modelagem e distribuição logística, desenvolvimento de novos combustíveis, monitoramento e otimização de processos de parada e retomada em operações logísticas

INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

TI	2017	2019	2023
PIB (bilhões de reais) (% do total) (IBGE/CNT)	194.509 (3,0%)	218.876 (3,0%)	321.388 (3,0%)
Nº de novos estabel. e (Nº total e % relativo) (CEMPRE)	13.967 (139.226; 2,8%)	22.661 (158.440; 3,0%)	43.647 (315.769; 3,3%)*
Postos de trabalho formais (RAIS:2017; 2019 e NOVO CAGED:2023)	815.800 (1,8%)	886.949 (1,9%)	1.182.053 (2,6%)

*Dados do CEMPRE de 2022

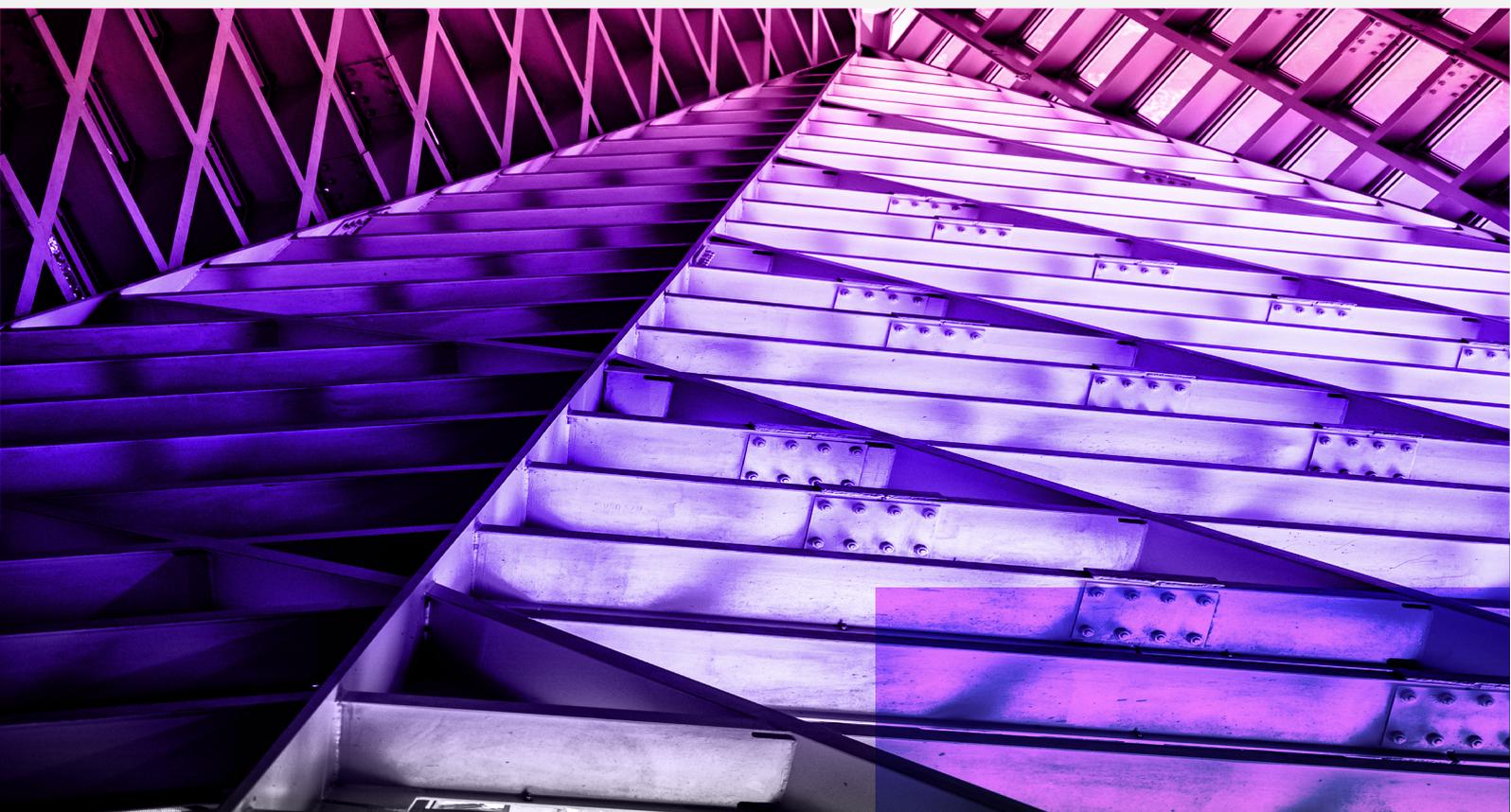
Conforme estudo publicado pelo **Observatório Softex**², ao avaliar a evolução da taxa de crescimento anual das movimentações comerciais no setor de Serviços de TIC, observa-se que 2017 marcou o ano em que as taxas do setor voltaram a crescer, após um período de baixa intensa entre 2012 a 2014. Em 2021, apesar das adversidades no cenário global, o setor registrou um crescimento consistente em suas movimentações comerciais, atingindo os maiores índices dos últimos doze anos. A pandemia, embora desafiadora, acelerou uma transformação em toda a economia, estimulando uma migração significativa das atividades presenciais para o ambiente digital e aumentando a demanda pelos serviços oferecidos pelo setor. A resiliência do setor pode ser evidenciada ao avaliar a sua composição ao PIB nacional, mantendo-se em torno de 3,0% do PIB total brasileiro nos últimos anos. Além disso, o setor se destaca pelo saldo positivo de novas contratações em 2023, com aumento no estoque de vagas formais, representando 2,6% do total de vagas em outros setores no mesmo ano. Assim, mesmo após uma desaceleração nas admissões devido à alta demanda gerada pela pandemia, o cenário aponta para um potencial de crescimento contínuo do setor nos próximos anos.

² Estudo de TICs 2024. Disponível em: <https://softex.br/estudotics/>

DESAFIOS

- **2017:** gestão de projetos de inovação, integração de *startups* ao mercado, experiências digitais no varejo físico, automação de processos de movimentação de pessoal em projetos, inteligência em pesquisa de mercado, gestão de segurança e transparência no uso de dados, digitalização e automação de processos no setor de saneamento básico e no varejo, soluções para adequação à LGPD
- **2019:** soluções para monitoramento e rastreamento de pessoas e ativos, automação de processos internos, digitalização de operações, ferramentas para melhorar o engajamento de colaboradores, desenvolvimento de sistemas de transparência para gestão pública, gestão logística otimizada, integração de processos em ambientes industriais, otimização de processos de manutenção, desenvolvimento de tecnologias para gestão de resíduos e sustentabilidade, automação de coleta de dados e controle de qualidade, tecnologias para o autoatendimento, melhoria da experiência do consumidor

- **2023:** ferramentas para rastreabilidade de ativos e inventários, gestão de logística integrada e de frotas, desenvolvimento de ferramentas de automação para gestão de processos internos e compliance, inclusão financeira e digital para classes sociais menos favorecidas, digitalização de processos financeiros e jurídicos, ferramentas de monitoramento e análise para sustentabilidade, desenvolvimento de plataformas de gestão e interação em ambientes corporativos e educacionais, automação de processos industriais e logísticos, uso de novas tecnologias para monitoramento de informações críticas e melhoria da eficiência operacional



ATIVIDADES FINANCEIRAS, DE SEGUROS E SERVIÇOS RELACIONADOS

Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	2017	2019	2023
PIB (bilhões de reais) (% do total) (IBGE/CNT)	429.463 (6,5%)	460.292 (6,2%)	717.066 (6,6%)
Nº de novos estabel. e (Nº total e % relativo) (CEMPRE)	13.984 (91.015; 1,8%)	21.094 (131.458; 2,5%)	34.159 (270.939; 2,9%)*
Postos de trabalho formais (RAIS:2017; 2019 e NOVO CAGED:2023)	869.768 (1,9%)	958.229 (2,1%)	1.057.776 (2,3%)

*Dados do CEMPRE de 2022

Em 2023, o setor de atividades financeiras, seguros e serviços relacionados alcançou uma participação de 6,6% no PIB — a maior desde 2010, conforme dados do Sistema de Contas Nacionais. Esse avanço se reflete também

no aumento de novos estabelecimentos e de empregos formais no setor. A elevação das taxas de juros e o crescimento da demanda por seguros de danos e de vida foram citados como fatores para esse desempenho positivo do setor.

DESAFIOS

- **2019:** desenvolvimento de soluções integradas para otimizar a gestão financeira, automatização de processos administrativos da área financeira e jurídica, controle de escalas de colaboradores, melhoria na gestão de compras e estoques, treinamento mais interativo e eficiente de colaboradores, otimização da alocação de recursos humanos, automatização de processos fiscais
- **2023:** automatização da análise de documentos corporativos, monitoramento de dados financeiros em tempo real, criação de plataformas digitais sem código para a gestão de processos, soluções que promovem a inclusão de grupos sociais e a igualdade de gênero dentro das organizações, otimização de gestão de escalas e turnos interativo, otimização em levantamento de dados científicos, patentes e dados corporativos

ATIVIDADES IMOBILIÁRIAS

Atividades Imobiliárias	2017	2019	2023
PIB (bilhões de reais) (% do total) (IBGE/CNT)	558.054 (8,5%)	619.584 (8,5%)	838.221 (7,7%)
Nº de novos estabel. e (Nº total e % relativo) (CEMPRE)	11.588 (90.873; 1,8%)	15.358 (131.408; 2,5%)	25.767 (238.019; 2,5%)*
Postos de trabalho formais (RAIS:2017; 2019 e NOVO CAGED:2023)	142.642 (0,3%)	154.803 (0,3%)	193.762 (0,4%)

*Dados do CEMPRE de 2022

As atividades imobiliárias são sensíveis à dinâmica da economia do país, influenciando diretamente o comportamento dos mercados de compra, venda e locação de imóveis. Embora sua representatividade tenha diminuído ao longo dos anos analisados, o setor imobiliário ainda detém uma parcela significativa do PIB, com uma redução de 8,5% em 2017 para 7,7% em 2023.

Segundo dados da Agência Brasil, o déficit habitacional no Brasil vem aumentando nos últimos anos, especialmente entre as famílias com renda de até dois salários mínimos. Nesse contexto, programas lançados pelo governo para financiar a construção e pequenas reformas residenciais têm papel importante no crescimento do mercado imobiliário.

DESAFIOS

- **2023:** implementação de modelos inovadores no setor imobiliário, aumento da autonomia e rentabilidade para profissionais do setor

Principais desafios tecnológicos compartilhados nos diferentes setores

Além da análise dos desafios específicos de cada setor, alguns desafios compartilhados entre as empresas brasileiras foram analisados de forma agregada com objetivo de destacar a necessidade de abordagens colaborativas e soluções integradas que promovam avanço em inovação tecnológica do ecossistema econômico como um todo.

EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO (UX) E DO CLIENTE (CX)

Tanto em 2019 como 2023, empresas de diferentes setores da economia buscavam aprimorar a experiência do usuário (UX) e do cliente (CX) recorrendo à adoção de tecnologias como: IA, IoT e *Data Analytics*. Essas ferramentas possibilitam a clusterização das preferências dos clientes, permitindo uma personalização em tempo real e uma integração mais eficiente entre os serviços oferecidos.

No setor de saúde, a automação de processos com computação em nuvem e IoT podem melhorar a precisão e reduzir tempo de espera dos pacientes. No varejo, a combinação de IoT com análises de dados pode aprimorar a experiência de compra, integrando canais de atendimento e facilitando a jornada do consumidor, enquanto no setor de logística e transporte, a IA pode ser utilizada para personalizar itinerários e otimizar operações.

Outras tecnologias com potencial para ser aplicada no contexto de UX e CX são a Realidade Aumentada (AR) e Realidade Virtual (VR) que podem criar experiências imersivas em ambientes físicos melhorando, por exemplo, a experiência em setores como saúde e na capacitação e treinamento de funcionários no setor industrial. Ainda, essas tecnologias possuem potencial de permitir que os clientes experimentem produtos virtualmente antes de realizar a compra.

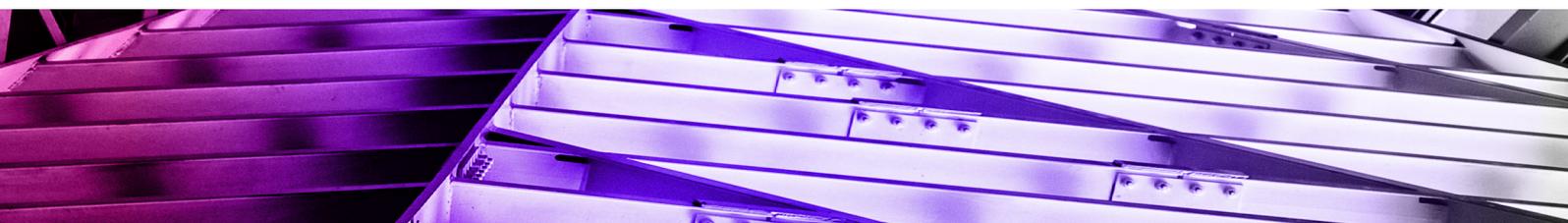
ENGAJAMENTO DE EQUIPES

A integração de tecnologias avançadas para otimização do engajamento entre equipes e colaboradores também se mostrou ter importância tanto em 2019 como 2023.

Por meio da utilização de ferramentas de *Data Analytics* é possível se obter uma análise detalhada do desempenho dos colaboradores, possibilitando ajustes dinâmicos nos conteúdos e métodos de treinamento com base em métricas objetivas.

Aplicando-se IA, é possível personalizar a experiência de aprendizado, ajustando os materiais conforme as necessidades individuais e automatizando a coleta e análise de *feedbacks*, promovendo uma abordagem adaptativa e orientada a dados.

Ainda, com apoio de plataformas e computação em nuvem é possível oferecer um ambiente integrado e acessível para a gestão e entrega de treinamentos, garantindo que os colaboradores possam acessar os materiais de qualquer lugar, promovendo flexibilidade e continuidade no aprendizado.



AUMENTO DE VENDAS (VAREJO)

De 2019 a 2023, os desafios no varejo refletiram mudanças nas demandas dos consumidores e nas operações internas das empresas.

Em 2019, os desafios se concentraram em melhorar a experiência do cliente e coletar dados para decisões de marketing mais informadas. Os varejistas buscavam entender o comportamento do consumidor para personalizar ofertas e experiências. A captura de dados nos pontos de venda e a análise de devoluções foram considerados pontos-chaves para otimizar a satisfação do cliente e ajustar estratégias de marketing.

Já em 2023, os desafios passam a incluir a automação e a eficiência operacional. As empresas enfrentam a necessidade de integrar diversos sistemas e planilhas, automatizar processos e qualificar *leads* com mais precisão usando inteligência artificial. Resolver problemas de pagamento em *self-services* e rodízios com soluções como uso QRCode podem agilizar o atendimento e melhorar a experiência do cliente.

Os desafios de fidelização e marketing também evoluíram. Em 2023, mostrou-se necessário desburocratizar programas de fidelidade e obter informações em diversos segmentos para priorizar oportunidades de venda.

Além disso, demandas surgiram para melhorar o monitoramento e a prevenção de furtos e identificar possíveis perdas. Outro desafio citado em 2023 foi a busca por soluções tecnológicas que agreguem valor a uma variedade de pontos de venda, desde pequenos até grandes estabelecimentos.

Sistemas integrados que unificam diversas áreas da empresa e que combinam eficiência operacional com inteligência empresarial foram destaques entre as demandas no setor do varejo. O ERP (*Enterprise Resource Planning*), por exemplo, trata da operação e dos recursos, centralizando e automatizando processos para aumentar a produtividade. O BI (*Business Intelligence*) coleta, armazena e analisa dados de várias fontes para fornecer insights acionáveis e análises preditivas. O CRM (*Customer Relationship Management*) foca no relacionamento e satisfação do cliente, centralizando todas as interações e dados dos clientes, desde o primeiro contato até o pós-venda. A integração desses sistemas permite alcançar uma gestão mais eficiente possibilitando uma posição competitiva no mercado.

De acordo com a sexta edição da pesquisa Transformação Digital no Varejo Brasileiro, da Sociedade Brasileira de Varejo e Consumo, a transformação digital é uma realidade no varejo em 2024, porém ainda há dificuldades em sua implementação, principalmente na parte financeira (32%), na mudança da cultura organizacional (28%) e em processos (24%). O estudo destaca que, entre as empresas varejistas, as tecnologias prioritárias para

implementação nos próximos 12 meses são inteligência artificial (84%), visão computacional (28%) e identificação por radiofrequência (RFID) (20%). Para as empresas varejistas que já investiram na transformação digital, observaram um aumento de 77% tanto na receita da empresa como no engajamento do consumidor, aumento de 65% no valor da empresa além de um aumento de 69% da rentabilidade da empresa.

Outro ponto de ascensão que tem alterado o comércio varejista é o comércio eletrônico, mais conhecido como e-commerce ou varejo digital, tanto em grandes cadeias varejistas quanto em pequenos varejistas locais. Segundo estudo citado acima, o foco dos investimentos atuais relacionados está concentrado no varejo digital (69%), CRM (69%) e na omnicanalidade (65%), que se refere a estratégia que visa proporcionar uma experiência unificada e consistente aos clientes em todos os canais de uma empresa, sejam eles físicos ou digitais.

No setor de vendas, outros desafios incluíram uso de tecnologia para **gestão pós-venda** e assistência técnica de excelência, identificação e compreensão do perfil de potenciais clientes, otimização das atividades dos promotores de vendas, engajamento entre os representantes autônomos e a gestão de compradores nacionais e internacionais.

