



MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO

**Indústria
2027**

mei MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL PELA INOVAÇÃO

Estudo de sistema produtivo
BENS DE CONSUMO



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

PROJETO INDÚSTRIA 2027

Riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas

ESTUDO DE SISTEMA PRODUTIVO
BENS DE CONSUMO

FOCO SETORIAL
Têxtil e vestuário

Indústria
2027
mei MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL PELA INOVAÇÃO

Brasília
2018

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade

Presidente

Diretoria de Educação e Tecnologia – DIRET

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti

Diretor de Educação e Tecnologia

Instituto Euvaldo Lodi – IEL

Robson Braga de Andrade

Presidente do Conselho Superior

IEL – Núcleo Central

Paulo Afonso Ferreira

Diretor-Geral

Gianna Cardoso Sagazio

Superintendente



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

**Indústria
2027**

mei MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL PELA INOVAÇÃO

Estudo de sistema produtivo
BENS DE CONSUMO

©2018. IEL – Instituto Euvaldo Lodi

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

IEL/NC

Superintendência IEL

FICHA CATALOGRÁFICA

I59e

Instituto Euvaldo Lodi. Núcleo Central.

Estudo de sistema produtivo bens de consumo/ Instituto Euvaldo Lodi, Renato de Castro Garcia. -- Brasília: IEL/NC, 2018.

91 p. il. (Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas)

1. Cluster Tecnológico 2. Sistemas Produtivos 3. Bens de Consumo 4. Têxtil e Vestuário I. Título

CDU: 338.1

IEL

Instituto Euvaldo Lodi
Núcleo Central

Sede

Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (61) 3317-9000
Fax: (61) 3317-9994
<http://www.portaldaindustria.com.br/iel/>

Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC

Tels.: (61) 3317-9989/3317-9992

sac@cni.org.br

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
INDÚSTRIA 2027	9
RESUMO EXECUTIVO	13
INTRODUÇÃO	17
1 CARACTERIZAÇÃO ECONÔMICA	19
1.1 Panorama internacional	19
1.2 Panorama no Brasil	26
2 OS CLUSTERS TECNOLÓGICOS RELEVANTES	41
2.1 Identificação das tecnologias relevantes	41
2.2 Experiência internacional	45
2.3 Experiência brasileira	56
2.4 Conclusão	61
3 DESAFIOS E IMPLICAÇÕES PARA O BRASIL	65
3.1 Uso atual e esperado das tecnologias digitais	65
3.2 Riscos, oportunidades, desafios e implicações	66
REFERÊNCIAS	71
ANEXO – DETALHAMENTO DOS RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO	75
A1 Caracterização do painel de respondentes	75
A2 Resultados	77
A3 Considerações finais	91



APRESENTAÇÃO

A convergência tecnológica presente em nossas vidas passa pela indústria, cada vez mais movida pela inovação. Esse espírito inovador, por sua vez, alimenta a competitividade e impulsiona novos modelos de negócios. O *Projeto Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas* avalia não só os impactos de inovações potencialmente disruptivas sobre a indústria nos próximos dez anos, como também a capacidade de o Brasil e suas empresas superarem riscos e aproveitarem oportunidades derivadas de novas técnicas. Além disso, fornece subsídios para as estratégias corporativas e a formulação de políticas de inovação.

O projeto é uma iniciativa da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), coordenada pelo Instituto Euvaldo Lodi (IEL), com execução técnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

O Indústria 2027 identificou oito *Clusters Tecnológicos* – como Internet das Coisas, Inteligência Artificial, Nanotecnologia e Materiais Avançados –, inovações cujos efeitos na economia e na sociedade são um caminho sem volta. Lançou, ainda, uma pesquisa inédita que mostrou o nível de adoção das tecnologias 4.0 nas empresas brasileiras. Agora é o momento de ressaltar o impacto das tecnologias delineadas pelo projeto nos dez sistemas produtivos analisados e o comportamento dos setores frente à adoção de técnicas avançadas.

O sistema produtivo de bens de consumo, com foco em têxtil e vestuário, passa por transformações no Brasil e no mundo. A nota técnica do setor aponta que todas as tecnologias propostas pelo Indústria 2027 têm impactos potenciais nesse tipo de bem. Além disso, pesquisa de campo mostra a disseminação das novas tecnologias nas empresas.

A competitividade da indústria é feita com inovação; cooperação entre o setor produtivo, o governo e os centros de conhecimento; e estratégia de longo prazo para o desenvolvimento do país.

A indústria brasileira pode desenvolver competências, aproveitar oportunidades de competir em melhores condições, gerar empregos, criar novos serviços e contribuir para a ascensão da qualidade de vida da população brasileira.

Boa leitura.

Robson Braga de Andrade
Presidente da Confederação Nacional da Indústria (CNI)



INDÚSTRIA 2027

O projeto **Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas** tem como objetivo avaliar os impactos de um conjunto de novas tecnologias com alto potencial transformador sobre a competitividade da indústria nacional no horizonte de cinco a dez anos. Além disso, busca fornecer subsídios para o planejamento corporativo de empresas e para a formulação de políticas públicas, visando estratégias de emparelhamento da indústria *vis-à-vis* às melhores práticas competitivas internacionais.

O projeto **Indústria 2027** tem como objetos de análise *Clusters Tecnológicos* Sistemas Produtivos e, nesses últimos, Focos Setoriais (Quadro A1). Os *Clusters Tecnológicos* compreendem um conjunto de tecnologias-chave agrupadas por proximidade tecnológica e de bases de conhecimento envolvidas.

Os Sistemas Produtivos correspondem a grupos de setores industriais selecionados pela sua participação na estrutura industrial brasileira. Os principais critérios para identificação dos Focos Setoriais foram o potencial de impactos disruptivos a serem aportados pelas novas tecnologias e a relevância do setor em termos de geração de produto, empregos, exportações e inovação.

Quadro A1 – Clusters Tecnológicos, Sistemas Produtivos e Focos Setoriais

		Sistemas Produtivos	Focos Setoriais
		Agroindústrias	Alimentos Processados
		Insumos Básicos	Siderurgia
		Química	Química verde
		Petróleo e Gás	E&P em Águas Profundas
		Bens de Capital	Máquinas e Implementos Agrícolas, Máquinas Ferramenta, Motores Elétricos e Outros Seriados, Equipamentos de GTD
		Complexo Automotivo	Veículos Leves
		Aeroespacial, Defesa	Aeronáutica
		TICs	Sistemas e Equipamentos de Telecom Microeletrônica Software
		Farmacêutica	Biofármacos
		Bens de Consumo	Têxtil e Vestuário

O diagrama ilustra os Clusters Tecnológicos. No centro, um hexágono verde contém o texto 'PRODUTOS, PROCESSOS, GESTÃO E MODELOS DE NEGÓCIO'. Às voltas deste hexágono, há sete retângulos azuis, cada um representando uma tecnologia-chave: 'TICS: COMPUTAÇÃO EM NUVEM, BIG DATA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL' (topo), 'TICS: REDES' (direita), 'PRODUÇÃO INTELIGENTE E CONECTADA' (direita inferior), 'ARMAZENAMENTO DE ENERGIA' (inferior), 'MATERIAIS AVANÇADOS' (inferior esquerdo), 'NANOTECNOLOGIA' (esquerdo inferior), 'BIOPROCESSOS BIOTECNOLOGIAS AVANÇADAS' (esquerdo) e 'TICS: LOT, SISTEMAS E EQUIPAMENTOS' (topo esquerdo).

Fonte: Elaboração própria.

O projeto **Indústria 2027** está construído ao longo de três etapas sequenciais: (i) na primeira etapa, especialistas nos distintos *Clusters* produziram análises sobre tendências e impactos potenciais de tecnologias emergentes sobre sistemas produtivos¹; (ii) estas reflexões serviram como insumo para a segunda etapa, quando especialistas setoriais avaliaram o processo de geração, absorção e difusão destas tecnologias em Sistemas e Focos Setoriais e seus impactos sobre a competitividade empresarial; (iii) as análises de *Clusters* e Sistemas Produtivos servirão para a reflexão sobre estratégias públicas e privadas.

As trajetórias dos *Clusters* Tecnológicos

A avaliação dos oito *Clusters* Tecnológicos identificou as tecnologias-chave que, introduzidas comercialmente em até dez anos, podem iniciar mudanças em Sistemas Produtivos, alterando modelos de negócios, padrões de concorrência e a atual configuração de posições de liderança das empresas. Nesse horizonte temporal, essas tecnologias podem constituir ameaças e oportunidades para empresas estabelecidas ou novas empresas, bem como implicar no surgimento de novos segmentos de mercado.

A avaliação dos *Clusters* indicou as seguintes trajetórias: (i) integração: qualquer solução tecnológica usa, intensivamente, outras tecnologias e bases de conhecimento distintas, em especial aquelas associadas às tecnologias de informação e comunicação (TIC); conectividade: o potencial das tecnologias aumenta pela geração, absorção e difusão por meio de redes digitais e; inteligência: crescente incorporação de conhecimentos científicos (“inteligência”) nas aplicações comerciais destas tecnologias; (ii) os impactos sobre empresas se diferenciam ao longo do tempo: algumas aplicações tecnológicas já produzem impactos disruptivos hoje e continuarão assim em dez anos; outras somente os produzirão no futuro próximo, enquanto outras impactam empresas e setores com intensidade moderada (otimizando processos, induzindo a geração de novos produtos, por exemplo) no presente, mas poderão causar impactos disruptivos no futuro.

Questões orientadoras das análises de Sistemas Produtivos e Focos Setoriais

Os estudos de Sistemas Produtivos e Focos Setoriais foram ancorados no conhecimento de especialistas, em estudos recentes feitos por centros de investigação e empresas de consultoria, em entrevistas qualitativas e, em alguns casos, quantitativas, junto a empresas e em uma pesquisa de campo utilizando como base uma amostra representativa de Sistemas Produtivos (em torno de 750 empresas). Foram procuradas informações sobre o uso atual e esperado de tecnologias digitais e impactos sobre atributos competitivos, em diferentes funções organizacionais das empresas.

1. Fonte: Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2017/10/nota-tecnica-etapa-i-do-projeto-industria-2027/>.

A avaliação dos Sistemas Produtivos e Focos Setoriais está estruturada em três partes: (i) análise da estrutura econômica, competitiva, tecnológica e produtiva do sistema e foco setorial no mundo e no Brasil; (ii) identificação das tecnologias relevantes para a competitividade do sistema e foco, no processo de geração, absorção e difusão destas tecnologias e seus impactos sobre modelos de negócio, padrões de concorrência e estruturas de mercado; (iii) riscos, oportunidades e desafios para a indústria brasileira.

Em particular procurou-se responder: (i) Quais são as tecnologias relevantes para cada sistema produtivo? Como elas impactarão cada sistema produtivo? Quais os maiores riscos e oportunidades para o Brasil?; e (ii) Qual a capacidade de resposta atual e potencial do sistema empresarial? Quais são os requisitos técnicos, empresariais, institucionais e financeiros para aproveitar oportunidades e defletir os riscos que as inovações disruptivas podem representar?



RESUMO EXECUTIVO

Caracterização do sistema de bens de consumo

O sistema produtivo de bens de consumo abrange, neste documento, o segmento de eletrodomésticos (produtos da “linha branca” e “eletroportáteis”) e o das indústrias têxtil, de vestuário e calçados, que constituem o foco setorial da análise.

No Brasil e no mundo, o mercado de bens de consumo vem passando por profundas mudanças, tanto do lado da demanda quanto da oferta. Do lado da demanda, concorrem fatores como:

- A pujança das economias da Ásia, notadamente a da China, que incorpora centenas de milhões de pessoas ao mapa do consumo mundial.
- A revolução nos meios de comunicação, que difundem de maneira instantânea e global imagens que alimentam os sonhos de consumidores.
- A elevação da renda, que universaliza o acesso a grande variedade de bens e, conseqüentemente, impõe a diferenciação de produtos como vetor importante da ampliação do mercado consumidor.

Já do lado da oferta, os dois motores principais são:

- O novo regime internacional de comércio e de investimento promovido pela Rodada Uruguai em meados dos anos 1990.
- Inovações tecnológicas que impactam produtos, processos de fabricação e modelos de negócios.

No marco dessas mudanças, o sistema produtivo de bens de consumo adotou as cadeias globais de valor como forma típica de organização de seus negócios. Na indústria têxtil, de vestuário e calçados, a cadeia é comandada por empresas especializadas na gestão de marcas e de sistemas de comercialização, ou mesmo por empresas proprietárias de redes de varejo. Já nos eletrodomésticos, comandam empresas oriundas da atividade industrial.

A Ásia é atualmente a principal base mundial de fabricação do setor. A concentração na região decorre, por um lado, do mencionado mercado consumidor pujante e, por outro, das vantagens de custos que atraíram as etapas de fabricação das cadeias globais. Os países desenvolvidos, por sua vez, concentram as atividades mais intensivas em tecnologia e de alto valor agregado.

No Brasil, a produção do setor é destinada prioritariamente ao mercado interno. Há forte presença de filiais de empresas estrangeiras, principalmente nos bens duráveis. Empresas de capital nacional de grande porte e com inserção internacional atuam nas indústrias de vestuário e calçados. No segmento de confecções, atua em grande número de pequenas e médias empresas com níveis baixos de capitalização.

O mercado no Brasil teve forte expansão no ciclo recente de crescimento econômico, quando o aumento do emprego formal, do salário real e do acesso ao crédito alimentaram a expansão da demanda por bens de consumo.

Impacto dos *Clusters* Tecnológicos selecionados

Todos os *Clusters* estudados têm impactos potenciais no sistema produtivo de bens de consumo no mundo e no Brasil. Na maior parte dos casos, o impacto no horizonte de dez anos é disruptivo, no sentido de que se alteram estruturas de mercado ou estratégias dominantes de concorrência.

Além das novas tecnologias, outros processos provocam também alterações profundas no mercado mundial de consumo, como a concentração da renda e o envelhecimento da população, principalmente nos países desenvolvidos, e a disseminação de novos estilos de vida e de padrões de consumo.

As mudanças em curso levam o mercado de consumo a uma segmentação crescente, com base no nível de renda, na idade e nos estilos de vida. O mercado caminha, portanto, na contramão do movimento da segunda metade do século XX, quando evoluiu na direção da *commoditização* dos bens e da massificação do consumo.

As novas tecnologias alavancam a capacidade de adaptação das empresas às novas condições do mercado, seja pela customização dos produtos tradicionais, seja pelo desenvolvimento de novos produtos. A Inteligência Artificial (IA), a Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT) e as Redes de Comunicação (Redes) permitem desenvolver eletrodomésticos inteligentes e conectados. Já os Materiais Avançados e a Nanotecnologia resultam em produtos mais leves ou resistentes. Novas soluções para o Armazenamento de Energia aumentam a autonomia e a portabilidade dos bens de consumo duráveis, como os eletroportáteis.

Tanto no segmento de eletrodomésticos quanto nas indústrias têxtil, de vestuário e de calçados, a Inteligência Artificial, a IoT e as Redes de Comunicação convergem para transformar os processos de fabricação por meio da Produção Inteligente e Conectada, que revoluciona a gestão da cadeia de valor e gera novos negócios.

Os produtos da indústria têxtil, de vestuário e de calçados são transformados pelos Materiais Avançados, Nanotecnologias e, em menor grau, Biotecnologias, que agregam novas funcionalidades aos tecidos, roupas e calçados. A incorporação de sensores, por exemplo, permite que os produtos de vestuário sejam conectados à IoT, gerem e capturem informações a partir das quais será possível desenvolver novos serviços.

O mercado de consumo brasileiro sempre mostrou grande agilidade para absorver novos produtos e serviços, como atesta a disseminação de *smartphones* e o uso das redes sociais. O período recente de crescimento econômico resultou no aumento da demanda por bens de consumo em todos os níveis de renda dos consumidores no Brasil. Tanto as empresas líderes quanto as associações das indústrias do setor têm consciência da profundidade das transformações disruptivas em curso.

A pesquisa de campo revela que as empresas respondentes estão a par dos potenciais ganhos de competitividade e que antecipam uma rápida disseminação das novas tecnologias. A adoção efetiva é ainda muito incipiente. Embora identifiquem oportunidades relevantes no relacionamento com fornecedores e clientes, ainda são poucas as empresas que executam ações concretas para incorporar as tecnologias avançadas.

Existem, dessa forma, condições favoráveis no país para que esse sistema produtivo acompanhe as tendências de inovação originadas pelos *Clusters* Tecnológicos estudados no Projeto Indústria 2027. Contudo, a agilidade da resposta da indústria é crítica para que os ganhos de competitividade se materializem. Para aproveitar plenamente as oportunidades, há desafios que precisarão ser enfrentados com urgência e conjuntamente por atores públicos e privados.

Desafios e implicações

O **principal desafio** do sistema produtivo de bens de consumo no Brasil é aumentar os investimentos em atividades inovadoras – tanto em pesquisa e desenvolvimento quanto em engenharia de processos – para elevar a capacidade de participação ativa das empresas nas mudanças advindas das tecnologias disruptivas. As corporações devem estar atentas às inovações geradas por seus fornecedores de insumos e de equipamentos, mas devem também ampliar o esforço próprio de inovação.

O **segundo desafio** é adensar o ecossistema de inovação dessas indústrias, fortalecendo os vínculos com fornecedores e instituições de ensino e pesquisa. O caráter interligado e convergente das novas tecnologias, que em sua maioria se encontram em fase de evolução e seleção, impõe o compartilhamento de informação e a cooperação para diminuir e compartilhar riscos. As empresas precisam ter acesso a conhecimentos mais próximos da fronteira tecnológica. Nesse sentido, o papel das *startups* – especialmente as configuradas a partir de *spin-offs* das instituições de pesquisa – também é importante.

O **terceiro desafio** consiste em ampliar o universo de empresas que podem explorar as novas tecnologias com aumento de eficiência e competitividade. É grande o número de fabricantes de pequeno e médio porte que atuam em nichos de mercado e carecem de capacitação, especialmente em áreas ligadas à gestão. É preciso criar condições para que possam se beneficiar dos ganhos potenciais advindos das novas tecnologias. Elas tendem a provocar mudanças significativas no segmento de confecções, com forte impacto sobre o emprego e as pequenas e médias empresas. É necessário desenvolver e tornar acessíveis soluções adequadas para o perfil de empresas que atuam nesse segmento.

Para enfrentar esses desafios, o Brasil precisa de iniciativas institucionalizadas que mobilizem e estimulem a cooperação entre empresas, instituições de ciência e tecnologia, agências governamentais e consumidores. É preciso compartilhar esforços e riscos para acelerar o ritmo da inovação e disseminar amplamente seus benefícios. Assim como outros países – Estados Unidos, Alemanha e China, por exemplo –, o Brasil deve construir seu próprio modelo para dar o salto de desenvolvimento tecnológico e produtivo que as novas tecnologias possibilitam e demandam.



INTRODUÇÃO

A variedade de bens que alimentam o consumo no Brasil e no mundo é muito grande. A demanda por bens de consumo abrange desde bens duráveis, como eletrodomésticos (geladeiras, fogões, lavadoras de roupas etc.) e equipamentos eletrônicos (computadores, telefones celulares etc.) até bens não duráveis, como alimentos, bebidas, artigos de higiene pessoal e de vestuário (roupas e calçados). Conseqüentemente, o sistema produtivo de bens de consumo é muito heterogêneo, englobando indústrias de bases técnicas e dinâmicas competitivas bem distintas.

A análise aqui apresentada exclui alguns bens de consumo importantes, como alimentos e eletrônicos, que são objeto de outras notas técnicas do Projeto Indústria 2027. O presente documento, portanto, abrange os seguintes segmentos:

- **Eletrodomésticos de “linha branca”:** fogões, ares-condicionados, refrigeradores, máquinas de lavar roupa, fornos de micro-ondas etc.
- **Eletrodomésticos “portáteis”:** aspiradores de pó, processadores de alimentos, liquidificadores, batedeiras, máquinas de café, ferros elétricos etc.
- **Indústrias têxtil, de vestuário e calçados,** que constituem o foco setorial da análise.

Mesmo com essa delimitação, o sistema produtivo de bens de consumo ainda é bastante heterogêneo. Por essa razão, a presente análise prioriza os elementos comuns, agrupando-os em duas categorias: bens de consumo duráveis, como os eletrodomésticos, e bens de consumo não duráveis, que engloba as indústrias têxtil, de vestuário e calçados.

A primeira parte do documento apresenta as principais características desse sistema produtivo no Brasil e no mundo. Na segunda, são analisados os impactos das novas tecnologias disruptivas sobre o sistema produtivo. Finalmente, a terceira identifica os principais desafios e implicações para o Brasil.



1 CARACTERIZAÇÃO ECONÔMICA

1.1 Panorama internacional

1.1.1 Mercados e cadeias de valor em transformação

Três processos vêm alterando significativamente o perfil da demanda mundial por bens e serviços de consumo neste início de século. O primeiro são os rápidos processos de industrialização e urbanização dos países asiáticos, notadamente a China, que incorporam centenas de milhões de pessoas ao mapa do consumo mundial. O segundo é a revolução nos meios de comunicação, que difundem global e instantaneamente imagens que alimentam os desejos de consumidores. O terceiro é a elevação do nível de renda per capita, que praticamente universaliza o acesso a grande variedade de bens e, por consequência, estabelece a diferenciação de produtos como vetor importante da ampliação do mercado consumidor.

As mudanças no perfil do consumo ocorreram de forma concomitante com a transição para um novo regime internacional de comércio e de investimento promovida pela Rodada Uruguai, em meados dos anos 1990. A maior permeabilidade dos mercados nacionais aos movimentos de mercadorias e de capitais promoveu profundas transformações no mapa da produção e do consumo industriais globais – processo para o qual o sistema produtivo de bens de consumo foi palco importante.

Os fornecedores do setor têm ajustado suas ações a essa evolução, com impactos importantes para a estrutura de mercado e as estratégias de concorrência dominantes. Tanto bens não duráveis quanto duráveis passam por uma forte internacionalização de suas redes de produção e distribuição.

O sistema produtivo de bens de consumo adotou as cadeias globais de valor como forma típica de organização de seus negócios no mundo. Assim, os principais atores comandam uma rede extensa e complexa de fornecedores, produtores e distribuidores espalhada por todo o mundo.

Existem diferenças na forma de operação das cadeias globais do sistema produtivo de bens de consumo. No segmento de bens não duráveis, como na indústria têxtil, de vestuário e calçados, a cadeia de valor é comandada por empresas especializadas na gestão de marcas e de sistemas de comercialização, ou mesmo por empresas proprietárias de cadeias de varejo. Já no caso dos bens de consumo duráveis, como as indústrias produtoras de eletrodomésticos, pode-se notar maior liderança de empresas provenientes da indústria.

A cadeia da indústria têxtil, de vestuário e calçados é especialmente representativa das mudanças dos últimos 20 anos, com a Rodada do Uruguai e a extinção do Acordo Multifibras, que regulava seu comércio internacional. Hoje, internacionalmente integrada, é comandada por empresas que concentram suas atividades na comercialização e no desenvolvimento de ativos comerciais.

O foco de suas estratégias consiste na diversificação de seus portfólios de produtos em direção a produtos de maior valor agregado, com maior ênfase na diferenciação por meio de atividades de desenvolvimento e *design*. Verifica-se uma estratégia deliberada de incorporação de novas tecnologias aos produtos dessas cadeias produtivas como forma de agregar valor. Um exemplo recorrente são as roupas e os calçados esportivos, em que se verifica a busca da melhoria de desempenho e o uso da marca como fator de diferenciação e agregação de valor.