O serviço pós-venda se refere a ações, estratégias e iniciativas destinadas a aperfeiçoar a experiência do cliente após a compra. Alguns tipos de serviços pós-venda incluem **follow-up**, que é um serviço contínuo de acompanhamen-

to que inclui agradecimentos pela compra, obtenção de *insights* sobre a experiência do cliente, envio de ofertas e promoções, e presentes. Outro tipo é o **cross-selling**, que é a venda complementar de produtos relacionados para melhorar a experiência do cliente e aumentar a receita. O **up-selling** incentiva a compra de produtos ou serviços mais abrangentes do que os já possuídos pelo cliente, como atualizações tecnológicas ou melhorias de serviço. O **suporte técnico** é realizado por uma equipe capacitada para resolver problemas e dúvidas técnicas sobre o uso do produto ou serviço. Além disso, o **feedback** é obtido por meio de processos que visam avaliar as opiniões, necessidades e expectativas dos clientes. Avaliar como a empresa se apresenta em cada um desses serviços após a execução de uma venda pode trazer *insights* sobre pontos de melhoria e ajudar a solucionar desafios na gestão pós-venda.

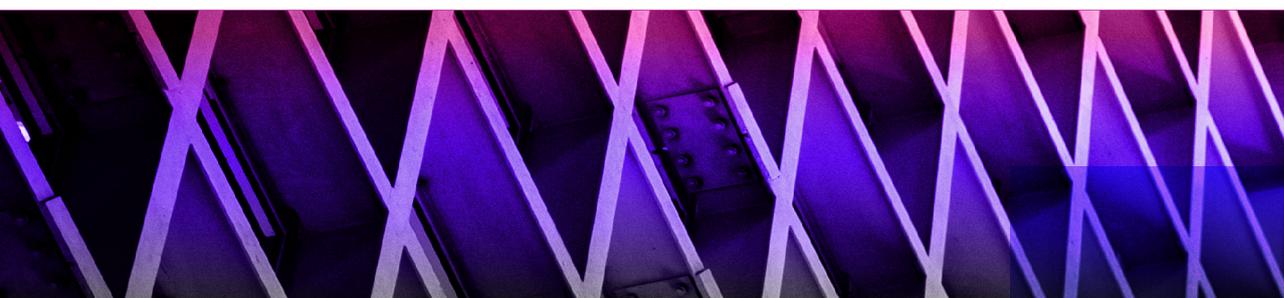
Ainda, para avaliar a eficácia destas estratégias de pós-venda, as empresas podem avaliar duas outras métricas: o Custo de Aquisição de Clientes (CAC) e o *Lifetime Value* (LTV). O CAC calcula quanto uma empresa gasta para adquirir um novo cliente, enquanto o LTV mede o valor financeiro médio que um cliente gera ao longo de seu relacionamento com a empresa. Especialistas indicam que no setor de SaaS (*Software as a Service*), por exemplo, pode custar quatro a cinco vezes mais adquirir um novo cliente do que reter um cliente já existente (FORBES, 2022).

Por exemplo, um *follow-up* eficaz pode aumentar o LTV ao melhorar a satisfação e a fidelidade do cliente, incentivando compras repetidas e, assim, reduzindo a neces-

cidade de adquirir novos clientes com frequência, o que impacta positivamente o CAC. Estratégias de *cross-selling* e *up-selling* podem aumentar a receita por cliente, melhorando o LTV e diluindo o CAC. Um suporte técnico eficiente pode reduzir a rotatividade de clientes, contribuindo para a retenção e, portanto, diminuindo o CAC. Coletar *feedback* regularmente permite identificar áreas de melhoria, tornando as interações futuras mais eficientes e personalizadas, o que também pode facilitar a aquisição de novos clientes e reduzir o CAC.

Em relação à aquisição de novos clientes, pode-se implementar estratégias de marketing de conteúdo e SEO/SEM. O SEO (*Search Engine Optimization*) melhora a visibilidade da empresa, atraindo leads mais qualificados, enquanto o SEM (*Search Engine Marketing*) envolve a utilização de publicidade paga para aumentar a visibilidade nos resultados de busca.

Além disso, a adoção de tecnologias emergentes como o *blockchain* pode ser uma aliada para garantir a transparência e a segurança das transações, criando confiança e segurança para os clientes. Também pode ser utilizado para criar e gerenciar programas de fidelidade mais eficazes, assegurando que os dados dos clientes sejam protegidos contra fraudes e acessos não autorizados.



A Tabela 1 resume os principais desafios enfrentados pelas empresas varejistas, além de práticas e as respectivas tecnologias recomendadas para auxiliá-las.

Tabela 1: desafios e soluções tecnológicas no setor de vendas e varejo

Desafio	Prática	Tecnologia Aplicada
Automação e eficiência operacional	Integrar sistemas e automatizar processos para qualificar leads usando IA, e resolver problemas de filas com QRCode	ERP, IA, QRCode
Agilizar atendimento	Documentar procedimentos e treinar equipe para atendimento rápido e eficiente	Automação de atendimento ao cliente, sistemas de gestão de tickets
Transformação digital no varejo	Adotar IA, visão computacional e RFID para melhorar operações e engajamento do consumidor	Inteligência artificial, visão computacional, RFID

E-commerce e omnicanalidade	Focar em estratégias de CRM e omnicanalidade para proporcionar uma experiência unificada ao cliente	CRM, plataformas de E-commerce, ferramentas de omnicanalidade
Criar atmosfera positiva	Treinar equipe para ser alegre e prestativa, tanto em lojas físicas quanto online	Plataformas de treinamento online, ferramentas de feedback em tempo real
Ouvir clientes	Dar tempo para clientes se expressarem e coletar informações por meio de pesquisas em tempo real	Ferramentas de pesquisa de satisfação, análise de sentimento
Monitorar e refinar desempenho	Acompanhar desempenho do serviço, rastrear e monitorar atividades, atualizando processos com tecnologia	BI, monitoramento de redes sociais

Reduzir CAC	Implementar estratégias de marketing de conteúdo e SEO para atrair leads qualificados	Ferramentas de marketing de conteúdo, SEO e SEM
Aumentar LTV	Desenvolver programas de fidelidade e oferecer incentivos para compras repetidas	Sistemas de fidelidade integrados, CRM
Garantir segurança de dados	Implementar tecnologias para garantir a segurança e transparência das transações e programas de fidelidade	Blockchain

Fonte: Observatório Softex.

MATERIAIS AVANÇADOS

Em 2017, as empresas brasileiras já estavam atentas às mudanças globais, especialmente após o Acordo de Paris em 2016, o qual intensificou a pressão sobre empresas e indústrias para adotarem práticas mais sustentáveis. Baseado nos dados coletados, pode-se observar um movimento das empresas de diversos setores que busca-

ram aplicar pesquisa, tecnologia e design para desenvolver produtos com impacto socioambiental positivo tanto focados em materiais inovadores como baseados em materiais reciclados.

A busca por eficiência energética e alternativas sustentáveis de combustível, especialmente em setores como o de transporte, sugere a necessidade de novos materiais e tecnologias para otimizar o consumo de combustível e reduzir a pegada de carbono. A demanda por sensores eletrônicos de alta precisão destacou a importância de materiais eletrônicos avançados. No setor de saúde, particularmente em 2023, observou-se demanda por dispositivos médicos e materiais implantáveis de alta tecnologia. Na construção civil, um setor historicamente conhecido pelo alto consumo de recursos naturais e pela geração de resíduos, empresas têm buscado soluções para reduzir o impacto ambiental como a utilização de rejeitos de mineração e sedimentos como matéria-prima para produtos de construção. Além disso, ao buscarem apoio para a criação de materiais térmicos e acústicos que melhoram a eficiência da construção, sem utilizar métodos convencionais, demonstra o compromisso do setor com a inovação sustentável.

Essas inovações não só ajudam a reduzir os resíduos que seriam descartados no meio ambiente, mas também criam valor ao integrar cooperativas e pequenas recicladoras em cadeias de valor mais inclusivas e sustentáveis. Entretanto, medir e comunicar de forma clara os impactos sociais e ambientais desses produtos ainda se mostrou como um desafio significativo em 2023. Para tal, algumas empresas estão explorando o uso de tecnologias como

o blockchain para rastrear suas cadeias de suprimentos, porém, a criação de sistemas para quantificar e reportar esses impactos de maneira simples e prática permanece uma necessidade.

Ainda, diante da crescente conscientização sobre a proteção ambiental e os impactos associados à incorporação de novos materiais ou ao aprimoramento de materiais existentes, sejam combinados ou não, e incluindo aqueles com incorporação de tecnologias avançadas, é imperativo realizar uma **Análise de Ciclo de Vida (ACV)** antes da implementação em escala para fins de assegurar, além da viabilidade técnica e econômica, a potencial mitigação de impactos negativos na saúde, no meio ambiente e na sociedade.

A série ISO 14040 é um conjunto de normas que padroniza a metodologia de ACV, abrangendo tanto os aspectos técnicos quanto organizacionais dos projetos de ACV, fornecendo uma estrutura geral para a condução dessas avaliações. As normas incluem diretrizes sobre a definição de objetivos, escopo e análise de inventário, avaliação de impacto do ciclo de vida e interpretação dos resultados sendo amplamente utilizada como ponto de partida para o desenvolvimento da metodologia de ACV em diversos setores, incluindo a indústria da construção, com o objetivo de facilitar a tomada de decisões ambientalmente conscientes.

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

A aplicação da inteligência artificial tem sido pouco explorada para apoiar o controle da gestão de resíduos

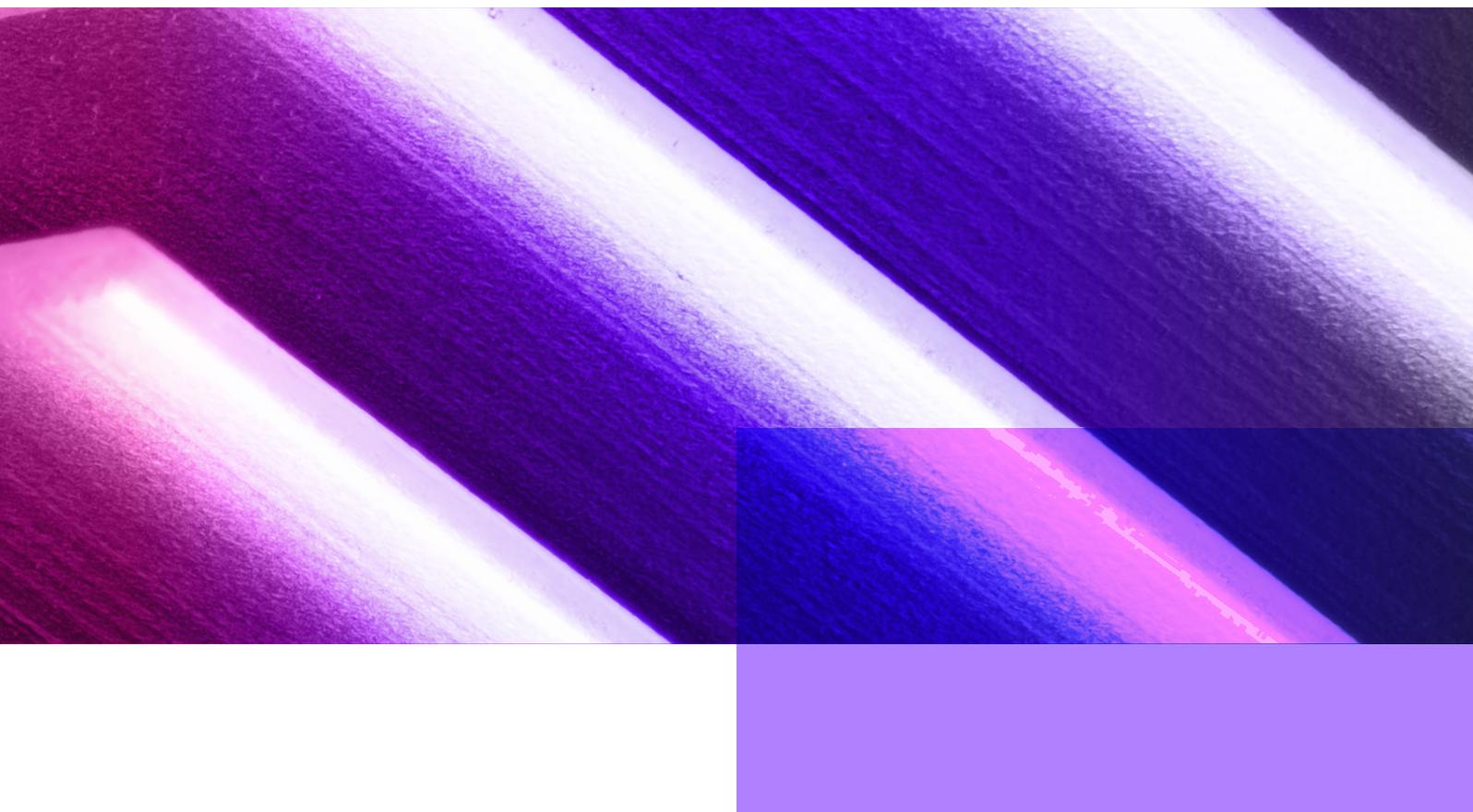
Desafios na otimização de processos, previsão da geração e destinação adequada de resíduos, classificação eficiente de materiais e gestão da cadeia de suprimentos de resíduos foram persistentes ao longo dos anos analisados.

Entre 2017 e 2023, os dados coletados indicam uma busca por tecnologias que apoiem a correta destinação de resíduos, com foco em soluções voltadas principalmente para o monitoramento do destino final, ou seja, na cadeia de suprimentos linear, representando a **economia linear**. Porém, uma fração menor de empresas demonstraram a preocupação por soluções que fechassem o ciclo completo de produção, um conceito conhecido como **economia circular**. Tanto a rastreabilidade quanto o impacto socioambiental dos resíduos se tornaram preocupações centrais em 2023 em diversos setores econômicos.

Para atender às demandas dessas empresas, a tecnologia mais recomendada foi a análise de grandes volumes de dados, destinada a otimizar a coleta seletiva e a gestão eficiente de reciclagem e resíduos seguida da tecnologia IoT, voltada para o monitoramento online, controle do volume de reservatórios de resíduos e supervisão da qualidade e melhoria da eficácia em diferentes etapas

do processo. A demanda por sistemas integrados para o desenvolvimento e gerenciamento de serviços internos e processos de gerenciamento de fornecedores também se apresentou como uma demanda para suportar uma gestão mais eficaz e sustentável dos resíduos.

É interessante notar que, em comparação com outras áreas, a **inteligência artificial tem sido pouco explorada para apoiar o controle da gestão de resíduos** tendo em vista a sua crescente aplicação em diversos setores. Assim, percebe-se uma oportunidade em avançar nas aplicações de sistemas baseados em IA para apoiar na demandas de monitoramento e controle de resíduos.





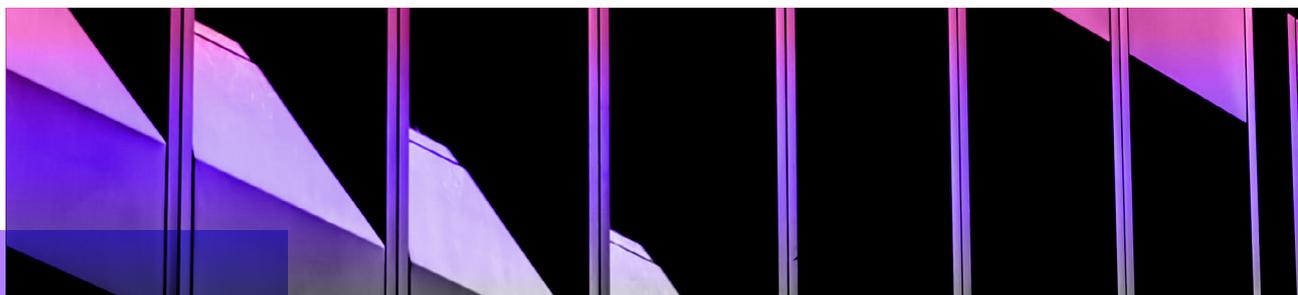
DESAFIOS ESPECÍFICOS
PARA PRODUTOS E SERVIÇOS
DO SETOR TIC E POR
TECNOLOGIAS EMERGENTES

Desafios da Indústria Brasileira

A presente seção tem como objetivo analisar os desafios enfrentados pelas empresas brasileiras que demandam soluções baseadas em produtos e serviços do setor de TIC ou em novas tecnologias. Os resultados serão apresentados de acordo com a aplicação dessas tecnologias nos diferentes setores, incluindo um comparativo da evolução dos seus estágios de maturidade entre 2017, 2019 e 2023. Por fim, discutiremos as tendências tecnológicas emergentes para os próximos anos.

Desafios específicos para produtos e serviços do setor TIC e por tecnologias emergentes

- As soluções buscadas pelas empresas brasileiras estão de acordo com as estimativas do Observatório Softex para os segmentos do setor TIC, mostrando um crescimento das demandas dos segmentos de Indústria do Software e Serviços em TI nos últimos anos.
- A necessidade de soluções providas pelo setor TIC abrange uma ampla gama de serviços e ferramentas que incluem sistemas integrados, computação em nuvem, georreferenciamento e mobilidade.



A análise da evolução das demandas tecnológicas pelas empresas de diversos setores, conforme apresentado na Tabela 2, aponta para o crescente interesse de implementação de produtos e serviços do setor de TI e de novas tecnologias, também conhecidas como tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 ou tecnologias emergentes. A maior proporção de soluções para os desafios, ao comparar de forma agregada entre os diversos setores, foi para produtos e serviços ofertados pelo setor TIC (Tabela 2).

Tabela 2: evolução das tecnologias demandadas pelas empresas brasileiras em 2017, 2019 e 2023.

Área	Solução tecnológica	2017	2019	2023
Produtos e serviços do Setor TIC	Indústria de Software, Serviços de TI e Serviços de Telecom	17,7%	28,4%	30,9%
Novas tecnologias	Big Data and Analytics	25,8%	34,2%	15,2%
	Inteligência Artificial	3,2%	20,7%	24,2%
	Internet das Coisas (IoT)	14,5%	13,1%	16,9%
	Blockchain			3,4%
	Realidade Aumentada e Realidade Virtual	4,8%	0,5%	0,6%

Outras tecnologias	Desenvolvimento de produtos + impressão 3D	25,8%	2,3%	6,2%
	Materiais avançados	8,1%	0,9%	2,8%

Fonte: Observatório Softex.

A necessidade de **plataformas e sistemas integrados**, como ERP, CRM e BI, manteve-se como a principal demanda do setor TIC ao longo dos três anos analisados. Na sequência, a segunda solução mais demandada foi a **aplicação de processos de negócio**, que se referem a softwares e serviços específicos voltados para o desenvolvimento, personalização e gestão de aplicações utilizadas por usuários finais dentro de uma empresa. Ainda, enquanto a computação em nuvem apresentou uma tendência modesta de crescimento nos três anos analisados, demandas por soluções de georreferenciamento e de comunicação e colaboração mostraram uma tendência de queda, sugerindo uma estabilização na necessidade dessas tecnologias.

Os dados apresentados na Tabela 2 estão de acordo com as estimativas do **Observatório Softex** para os segmentos do setor TIC, mostrando um crescimento dos segmentos de Indústria do Software e Serviços em TI nos últimos anos. O **Observatório Softex** define o Setor TIC como “produtos e serviços que possibilitam o processamento, a transmissão e a divulgação ou uso de informação e de comunicação por meios eletrônicos” (Softex 2012). Assim, o setor engloba a criação, venda, distribuição e consumo de produtos e serviços dos setores de Tecnologia da Informação, Telecomunicações, Conteúdo e Mídia (Softex 2024).

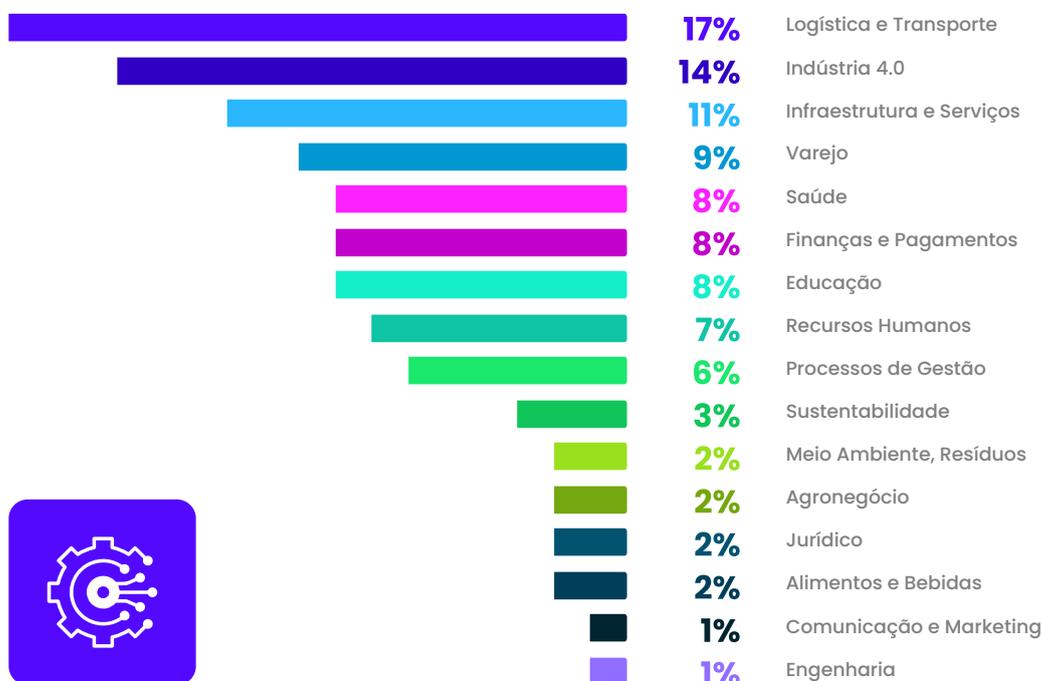
Essas ferramentas e serviços gerados pelo setor de TIC permitem a materialização do conceito “4.0” em diversos segmentos com suas respectivas características de operação e produtos ou serviços gerados. Por exemplo, na Indústria 4.0, tecnologias como automação avançada, IoT e inteligência artificial são usadas para otimizar a produção e melhorar gestão de recursos; na Saúde 4.0, a telemedicina e a análise de grandes volumes de dados melhoram o diagnóstico e a personalização dos cuidados, enquanto Educação 4.0, plataformas digitais e inteligência artificial propiciam experiências mais interativas e personalizadas.



À medida que a transformação digital avança e a demanda por soluções tecnológicas cresce, conforme podemos observar na Tabela 2, o setor TIC gera oportunidades em mercados emergentes, no desenvolvimento de produtos inovadores e em parcerias estratégicas. Ainda, as empresas e os consumidores dependem cada vez mais de tecnologias digitais para comunicação e troca de informações.

No gráfico da Figura 2, podemos observar a distribuição das demandas por soluções do setor TIC nas mais diversas atividades econômicas.

Figura 2: distribuição das demandas por serviços e produtos do setor TIC nas atividades econômicas.



Fonte: Observatório Softex.

As demandas demonstram que os setores de Logística e Transporte e Indústria 4.0 lideram a procura por soluções do setor TIC, representando 17,3% e 14,2% das demandas, respectivamente. Ambos os setores são chaves para diversas áreas: enquanto logística e transporte garantem que os insumos cheguem às indústrias para a produção e que os produtos alcancem consumidores e mercados, a Indústria 4.0 se refere à integração de tecnologias digitais em processos produtivos, promovendo a conectividade entre máquinas, sistemas e pessoas. Esse panorama é coerente com a necessidade de modernização e otimização de processos nesses setores, que estão à frente em otimizar suas respectivas eficiências operacionais.

Ao entender os motivadores e as demandas dos diversos setores do mercado por soluções do setor TIC permite que as partes interessadas ajustem suas estratégias para impulsionar o crescimento e a aplicação dessas tecnologias, influenciando assim a trajetória futura do setor de TIC.

Nas seções seguintes, serão exploradas as principais novas tecnologias demandadas em nosso estudo, juntamente com suas características e seus respectivos setores econômicos. Além disso, será apresentado o estágio de maturidade demandada de cada uma dessas novas tecnologias.

Soluções em Novas Tecnologias

BIG DATA AND ANALYTICS

O setor de Infraestrutura e Serviços liderou as demandas por soluções de Big Data e Analytics, representando 22% do total, seguido da Indústria 4.0, com 19%

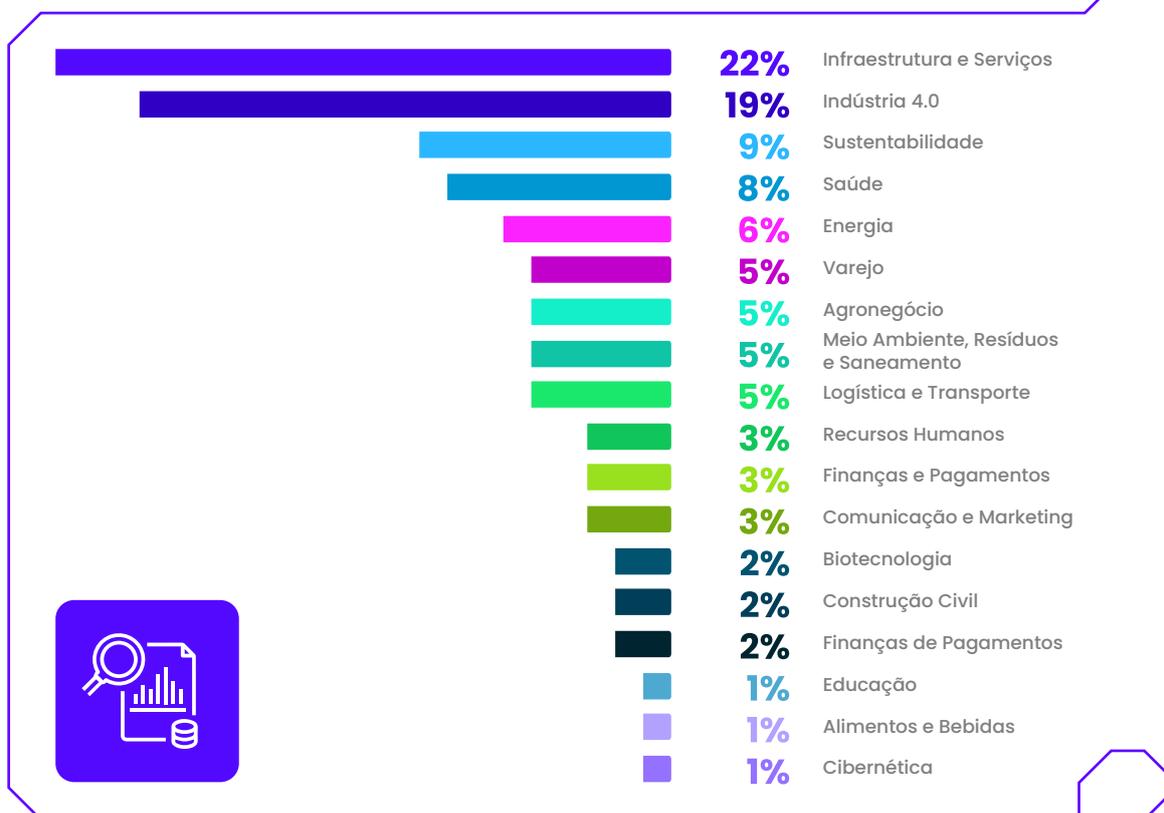
Em 2017, entre os desafios analisados entre os diversos setores, as demandas por soluções de *Big Data* e *Analytics* se destacaram entre as demais tecnologias digitais, representando 25,8% das demandas totais. A aplicação de técnicas de clusterização e análise de padrões em grandes volumes de dados se apresentaram como demandas para modelos analíticos para fins de otimizar processos, ajustando as métricas das entregas e condições operacionais e implementando medidas corretivas.

Essas demandas aumentaram em 2019 em relação a 2017, passando de 25,8% para 34,2%, refletindo as crescentes complexidades corporativas e industriais para identificar ineficiências ao longo dos processos, as quais se apoiam em modelagem de cenários e simulações avançadas para apoiar a tomada de decisões. No varejo, técnicas de análise de dados para prever tendências e otimizar a oferta com novas formas de venda além de modelos preditivos baseados em dados históricos e macrotendências foram citadas como desafios.

Além de manter as tendências de 2019 por organização e estruturação de dados para otimizar processos, em 2023, a incorporação de dados ambientais e operacionais foram citados como pontos importantes para melhorar a eficiência e a sustentabilidade desses processos. Ainda, técnicas de análise de dados clínicos para buscar novos diagnósticos e identificar novos fatores prognósticos bem como a otimização de plataformas e a modelagem logística foram demandas ressaltadas para uma melhor previsão da demanda e alocação de recursos.

Em uma análise setorial agregada, conforme apresentada na Figura 3, a área de Infraestrutura e Serviços liderou as demandas por soluções de *Big Data e Analytics*, representando 22%, seguido de Indústria 4.0, com 19%.

Figura 3: distribuição setorial das demandas empresariais por soluções baseadas em *Big Data e Analytics*.



Fonte: Observatório Softex.

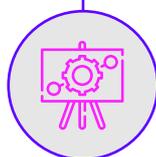
No setor de Infraestrutura e Serviços, as principais demandas envolveram a otimização de processos e a gestão estratégica, com foco na análise de dados fiscais, planejamento estratégico e integração de dados para apoiar a tomada de decisões. Além disso, se destacaram demandas por melhoria da eficiência operacional, utilizando dados históricos para previsões e modelagem de cenários para aprimorar processos e melhorar a experiência dos usuários.

Já na Indústria 4.0, as demandas mais frequentes incluíram a padronização de processos industriais, juntamente com melhorias no controle de qualidade, logística e monitoramento em tempo real de estoques e processos.

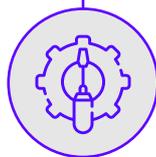
Em relação à maturidade das aplicações das técnicas de *Big Data e Analytics*, podemos classificar nas seguintes fases:



Planejamento: os objetivos são definidos e alinhados com as metas de negócio



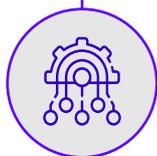
Coleta e Integração de Dados: os dados são reunidos de diferentes fontes e unificados



Processamento e Armazenamento: os dados são transformados em formatos utilizáveis e armazenados em sistemas escaláveis



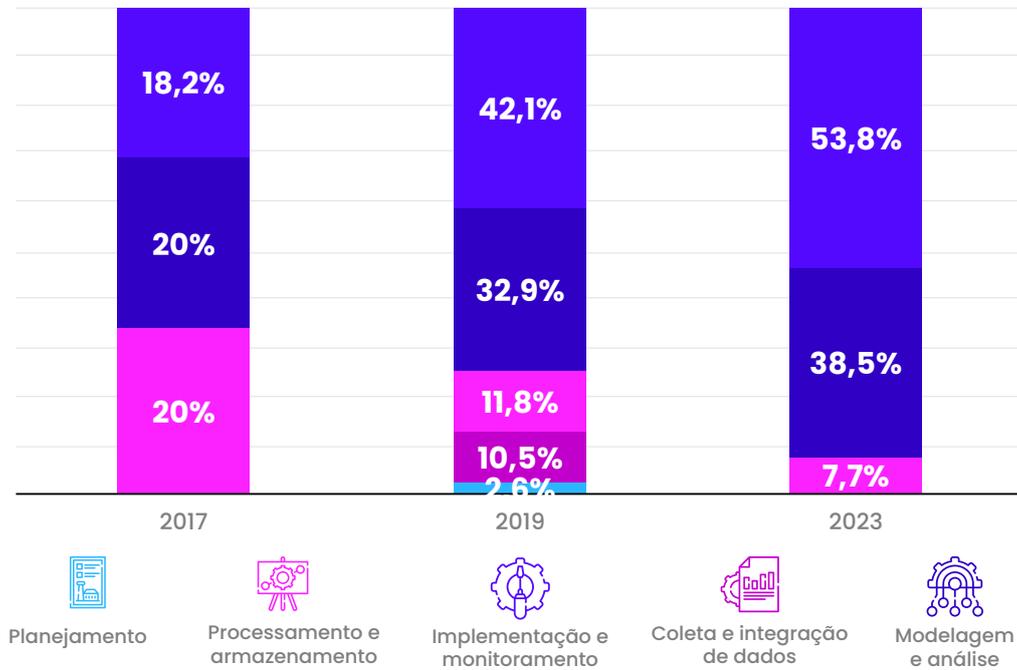
Modelagem e Análise: os dados são tratados com técnicas analíticas para gerar insights e prever tendências



Implementação e Monitoramento: aplicação de soluções que garantam que os dados sejam aplicados ao negócio e ajustadas continuamente para otimizações, mantendo sua eficácia ao longo do tempo

Em uma análise agregada entre os setores, os dados indicaram um avanço significativo na maturidade das demandas por soluções de *Big Data e Analytics*. Conforme ilustrado na Figura 4, em 2017, 20% das demandas estavam concentradas em Planejamento e 20% em Coleta de Dados, refletindo uma fase inicial de estabelecimento de infraestrutura. Já em 2019, o foco se deslocou para Implementação e Monitoramento, que subiu para 42,1%, e continuou a crescer em 2023, atingindo 53,8% do total de demandas.

Figura 4: evolução da maturidade das demandas empresariais por soluções baseadas em *Big Data e Analytics*.



Fonte: Observatório Softex.

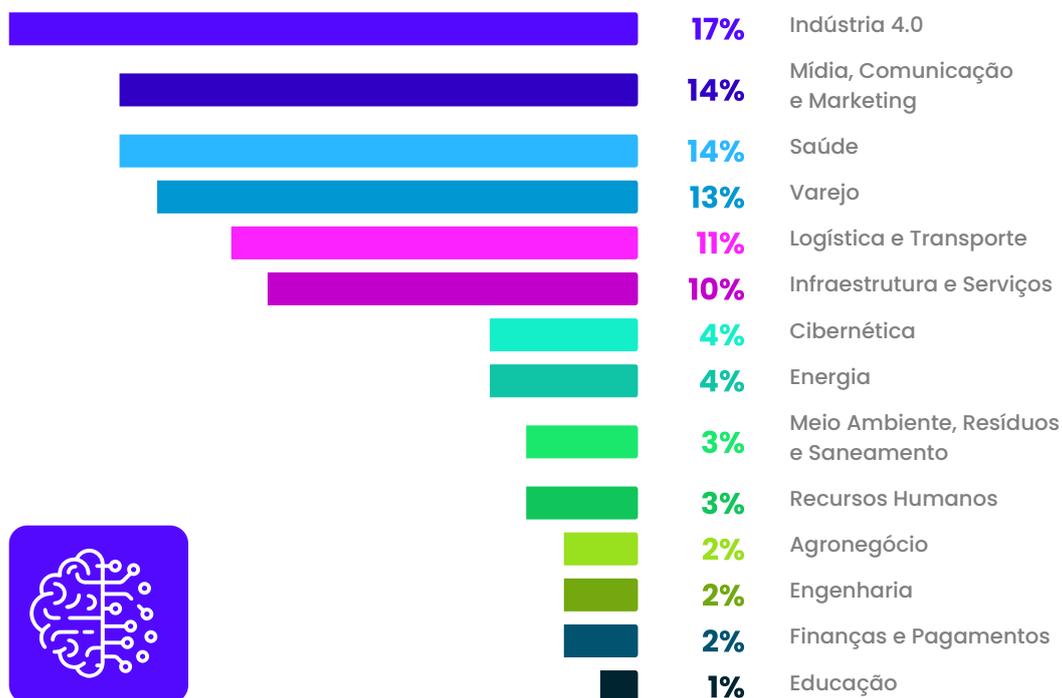
Os dados apresentados sugerem que as empresas alcançaram um estágio mais avançado ao aplicarem *Big Data e Analytics*, com ênfase na aplicação prática dos dados e no monitoramento contínuo de processos corporativos e industriais.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

As soluções baseadas Inteligência Artificial foram demandadas majoritariamente para otimizar processos industriais, com foco na redução da ociosidade, na prevenção de falhas e na melhoria da qualidade por meio de sistemas automatizados

Conforme já comentado, as demandas por aplicações de IA mantiveram proporções similares entre 2019 e 2023 e se mostram demandas por diversos setores da economia, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5: distribuição setorial das demandas empresariais por soluções baseadas em Inteligência Artificial.