Paralelamente, as etapas de produção, mais intensivas em trabalho, são deslocadas para países com custos salariais mais reduzidos. Em muitos casos, as empresas se utilizam de esquemas de subcontratação da manufatura para reduzir custos. Esse processo se iniciou em meados da década de 1990 e resultou na consolidação dos países em desenvolvimento – especialmente os asiáticos – como grandes fornecedores de produtos desse tipo no mercado internacional.

O movimento não ficou restrito, porém, aos países asiáticos. As empresas também utilizam esquemas de subcontratação para realizar as etapas de manufatura em países que contam com acordos comerciais que facilitam o acesso a mercados vizinhos. É o caso de países da América Central e do Caribe, que se transformaram em fornecedores do mercado estadunidense, e do Leste da Europa, fornecedores dos mercados da União Europeia.

Esses países têm uma grande vantagem competitiva com relação aos asiáticos devido à rapidez e ao baixo custo com que seus produtos chegam ao destino final, ou seja, o *time to market*. Especialmente no segmento de moda da indústria de vestuário, chamado de *fast fashion* ou “modinha”, um elemento dessa vantagem é a flexibilidade dos sistemas produtivos para efetuar mudanças rápidas e frequentes em suas linhas de produção. Além disso, as empresas globais usufruem de vantagens relacionadas à informalidade dos sistemas produtivos e das relações de trabalho.

Já na indústria dos bens de consumo duráveis, como eletrodomésticos, nota-se a importância das empresas de origem industrial como principais atores nas cadeias globais. Essas empresas, ainda que crescentemente relocalizadas em países de custos laborais mais baixos, são proprietárias de um conjunto de ativos produtivos e tecnológicos que lhes permite controlar melhor sua operação e, conseqüentemente, a apropriação de valor da cadeia.

No caso dos eletrodomésticos portáteis, como batedeiras, máquinas de café, liquidificadores e ventiladores, as características dos produtos tornam o custo de transporte menos relevante. Contudo, na linha branca (geladeiras, lavadoras de roupa, fogões etc.),

a proximidade dos grandes mercados consumidores ainda representa uma vantagem relevante para a competitividade. Nesse caso, o diferencial de custo da mão de obra deve ser comparado ao custo adicional de transporte para mercados distantes. Na existência de acordos comerciais que garantem acesso preferencial a grandes mercados, reforçam-se as vantagens dos países de baixo custo.

1.1.2 A indústria têxtil, seus fluxos e seus líderes

A Ásia detém cerca de dois terços da produção mundial de produtos têxteis e de vestuário – sozinhos, China e Hong Kong concentram aproximadamente 50% do montante global (ABIT). Fora da Ásia, do México e da Polônia despontam em função de vantagens de custos e de acesso a mercados vizinhos. Já dentre os países desenvolvidos, destacam-se apenas Estados Unidos e Itália – o que decorre da estratégia das indústrias locais de concentrar-se em produtos de alto valor agregado.

O Brasil ainda ocupa uma posição relevante nessa distribuição, com aproximadamente 2,5% da produção mundial. Contudo, enquanto em outros países as vendas externas exercem papel fundamental para o escoamento da produção, no Brasil ela se destina, sobretudo ao mercado doméstico.

Essas diferenças de conformação das cadeias globais ficam mais claras com a análise dos fluxos internacionais de comércio. No caso dos têxteis, os países asiáticos originam mais da metade das exportações, com primado para a China, com 34% (Tabela 1).

Tabela 1 – Exportações e participação dos principais exportadores de produtos têxteis no total mundial, 2015

Posição	País	Produção (US\$ mi)	Participação (%)
1º	China	112.103	34,0
2º	EUA	20.119	6,1
3º	Índia	20.096	6,1
4º	Alemanha	13.819	4,2
5º	Itália	12.208	3,7
6º	Coreia do Sul	12.173	3,7
7º	Turquia	11.297	3,4
8º	Ásia (outros)	10.568	3,2
9º	Hong Kong	9.196	2,8
10º	Paquistão	8.431	2,6
-	Demais	96.972	29,4
24º	Brasil	2.314	0,7
	Mundo	329.295	100

Nota: Classificação SITC Rev4 (divisões 26 e 65).
Fonte: UN/Comtrade Database.

Estes dados refletem a já mencionada reestruturação das cadeias globais de valor com base nos países asiáticos, em especial na China, e as estratégias de especialização dos países europeus em nichos de produtos de maior valor agregado.

A participação elevada de países desenvolvidos como Estados Unidos, Alemanha e Itália decorre em grande parte da existência de alguns produtos de elevada escala de produção e de alto valor agregado. Em termos europeus, porém, Itália, Alemanha, Espanha e França totalizam aproximadamente 13%. Já na Ásia, a China mais uma vez se destaca como principal exportador, com participação de 37,5% do mercado mundial. Em seguida encontram-se Bangladesh, com 5,7%, e Vietnã, com 4,7%. Os países asiáticos somam mais de 55% das exportações mundiais de vestuário.

Tabela 2 – Exportações e participação dos principais exportadores de produtos de vestuário no total mundial, 2015

Posição	País	Exportação (US\$ mi)	Participação (%)
1º	China	174.573	37,5
2º	Bangladesh	26.720	5,7
3º	Vietnã	21.948	4,7
4º	Itália	21.209	4,6
5º	Hong Kong	18.416	4
6º	Índia	18.168	3,9
7º	Alemanha	17.382	3,7
8º	Turquia	15.121	3,3
9º	Espanha	12.333	2,7
10º	França	10.756	2,3
-	Demais	128.215	27,6
77º	Brasil	140	0
	Mundo	464.980	100

Nota: classificação SITC Rev4 (Divisão 84).
Fonte: UN/Comtrade Database.

A elevada participação da China nas exportações de têxteis e vestuário, que lhe dá a liderança nesse mercado, deve ser ponderada pela sua participação na produção. Como esse envolvimento na produção mundial, supera sua fatia no comércio e conclui-se que parte importante do produzido se destina ao mercado doméstico, como ocorre também na Índia. Já Bangladesh, Vietnã e Paquistão, por seu lado, ocupam posições de destaque entre os maiores exportadores de têxteis e vestuário, mas não contam com mercados internos expressivos, o que revela sua inserção nas cadeias globais como plataformas de exportação.

Aqui também a importância de Estados Unidos, Japão, Alemanha, França, Itália e outros países europeus se relaciona à exportação de produtos de alto valor agregado, sobretudo têxteis, com escalas de produção relativamente menores.

O Brasil, por sua vez, sempre ocupou uma posição de pouca relevância nas exportações mundiais de produtos têxteis e de vestuário.

Para além da produção e da exportação, a análise do comércio mundial de produtos têxteis e de vestuário deve ser complementada com as importações – nas quais destacam os Estados Unidos e a China, ambos com cerca de 10% do mercado mundial (Tabela 3). Os países asiáticos realizam elevadas compras externas, que servem de insumos à produção local de artefatos de vestuário para exportação.

Tabela 3 – Importações e participação dos principais importadores de produtos têxteis no total mundial, 2015

Posição	País	Importação (US\$ mi)	Participação (%)
1º	EUA	31.118	10,9
2º	China	26.920	9,4
3º	Vietnã	14.978	5,2
4º	Alemanha	13.920	4,9
5º	Bangladesh	10.945	3,8
6º	Itália	9.325	3,3
7º	Japão	8.762	3,1
8º	Turquia	8.701	3
9º	Hong Kong	8.619	3
10º	Reino Unido	8.387	2,9
-	Demais	140.499	49,2
24º	Brasil	3.547	1,2
	Mundo	285.720	100

Nota: classificação SITC Rev4 (divisões 26 e 65).
Fonte: UN/Comtrade Database.

As importações de produtos de vestuário, por outro lado, são bastante menos concentradas que as exportações. Os principais países são os desenvolvidos, como os Estados Unidos em primeiro lugar, que se configuram como os grandes mercados das plataformas de exportação de outros países (Tabela 4). A seguir, o segundo posto é ocupado pela China, seguida de Vietnã, Alemanha e Itália.

Tabela 4 – Importações e participação dos principais importadores de produtos de vestuário no total mundial, 2015

Posição	País	Importação (US\$ mi)	Participação (%)
1º	EUA	96.898	23,5
2º	Alemanha	35.662	8,6
3º	Japão	28.564	6,9
4º	Reino Unido	27.959	6,8
5º	França	22.949	5,6
6º	Espanha	17.124	4,2
7º	Itália	15.396	3,7
8º	Hong Kong	14.902	3,6
9º	Holanda	11.001	2,7
10º	Canadá	9.895	2,4
-	Demais	129.227	31,3
26º	Brasil	2.707	0,7
	Mundo	412.287	100

Nota: classificação SITC Rev4 (Divisão 84).
Fonte: UN/Comtrade Database.

Podem ser verificados dois fenômenos complementares sobre as cadeias globais de valor a partir da análise das importações. Primeiro, muitos dos grandes produtores e exportadores de produtos e artefatos de tecidos – especialmente os asiáticos – são ao mesmo tempo grande importadores. Isso revela a existência de formas de triangulação entre os países, por meio do fornecimento de matérias-primas aos processos produtivos e de relações de subcontratação entre produtores localizados em diferentes países.

O segundo fenômeno se relaciona com a participação dos países desenvolvidos: por um lado, são os principais mercados consumidores, especialmente de bens finais – artefatos de tecidos e vestuário; por outro, sua especialização em produtos de maior valor agregado – seja de produtos têxteis, seja de vestuário – torna esses países importantes vendedores no mercado internacional.

1.1.3 A indústria de calçados, seus fluxos e seus líderes

No tocante à produção de calçados, mais de 80% dos pares produzidos anualmente têm origem na Ásia, principalmente na China, responsável por aproximadamente 60% do total. Fora da Ásia, apenas Itália, México e Nigéria também são produtores relevantes, além do Brasil, que contribui com 5% (ABICALÇADOS).

Já no cotejo com as taxas de exportação, a liderança chinesa se mantém, porém de forma atenuada, com 40,2% do total mundial (Tabela 5). O Vietnã, em segundo lugar com 9,4% do mercado, participa, sobretudo, devido a relações de complementaridade com a China nas cadeias globais de valor, enquanto Indonésia e Hong Kong completam a lista dos principais exportadores asiáticos.

Tabela 5 – Exportações e participação dos principais exportadores de calçados no total mundial, 2015

Posição	País	Exportação (US\$ mi)	Participação (%)
1º	China	53.509	40,2
2º	Vietnã	12.439	9,4
3º	Itália	10.433	7,8
4º	Bélgica	5.416	4,1
5º	Alemanha	5.098	3,8
6º	Indonésia	4.507	3,4
7º	Hong Kong	3.916	2,9
8º	Espanha	3.421	2,6
9º	França	3.173	2,4
10º	Holanda	3.048	2,3
-	Demais	26.897	20,2
17º	Brasil	1.114	0,8
	Mundo	132.971	100

Nota: classificação SITC Rev4 (Divisão 84).
Fonte: UN/Comtrade Database.

Outro importante exportador é a Itália, que atua nos mercados de calçados de alto e altíssimo valor agregado, com participação de 7,8% no mercado mundial. Além do elevado valor unitário do produto, sua participação também está associada ao uso intensivo de tecnologia de *design* e de fabricação dos calçados, atendendo a mercados de elevada customização com produtos sob encomenda. Para isso, diversos princípios da Produção Inteligente e Conectada são intensamente utilizados pelos produtores italianos, como *footscanners* e sistemas eletrônicos de dados.

Bélgica e Alemanha também aparecem como exportadores importantes, devido especificamente à reexportação de calçados importados de outros países.

Já a participação do Brasil declinou nas últimas décadas. No início da década de 1990, a indústria brasileira de calçados se encontrava entre os principais exportadores mundiais, mas se mostrou pouco capaz de se inserir na nova configuração das cadeias globais de valor. Assim, alcançou em 2015 um patamar de 0,8% do mercado mundial.

No que toca às importações de calçados, percebe-se uma concentração menor e um destaque maior para os países desenvolvidos, nos primeiros postos entre os principais importadores mundiais (Tabela 6). Os Estados Unidos, em primeiro lugar, foram responsáveis por 23,2% do total em 2015. Em seguida vêm Alemanha, Reino Unido, França, Itália e Japão.