Fonte: Observatório Softex.

Em ambos os anos, 2019 e 2023, a IA foi demandada majoritariamente para otimizar processos industriais, com foco na redução da ociosidade, na prevenção de falhas e na melhoria da qualidade por meio de sistemas automatizados.

Na sequência, o setor de comunicação e marketing por soluções para personalização e o aprimoramento do atendimento ao cliente se destacou sendo que, em 2019, a IA foi demandada para criar programas de fidelidade dinâmicos e melhorar a experiência dos consumidores, enquanto em 2023, a tendência se aprofundou com a recomendação de produtos personalizados e a segmentação precisa de serviços (ex. entender e antecipar as necessidades dos clientes), especialmente na saúde e no varejo.

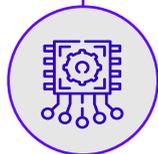
Ainda como destaques, a gestão de recursos e a logística também permaneceram como áreas centrais em ambos os anos, incluindo soluções para desafios logísticos e gerenciamento de estoques em 2019 e, avançando em 2023, por soluções para a otimização de processos logísticos em larga escala e a automação de compras.



O nível de maturidade na adoção de tecnologias de IA pode ser dividido em 5 níveis, conforme sugerido no Modelo de maturidade de IA do Gartner (Gartner, 2020), sendo:



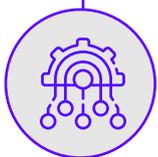
Planejamento ou consciência: a organização está explorando o potencial da IA, mas ainda não a utiliza de forma ativa para resultados de negócios



Experimentação: a empresa começa a experimentar IA em áreas específicas e os planos iniciais do projeto de prova de conceito (POC) são elaborados, mas sem uma estratégia abrangente



Operacional/Estabilização: a IA está integrada em processos-chave, com foco na otimização de desempenho e eficiência



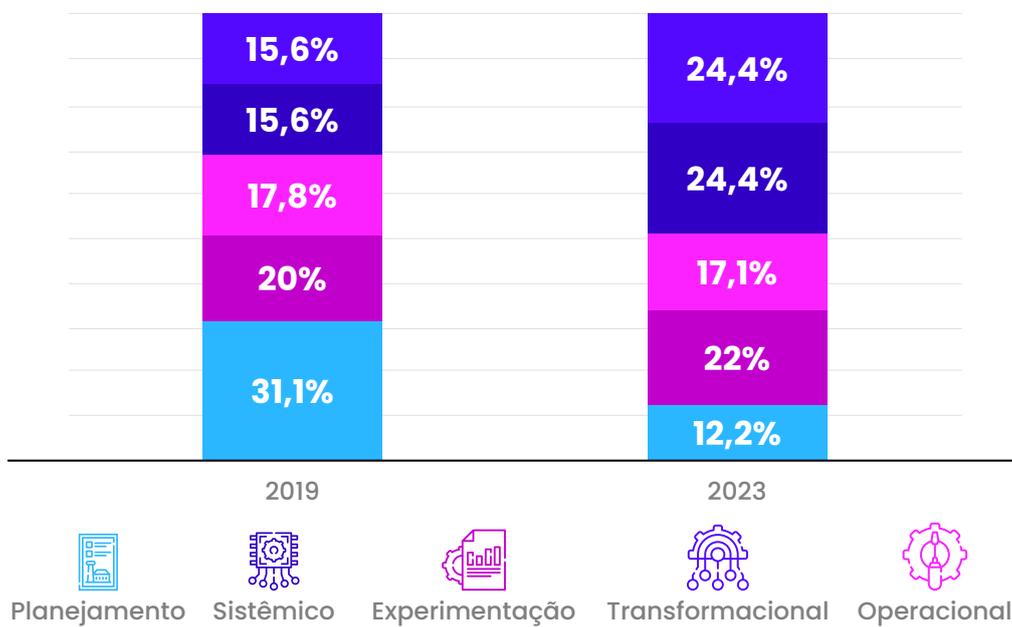
Sistêmico/Expansão: a IA é amplamente usada em toda a organização, promovendo inovação e mudança transformacional



Transformacional: os aplicativos alimentados por IA interagem de forma produtiva dentro da organização e em todo o ecossistema empresarial

Ao comparar as principais diferenças entre 2019 e 2023, conforme apresentado na Figura 6, percebe-se uma tendência de demandas por soluções de maior maturidade em 2023 que em 2019.

Figura 6: evolução da maturidade das demandas empresariais por soluções baseadas em Inteligência Artificial.



Fonte: Observatório Softex.

Enquanto em 2019, os principais desafios estavam concentrados na otimização industrial, personalização de atendimento ao cliente e melhoria da eficiência logística, em 2023, já se observa uma necessidade por aplicações mais complexas como compliance com a LGPD, e em telemetria de sinais vitais, voltada para a saúde e bem-estar. Além disso, em 2023, surgiram desafios em práticas de sustentabilidade e ESG, com IA sendo potencialmente aplicada na otimizar diagnósticos ambientais, mensuração de carbono e redução de uso de agrotóxicos na agricultura. A Softex, em parceria com o CNPq e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), está alinhada a estes desafios emergentes, por meio do Programa IA2³, que integra Inteligência Artificial (IA) e Inovação Aberta. Nossa iniciativa visa apoiar e capacitar projetos de tecnologia em setores como agronegócio, educação, saúde e logística, promovendo conexões com startups e empresas para implementar soluções eficazes e sustentáveis no mercado.

De forma geral, a análise das demandas por aplicações de IA nas empresas brasileiras entre 2019 e 2023 evidencia um avanço em direção a soluções mais maduras, embora as aplicações buscadas ainda se encontram em seus estágios primários.

INTERNET DAS COISAS (IOT)

Como principal aplicação de solução baseada em sistemas de IoT na indústria, destaca-se a demanda na manutenção preditiva de equipamentos.

³ SOFTEX. Programa IA2. Disponível em <https://softex.br/iniciativas/ia2-mcti/>

Em 2017, as empresas enfrentavam desafios como desenvolver soluções com IoT para medição acurada do consumo de energia em equipamentos elétricos e criação de etiquetas inteligentes para monitoramento e logística de cadeia de suprimentos.

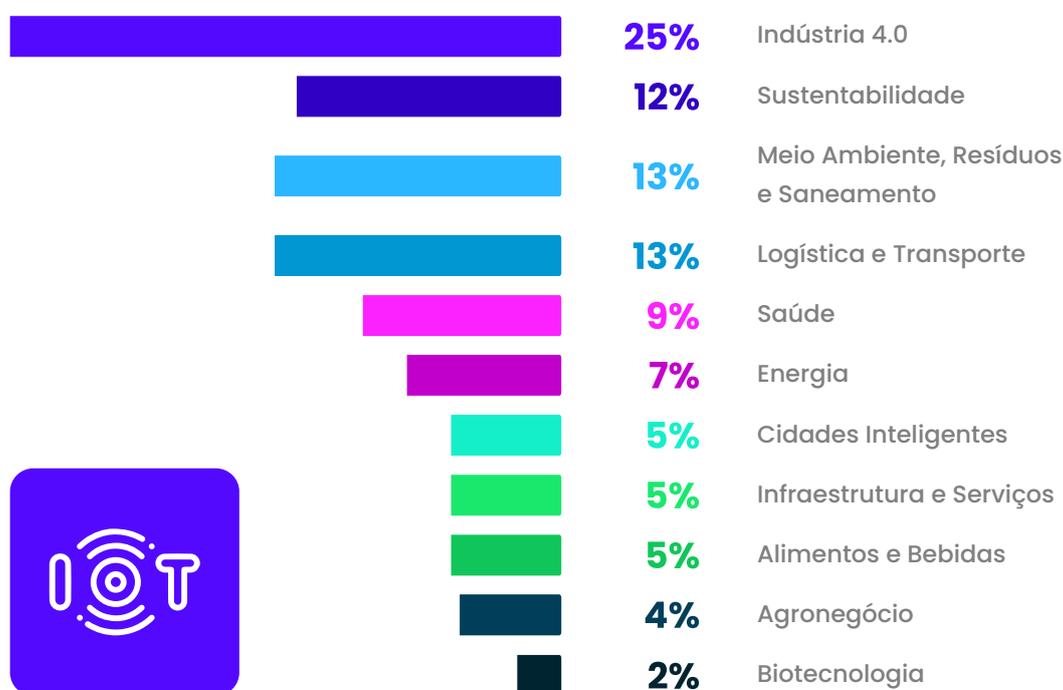
Em 2019, foram observadas demandas por soluções para monitoramento de falhas em rede de dados, otimização do consumo de energia e rastreamento de ativos ao longo da cadeia de suprimentos. No âmbito da Indústria 4.0, houve um foco por soluções na manutenção preditiva e sensoriamento para aumentar a eficiência das máquinas e evitar falhas inesperadas. Na área da saúde, aplicações em IoT buscavam soluções para tornar dispositivos médicos mais eficientes, como sistemas de oxigenoterapia e ventilação mecânica. Além disso, inovações em logística e mobilidade visavam melhorar a rastreabilidade de pedidos e facilitar entregas em locais móveis, enquanto o agronegócio buscou aprimorar a gestão de áreas agrícolas e rotas de pulverização. Demandas pelo monitoramento de agentes químicos, apoio ao controle de volume de reservatórios e estocagem com alerta digital também foram citadas em 2019.

Em 2023, demandas por sistemas para gerenciamento eficiente e apoiar a tomada de decisões para consumo de energia incorporando funcionalidades como telegestão, controle de materiais e georreferenciamento. A manutenção preditiva de máquinas e equipamentos seguiu como uma demanda emergente. Também foram buscadas soluções para melhoria na comunicação e transmissão de dados de dispositivos IoT já implemen-

tados, especialmente em locais de difícil acesso. Ainda, mantendo a tendência de 2019 por soluções de sustentabilidade, as empresas buscaram soluções para otimizar o controle da qualidade e monitoramento de efluentes e resíduos sólidos.

Analisando as demandas por sistema de IoT de forma agregada por setores (Figura 7), a Indústria 4.0 lidera o interesse, representando 25% das demandas. Devido ao extenso potencial de aplicação dessa tecnologia na indústria, cunhou-se o conceito de Internet das Coisas Industrial (IIoT), o qual se refere à extensão e ao uso da internet das coisas em setores e aplicações industriais.

Figura 7: distribuição setorial das demandas empresariais por soluções baseadas em sistemas de IoT.

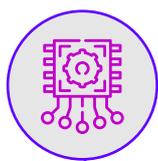


Fonte: Observatório Softex.

Na área da saúde, observou-se um foco em sistemas de IoT que visavam melhorar eficácia dos cuidados médicos, como na otimização da performance de equipamentos de dispensa de tratamentos médicos bem como em soluções para prevenção de quedas de pacientes hospitalizados.

As demandas na área de logística, mobilidade e transporte por soluções baseadas em IoT foram citadas nos três anos dessa amostragem. Entre as principais necessidades, as empresas buscaram soluções em tecnologias para rastreamento e movimentação de materiais e produtos, rotas repetitivas bem como soluções para entregas em endereços móveis, como carros, por exemplo. Essas demandas refletem a busca por maior eficiência operacional e precisão nas operações logísticas.

Em relação à maturidade de aplicação das soluções de IoT, pode-se considerar cinco fases principais:



Dispositivos embarcados: implementação de dispositivos nas máquinas para monitoramento e coleta de dados em tempo real



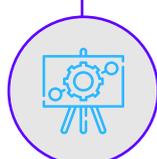
Conectividade em IoT: integração de sensores e dispositivos conectados, permitindo comunicação contínua entre máquinas e sistemas



Computação em nuvem: armazenamento e processamento centralizado de dados para facilitar análises rápidas e decisões eficientes



Análise preditiva: uso de algoritmos para antecipar possíveis falhas ou interrupções nos equipamentos

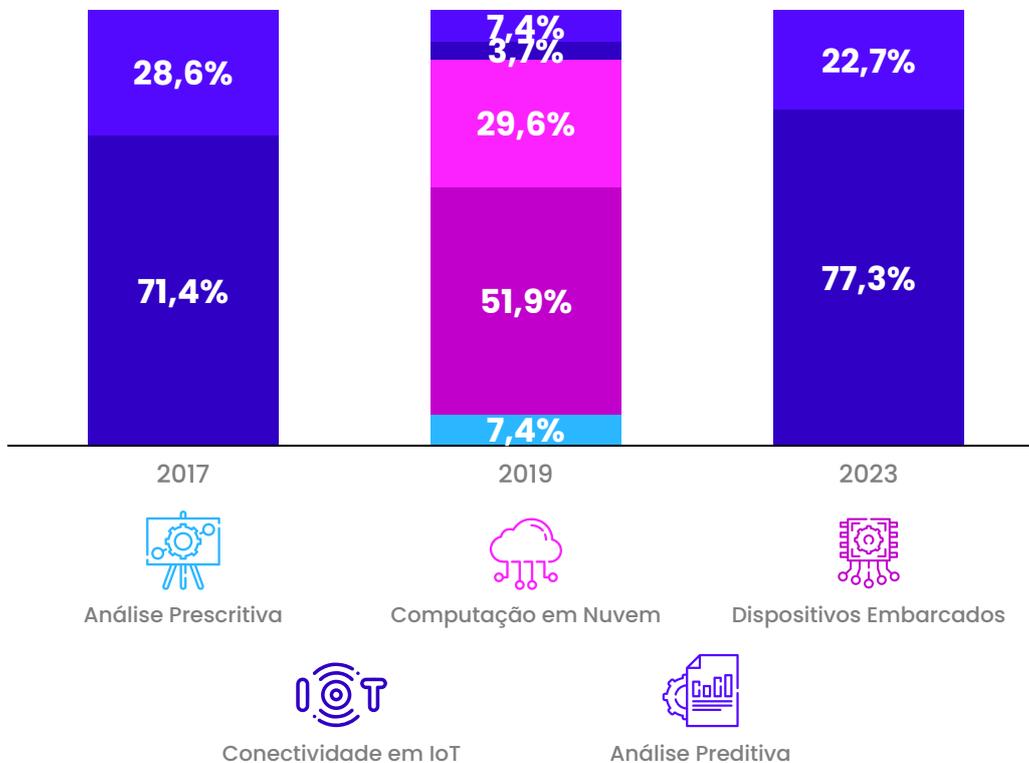


Análise prescritiva: geração de recomendações automatizadas sobre as melhores ações a serem tomadas

Ao comparar 2017 e 2023 a maturidade de aplicação das soluções de IoT de forma agregada entre os setores, nota-se que o mercado ainda demanda, em grande parte, soluções mais imaturas, e pouco se observou em termos de avanços de maturidade nesse período, conforme apresentado na Figura 8. O Programa CI Inovador⁴ é uma resposta estratégica a essa demanda, focando na formação de profissionais qualificados em semicondutores e microeletrônica. Coordenado pela Softex e apoiado pelo MCTI, o programa oferece residência nas trilhas de Sistemas Digitais e Sistemas Analógicos, integrando módulos que abordam aspectos técnicos e de gestão. Ao capacitar os profissionais tanto com conhecimentos avançados como em competências práticas, o CI Inovador tem o potencial de impulsionar o avanço para soluções em IoT mais maduras, fortalecendo o ecossistema nacional e promovendo a inovação tecnológica no setor.

⁴ SOFTEX. Programa CI Inovador. Disponível em <https://softex.br/iniciativas/ci-inovador/>

Figura 8: evolução da maturidade das demandas empresariais por soluções baseadas em sistemas de IoT.



Fonte: Observatório Softex.

Nos três anos analisados, a maioria das empresas buscou soluções para desafios relacionados à conectividade em IoT, ou seja, demandas que exigem a comunicação entre dispositivos para sincronizar dados e operar em rede de forma coordenada. Logo após essa fase, a demanda mais frequente foi por soluções de **análise preditiva**, a fase subsequente na maturidade tecnológica. Adicionalmente, fases de maturidade mais avançadas em IoT não registraram adoção significativa, indicando uma lacuna significativa entre o potencial dessas tecnologias e sua potencial aplicação prática no mercado. Dada a importância observada em nossas análises, esse tópico será melhor explorado na seção “Discussão”.

Como serão exploradas na seção “*Tendências em Inovações Tecnológicas*”, as soluções baseadas em IoT deixaram de ser apenas uma tendência para se consolidarem como uma realidade no mercado. Na fase atual, o foco está na integração do IoT com outras tecnologias emergentes, tornando seu avanço diretamente dependente da maturidade dessas tecnologias complementares. Essa convergência tecnológica destaca a importância de um desenvolvimento coordenado e estratégico, no qual diferentes setores da economia precisam evoluir de forma integrada para maximizar os benefícios dessa sinergia.

BLOCKCHAIN

Em 2023, a tecnologia blockchain destacou-se como potencial solução para resolver desafios como glosas e atrasos nos pagamentos, garantir rastreabilidade de alimentos e reduzir fraudes na certificação de documentos e autenticação pessoal, além de tokenizar créditos de carbono para maior transparência e confiança.

Blockchain emergiu como uma potencial solução para demandas analisadas em nossos dados em 2023, oferecendo uma abordagem para enfrentar desafios complexos em diversos setores. Entre as potenciais aplicações, a tecnologia blockchain pode resolver desafios relacionados à resolução de glosas e atrasos nos pagamentos ao garantir que todos os detalhes dos serviços prestados sejam registrados de forma segura e acessível às partes interessadas.

No campo da rastreabilidade de alimentos, o blockchain oferece a capacidade de criar um registro transparente que assegura a conformidade com padrões ambientais ao longo de toda a cadeia de suprimentos, desde a origem até o consumo.

Além disso, as soluções baseadas em blockchain podem apoiar desafios de reduzir fraudes e erros na certificação de documentos, como diplomas e contratos. Também o uso de blockchain para tokenizar créditos de carbono tem alto potencial de garantir que cada crédito corresponda a uma redução real e verificada de emissões, promovendo maior transparência e confiança neste mercado.

Em conclusão, as empresas enfrentam atualmente desafios complexos que podem ser resolvidos com o uso da tecnologia blockchain, especialmente em áreas como rastreabilidade e certificações. As inovações destacadas na seção “Tendências em inovações tecnológicas”, apontam para a direção dos esforços, aproveitando as soluções já disponíveis e se preparando para integrar as novas aplicações que ainda estão em desenvolvimento.

REALIDADE AUMENTADA (AR) E REALIDADE VIRTUAL (VR)

AR/VR se expandiram de aplicações em treinamento e experiências iniciais para criar ambientes imersivos e interativos.

Ao longo dos anos analisados, as empresas enfrentaram desafios para a incorporação de tecnologias avançadas envolvendo Realidade Aumentada/Realidade Virtual (AR/VR).

As demandas por soluções baseadas em AR/RV já se apresentaram em 2017, tendo aplicações em treinamentos, replicação de experiências para clientes e expansão de centros de distribuição de forma competitiva e escalável.

Em 2019, essas tecnologias também foram exploradas para prover treinamento interativo de processos industriais.

Em 2023, as empresas buscavam experiências que combinam o físico e o digital, utilizando gamificação e simulações para engajar visitantes e consumidores em ambientes diversos.

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E IMPRESSÃO 3D

Ao longo dos anos analisados, os desafios enfrentados pelas empresas para o desenvolvimento de novos produtos e soluções tecnológicas refletem a evolução das necessidades dos mercados e as demandas por inovação em diferentes setores.

Em 2017, os desafios estavam centrados em soluções que melhorassem a eficiência operacional e a qualidade dos processos. Setores como saúde e biotecnologia buscavam sistemas avançados para entrega de medicamentos e soluções para inspeção de qualidade. Além do foco em energias renováveis e eficiência energética também se observou a busca por integração de tecnologia em processos industriais e a aplicação de novos conceitos que pudessem gerar valor tanto em termos de produtos quanto em experiências de consumo.

Em 2019, a biotecnologia ganhou destaque com a demanda por bioprocessos avançados e produção em larga escala de moléculas biológicas. Paralelamente, o desenvolvimento de novas tecnologias foi demandado para cuidados em saúde tanto em ambientes controlados como hospitais e clínicas, quanto para dispositivos que pudessem ser integrados à vida cotidiana. O setor de varejo também demandou inovações voltadas para a experiência do consumidor, com embalagens interativas e outras soluções digitais, destacando a personalização dos produtos e serviços.



O alinhamento e tendências com práticas ESG e sustentabilidade foram destaques em 2023. A busca por soluções com materiais sustentáveis e o desenvolvimento de processos para reduzir o impacto ambiental influenciaram as prioridades das empresas. Além disso, o setor de logística e transporte buscou o desenvolvimento de novas tecnologias para apoiar as metas de redução de carbono. Por fim, em 2023, o desenvolvimento de novas tecnologias para apoiar a inclusão e a acessibilidade também se destacou, com desafios voltados para soluções para aumentar a acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência.

Nesse contexto das oportunidades de 2023, a impressão 3D emergiu como uma tecnologia para criar soluções customizadas em diversos setores. No setor de saúde, a impressão 3D foi citada pelas empresas tanto para apoiar o desenvolvimento de modelos *in vitro* como para desenvolvimento de dispositivos personalizados e complexos de captação imagens e sinais vitais de órgãos e tecidos, enquanto na construção civil, mostrou-se com potencial para ser empregada na fabricação de componentes sustentáveis adaptados a ambientes.



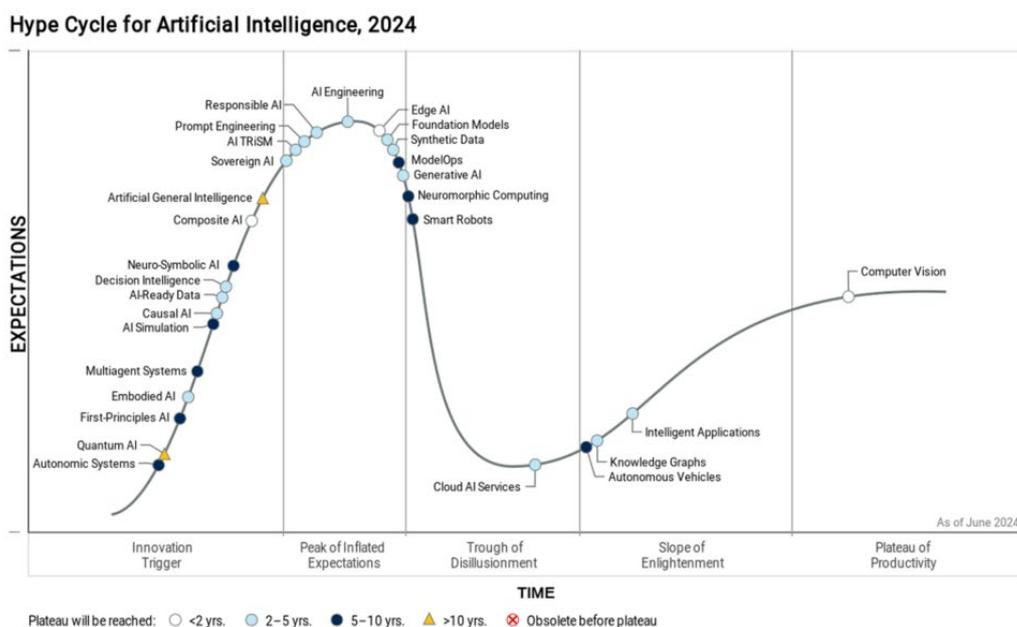
TENDÊNCIAS EM INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

Desafios da Indústria Brasileira

A seção a seguir explora as perspectivas futuras em relação à inteligência artificial, à blockchain e às demais tecnologias emergentes com ênfase em como essas inovações podem apoiar os desafios enfrentados pelas empresas brasileiras.

À medida que as empresas buscam se adaptar às rápidas mudanças tecnológicas, especialmente no que diz respeito a inovações em IA, as perspectivas da Gartner podem auxiliar na identificação de oportunidades estratégicas, além de orientar a aplicação eficaz dessas inovações, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9: ciclo de tendências para inteligência artificial para 2024.



Gartner

Fonte: Gartner, 2024.

Segundo a Gartner, em 2024, o IA generativa (GenAI) já ultrapassou o pico das expectativas infladas no ciclo de tendências. Além disso, a engenharia de IA se destacou como uma das principais tecnologias em ascensão. Enquanto o GenAI traz inovação na criação de conteúdo, a engenharia de IA se estabelece como a espinha dorsal para operacionalizar e gerenciar essas inovações de forma eficiente e segura. Conforme apresentado pela Gartner, as empresas estão explorando o uso de GenAI principalmente em casos de baixo risco, como assistentes de código e *chatbots* internos assim como para modernização de sistemas legados e desenvolvimento de automações para programação, com a promessa de reduzir entre 5 a 10% do trabalho manual dos programadores. No entanto, enfrenta obstáculos como preocupações éticas, regulamentação, altos custos computacionais e o uso nefasto para desinformação e *deep fakes*. Já a engenharia de IA foca em práticas como a integração, a governança e a operacionalização contínua e enfrenta desafios técnicos e de infraestrutura, como a necessidade de integrar ferramentas diversas e otimizar recursos computacionais.

O serviço de nuvem de IA que estava na rampa de iluminação em 2023, regrediu para o vale da ilusão em 2024. Desafios como a privacidade e segurança dos dados, devido à necessidade de armazenamento e processamento em servidores na nuvem, questões éticas e de viés, uma vez que a IA pode amplificar erros e vieses presentes nos dados e algoritmos bem como larga difusão no mercado podem ter contribuído para essa regressão. Aplicações inteligentes, capazes de responder de forma apropriada e autônoma, melhorando assim

a experiência do usuário e a eficiência dos processos, também avançaram no mercado em comparação ao ano anterior, impulsionadas sobretudo pelos progressos da IA generativa.

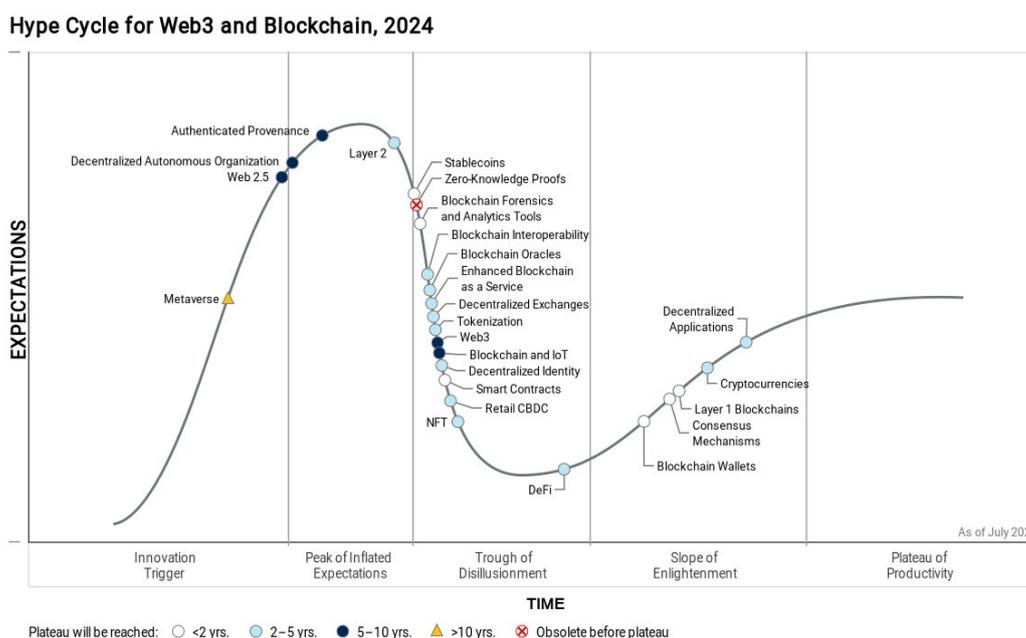
Outra aplicação que se destaca no platô de produtividade de 2024 são os sistemas de visão computacional, que usam a tecnologia de IA para identificar e classificar objetos em imagens ou ainda, podem modificar imagens para facilitar a interpretação e processamento pelos próprios sistemas de visão computacional, melhorando



sua eficácia.

Em relação ao blockchain, a Gartner destaca um cenário variado e em evolução das tecnologias de blockchain (Figura 10). Os avanços da Web3 são trazidos no mesmo ciclo, uma vez que o coração da Web3 está na tecnologia blockchain, fundamentada em princípios de descentralização, transparência e empoderamento do usuário.

Figura 10: ciclo de tendências para blockchain para 2024.



Gartner.

Fonte: Gartner, 2024.

O ciclo destaca, no “Pico das Expectativas Infladas”, inovações como as Organizações Autônomas Descentralizadas (DAOs), que operam com regras programadas em blockchain, possibilitando a gestão descentralizada e transparente de projetos e recursos, além de melhorar a

rastreabilidade de produtos, assegurando autenticidade e transparência em cadeias de suprimentos complexas. Outra inovação de destaque é a Comprovação de Autenticidade (*Authenticated Provenance*), uma tecnologia que tem o potencial de oferecer aos consumidores controle sobre suas credenciais de identidade digitais e pode ser aplicada por corporações para prevenir fraudes de identidade em transações online, garantindo a autenticação precisa das partes envolvidas.

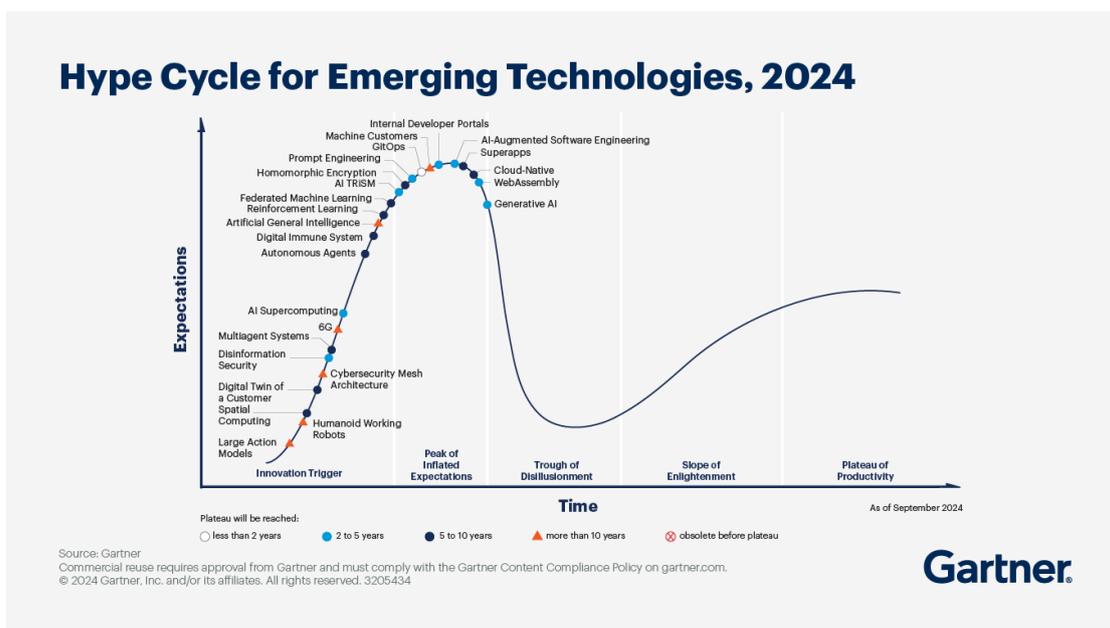
Contratos Inteligentes (*smart contracts*) e Tokens Não Fungíveis (NFTs) se apresentam como tecnologias com aplicação já nos próximos 2 a 5 anos no mercado e, na fase atual, estão enfrentando desafios práticos de suas aplicações, principalmente em termos de regulamentação e interoperabilidade.

Apesar dos obstáculos, os avanços nos Contratos Inteligentes continuam sendo uma base fundamental e Aplicações Descentralizadas (Dapps) e Carteiras de blockchain as quais estão emergindo do “Vale da Desilusão” sugerindo que estas tecnologias já possuem potencial de agregar valor real em ambientes empresariais e no cotidiano dos usuários, especialmente em soluções de pagamento e contratos automatizados.



Por fim, o ciclo de tendência da Figura 11 fornece visão das 25 tecnologias emergentes mais importantes e transformadoras para fins de monitorar suas respectivas fases de maturidade, adoção e potencial impacto no mercado.

Figura 11: ciclo de tendências para tecnologias emergentes para 2024.



Fonte: Gartner, 2024.

Entre as tendências relacionadas ao tema de IA, duas aplicações de IA são destacadas. Primeiro, a IA generativa que apresenta uma maturidade mais avançada, conforme já foi melhor detalhada na “seção de IA”. A Gartner também destaca a Inteligência Artificial Autônoma, trazida no ciclo como *Autonomous Agents*, *Machine Customers*, *Reinforcement Learning*, *Humanoid Working Robots* e *Large Action Models* que são aplicações mais avançadas capazes de operar com supervisão humana mínima, além de se auto aprimorarem e tomarem decisões de forma eficaz em ambientes complexos.

Outro tema observado é o crescimento da produtividade dos desenvolvedores, impulsionado por aplicações como *AI-Augmented Software Engineering*, *Cloud-Native*, *GitOps*, *Internal Developer Portals*, *Prompt Engineering* e *WebAssembly*, que não apenas aprimoram a eficiência, mas também aumentam a satisfação, promovem a colaboração e otimizam o fluxo de trabalho dos desenvolvedores.

Um terceiro grande tema, que tem potencial de apoiar desafios das empresas brasileiras, conforme descrito na seção “Experiência do usuário (UX) e do cliente (CX)” e “Engajamento de equipes”, trata-se da chamada “Experiência Total”. Tecnologias abordadas para estes fins de interações e multi experiências incluem *Digital Twin of a Customer*, *Spatial Computing*, *Superapps* and 6G.

Por fim, modelos que incorporam práticas de segurança e privacidade centradas no ser humano à cultura organizacional ajudam a promover um ambiente de confiança mútua e conscientização sobre riscos compartilhados. Essas iniciativas têm se destacado como prioridades em diversas agendas, tanto públicas quanto privadas. Especialistas da Gartner observam que, em situações que os funcionários precisam decidir entre segurança ou entrega de negócios, eles tendem a priorizar a entrega. Esse ecossistema de segurança e privacidade centradas no ser humano poderá ser beneficiado com aplicações como *AI TRiSM*, *Cybersecurity Mesh Architecture*, *Digital Immune System*, *Disinformation Security*, *Federated Machine Learning* e *Homomorphic Encryption*.

Como conclusão, os avanços das novas tecnologias refletem a necessidade das organizações avaliarem cuidadosamente essas inovações em função de seu respectivo apetite ao risco em seus planos estratégicos. Se por um lado, há a necessidade de investimentos significativos para integrar o design digital como parte central do negócio, por outro lado, existe o risco de perder vantagem competitiva ao não ousar na inovação. Ainda, é necessário enfatizar a necessidade de um alinhamento colaborativo do setor privado com as esferas pública e instituições de ensino e pesquisa para promoção de um ecossistema favorável ao desenvolvimento e aplicação dessas tendências tecnológicas.





PRINCIPAIS DESAFIOS EM PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE E ESG E TENDÊNCIAS FUTURAS



Desafios da Indústria Brasileira

O ciclo da Gartner revela que “IoT para sustentabilidade” é a tecnologia mais madura, enquanto “IA para sustentabilidade” ainda está em estágios iniciais, exigindo avanços para atingir adoção em larga escala.

Dada a importância dos crescentes debates assim, como observado a transversalidade das demandas práticas de sustentabilidade e ESG entre as diferentes atividades econômicas, essa seção se propõe a avaliar a evolução dessas práticas ao longo de 2017 e 2023 bem como avaliar as tendências em tecnologias para apoiarem estas práticas nos próximos anos.