Tabela 6 – Importações e participação dos principais importadores de calçados no total mundial, 2015

Posição	País	Importação (US\$ mi)	Participação (%)
1º	EUA	28.725	23,2
2º	Alemanha	10.399	8,4
3º	Reino Unido	7.322	5,9
4º	França	7.152	5,8
5º	Itália	5.895	4,8
6º	Japão	5.423	4,4
7º	Hong Kong	4.238	3,4
8º	Holanda	3.873	3,1
9º	Bélgica	3.611	2,9
10º	Espanha	3.108	2,5
-	Demais	43.634	35,2
36º	Brasil	539	0,4
	Mundo	123.919	100

Nota: classificação SITC Rev4 (Divisão 84).
Fonte: UN/ Comtrade Database

Esses dados confirmam que o principal destino das exportações de calçados dos países em desenvolvimento – em especial os asiáticos – é o atendimento dos mercados dos países desenvolvidos.

No caso do Brasil, apesar de crescimento em relação às últimas décadas, a participação do país nas importações totais é pouco relevante.

1.2 Panorama no Brasil

1.2.1 Bens de consumo: o que mudou no país?

O mercado de bens de consumo teve forte expansão no ciclo recente de crescimento econômico do Brasil. O aumento do emprego formal, a elevação do salário real e a ampliação do acesso ao crédito alimentaram a expansão da demanda, especialmente no caso dos bens duráveis, com milhões de novos consumidores.

Os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre a disponibilidade de alguns bens duráveis de consumo nas residências são bastante ilustrativos da escala dessa ampliação (Tabela 7). Entre 2006 e 2015, 14 milhões de residências passaram a contar com fogões, 16 milhões com aparelhos de TV, 18 milhões com geladeiras e 20 milhões com máquinas de lavar roupa. No caso dessas, a proporção de residências passou de 39% para 61% no período. Já nos demais bens de consumo listados, a proporção final se aproximou de 100%.

Tabela 7 – Número de residências brasileiras possuidoras de cada bem durável, 2006/2015

Produtos	Residências (mi)	
	2006	2015
Fogões	53.348	67.249
Televisores	50.800	66.091
Refrigeradores	48.711	66.563
Máquinas de lavar	20.942	41.601

Fonte: PNAD/IBGE.

O sistema produtivo de bens de consumo no Brasil reagiu com agilidade a essa expansão de demanda. Houve forte aumento da produção doméstica e da importação, tanto de insumos quanto de produtos finais. Além disso, ampliaram-se e modernizaram-se a capacidade produtiva, as linhas de produtos e a concorrência.

O segundo fator da readequação do sistema nacional foi a reorganização do sistema produtivo em escala mundial, com a emergência das cadeias globais de valor. O impacto dessas foi relativamente menor no Brasil, uma vez que, no início dessa reorganização global, nos anos 1990, o país não apresentava um mercado interno dinâmico nem vantagens de custos suficientes para se converter em plataforma de exportação global nos moldes asiáticos.

Com a retomada do crescimento, nos anos 2000, o mercado doméstico tornou-se dinâmico, mas as condições econômicas continuaram inviabilizando essa conversão. Ao mesmo tempo, não foi possível seguir o modelo de México, América Central e Leste Europeu como produtor-satélite de Estados Unidos e União Europeia, pois não existiam condições favoráveis de acesso a esses mercados.

Esse contexto, aliado a um mercado doméstico de grandes dimensões e uma base industrial sofisticada e heterogênea, torna nosso sistema produtivo de bens de consumo um caso *sui generis*, relativamente autônomo e diferenciado com relação às cadeias globais de valor.

O segmento de bens de consumo duráveis conta com forte presença de filiais de empresas estrangeiras, inclusive de grandes conglomerados asiáticos. A produção dessas empresas, que incluem Black & Decker, Bosch, Electrolux, SEB, LG, Samsung, e Whirlpool, se dedica sobretudo ao mercado interno. As importações são pouco expressivas e restritas aos produtos mais sofisticados para consumidores de maior poder aquisitivo, principalmente nos bens da linha branca e de portáteis.

Com relação aos produtos, destacam-se equipamentos de ar-condicionado e fornos de micro-ondas fabricados no Polo Industrial de Manaus, com fortes incentivos fiscais e compressores para refrigeradores, dos quais o país é uma plataforma global de desenvolvimento e exportação. Trata-se, porém, de uma exceção, pois isso se deve às capacidades tecnológicas e produtivas construídas no passado.

No segmento de bens de consumo não duráveis, fica mais evidente a autonomia do sistema produtivo brasileiro em relação às cadeias globais de valor. A presença de empresas de capital nacional é mais forte, e a produção se destina principalmente ao mercado interno. Assim, o país não figura na lista dos principais exportadores ou importadores de produtos têxteis e de vestuário, conforme as Tabelas 1 a 4, e sua balança comercial é fortemente deficitária em produtos têxteis e mais ainda em vestuário.

As importações têm aumentado de modo expressivo, ainda que não representem volumes muito significativos em comparação à produção local, e se concentram em dois segmentos. O primeiro é o de tecidos de alto valor agregado, em que os baixos volumes de produção doméstica dificultam a internalização dos processos produtivos. O segundo é o de bens finais, especialmente roupas e confeccionados, que aparecem em diversos relatos empresariais como vítimas do crescimento do contrabando por meio dos chamados sacoleiros.

Ao contrário da indústria têxtil e de vestuário, a indústria brasileira de calçados teve participação importante no mercado mundial nas décadas de 1980 e 1990. A partir de um movimento, na década de 1970, de descentralização dos processos de manufatura de calçados em direção a países em desenvolvimento, que apresentavam custos de trabalho mais reduzidos, o Brasil conquistou posições no mercado mundial com base em sua capacidade empresarial, sua disponibilidade de matéria-prima (couro) e de mão de obra qualificada a custos relativamente baixos.

Em meados dos anos 2000, porém, com o crescimento e a consolidação dos países asiáticos no mercado internacional, a indústria brasileira de calçados perdeu parcelas importantes do mercado internacional. Os principais atores locais das cadeias de valor, especialmente nos Estados Unidos, passaram a procurar outros fornecedores internacionais.

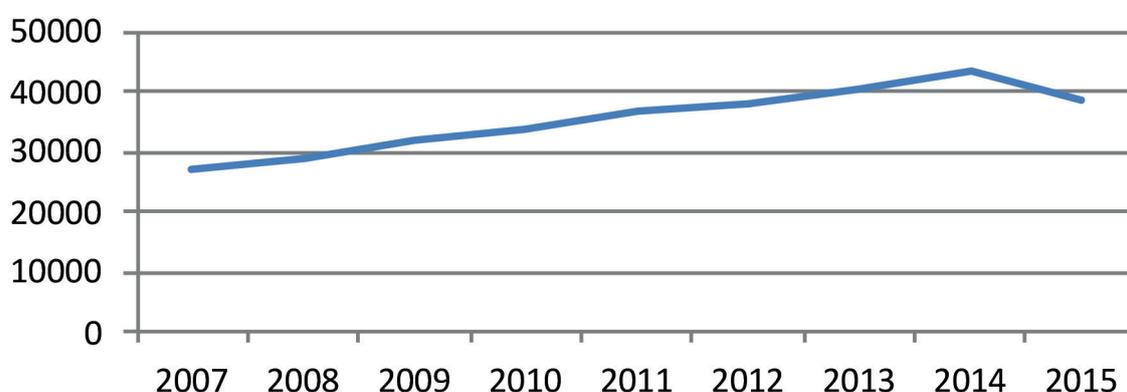
A resultante queda nas exportações teve efeitos negativos sobre o volume de produção e sobre o emprego, que passaram a depender quase exclusivamente do mercado doméstico. A balança do segmento ainda é superavitária, como atestam as Tabela 5 e 6, mas no período recente houve forte elevação das importações, principalmente de calçados esportivos de mais valor agregado.

1.2.2 Indústria têxtil e de vestuário: sistema produtivo e mercado

A cadeia de produção têxtil-vestuário no Brasil é considerada uma cadeia completa, uma vez que conta com produtores em quase todos os seus elos, com exceção da produção de equipamentos sofisticados. Essa característica distingue o Brasil de muitos outros países que se especializaram em segmentos isolados do processo em função da estruturação das cadeias globais de valor.

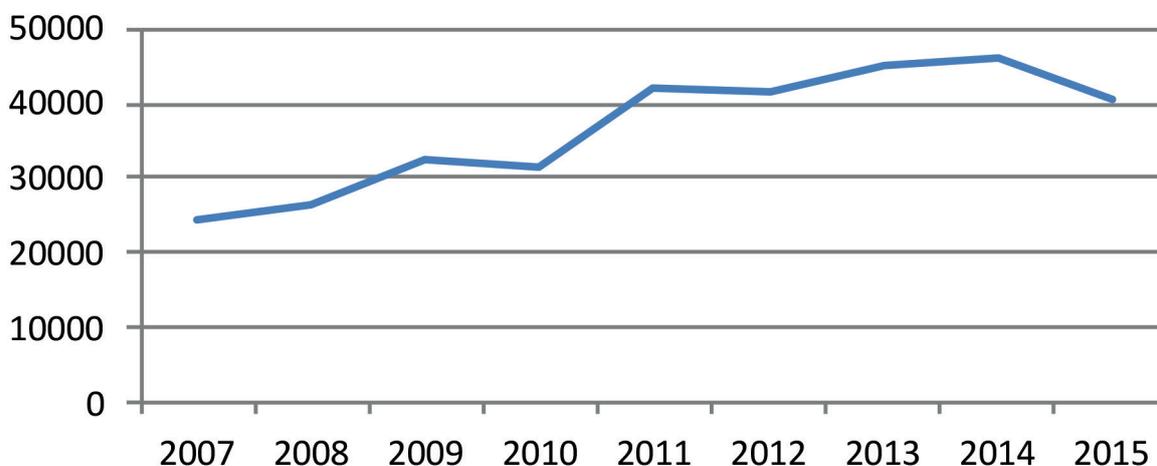
A produção doméstica desse segmento acompanhou a expansão do mercado de consumo no período de crescimento da economia brasileira, mas sua trajetória sofreu uma inflexão em 2014 (Gráficos 1 e 2).

Gráfico 1 – Produção anual da indústria têxtil, 2007-2015 (em R\$ mi de 2015*)



Notas: (*) Receita líquida de vendas de atividades industriais (milhões de reais) deflacionada pelo IGP/DI.
Fonte: IBGE/Pesquisa Industrial Anual.

Gráfico 2 – Produção anual da indústria de vestuário, 2007-2015 (em R\$ mi, de 2015*)



Notas: (*) Receita líquida de vendas de atividades industriais (milhões de reais) deflacionada pelo IGP/DI.
Fonte: IBGE/Pesquisa Industrial Anual.

Os dados da Pesquisa Industrial Anual do IBGE sobre empresas com mais de 30 empregados mostram que, em 2015, atuavam no segmento têxtil aproximadamente seis mil unidades de produção, enquanto no de vestuário eram mais de 27 mil, comprovando a importância da cadeia têxtil-vestuário como grande geradora de empregos formais e informais.

Entre os empregos formais, a cadeia foi responsável pela geração de mais de 870 mil empregos, dos quais mais de 260 mil na têxtil e mais de 600 mil na de vestuário. As atividades que mais geram empregos são as etapas intensivas em mão de obra, como a confecção de artigos do vestuário, que contava em 2015 com mais de 580 mil empregados em todo o país.

As Tabelas 8 e 9, a seguir, apresentam a distribuição dos empregos formais na indústria têxtil entre os setores conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).

Tabela 8 – Empregos formais e participação setorial no total da indústria têxtil, 2015

CNAE	Setor	Empregos	Participação (%)
131	Preparação e fiação de fibras têxteis	45.873	17,6
132	Tecelagem, exceto malha	48.410	18,6
133	Fabricação de tecidos de malha	22.465	8,6
134	Acabamentos de fios, tecidos e artefatos têxteis	37.298	14,3
135	Fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário	106.432	40,9
Total		260.478	100

Fonte: MTE/RAIS - CNAE 2.0.