Conforme artigo *“Estudo sobre ESG no mercado de software e serviços de TIC em âmbito nacional e internacional - Caderno 04 – Boas práticas”*⁵ publicado pelo **Observatório Softex**, a norma ABNT PR 2030 é pioneira no Brasil e estabelece um guia inicial para orientar a incorporação de práticas sustentáveis em organizações.

Essa normativa classifica as empresas com base em práticas ESG em cinco estágios de maturidade: nível 1 (elementar), nível 2 (não integrado), nível 3 (gerencial), nível 4 (estratégico), nível 5 (transformador). A análise das soluções demandadas pelas empresas revela um claro padrão de maturidade nas práticas ESG e sustentabilidade, no qual o nível 4 (estratégico) é predominante, com 73,2% das demandas voltadas para soluções que integram práticas ESG de forma estratégica e abrangente, sugerindo um alto grau de comprometimento com a sustentabilidade e a gestão responsável. Na sequência,

⁵ ESG: Boas Práticas. Disponível em: <https://softex.br/observatorio/esg-boas-praticas/>

o nível 3 (gerencial) representa 25,0% das demandas, sugerindo que um quarto das empresas busca soluções para estabelecer processos estruturados e mecanismos de controle que ainda não são completamente integrados à estratégia global.

Ainda, a norma ABNT PR 2030 é distribuída por eixo, tema e critério, os quais formam a base para classificar as demandas de 2017, 2019 e 2023, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: demandas classificadas por eixos, temas e critérios, conforme orientados pela Norma ABNT PR 2030.

Tema	Critério	2017	2019	2023
Eixo Ambiental				
Mudanças climáticas	Mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE)	11,1%	4,0%	9,38%
	Eficiência energética	33,3%	8,0%	3,13%
Recursos hídricos	Uso da água		4,0%	18,75%

Biodiversidade e serviços ecossistêmicos	Conservação e uso sustentável da biodiversidade	22,2%	4,0%	12,50%
	Uso sustentável do solo		4,0%	
Economia circular e gestão de resíduos	Economia circular		12,0%	12,50%
	Gestão de resíduos	22,2%	20,0%	6,25%
Gestão ambiental e prevenção da poluição	Gestão ambiental		8,0%	
	Produtos perigosos		8,0%	3,13%
Eixo Social				
Diversidade, equidade e inclusão	Políticas e práticas de diversidade e equidade			6,25%
	Cultura e promoção de inclusão	11,1%	4,0%	6,25%
Relações e práticas de trabalho	Saúde e segurança ocupacional		8,0%	3,13%

Promoção de responsabilidade social na cadeia de valor	Relacionamento com consumidores e clientes			6,25%
	Relacionamento com os fornecedores			6,25%
Eixo Governança				
Práticas de controle e gestão	Gestão de riscos do negócio		4,0%	
	Gestão da segurança da informação		4,0%	
	Privacidade de dados pessoais		4,0%	3,13%
Transparência na gestão	Responsabilização (prestação de contas)			3,13%
	Relatórios ESG, de sustentabilidade e/ou relato integrado		4,0%	

Fonte: Observatório Softex.

O levantamento das demandas práticas de sustentabilidade e ESG entre 2017 e 2023 revela que o eixo ambiental dominou as prioridades das empresas ao longo dos anos analisados com destaque por soluções na mitigação de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), eficiência energética, conservação e uso sustentável da biodiversidade e gestão de resíduos e produtos perigosos, demandados consistentemente em todos os anos analisados. Ainda, soluções na economia circular, gestão de resíduos e recursos hídricos mostram-se como desafios enfrentados pelas empresas em diversos setores da economia.

O eixo social revela uma demanda estável por soluções relacionadas à diversidade, equidade e inclusão ao longo dos anos, enquanto a promoção de responsabilidade social na cadeia de valor se tornou uma área de interesse em 2023 para fins de melhorar as práticas de relacionamento tanto com consumidores e clientes quanto com fornecedores.

No eixo governança, tanto em 2019 e 2023, a persistente preocupação com a privacidade de dados pessoais destaca a necessidade contínua de adequação à Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), Lei nº 13.709, sancionada em 2018.

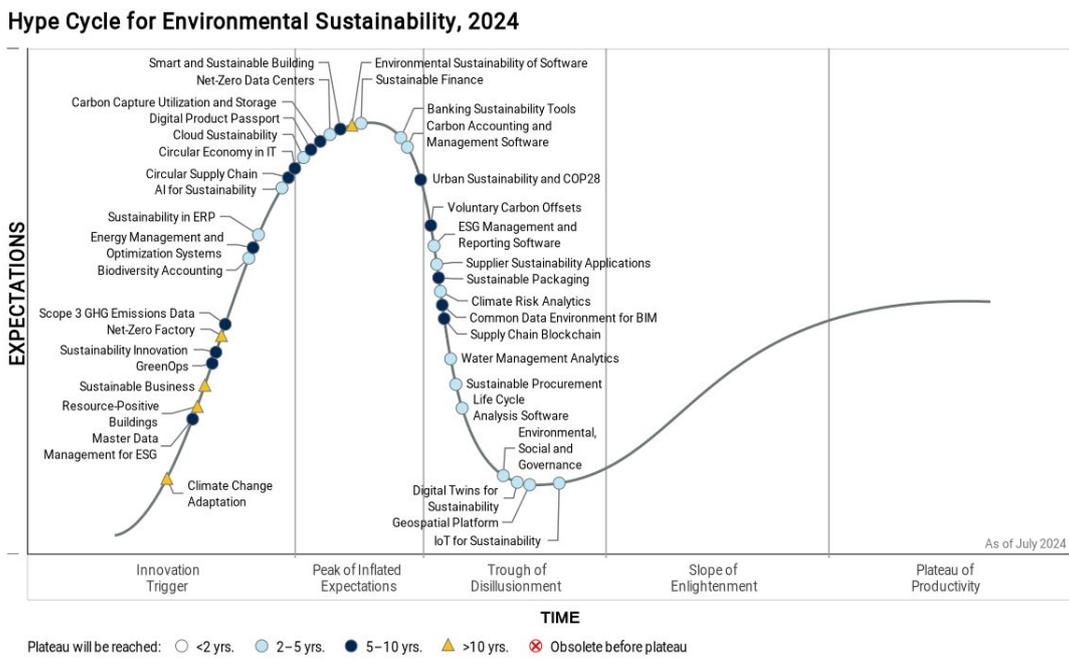
Conforme apresentado no artigo *“Estudo sobre ESG no mercado de software e serviços de TIC em âmbito nacional e internacional - Caderno 03 - ESG no setor de tecnologia”*⁶, a transformação digital pode ser um grande aliado para companhias de diversos setores definirem e alcançarem suas práticas de ESG e sustentabilidade, embora o

⁶ ESG no setor de tecnologia. Disponível em: <https://softex.br/observatorio/esg-no-setor-de-tecnologia/>

uso crescente dessas tecnologias também aumente a demanda por energia e emissões de carbono, exigindo melhorias adicionais na eficiência.

Para futuras direções em relação às práticas de sustentabilidade e ESG, o ciclo de tendências para sustentabilidade ambiental de 2024, publicado pela Gartner, apresenta uma visão detalhada sobre o status atual e o desenvolvimento futuro de diversas tecnologias voltadas para as práticas ESG e de sustentabilidade (Figura 12).

Figura 12: ciclo de tendências para sustentabilidade ambiental para 2024.



Gartner.

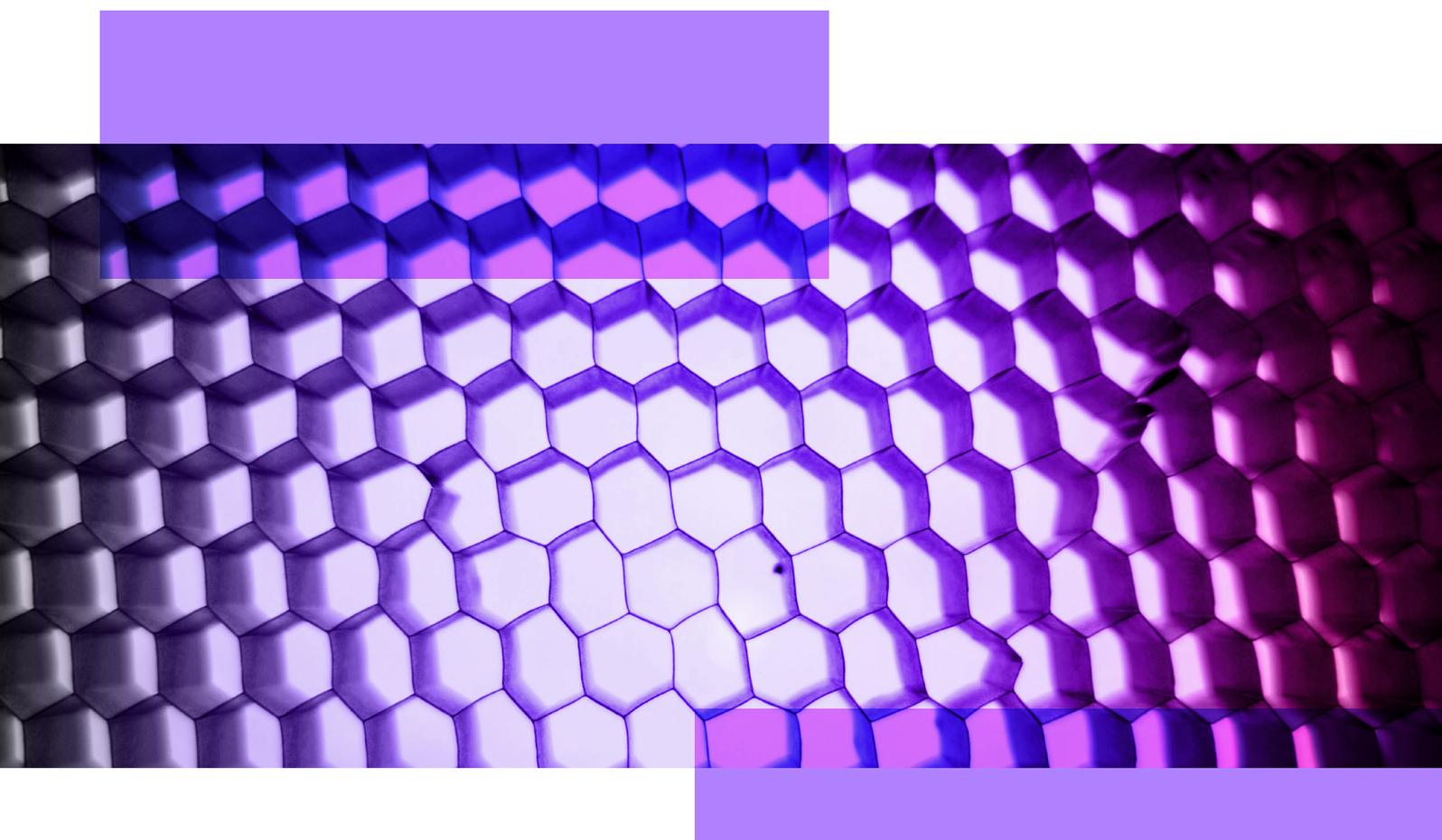
Fonte: Gartner, 2024.

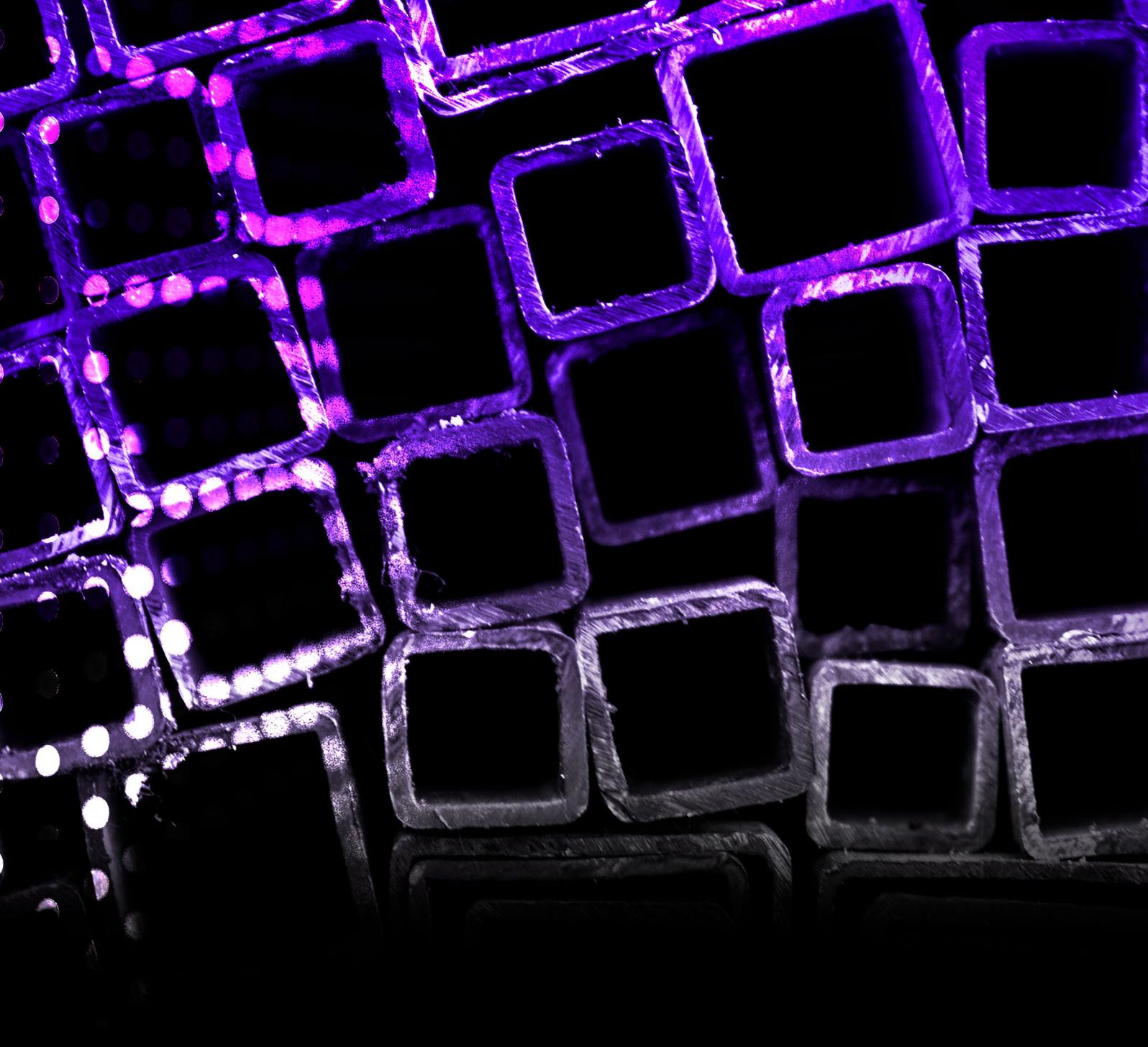
Tecnologias como *data centers net-zero* e captura de carbono estão no “Pico das Expectativas Infladas”, o que reflete a grande atenção que recebem, mas ainda sem a escalabilidade e/ou confiabilidade necessárias para uma adoção massiva, enquanto tecnologias como softwares de contabilidade de carbono e compensações voluntárias de carbono estão no “Vale da Desilusão”, onde o entusiasmo inicial pode ter diminuído devido a desafios práticos.

O posicionamento de “Negócios Sustentáveis” na fase inicial do “Gatilho Tecnológico” é outro ponto que chama atenção e levanta indícios de que muitas empresas ainda estão nos estágios iniciais de alcançar resultados tangíveis.

Por fim, embora nenhuma tecnologia tenha atingido a “Ladeira da Iluminação” ou o “Patamar de Produtividade”, fato que sugere que a adoção em larga escala e o impacto significativo das inovações de sustentabilidade ainda estão a alguns anos de distância, a tecnologia “IoT para sustentabilidade” se destaca como a mais madura entre as demais tecnologias. Por outro lado, e ao mesmo tempo corroborando com nossos achados de que as aplicações de baseadas em IoT apresentam estágios de maturidade mais avançados que as aplicações baseadas em IA nos diversos setores analisados, a “IA para sustentabilidade” ainda se encontram na fase inicial do “Gatilho Tecnológico”.

Em conclusão, a análise dos desafios enfrentados para implementar práticas de sustentabilidade e ESG entre 2017 e 2023 revela um compromisso crescente das empresas brasileiras com a integração de soluções tecnológicas inovadoras. A norma ABNT PR 2030 e suas classificações de maturidade refletem a importância de estratégias que abordem desafios ambientais, sociais e de governança podem ser um guia para as organizações que buscam aprimorar sua atuação nessas áreas.