Tabela 9 – Empregos formais e participação setorial no total da indústria de vestuário, 2015

CNAE	Setor	Empregos	Participação (%)
141	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	586.930	95,5
142	Fabricação de artigos de malharia e tricotagem	27.684	4,5
Total		614.614	100

Fonte: MTE/RAIS - CNAE 2.0.

Outra característica dessa cadeia é a forte heterogeneidade das empresas, com portes muito diferentes. Num extremo do universo de produtores há um grupo relativamente pequeno de empresas de grande porte, com elevado nível de capacitação tecnológica e produtiva. Algumas delas, de capital nacional, têm bases produtivas no exterior para se beneficiar de oportunidades de acesso a grandes mercados, como o norte-americano. No outro extremo, há um grupo numeroso de empresas pequenas, cuja possibilidade de sobrevivência em períodos de dificuldade consiste na reversão à informalidade. No segmento de confecções, por exemplo, atua um grande número de empresas de pequeno e médio porte e com processos intensivos em mão de obra que se enquadram nesse perfil.

Quanto à distribuição geográfica, a cadeia têxtil-vestuário tem presença em todas as regiões do Brasil, com visível concentração na Região Sudeste, responsável por quase 50% dos empregos nacionais do segmento, com destaque para atividades de tecelagem e fabricação de artefatos de tecido.

Tabela 10 – Empregos da indústria têxtil por região em valores absolutos e percentuais, 2015

Região	Empregos					Total	Participação (%)
	131 Preparação e fiação de fibras têxteis	132 Tecelagem, exceto malha	133 Fabricação de tecidos de malha	134 Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis	135 Fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário		
Sudeste	17.407	24.845	8.032	15.622	62.602	128.508	49,3
Sul	10.883	9.402	11.422	18.295	26.901	76.903	29,5
Nordeste	13.506	13.651	2.818	2.653	12.359	44.987	17,3
Centro-Oeste	2.081	476	191	614	4.092	7.454	2,9
Norte	1.996	36	2	114	478	2.626	1,0
Brasil	45.873	48.410	22.465	37.298	106.432	260.478	100,0

Fonte: MTE/RAIS - CNAE 2.0.

Já na indústria de vestuário (Tabela 11), a concentração é um pouco menor, uma vez que a Região Sudeste é responsável por 45% do emprego total, seguido pela Região Sul, com cerca de 30%.

Tabela 11 – Empregos da indústria de vestuário por região em valores absolutos e percentuais, 2015

Região	Empregos			
	141 confecção de artigos de vestuário e acessórios	142 fabricação de artigos de malharia e tricotagem	Total	Participação (%)
Sudeste	264.609	14.008	278.617	45,3
Sul	180.687	7.201	187.888	30,6
Nordeste	108.645	3.402	112.047	18,2
Centro-Oeste	28.964	2.876	31.840	5,2
Norte	4.025	197	4.222	0,7
Brasil	586.930	27.684	614.614	100,0

Fonte: MTE/RAIS - CNAE 2.0.

No que se refere ao comércio exterior, nota-se que, nos últimos anos, as exportações de produtos têxteis permaneceram relativamente estáveis, enquanto as importações cresceram amplamente (Tabela 12).

Tabela 12 – Comércio exterior da indústria têxtil por ano (em US\$ mi)

Ano	Exportações	Importações	Saldo
2007	1.732	2.431	-699
2008	1.869	2.994	-1.125
2009	1.515	2.607	-1.092
2010	1.877	3.801	-1.923
2011	2.720	4.613	-1.893
2012	3.148	4.195	-1.047
2013	2.144	4.176	-2.031
2014	2.336	4.313	-1.977
2015	2.195	3.255	-1.060
2016	2.035	2.820	-785

Fonte: MDIC/ Aliceweb (capítulos SH - 2 dígitos 50 - Seda até 60 - Tecidos de malha).

De 2005 a 2012, as exportações apresentaram leve crescimento, alcançando um patamar superior a US\$ 3 bilhões. Depois disso, nota-se uma retração das vendas externas, mesmo com o encolhimento do mercado doméstico. Já as importações atravessaram um período de forte crescimento até o início da década de 2010, quando chegaram a patamares superiores a US\$ 4 bilhões, e em seguida passaram por retração nos anos 2015 e 2016. O resultado foi a elevação do déficit comercial, que oscilou entre US\$ 1 e 2 bilhões no período.

O segmento de vestuário (Tabela 13) apresenta quadro semelhante. Entre 2007 e 2016, caíram as exportações de produtos e artefatos, enquanto as importações cresceram de modo significativo, ao menos até 2014, quando alcançaram mais de US\$ 2,8 bilhões. Como resultado, a balança comercial do segmento apresentou consistentemente saldos negativos.

Tabela 13 – Comércio exterior da indústria de vestuário por ano (em US\$ mi)

Ano	Exportações	Importações	Saldo
2007	632	579	53
2008	556	839	-283
2009	381	874	-493
2010	388	1.237	-849
2011	293	1.954	-1.662
2012	238	2.419	-2.181
2013	223	2.624	-2.401
2014	201	2.835	-2.634
2015	176	2.605	-2.429
2016	178	1.393	-1.215

Fonte: MDIC/ Aliceweb (Capítulos SH - 2 dígitos: 61 - Vestuário e seus acessórios, de malha até 63 - Outros artefatos têxteis confeccionados).

Considerando a cadeia têxtil-vestuário como um todo, verificam-se importantes saldos negativos, que chegaram a US\$ 4,5 bilhões em 2014 devido a dois fatores principais. O primeiro é de ordem doméstica e decorre do rápido crescimento do mercado de consumo, somado à taxa de câmbio fortemente apreciada na economia brasileira nesse período. Já o segundo tem a ver com as mudanças na organização global da cadeia têxtil-vestuário que fica evidente quando se verifica que os principais parceiros comerciais do país estão na Ásia.

No segmento têxtil, a parceria dos países asiáticos desponta tanto nas importações quanto nas exportações (Tabela 14). As compras externas oriundas da China representam quase 50% das importações totais do Brasil, complementadas por fornecedores como Índia, Indonésia, Taiwan, Coreia do Sul e Tailândia. Os principais produtos importados são fios e tecidos sintéticos.

Os mesmos parceiros se destacam nas exportações, à exceção da Argentina, para onde se destinam pouco mais que 10% das exportações brasileiras. Os principais produtos exportados são fios e tecidos de algodão – o que revela especialização da indústria brasileira em produtos com essa matéria-prima.

Tabela 14 – Importações e exportações de têxteis do Brasil com seus dez maiores parceiros comerciais, em valores totais e percentuais, 2016

Importações			Exportações		
Origem	Valor (US\$ mi)	Participação (%)	Destino	Valor (US\$ mi)	Participação (%)
China	1.373	48,7	Argentina	220	10,8
Índia	240	8,5	Indonésia	220	10,8
Indonésia	207	7,3	Vietnã	176	8,6
Estados Unidos	156	5,5	Coreia do Sul	175	8,6
Taiwan	96	3,4	Turquia	145	7,1
Coreia do Sul	76	2,7	China	114	5,6
Vietnã	67	2,4	Paquistão	105	5,2
Argentina	61	2,1	Estados Unidos	93	4,6
Turquia	52	1,8	Bangladesh	89	4,4
Tailândia	52	1,8	Malásia	88	4,3
Dez principais	2.378	84,3	Dez principais	1.425	70,0
Total	2.820	100,0	Total	2.035	100,0

Fonte: MDIC/ Aliceweb (capítulos SH - 2 dígitos 50 - Seda até 60 - Tecidos de malha).

Quadro semelhante pode ser verificado na indústria do vestuário (Tabela 15), em que a China, com quase 50% das importações, e os demais países asiáticos são os principais fornecedores estrangeiros. Bangladesh, Índia, Vietnã e Indonésia também se destacam, sobretudo, na produção de roupas prontas.

Já os principais destinos das exportações são os mercados regionais, com destaque para países da América do Sul como Paraguai, Uruguai, Argentina, Bolívia, Chile e Peru. Os produtos mais exportados são os tecidos felpudos – sobretudo toalhas e roupões – e as roupas prontas.

Esse quadro reforça a autonomia do Brasil no segmento têxtil-vestuário em relação às cadeias globais de valor. O país se diferencia de grandes mercados consumidores, como o norte-americano, porque conta com um sistema produtivo que atende parte significativa da demanda doméstica. No entanto, à diferença do que ocorre na China ou da Índia, a produção local não opera como plataforma de exportação global e explora somente um nicho de mercado regional, com exportações de tecidos e roupas prontas de algodão para a América do Sul.

A relação comercial com a Ásia, principal consumidor e produtor mundial de têxteis, é relativamente horizontal: o Brasil importa insumos sintéticos e exporta insumos de algodão. No segmento de vestuário, importa também roupa pronta da China.

Tabela 15 – Importações e exportações de produtos de vestuário do Brasil com seus dez maiores parceiros comerciais, em valores totais e percentuais, 2016

Importações			Exportações		
Origem	Valor (US\$ mi)	Participação (%)	Destino	Valor (US\$ mi)	Participação (%)
China	748	53,7	Paraguai	34	19,1
Bangladesh	108	7,8	Estados Unidos	29	16,1
Índia	68	4,9	Uruguai	23	12,8
Paraguai	61	4,4	Argentina	20	11,3
Vietnã	53	3,8	Bolívia	10	5,6
Peru	45	3,3	Chile	7	3,8
Turquia	33	2,4	Portugal	4	2,4
Indonésia	22	1,6	Peru	4	2,0
Itália	21	1,5	Japão	3	1,7
Sri Lanka	21	1,5	Itália	3	1,7
Dez principais	1.181	84,8	Dez principais	136	76,4
Total	1.393	100,0	Total	178	100,0

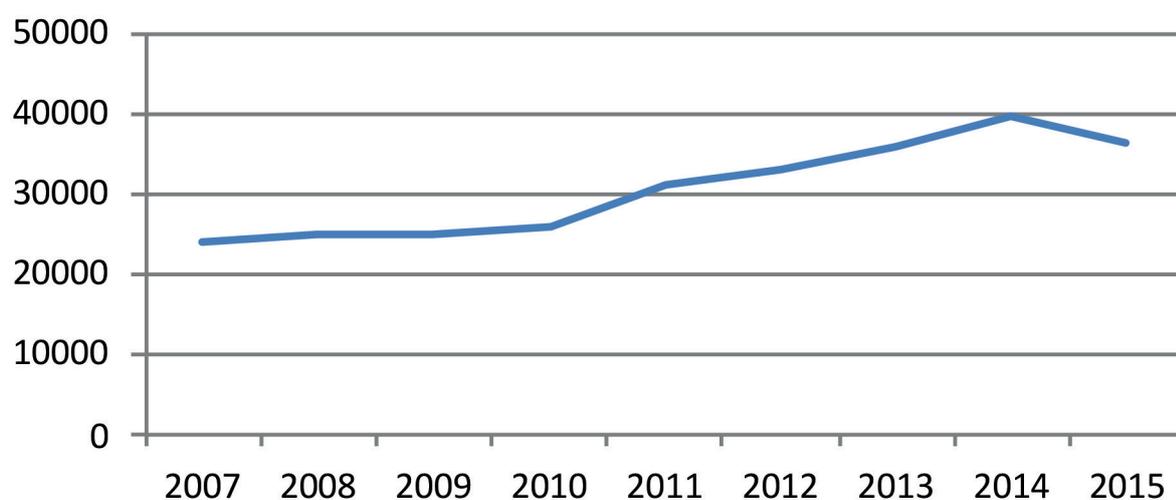
Fonte: MDIC/ Aliceweb (Capítulos SH - 2 dígitos: 61 - Vestuário e seus acessórios, de malha até 63 - Outros artefatos têxteis confeccionados).

1.2.3 Indústria e mercado de calçados

O segmento de calçados também registrou o impacto das transformações da posição da indústria brasileira no mundo. Ao contrário de outros setores produtores de bens de consumo, ele exerceu no passado um papel internacional importante, com destaque para o mercado dos Estados Unidos. Em 1993, auge dessa fase vantajosa, as exportações brasileiras de calçados ultrapassaram US\$ 1,8 bilhão. Já em 2016, em período de expansão do mercado internacional, não alcançaram US\$ 1 bilhão.

Com a retração das vendas externas, a indústria passou a ser mais dependente do mercado doméstico. A ampliação da demanda por calçados no período de crescimento econômico permitiu a expansão da produção doméstica até 2014 (Gráfico 3), quando iniciou um período de dois anos de retração. Segundo os dados do IBGE, a produção de calçados em 2016 no Brasil envolvia aproximadamente sete mil unidades locais e 340 mil empregos formais.

Gráfico 3 – Produção física anual da indústria de calçados (*), 2007-2015
(em R\$ mi de 2015**)



Notas: (*) Inclui preparações de couro. (**) Receita líquida de vendas de atividades industriais deflacionada pelo IGP-DI (milhões de reais).
Fonte: IBGE/Pesquisa Industrial Anual.

Além da perda de participação no mercado externo, outros dois processos marcaram a evolução do setor: de um lado, o deslocamento da produção para novas regiões do país; de outro, o aumento do uso de materiais sintéticos.

Com relação ao deslocamento, muitas grandes produtoras de calçados estabeleceram unidades produtivas na Região Nordeste do país, especialmente nos estados do Ceará e da Paraíba, a partir de meados dos anos 1990. Isso alçou a participação da região na produção nacional a mais de 50% (Tabela 16).

Tabela 16 – Distribuição regional da produção de calçados, 2016

Região/Estado	Volume (milhões de pares)	Participação (%)
Nordeste	555,2	58,2
Ceará	268	28,1
Paraíba	201,8	21,2
Sul	215,6	22,6
Rio Grande do Sul	181	19
Sudeste	175,5	18,4
Minas Gerais	90,8	9,5
São Paulo	69,5	7,3
Centro-Oeste	5,7	0,6
Norte	1,9	0,2
Total	954	100

Fonte: Abicalçados.

O deslocamento da produção para o Nordeste cessou na última década, uma vez que as experiências de instalação de algumas empresas de médio porte na região tiveram pouco êxito na gestão de uma estrutura produtiva empresarial mais complexa e descentralizada. As dificuldades financeiras foram incontornáveis, levando-as a optar pela desativação.

Além disso, o aumento do desemprego nas regiões produtoras tradicionais e nos *Clusters* regionais – principalmente Rio Grande do Sul e São Paulo (Box 1) – reduziu os salários locais, o que comprometeu o diferencial competitivo das plantas do Nordeste (GARCIA, 2010).

Box 1 – *Clusters* regionais de produção de calçados

Nas regiões produtoras tradicionais, como os estados do Rio Grande do Sul e de São Paulo, a produção se organiza em *Clusters* regionais, chamados no Brasil de arranjos produtivos locais. Nesses arranjos, as externalidades positivas locais exercem papel fundamental para a competitividade das empresas, especialmente as de pequeno e médio porte.

No Rio Grande do Sul, destaca-se o *Cluster* do Vale dos Sinos, que se estende por uma grande área geográfica entre o rio dos Sinos até parte da Serra Gaúcha. Sua estrutura produtiva é bastante diversificada, tanto em tipos de calçados quanto em termos de especialização de fornecedores de insumos, componentes, máquinas e equipamentos.

No estado de São Paulo, despontam três *Clusters* especializados. O de Franca é especializado na produção de calçados masculinos, com destaque para sapatos de couro. O de Birigui é especializado em calçados infantis, produzidos, sobretudo, com material plástico. Por fim, o de Jaú é especializado em calçados femininos, com foco nas sandálias de material plástico.

Em paralelo, Minas Gerais ganhou relevância ao aumentar sua produção de calçados a um patamar correspondente a quase 10% da produção nacional. Esse crescimento se deve ao desenvolvimento do *Cluster* regional de Nova Serrana, cuja produção se iniciou com fabricação de calçados de material plástico de baixo valor, produzidos, sobretudo, por empresas de pequeno e médio porte. Esse processo conformou uma estrutura produtiva mais diversificada, ainda que baseada na fabricação de produtos de baixo valor.

Como foi dito anteriormente, a reorganização espacial da cadeia foi complementada por tendências internacionais que levaram a produção brasileira a incrementar fortemente o uso de materiais sintéticos. Hoje, são utilizados em quase 75% dos pares de calçados produzidos no país, com destaque para os injetados plásticos – inclusive sandálias de borracha – e calçados montados com material laminado. Com essa mudança, a participação dos calçados de couro chegou a menos de 20% do total produzido em 2015.

Esses dados denotam uma mudança tecnológica importante no setor, induzida pela evolução da demanda na direção de um novo padrão mundial de consumo. A procura por modelos mais leves – e, em particular, a ampla disseminação do uso de calçados esportivos – provocaram a substituição crescente do couro e induziram o aprimoramento do material plástico e dos laminados sintéticos substitutos. Esse fenômeno pode ser verificado em diversos segmentos da indústria, inclusive a produção de calçados de passeio – o “sapatênis”, por exemplo – e esportivos– como tênis de corrida e de esportes em geral.

Essa substituição exerce efeitos positivos muito importantes sobre os problemas de gestão da produção e das operações, uma vez que a maior uniformidade dos materiais sintéticos permite reduções de custos e ganhos de produtividade expressivos no nível da planta.

Por outro lado, a inserção da indústria brasileira de calçados no mercado doméstico e, principalmente, no internacional sempre esteve associada à produção de calçados de couro. Mesmo que não seja possível vincular exclusivamente a retração no uso de couro à retração das exportações brasileiras, é preciso reconhecer que essa especialização pode ter dificultado a manutenção do volume de vendas no mercado externo.

Objetivamente, as exportações brasileiras de calçados chegaram a representar aproximadamente 25% da produção doméstica, em meados dos anos de 1990, e hoje representam apenas cerca de 13%. Em 2016, em meio ao elevado crescimento do mercado mundial do setor, as exportações atingiram o patamar de U\$ 1,165 bilhão (Tabela 17).

Tabela 17 – Comércio exterior da indústria de calçados por ano (em US\$ mi)

Ano	Exportações	Importações	Saldo
2007	2.038	222	1.816
2008	2.025	327	1.699
2009	1.477	323	1.154
2010	1.648	369	1.279
2011	1.499	493	1.006
2012	1.286	614	673
2013	1.263	656	607
2014	1.238	636	602
2015	1.114	539	576
2016	1.165	385	780

Fonte: MDIC Alice Web (Capítulo SH - 2 dígitos: 64 - Calçados, polainas e artefatos semelhantes; suas partes).

Embora seja evidente a queda das exportações de calçados no período, também em decorrência da consolidação dos fornecedores asiáticos à frente das cadeias globais de valor na indústria de calçados, as vendas brasileiras estão longe de ser irrelevantes.

Atualmente, são compostas de calçados de material sintético e borracha – as sandálias ou os chinelos, como são popularmente conhecidos – e de sapatos de couro, especialmente os femininos, que respondem cada qual por cerca de 45% do total exportado. Os principais mercados atendidos são Estados Unidos (22,2% das exportações totais em 2016) e Argentina (11,2%).

Já as importações de calçados apresentaram um crescimento importante, se comparadas com as da década de 1990, quando o volume importado era praticamente desprezível. Em 2013, ano em que atingiram o patamar histórico mais elevado, chegaram a US\$ 656 milhões.

A maioria dessas importações provém dos países asiáticos, sobretudo China e Vietnã. Isso indica que esse setor da indústria brasileira tem se inserido de modo crescente nas cadeias globais de valor como comprador – mesmo que os volumes importados tenham uma participação muito reduzida no mercado internacional do produto. Dentre os importados, lideram os produtos de material têxtil – calçados esportivos.

A partir de 2015, porém, houve uma redução das importações, em virtude tanto da retração da renda doméstica quanto da adoção de uma sobretaxa por *dumping* para calçados provenientes da China. Por conta dessa sobretaxa, os principais fornecedores de calçados para o mercado brasileiro são hoje o Vietnã, com 55,3% das importações, e a Indonésia, com 21,3%. Nos meios empresariais, comenta-se que há fortes indícios de triangulação entre os produtores asiáticos dos calçados importados pelo Brasil.



2 OS *CLUSTERS* TECNOLÓGICOS RELEVANTES

2.1 Identificação das tecnologias relevantes

O **Projeto Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas** identificou oito *Clusters* Tecnológicos: Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT), Tecnologias de Redes de Comunicação (Redes), Nanotecnologia, Biotecnologia e Bioprocessos, Materiais Avançados, Produção Inteligente e Conectada (Produção Inteligente) e Armazenamento de Energia.

Todos têm impactos potenciais no sistema produtivo de bens de consumo do mundo e do Brasil. Na maioria dos casos, o impacto no horizonte de cinco a dez anos é disruptivo, no sentido de que altera as estruturas de mercado ou as estratégias de concorrência atuais.

2.1.1 Materiais avançados

É um dos *Clusters* Tecnológicos com maior impacto para o sistema produtivo de bens de consumo, uma vez que novos materiais permitem o desenvolvimento de novos produtos. Nos bens de consumo duráveis, os materiais avançados devem substituir componentes metálicos ou plásticos, resultando em eletrodomésticos e portáteis mais leves e resistentes.

Nos bens não duráveis, esperam-se inovações importantes na indústria têxtil e de vestuário com o uso de materiais morfologicamente alterados, com sensores incorporados e nanopartículas capazes de conferir propriedades funcionais aos fios e aos tecidos. Exemplos desses avanços são os tecidos com nanocelulose e sintéticos funcionais combinados com biopolímeros, além de tecidos com capacidade de bloqueio da radiação ultravioleta, atividade fungicida e bactericida, repelência de insetos, liberação de medicamentos e autolimpeza.

No caso dos bens de consumo não duráveis avançados, o impacto dos materiais avançados será disruptivo, principalmente na forma de inovações de produto, com mercadorias com preço mais alto e elevado valor agregado.

2.1.2 Inteligência artificial

Nas indústrias do sistema produtivo de bens de consumo duráveis, soluções baseadas em IA incluem o desenvolvimento de produtos como robôs domésticos.

Também podem ser incorporadas soluções de IA em equipamentos domésticos tradicionais, como nos de prática de exercícios físicos, jogos interativos, eletrodomésticos inteligentes com reconhecimento de voz e processamento de linguagem natural (PLN).

Adicionalmente, há mudanças em curso no mercado de varejo, com o crescimento da importância de sistemas de busca virtual com identificação de padrões de compras e de comportamento individual – o que pode levar à adoção de recomendações de compra personalizadas. Destaca-se também o surgimento e a difusão de sistemas de compras de artigos de vestuário (roupas e calçados) personalizados. Por fim, há um conjunto de possibilidades de aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina (*machine learning*) na gestão dos processos de produção e operações em diversas indústrias.

É possível inferir que as inovações baseadas na IA terão forte impacto sobre esse sistema produtivo, particularmente no segmento de duráveis. Isso se traduzirá na criação de novos mercados consumidores, no surgimento de novos modelos de negócios, no questionamento de vantagens estabelecidas associadas à posse de ativos de comercialização e distribuição, na transformação e na criação de produtos.

2.1.3 Produção inteligente e conectada

Os impactos generalizados desse *Cluster* incidirão tanto sobre a produção de duráveis quanto sobre a de não duráveis. Dentre os principais fatores que vão representar mudanças importantes, podem-se destacar:

- A digitalização generalizada dos processos produtivos pode implicar em aumento da capacidade de interação entre máquinas, com a acumulação de dados e o aprendizado por parte dessas, permitindo a virtualização e a otimização abrangente da gestão.
- Uso crescente de ferramentas de inteligência competitiva (*business intelligence*), especialmente voltadas ao consumidor, mas também à gestão da cadeia de distribuição e do varejo.
- Soluções baseadas em *wi-fi* e redes para auxílio à tomada de decisão.
- Uso crescente da manufatura aditiva, impressoras e máquinas 3D para a produção de bens personalizados, especialmente na indústria de bens de consumo duráveis.
- Tecnologias para monitoramento da produção e rastreamento de produtos.
- Manutenção preditiva de processos.
- Desenvolvimento de produtos por tecnologias de virtualização, especialmente na fabricação de produtos personalizados.