DISCUSSÃO

Desafios da Indústria Brasileira

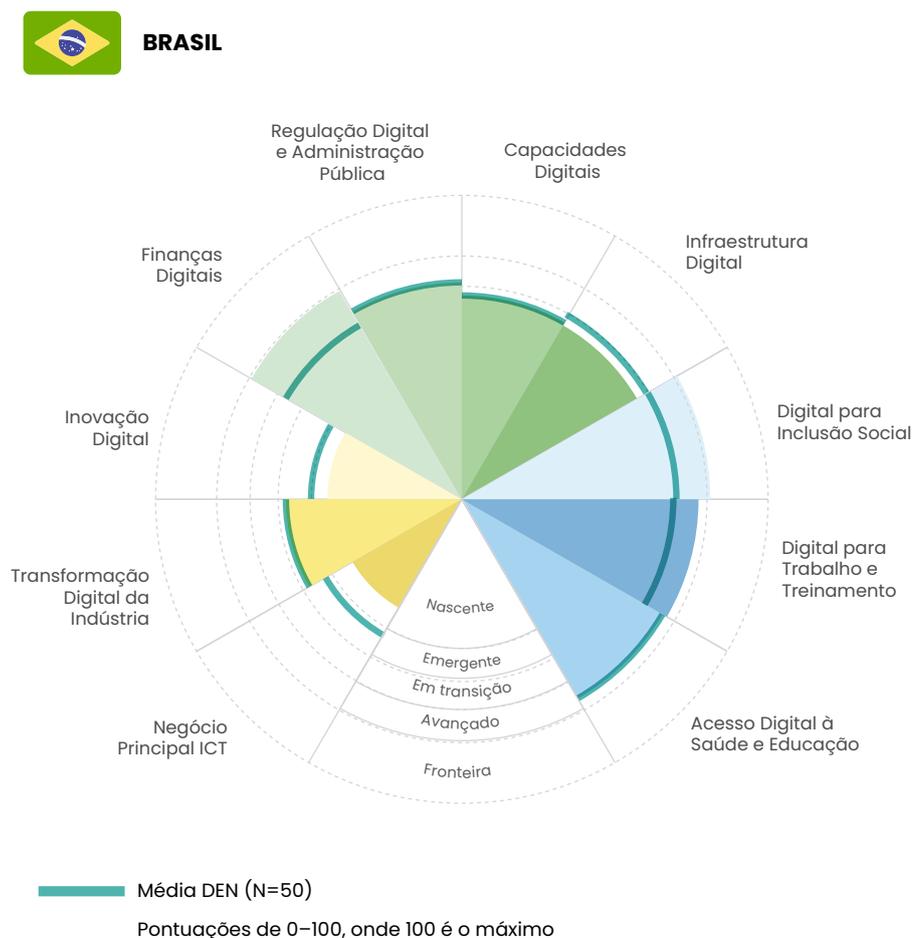
O presente estudo destacou a magnitude da transversalidade dos produtos e serviços do setor TIC, assim como das tecnologias emergentes, que vêm se consolidando como soluções eficazes para muitos dos desafios das demandas atuais das empresas brasileiras em diversos setores econômicos.

Segundo dados levantados pelo Observatório Softex, entre janeiro e dezembro de 2023, o PIB gerado pelas empresas do setor TIC atingiu aproximadamente R\$ 321,4 bilhões, representando cerca de 3,0% do PIB total brasileiro no mesmo ano. Com cerca de 313 mil empresas, o setor apresentou um saldo positivo de mais de 14.400 novas contratações formais em 2023, contabilizando mais de 1,18 milhão de trabalhadores celetistas ativos no setor de Informação e Comunicação no país. Para 2024, as estimativas encontradas pelo Observatório da Softex indicam que as atividades comerciais desse setor cresçam em torno de 2% em relação a 2023 (Softex, 2024).

O estudo *The Digital Economy Navigator*, de 2023, posiciona o Brasil em relação à transformação digital, destacando áreas nas quais o país ainda enfrenta desafios significativos (Figura 13). No pilar “Facilitadores Digitais”, a Infraestrutura Digital apresenta pontuação abaixo da média global, reforçando a necessidade de melhorias em conectividade e sistemas de suporte tecnológico. No âmbito de “Negócios Digitais”, os indicadores mostram que o país está abaixo da média global em *ICT Core Business* e Inovação Digital, reforçando as dificuldades na adoção de tecnologias-chave. Por outro lado, o Brasil se encontra próximo à média global em Transformação Digital da

Indústria, sugerindo avanços modestos, mas promissores, na modernização de processos e na integração de novas tecnologias nos negócios.

Figura 13: gráfico radar comparando os níveis de transformação digital do Brasil aos demais países, em diferentes dimensões.



Capacidades Digitais

Infraestrutura Digital: 65.9

Cobertura:	86.1
Acessibilidade:	94.0
Infraestrutura de Dados:	17.6

Capacidades Digitais: 66.0

Alfabetização Digital. Habilidades e Talentos:	67.9
Privacidade Digital e Conscientização de Riscos:	64.1

Regulação Digital e Administração Pública: 71.1

Administração Pública Digital:	68.0
Regulação Digital:	74.2

Finanças Digitais 74.2

Maturidade do Sistema Financeiro Geral	66.2
Sistemas de Pagamentos Móveis	73.7
Acesso a Bancos e Finanças Digitais	82.7

Negócios Digitais

Negócio Principal em TIC: 42.2

Hardware:	36.3
Software:	57.7
Telecomunicações:	32.6

Transformação Digital da Indústria: 57.9

Uso de Plataformas Digitais:	62.6
Serviços de Negócios Digitais:	53.2

Inovação Digital: 44.4

Ambiente de Startups Digitais:	53.7
Pesquisa e Desenvolvimento Digital:	35.2

Sociedade Digital

Digital para Saúde e Educação: 74.5

Digital para Saúde:	79.1
Digital para Educação:	69.9

Digital para Trabalho e Treinamento: 77.2

Acesso Habilitado Digitalmente às Oportunidades:	76.9
Ambiente de Trabalho Digital:	77.5

Digital para Inclusão Social: 82.1

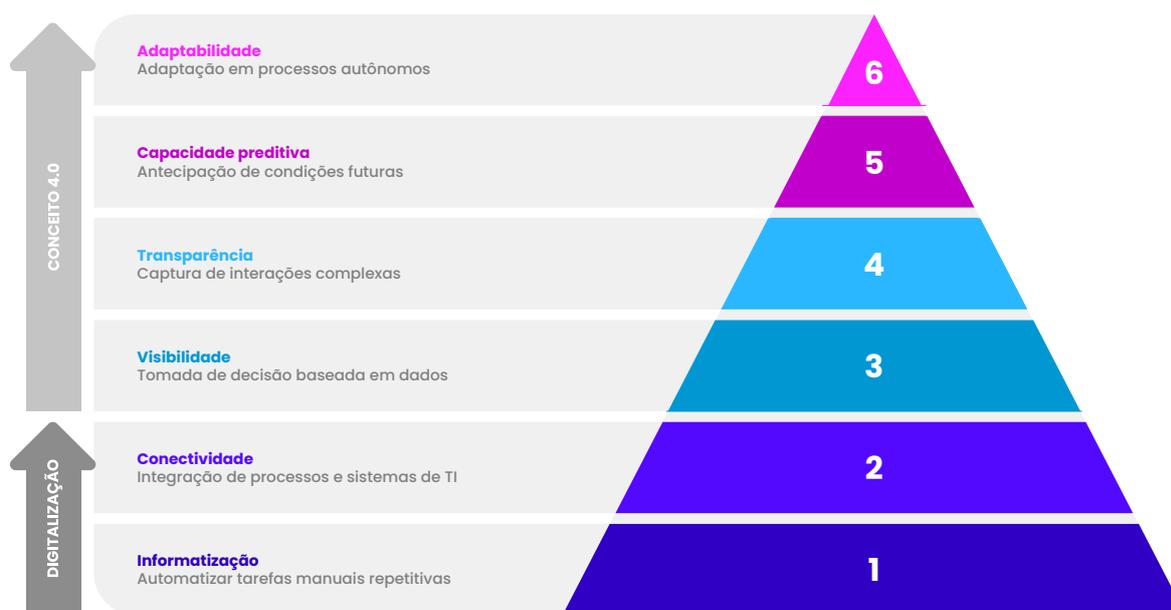
Acesso à Internet:	80.3
Inclusão Digital:	80.0
Conectividade Social Digital e Engajamento Cívico:	86.0

Fonte: The Digital Economy Navigator (2023).

A Academia de Ciência e Engenharia Alemã Acatech, criadora do conceito Indústria 4.0, desenvolveu um “índice de maturidade da indústria 4.0”, o qual oferece uma abordagem estruturada para a transformação digital, orientando empresas de diferentes setores produtivos abrangendo desde a integração digital básica até níveis avançados de maturidade (Schuh, 2020). Composto por seis estágios de desenvolvimento, o índice de maturida-

de da indústria 4.0 destaca os estágios sucessivos para fornecer às empresas uma visão geral das atividades necessárias para a digitalização. As características específicas de cada estágio são sumarizadas na Figura 14.

Figura 14: índice de maturidade da indústria 4.0



Fonte: Observatório Softex, a partir de dados de Schuh (2020).

Embora o estágio de maturidade das indústrias brasileiras ainda não tenha sido analisado a nível nacional por meio do índice de maturidade da indústria 4.0, um estudo realizado em 2020 com mais de 70 renomadas empresas alemãs revelou que 80% dessas estavam no estágio 2, chamado “conectividade” — o segundo dos seis estágios. Em outras palavras, nesse estágio, as empresas trabalham com dados e documentos digitais acessíveis, mas ainda sem capacidade de agregar e visualizar essas informações em tempo real, indicando apenas o começo de conectar máquinas, sistemas e pessoas.

Entre as novas tecnologias, a IA se destacou entre as aplicações mais indicadas como soluções empresariais em 2023, atrás apenas dos produtos e serviços ofertados pelo setor TIC, conforme apresentado na Tabela 2. Estes dados são corroborados pelas previsões das tendências tecnológicas que foram trazidas nas Figuras 10 e 12 do presente estudo, nas quais a IA emerge como um tema central nas perspectivas futuras.

Em relação à maturidade do Brasil na temática de IA, de acordo com os principais estudos globais, o país ocupa as seguintes posições:

30^a

No Índice de Global de IA (TORTOISE MEDIA, 2024), entre 64 países avaliados, o Brasil ocupa a 30^a posição

32^a

No relatório *AI Index 2024 Annual Report*, o qual analisou 193 países, o Brasil ocupou a 32^a posição

2^a

Pelo Índice Latino-Americano de Inteligência Artificial em 12 países latino-americanos e caribenhos, o Chile obteve a maior classificação, seguido do Brasil e Uruguai

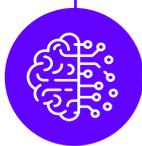
Segundo o estudo “Perspectivas Geoestratégicas para 2024” (2024 *Geostrategic Outlook*), a busca por inovação e regulamentação da IA se apresenta entre os 10 principais desenvolvimentos geopolíticos em 2024. É fato inegável que a IA faz parte da agenda corporativa mundial, tanto pelos potenciais benefícios de otimizar operações quanto pelos potenciais riscos imprevistos decorrentes de sua capacidade de manipular e gerar conteúdo. Este estudo, traz três recomendações para as empresas que lidam com tecnologia de IA:



Fortalecer a governança de dados e tecnologia: compreender os princípios subjacentes às regulamentações de IA e estabelecer frameworks de governança de IA para conformidade e confiança



Identificar oportunidades de inovação com IA: testar novas aplicações de IA em ambientes regulatórios controlados (*regulatory sandboxes*) e utilizar IA para inovar em produtos e modelos de negócios



Planejar e treinar talentos em IA: engajar-se com formuladores de políticas nacionais e internacionais para soluções compartilhadas, comunicar efetivamente as aplicações comerciais planejadas da IA aos funcionários e investir em treinamento dos profissionais para lidar com as mudanças provocadas pela IA

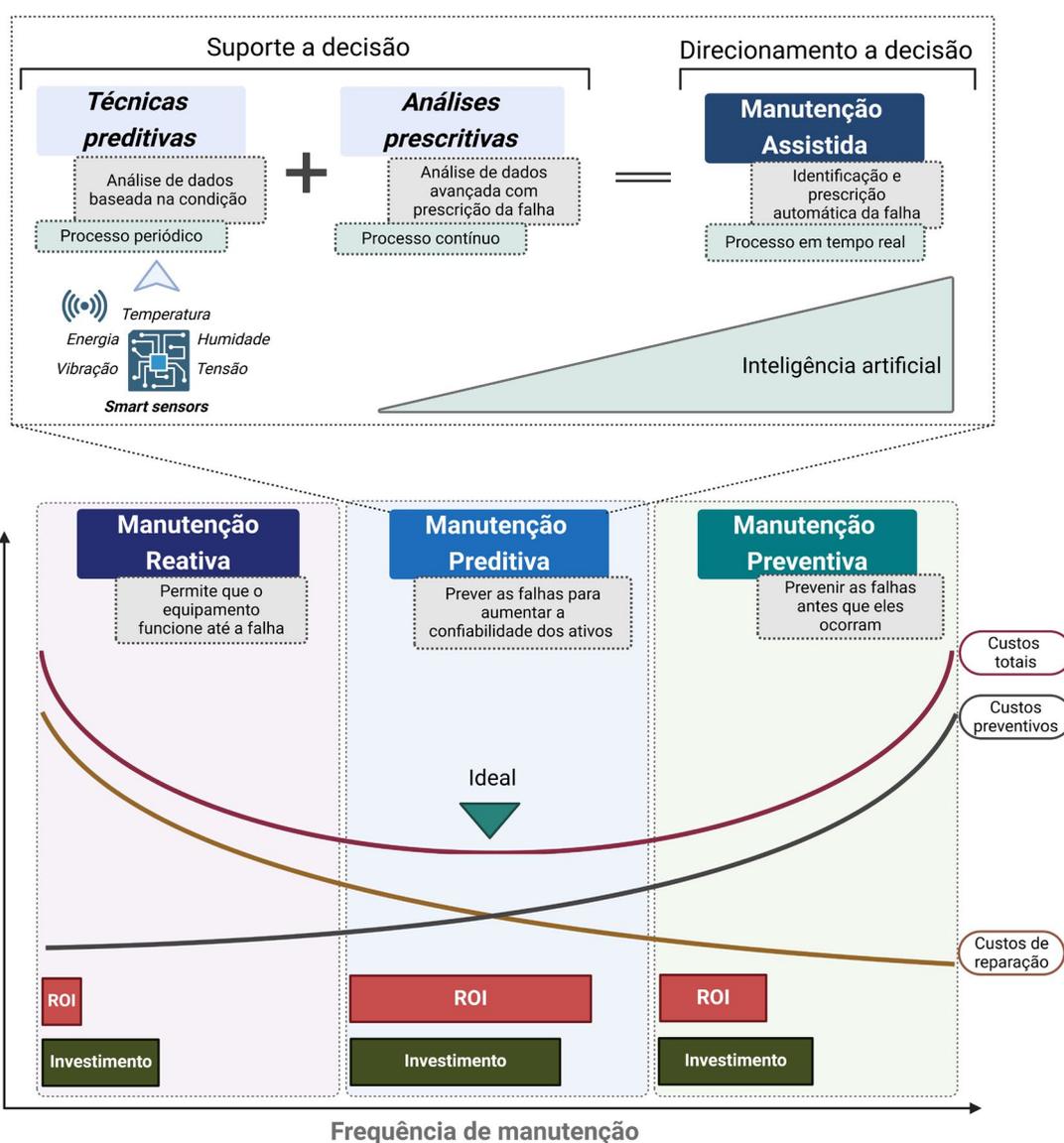
Similarmente, um estudo recente publicado por Ratten e colaboradores destaca a necessidade de uma abordagem holística na integração da IA nos negócios, sugerindo que, além das regulamentações e inovações, as empresas devem considerar a transformação cultural e estratégica necessária para se adaptar à nova era digital (RATTEN, 2024). Neste estudo, os autores enfatizam que a adoção da IA deve ser acompanhada por uma mudança de paradigma na gestão empresarial, na qual a tecnologia não é apenas uma ferramenta, mas um participante ativo nas decisões estratégicas e operacionais.

Outro ponto de destaque em nossos achados foi a aplicação de soluções baseadas em IoT na **manutenção preditiva** de máquinas e equipamentos. Os sistemas de manutenção preditiva baseados em IoT utilizam sensores que coletam e armazenam dados de variáveis como temperatura, umidade, frequência, tensão de alimentação, consumo de energia, vibração, entre outros gerados durante o funcionamento das máquinas e equipamentos. Esses dados são processados por algoritmos em vários computadores em paralelo, permitindo a identificação de alertas precoces, mesmo que sutis, de potenciais problemas ou riscos de falhas iminentes. Como resultado, essa abordagem orientada por dados capacita as equipes de manutenção a planejar e executar atividades de manutenção com mais eficiência, reduzindo o tempo de inatividade e otimizando a alocação de recursos.

Em processo mais avançado, chamado de **manutenção assistida**, emerge como uma solução ainda mais avançada uma vez que usa técnicas de inteligência artificial para detectar automaticamente as falhas em equipamentos

e máquinas industriais. Vale ressaltar que os métodos tradicionais de manutenção geralmente dependem de cronogramas fixos (**manutenção preventiva**) ou respostas reativas (**manutenção reativa**) a quebras de equipamentos que se propagam por toda cadeia de operação. Uma visualização desses processos estão sumarizados na Figura 15.

Figura 15: comparação entre métodos de manutenção reativa, preditiva e preventiva.



Fonte: Observatório Softex, a partir de dados de Zhu (2019) e ABRAMAN (2023).

Em uma revisão narrativa e exploratória da literatura, o **Observatório Softex** levantou alguns desafios que os sistemas de manutenção preditiva baseados em IoT apresentam atualmente, conforme sumarizado na Tabela 4.

Tabela 4: desafios e soluções na implementação de sistema baseados em IoT para manutenção preditiva de equipamentos

Problema	Impacto na manutenção preditiva	Sugestão de potenciais soluções
Sobrecarga de dados	Excesso de dados dificulta a análise e previsão de falhas	Implementar Big Data e IA para processamento em tempo real; parceria com especialistas em análise de dados industriais
Problemas de conectividade de rede	A falta de internet ou falhas na rede podem interromper o monitoramento contínuo e a coleta de dados	Implementar soluções de redundância de rede, como backup por satélite ou redes privadas; adotar armazenamento local temporário até a reconexão

Segurança e privacidade dos dados	Vulnerabilidades podem comprometer operações e informações sensíveis	Adotar protocolos de segurança específicos para IoT, como criptografia de dados em trânsito e em repouso, autenticação multifator para acesso a dados e segmentação de rede; escolher fornecedores com políticas de segurança robustas
Complexidade na integração com equipamentos	Integração inadequada pode gerar dados imprecisos e comprometer previsões	Utilizar sensores compatíveis com protocolos de comunicação industrial padrão; implementar middleware para interoperabilidade; realizar fase de descoberta técnica
Altos custos de implementação	Custos elevados para sensores, infraestrutura e IA podem desestimular a adoção	Demonstrar ROI com simulações redução do tempo de inatividade, prolongamento da vida útil dos equipamentos e otimização de manutenção; iniciar com soluções escaláveis

<p>Dificuldade na implementação de IoT</p>	<p>Subestimar a complexidade pode causar falhas ou atrasos na implementação</p>	<p>Realizar prova de conceito robusta; implementar soluções escaláveis que permitam começar em pequena escala e expandir conforme necessário; trabalhar com fornecedores que ofereçam suporte técnico completo</p>
<p>Escalabilidade</p>	<p>Ampliar soluções de IoT para acompanhar o crescimento empresarial pode ser desafiador</p>	<p>Planejar a escalabilidade desde o início; optar por plataformas modulares e escaláveis; garantir que a infraestrutura suporte expansões futuras</p>

Fonte: Observatório Softex.