Esse conjunto de mudanças deve exercer impacto sobre o sistema produtivo de bens de consumo, com efeitos importantes sobre a produtividade. O aumento dela será resultado do menor *lead time* no desenvolvimento de produtos e da capacidade para atender crescentemente a demandas específicas e personalizadas dos consumidores.

2.1.4 Tecnologias de redes de comunicação

No caso dos bens de consumo duráveis, como eletrodomésticos e eletroportáteis, os avanços nas redes de comunicação poderão provocar impacto importante na inovação de produto, especialmente conjugada com a IoT e o sensoriamento remoto. Nessas indústrias, os avanços nas redes permitirão o acompanhamento do ciclo de vida dos produtos, com efeitos positivos sobre a manutenção preditiva e a incorporação de novos atributos e funcionalidades ao consumidor por meio de aplicativos remotos.

Nos bens de consumo não duráveis, a incorporação crescente de sensores a roupas e calçados pode ensejar a adoção de novos usos e aplicações em áreas como a esportiva e a médica, inclusive com a incorporação de tecnologias assistivas. Além disso, o crescente sensoriamento das peças de vestuário por meio da incorporação de sensores em fios e tecidos pode permitir a rastreabilidade das peças, especialmente quando há regulação que atribui ao fabricante a responsabilidade pelo descarte do produto.

Os processos de fabricação de todos os bens de consumo devem aproveitar os avanços nas redes de comunicação para incorporar equipamentos inteligentes e conectados. A evolução das redes, aliada ao avanço da inteligência artificial e da IoT, deve transformar os processos produtivos do sistema.

Por conta dessas características, os avanços tecnológicos em redes de comunicação devem ter forte impacto nesse sistema produtivo, com potencial para inovações de produto e de processo. Os principais avanços serão provavelmente materializados por meio da geração de novos modelos de negócios, com aproximação da indústria ao consumidor final e com impactos potenciais sobre toda a cadeia produtiva.

2.1.5 Internet das coisas (IoT)

Os avanços da IoT estarão ligados à capacidade de sensoriamento e monitoramento de produtos. Portanto, o principal impacto deve ocorrer a jusante da cadeia produtiva das indústrias de bens de consumo. No caso dos bens duráveis, o sensoriamento de eletrodomésticos e eletroportáteis vai proporcionar ampla capacidade de interconexão, que por sua vez possibilitará a incorporação de novos atributos aos produtos e aos serviços ao consumidor.

Já nas indústrias de bens de consumo não duráveis, as possibilidades de incorporar o sensoriamento aos produtos parecem mais reduzidas, ao menos no curto prazo. Suas possibilidades de avanço estão mais associadas ao desenvolvimento e à difusão de produtos vestíveis (*wearables*), como roupas, calçados, relógios, joias e óculos, com sensores capazes de interconectar produtos, recolhendo e transmitindo dados. Esse é atualmente um dos principais vetores dos esforços tecnológicos nas áreas têxtil e de vestuário, com um elevado potencial de inovação a médio prazo.

Outros usos potenciais da IoT no sistema produtivo de bens de consumo são: eletroportáteis que incorporam tecnologias assistivas, como auxílio a idosos para medicação em horário adequado, e máquinas de lavar conectadas a novos serviços para os consumidores e para os fabricantes de produtos de higiene e limpeza.

Entretanto, um dos obstáculos mais importantes para a difusão de tecnologias baseadas em IoT está relacionado a eventuais problemas de privacidade associados à geração e transmissão de informações.

2.1.6 Nanotecnologia

As indústrias de bens de consumo não duráveis já são usuárias importantes de soluções com nanotecnologia. Na indústria têxtil e de vestuário, por exemplo, podem-se citar:

- Tecidos repelentes à água e ao óleo.
- Tecidos resistentes a vinco.
- Tecidos antichama, antiodor, antirradiação ultravioleta, antiestéticos.
- Tecidos com propriedades bactericidas.
- Fibras têxteis e tecidos com maior estabilidade térmica.
- Fibras têxteis e tecidos com atenuação de micro-ondas e radiação eletromagnética.
- Fibras e tecidos com sensores de temperatura, umidade e pressão incorporados.
- Moda com cores e texturas obtidas a partir de nanomateriais.

Além disso, será possível aplicá-la em tecnologias de processo na indústria, por exemplo, em melhorias no tingimento do tecido, com efeitos positivos sobre a geração de resíduos líquidos por corantes.

Em geral, grande parte dos esforços empresariais de inovação relacionados aos chamados tecidos inteligentes incorporam soluções de nanotecnologia. Por exemplo, a crescente geração de vestíveis faz uso de fibras têxteis que utilizam nanotecnologia, seja para a incorporação de atributos diferenciados aos produtos – como controle de temperatura –, seja para a incorporação de sensores conectados por IoT.

Conclui-se, portanto, que os principais impactos da nanotecnologia, especialmente nas indústrias de bens não duráveis, devem envolver a crescente incorporação de atributos e funcionalidades aos produtos, com efeitos importantes sobre o padrão competitivo do setor.

2.1.7 Armazenamento de energia

Nos sistemas de bens de consumo, as oportunidades e os impactos deste *Cluster* são bem menores que em outros, como o de veículos. Entretanto, a crescente difusão de robôs domésticos, inteligentes e com alta mobilidade vai exigir soluções integradas em

termos de armazenamento de energia. Já na indústria de não duráveis, o uso crescente de sensores em roupas e tecidos (os vestíveis) também vai demandar crescentemente soluções do tipo.

2.1.8 Biotecnologia

Assim como o *Cluster* anterior, a biotecnologia traz possibilidades de aplicação bastante reduzidas ao setor. As principais potencialidades se encontram na indústria têxtil e de vestuário, mas as aplicações ainda estão no campo da experimentação científica com biotecidos, biofibras e biorroupas.

2.2 Experiência internacional

A evolução da tecnologia interage com outros processos, que tendem a provocar nos próximos anos profundas alterações na demanda mundial por bens de consumo. Destacamos três:

- Concentração global da renda e da riqueza.
- Tendências demográficas que alteram a pirâmide etária dos consumidores.
- Disseminação de novos estilos de vida e, conseqüentemente, de novos padrões de consumo.

O primeiro processo do lado da demanda diz respeito ao encolhimento da classe média dos países desenvolvidos na Europa e, principalmente, nos Estados Unidos, em contraposição ao surgimento e à expansão de uma nova classe média nos países emergentes. Enquanto a renda do primeiro grupo ficou estagnada, a do segundo cresceu significativamente nos 20 anos recentes (MILANOVIC, 2016).

Até 2008, o consumo da classe média dos países desenvolvidos aumentou com base no endividamento, mas os desequilíbrios patrimoniais resultantes ficaram expostos pela grave crise financeira que estourou nesse ano. Um relatório (ALIXPARTNERS, 2017) apresentado no *Consumer Goods Forum Global Summit* em Berlim aponta que a estagnação da renda da classe média teria se intensificado com o desenrolar da crise.

Essa redistribuição internacional do poder de compra tende a impactar o mercado de bens de consumo (ALIXPARTNERS, 2017). Assim, o desempenho mundial recente do setor de bens de consumo se explicaria em grande medida por dois movimentos simultâneos:

- Expansão de um mercado mundial de classe média emergente em parte expressiva das economias em desenvolvimento, com expansão da renda e ampliação de infraestrutura básica, com especial destaque à distribuição de energia elétrica.

- Crescimento da renda de uma elite global, que representa uma parcela reduzida da população, mas concentra extraordinário poder de compra, viabilizando um segmento *premium* em franca expansão.

Esses dois vetores exigem a revisão das estratégias competitivas das empresas voltadas para os segmentos de bens de consumo. O crescimento da demanda da nova classe média global estaria associado a oportunidades de mercado para produtos menos sofisticados, tendo o preço baixo como fator determinante das decisões de compra. Por outro lado, a concentração global da renda, tanto nas economias mais avançadas quanto nas em desenvolvimento, promoveria oportunidades para a criação de produtos sofisticados em que a diferenciação e o grau de novidade seriam os fatores mais decisivos da competitividade.

O segundo processo de mudança da demanda por bens de consumo decorre de tendências demográficas muito acentuadas, principalmente nos países desenvolvidos. O envelhecimento do mercado consumidor impõe uma demanda crescente de produtos de uso simplificado, que envolvem características diferenciadas.

Os consumidores mais jovens desejam interfaces de aparelhos domésticos que se assemelhem à tela sensível ao toque dos *smartphones*, ao passo que as pessoas de maior idade preferem uma interface que transmita uma sensação mecânica. A conjugação entre soluções tecnologicamente sofisticadas com a facilidade na interação com o usuário é um dos motores das inovações de produtos de linha branca e eletroportáteis.

Outras oportunidades tecnológicas e de mercado promissoras associadas ao aumento da esperança de vida e ao envelhecimento da população se referem às soluções inteligentes de atendimento cotidiano a pessoas idosas. Robôs com funcionalidades de monitoramento, assistência no uso de medicamentos e auxílio em tarefas domésticas já se destacam como uma tendência.

O terceiro processo de mudança na demanda por bens de consumo está associado à disseminação de novos estilos de vida e aspirações entre consumidores. Essas mudanças, principalmente no meio urbano, impõem desafios à indústria de bens de consumo. Há uma demanda crescente de soluções compactas para residências com espaços vitais progressivamente menores e consumidores com pouco tempo para afazeres domésticos. O estilo de vida extenuante de muitos moradores das grandes cidades frequentemente reserva apenas os finais de semana para tarefas como lavar roupa, demandando máquinas com grande capacidade de carga.

Já os aspectos ligados à qualidade de vida, como sustentabilidade e saúde, são cada vez mais valorizados pelos consumidores, que levam em conta a eficiência energética e outras dimensões ambientais dos bens duráveis, como a reciclagem e as embalagens.

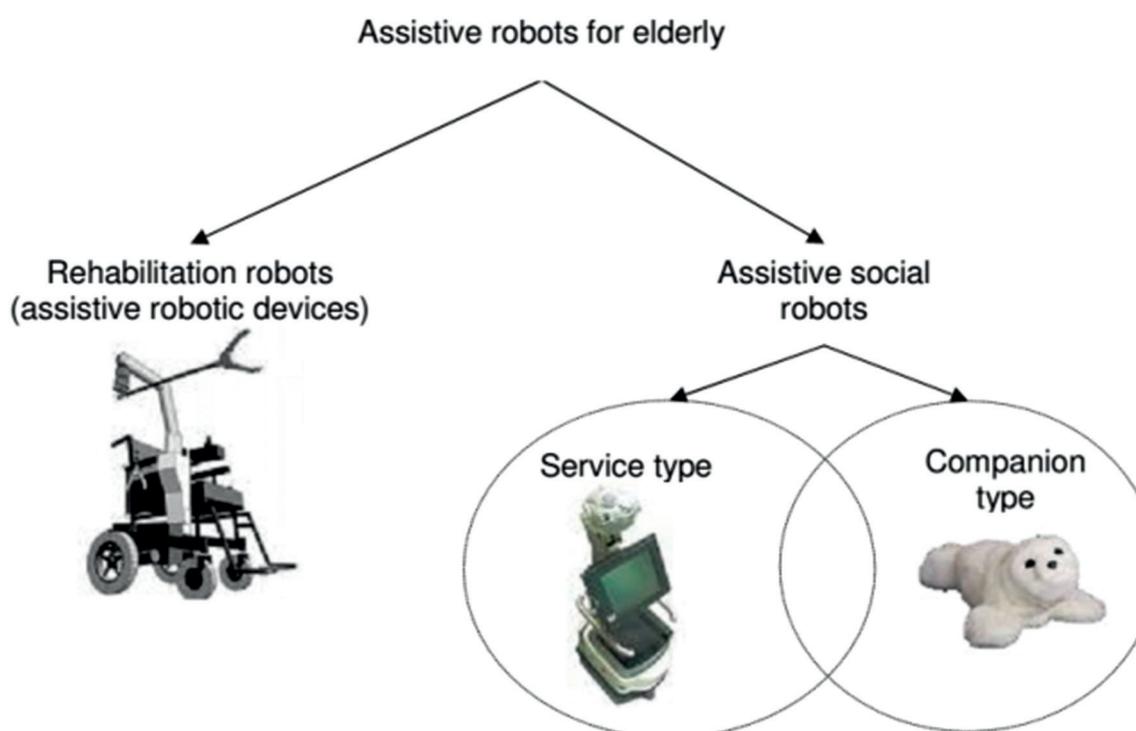
A simultaneidade dos três processos de mudança na demanda configura uma verdadeira “crise existencial” para a indústria de bens de consumo, levando o mercado na direção de uma segmentação maior com base no nível de renda, na idade e nos estilos de vida. Trata-se do movimento contrário ao que se deu na segunda metade do século XX, quando foi promovida a *commoditização* dos bens e a massificação do consumo.