À medida que a tecnologia avança, as possibilidades para a manutenção preditiva e assistiva baseada em IoT e IA também se expandem. Assim, abaixo segue uma lista de **futuras direções** para promover a aplicação dessas tecnologias:

- A integração da inteligência artificial de ponta permite que os dados sejam processados localmente em dispositivos ou *gateways*, reduzindo a latência e melhorando a tomada de decisões em tempo real,
- Sensores avançados e materiais inovadores têm potencial de aprimorar a coleta de dados de máquinas e equipamentos,
- Com a conectividade de latência ultra baixa e alta largura de banda das redes 5G, será possível suportar um grande número de dispositivos conectados em tempo real, otimizando a manutenção preditiva,
- Sistemas de IoT geram evidências de mundo real e a eficácia da manutenção preditiva e assistiva é dependente de conjuntos de dados amplos e de alta qualidade. Considerando que dados de falhas são relativamente escassos, torna-se essencial a colaboração entre empresas e pesquisadores para compartilhar e ampliar esses conjuntos de dados,

- Por sua vez, essas evidências vão permitir a criação de gêmeos digitais e representações virtuais de ativos físicos, permitindo aos fabricantes simular, monitorar e otimizar processos industriais do mundo real em diferentes cenários para melhor tomada de decisão e melhoria de processos e
- Ferramentas de visualização e relatórios são essenciais para apresentar esses *insights* de maneira amigável, permitindo que as equipes de manutenção tomem decisões mais assertivas.

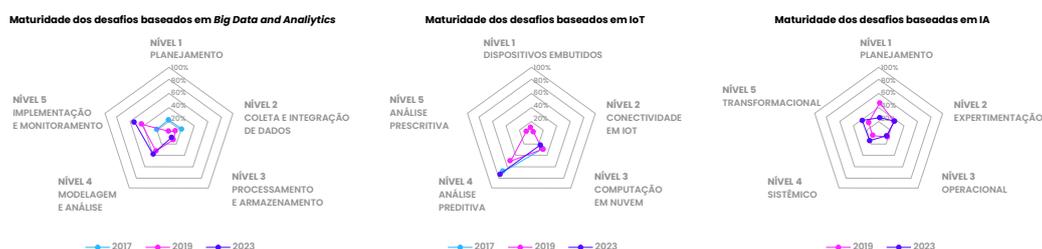
Assim como observamos uma demanda significativa por soluções baseadas em sistemas de IoT nas empresas brasileiras ao longo dos três anos analisados, as projeções para futuras aplicações no mercado são igualmente promissoras. Segundo projeções do site *Statista*, em 2024, a receita do mercado de IoT no Brasil está projetada para atingir US\$ 15,67 bilhões, com o segmento automotivo dominando o mercado, com um volume estimado em US\$ 4,20 bilhões, seguido do setor industrial, estimado em US\$ 4,00 bilhões (STATISTA, 2024). Ainda, para o período de 2024 a 2029, espera-se que a receita apresente uma taxa de crescimento anual (CAGR) de 11,12%, resultando em um volume de mercado de US\$ 26,55 bilhões até 2029.

Por fim, ao refletir sobre os resultados apresentados na seção "*Desafios específicos para produtos e serviços do setor TIC e por tecnologias emergentes*", a demanda por *Big Data and Analytics* cresceu consideravelmente de 2017 para 2019, enquanto apresentou uma queda em 2023, indicando um possível avanço na sua maturidade, seja pela implementação já em curso ou no uso com sucesso dessa tecnologia. Conforme esperado, as diversas aplicações com soluções de Inteligência Artificial mostraram uma demanda crescente ao longo dos últimos anos, refletindo sua relevância e potencial aplicação no mercado. Por outro lado, a demanda por soluções em IoT permaneceu relativamente estável entre 2017 e 2023.

É interessante notar essa sinergia entre estas três tecnologias: a eficácia das soluções em IoT está associada aos avanços da IA/ML e ao *Data and Analytics*. Os sistemas de IoT, que envolvem a interconexão de dispositivos para coletar e compartilhar dados, dependem dessas tecnologias para transformar dados brutos coletados em insights ou alertas para tomada de decisão mais assertiva baseada em dados (*data-driven*). Assim, tendo em vista a observação dos dados sobre a evolução ao longo de 2017 a 2023 das demandas por essas tecnologias e a diminuição por demandas por soluções com *Data and Analytics*, parece que a estabilidade na implementação de IoT pode ser devido, em parte, à imaturidade das soluções de IA, que ainda estão em curso nas corporações brasileiras.

Nos gráficos apresentados na Figura 16, é possível visualizar de forma mais clara as diferenças nos níveis de maturidade das soluções que foram demandadas baseadas nestas três tecnologias.

Figura 16: comparação dos níveis de maturidade das demandas empresariais por soluções baseadas em *Big Data and Analytics*, IoT ou IA.



Fonte: Observatório Softex.

Em suma, entre as três tecnologias analisadas, *Big Data and Analytics* além de ser a solução mais demandada também se apresentou como uma solução demanda em níveis de maturidade maiores, com quase 54% das empresas atingindo necessidade de aplicação na fase Nível 5 (Implementação e Monitoramento) em 2023. As soluções baseadas em IoT também se destacam, com cerca de 77% das empresas necessitando de implementações em estágios avançados, especificamente no Nível 4 (Análise Preditiva). Por outro lado, as soluções de IA apresentaram, especialmente em 2023, um equilíbrio entre os diferentes níveis de maturidade, sugerindo que as diferentes atividades econômicas estão explorando a IA de maneira mais abrangente, utilizando tanto soluções experimentais quanto transformacionais. Isso pode refletir uma maior flexibilidade e adaptação às necessidades do mercado, permitindo que as organizações integrem a IA de forma incremental em suas operações, favorecendo inovação e eficiência em diversos setores.

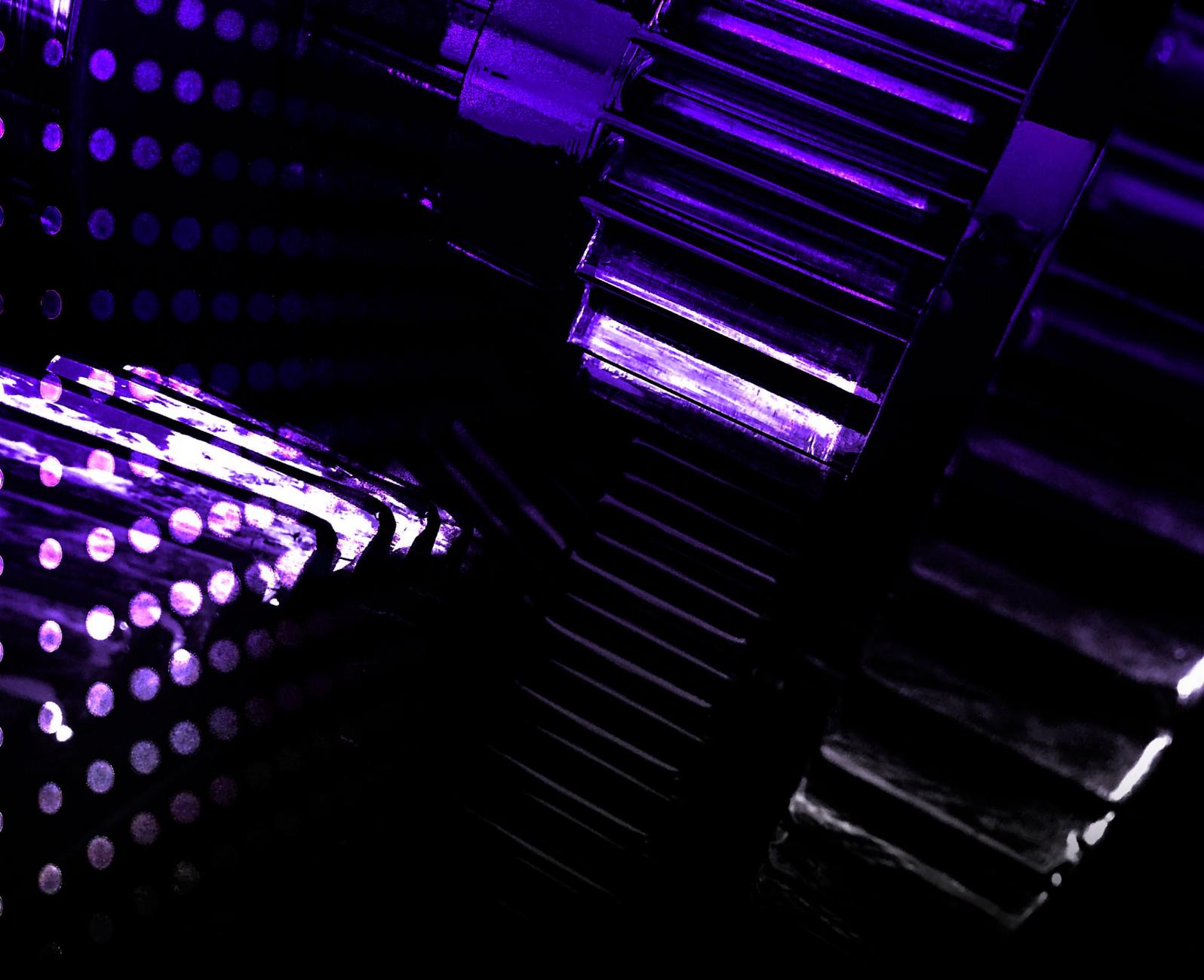
Neste contexto, vale destacar a pesquisa conduzida pela Gartner, envolvendo 699 respondentes nos EUA, Alemanha e Reino Unido, que revelou que 54% dos projetos de IA progridem do estágio piloto para a produção (GARTNER, 2022). No entanto, escalar a IA ainda representa um desafio significativo, pois muitas organizações enfrentam dificuldades para conectar os algoritmos desenvolvidos a uma proposta de valor comercial.

Por fim, um dos pontos em comum entre os setores percebida pelo **Observatório Softex** para essas demandas tecnologias inovadoras, estava na busca por otimização dos processos tais como:

- Redução de custos pela minimização de desperdícios e uso otimizado de insumos,
- Aprimoramento da logística e da gestão de estoques, incluindo melhorias em rotas, rastreamento de ativos e controle de inventários em tempo real,
- Aperfeiçoamento da experiência do cliente e personalização de serviços, com a implementação de autoatendimento e integração de canais de venda e
- Promoção da inovação e automação de processos internos, com foco na otimização operacional, adoção de novos modelos de gestão e análise preditiva.

A otimização de processos industriais é uma abordagem estratégica, sistemática e contínua que visa melhorar a eficiência e a produtividade em todos os estágios de um sistema produtivo. Seu foco está em maximizar a produção, minimizar desperdícios e custos, aprimorar a qualidade dos produtos e otimizar o uso de recursos, como tempo, mão de obra e insumos. Por meio de ajustes incrementais e transformação digital, essa prática permite a eliminação de etapas desnecessárias, o refinamento do design e da operação, e a adaptação a um ambiente em constante mudança. Assim, as empresas garantem melhor desempenho e competitividade sustentável a longo prazo, alinhando suas operações com os princípios de melhoria contínua.

Neste cenário, observa-se a importância de integrar diversas tecnologias nos planos estratégicos da economia brasileira uma vez que os avanços das tecnologias, não apenas se complementam, mas se fortalecem mutuamente, criando um ecossistema colaborativo entre os diversos setores da economia. Apoiar o avanço na maturidade da transformação digital é ainda outra estratégia que deve ser considerada para que o conceito 4.0 evolua de forma plena em todos os setores.



CONSIDERAÇÕES FINAIS



Desafios da Indústria Brasileira

Ao longo dos três períodos analisados (2017, 2019 e 2023), os desafios enfrentados pelos diversos setores produtivos brasileiros compartilharam vários pontos em comum, ainda que cada setor tenha tido suas especificidades. Um dos principais fatores unificadores entre os setores foi a busca contínua pela transformação digital para apoiar uma maior eficiência operacional, abrangendo desde otimização de insumos à automação e monitoramento em tempo real e eficiência energética. Desafios em adotar práticas de sustentabilidade e melhorar a eficiência energética também se mostraram constantes, com uma evolução de soluções básicas como monitorar níveis de resíduos para práticas mais abrangentes, como a economia circular, que foi citada em 2023.

Por outro lado, 2023 introduziu novos desafios, como a inclusão social e a adoção de tecnologias avançadas, como análise de dados em tempo real e sistemas de sensorização e controle de rastreabilidade ao longo de toda cadeia produtiva. Essa evolução pode ser associada com a crescente importância da análise de dados para apoiar a tomada de decisões, que se destacou em 2023, contrastando com os anos anteriores, quando o foco estava mais na automação e digitalização de processos básicos.

Dada a natureza transversal das tecnologias digitais e emergentes entre os diversos setores, como podemos analisar ao longo do presente estudo, torna-se fundamental que haja uma integração entre as iniciativas voltadas para a transformação digital. Ao mesmo tempo, considerando a heterogeneidade das atividades econômicas, as iniciativas nesse campo devem ser estrutu-

radas com base em planos estratégicos que atendam às particularidades e demandas específicas de cada segmento econômico. Nesse contexto, a inovação aberta tem se mostrado uma chave fundamental ao promover a colaboração entre setores e organizações, integrando expertise externa para gerar soluções estratégicas para questões complexas.

Um passo anterior à formulação desses planos estratégicos é compreender os desafios e oportunidades que mais demandam soluções das corporações, a exemplo dos dados apresentados no presente estudo, permitindo que as estratégias sejam precisas e alinhadas às necessidades de cada setor, antecipando tendências e riscos. Sem essa etapa, as iniciativas podem se tornar fragmentadas e ineficazes frente à complexidade do mercado atual.





REFERÊNCIAS

Desafios da Indústria Brasileira



AI Index 2024 Annual Report. 2024. Disponível em: <https://aiindex.stanford.edu/report/>.

Confederação Nacional dos Transportes. 2019. Transportes em números. Disponível em: <https://cdn.cnt.org.br/diretorioVirtual/39b6d11e-7996-4c2b-8894-6cf4e-927f1cc.pdf>.

Forbes. Customer Retention Versus Customer Acquisition. 2022. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2022/12/12/customer-retention-versus-customer-acquisition/>.

Gartner. Artificial Intelligence Maturity Model. 2020. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/documents/3982174>.

Gartner. Gartner Survey Reveals 80% of Executives Think Automation Can Be Applied to Any Business Decision. 2022. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-08-22-gartner-survey-reveals-80-percent-of-executives-think-automation-can-be-applied-to-any-business-decision>.

Índice Latino-Americano de Inteligência Artificial. Em 12 países latino-americanos. 2023. Disponível em: <https://indicelatam.cl/home-en/>. Acesso em: 17 out. 2024.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Governo Federal lança a Estratégia Nacional de Economia Circular. 2024.

Perspectivas Geoestratégicas para 2024 (Geostrategic Outlook). 2024. Disponível em: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/geostrategy/ey-2024-geostrategic-outlook-report.pdf.

Ran, Y.; Zhou, X.; Lin, P.; Wen, Y.; Deng, R. A survey of predictive maintenance: Systems, purposes and approaches. *arXiv preprint arXiv:1912.07383*, 2019.

Ratten, V.; Jones, P.; Braga, V. Artificial intelligence in international business. *Thunderbird International Business Review*, v. 66, n. 2, p. 127–133, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tie.22373>.

Schuh, G.; Anderl, R.; Dumitrescu, R.; Krüger, A.; ten Hompel, M. Using the Industrie 4.0 Maturity Index in industry: Current challenges, case studies and trends. *Acatech COOPERATION*, 2020.

Sistema de Contas Nacionais Trimestrais. Indicadores IBGE: contas nacionais trimestrais; 2º trimestre 2024, 2024. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2121/cnt_2023_4tri.pdf.

Sociedade Brasileira de Varejo e Consumo (SBVC). 6ª edição Estudo Transformação Digital no varejo brasileiro SBVC. 2024. Disponível em: <https://sbvc.com.br/6a-edicao-estudo-transformacao-digital-no-varejo-brasileiro-sbvc/>.

SOFTEX. Estudo sobre ESG no mercado de software e serviços de TIC em âmbito nacional e internacional - Caderno 04 – Boas práticas. 2024. Disponível em: <https://softex.br/observatorio/esg-boas-praticas/>.

SOFTEX. Estudo sobre ESG no mercado de software e serviços de TIC em âmbito nacional e internacional - Caderno 03 - ESG no setor de tecnologia. 2024. Disponível em: <https://softex.br/observatorio/esg-no-setor-de-tecnologia/>.

SOFTEX. Indústria de software e serviços de TIC no Brasil: caracterização e trajetória recente. 2024. Disponível em: <https://softex.br/estudotics/>.

Statista. Internet of Things – Brazil. 2024. Disponível em: <https://www.statista.com/outlook/tmo/internet-of-things/brazil>.

The Digital Economy Navigator. 2023. Disponível em: <https://den.dco.org/country-profile/brazil>.

Tortoise Media. Índice Global de IA 2024. 2024. Disponível em: <https://www.tortoisemedia.com/intelligence/global-ai/#rankings>.

Vedan, Alex. A chegada da manutenção assistida na indústria. 2023. Disponível em: <https://revistamanutencao.com.br/literatura/tecnica/manutencao/avancos-tecnologicos-na-manutencao-a-chegada-da-ai-assisted-maintenance.html>.