A evolução dos *Clusters*, portanto, alavancará a capacidade de adaptação das empresas às novas condições do mercado, seja pela customização dos produtos tradicionais, seja pelo desenvolvimento de novos produtos.

Já há, neste sentido, um mercado em expansão com produtos voltados para o segmento de consumidores idosos ou portadores de deficiências físicas. BROEKENS *et al.* (2009) afirmam que os robôs domésticos são úteis no cuidado de idosos de forma funcional e afetiva, pois funcionam como uma interface no uso de tecnologia digital e ajudam a aprimorar sua qualidade de vida.

A revisão da literatura apresentada pelos autores sugere a existência de dois grupos distintos de robôs para idosos: reabilitadores e assistivos sociais (Figura 1).

Figura 1 – Categorias de robôs assistivos para idosos



Fonte: BROEKENS *et al.* (2009).

Os robôs domésticos seriam ainda divididos em robôs de serviço e de companhia – ou companheiro. Os primeiros teriam funcionalidades voltadas para o apoio à vida independente, oferecendo suporte a atividades básicas como comer, banhar-se, vestir-se e deslocar-se. Já os segundos provêm companheirismo semelhante ao de um animal de estimação, para melhorar a saúde e o bem-estar psicológico dos idosos.

Há grande diversidade de produtos para essas funções, desenvolvidos por empresas de distintos portes e países, não havendo ainda um padrão dominante, como se observa pela Figura 2.

Figura 2 – Exemplos de robôs assistivos sociais



Nota: Da esquerda para a direita, acima: Aibo, Pearl e Robcare (com e sem visor). Segunda linha: Care-o-bot I, II, III e Homie. Terceira linha: iCat, Pâro e Huggable.
Fonte: Broekens *et al.* (2009).

Alguns dos robôs apresentados na figura foram desenvolvidos por experimentos acadêmicos voltados ao estudo de sua interação com idosos, como os japoneses Paro e Huggable e o estadunidense Pearl. Outros foram desenvolvidos por empresas com fins estritamente comerciais, como iCat (Sony) e Aibo (Phillips).

Quanto ao desempenho energético dos bens de consumo duráveis, há inúmeros exemplos de inovações, especialmente nos bens de linha branca e eletroportáteis. O desafio é atender a esse aspecto considerando que os consumidores não estão dispostos a sacrifícios no desempenho dos aparelhos. Dentre os avanços notáveis nos últimos anos, destacam-se as máquinas de lavar roupa, que reduziram o consumo de água e energia a cerca de um terço do utilizado 20 anos atrás.

O mesmo se observa no segmento de máquinas de lavar louça, que reduziram o consumo de energia a cerca da metade e levaram o uso de água por ciclo a menos de 80% do necessário para a lavagem manual.

Esses avanços, que significam um apelo importante ao consumidor, resultaram de esforços tecnológicos deliberados das empresas, obtidos mediante contínuos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Quanto aos anseios por bem-estar e pela vida saudável, a indústria de eletrodomésticos de linha branca e eletroportáteis enfrenta o desafio de atender à crescente demanda por produtos com formas mais saudáveis de armazenar e preparar alimentos, bem como cuidar das roupas. Isso resulta no aumento das vendas de equipamentos que preparam alimentos com menores valores calóricos e preservam seus aspectos nutricionais, como eletrodomésticos a vapor que cozinham com temperaturas mais baixas e outros fritam com o uso de ar quente, sem imersão em óleo. Além disso, as mudanças no padrão de consumo de alimentos induzidas por programas de televisão voltados à culinária levaram ao desenvolvimento de eletrodomésticos que buscam incorporar funcionalidades de conexão à Internet para *download* de receitas.

A indústria têxtil e de vestuário representa o melhor exemplo de uso das novas tecnologias para corresponder às tendências de mercado. Suas respostas incluem inovações de produtos, de processos de fabricação e do próprio modelo de negócios (BRUNO, 2016). É nessa cadeia que se visualiza o potencial disruptivo dos *Clusters* Tecnológicos selecionados pelo Projeto Indústria 2027.

Em relação aos processos, uma das principais transformações tecnológicas e de mercado é a passagem de um sistema de produção e operações baseado na customização em massa para uma espécie de personalização dos produtos. Nas últimas décadas, a competitividade dessa indústria esteve fortemente associada à redução do tempo de lançamento de produtos e, em consequência, a redução do *lead-time* entre o desenvolvimento de produtos e desenhos e o processo de manufatura.

Essa tendência fica clara com o início da chamada moda de meia estação, que permitiu que as empresas líderes acelerassem o lançamento de produtos. No período mais recente, passaram a adotar o sistema de customização em massa, conhecido nos meios empresariais como *fastfashion*. Caracteriza-se por combinar recursos de produção de resposta rápida (*quick response*) com recursos aprimorados de desenvolvimento de produtos capazes de captar as últimas tendências de consumo com prazos mínimos de produção (CACHON & SWINNEY, 2011).

No entanto, o desenvolvimento de novas tecnologias, baseadas, sobretudo, nos conceitos da produção inteligente e conectada, possibilita uma evolução crescente rumo à personalização dos produtos, como consumidor definindo tecidos e roupas que serão produzidos sob encomenda, sem perdas de economias de escala e de escopo na manufatura.

A aplicação da produção inteligente nessa cadeia pode ser associada ao conceito de minifábricas, que proverão soluções integralmente customizadas e personalizadas usando os conceitos de produção inteligente, integrada e flexível. O consumidor poderá ir a uma loja, escolher o modelo de roupa que lhe agradou e personalizá-lo como quiser, utilizando um avatar criado por sistemas de *scanner* corporal. Serão aplicadas intensivamente tecnologias de modelagem e simulação e, ao final de escolha, o consumidor receberá o pedido na sua casa em algumas horas ou dias.

Um projeto interessante de minifábrica de têxtil e vestuário com o uso intensivo da produção inteligente e flexível foi desenvolvido por um consórcio denominado *Virtual Inventory Manufacturing Alliance* (VIMA) (BRUNO, 2016), que envolveu o esforço conjunto de empresas de máquinas de equipamentos têxteis, de tecnologia robótica e de *software*.

Box 2 – O caso da AM4U

Um projeto-piloto notável na aplicação desse conceito foi desenvolvido pela Universidade Politécnica do Estado da Califórnia, em Pomona (Cal Poly Pomona), em conjunto com empresas e associações de classe, criando em 2014 uma minifábrica na cidade de Rancho Cucamonga. O projeto ficou conhecido como *Apparel Made for You* (AM4U), que se destacou pela capacidade de integração de um conjunto de tecnologias já utilizadas no setor, como:

- *Sistemas de 3D body scanning*: coletam as medidas do corpo do consumidor e alimentam o sistema de operação.
- *3D virtual fitting*: o sistema computadorizado produz um avatar com as medidas do consumidor e simula o caimento da roupa escolhida.
- *Computer aided design (CAD)*: a partir dos dados coletados do avatar do consumidor e da roupa escolhida, o sistema alimenta os processos de fabricação da roupa customizada.
- *Computer and digital manufacturing*: as operações de manufatura são comandadas por sistema computadorizados, inclusive nas etapas de estampa e tinturaria, com o uso minimalista de energia e sem uso de água.
- *Business integration and software*: um sistema computadorizado para integração de todas as operações, desde o pedido e a compra na loja até o sistema de suprimentos de materiais e o processo de fabricação.

Um projeto dessa dimensão, porém, só foi possível graças a uma ampla rede de colaboração, sobretudo com fornecedores de tecnologia, entre os quais se destacam:

- Gerber: máquina de corte óptico de tecidos.
- Ergosoft: *software inteligente raster image processor (RIP)* para a impressão de volume controlado.
- OptiTex: tecnologia de personalização de vestuário 3D *online*.
- Eton Systems: movimentação de materiais inteligentes.
- Monti Antonio: prensas térmicas.
- Vanguard Pai Lung: sistemas de tricô com tecnologia de infusão à base de *active tunnel infusion (ATC)* para linhas da cor ou fibras.
- Allied Modular: gabinetes de costume ambientais para a fábrica integrada.

Além disso, foi fundamental a participação de associações de classe como:

- *Specialty Graphic Imaging Association (SGIA)*: formação nas tecnologias de impressão fundacionais.
- [TC]2: formação e certificação em *purchase-activated manufacturing (PAM)*.

Fonte: Leite (2015).

Em síntese, observa-se um conjunto de benefícios associados à adoção do conceito de produção integrada e flexível pela indústria têxtil e de vestuário. Em primeiro lugar, a personalização completa do produto permite ao consumidor navegar por catálogos *online* para encontrar uma roupa, uma estampa ou um tipo de caimento.

Em segundo lugar, a preocupação com a eficiência da operação de manufatura leva à incorporação de sistemas de baixo uso de energia e água. Em terceiro, eliminam-se diversos custos típicos da operação, como estoque de produtos acabados, o desenvolvimento de produtos com meses de antecedência e os custos de logística e distribuição.

Assim, essa tecnologia pode ter o efeito de mudar completamente o modelo de negócios da indústria têxtil e de vestuário, com impactos significativos também sobre as operações comerciais no varejo, dos quais sobressaem três:

- **Desenvolvimento de produto e testes:** a eliminação dos custos de desenvolvimento de protótipos e de produção mínima aumenta a flexibilidade para as empresas. Além disso, os consumidores passam a ter papel ativo por meio de suas escolhas.
- **Produção de artigos de alto valor e pequeno volume:** a eliminação da exigência de lotes mínimos de produção e de estoques possibilita que as empresas atuem de modo mais firme em nichos de alta lucratividade, enquanto a necessidade de manufatura e entrega rápidas favorece o surgimento de pequenas empresas locais.
- **Varejo multicanal:** a difusão desse sistema de organização das operações exige a proliferação de quiosques de *body scanning*, onde o consumidor poderá acessar vastos catálogos *online* de roupas e acessórios. Uma vez digitalizado seu corpo, ele pode fazer encomendas *online* com seu *smartphone*.

O atendimento dessas demandas mais específicas e flexíveis trará impactos para a gestão da cadeia de suprimentos pela aplicação da produção inteligente e conectada. Tradicionalmente, o desenvolvimento de produto na indústria têxtil envolve a criação de padronagens, desde a concepção e elaboração dos fios e tecidos até a roupa acabada. Além disso, há um custo elevado associado a protótipos e ao estoque de fios e tecidos utilizados no desenvolvimento.

No novo contexto, uma estratégia de gestão da cadeia de suprimento e manufatura, conhecida como *purchase-activated manufacturing* (PAM), foi desenvolvida utilizando os conceitos de “produção puxada” (*pull system*). Nesse sistema, a partir de um estoque físico de tecidos brancos, são integralmente eliminados os estoques de produto acabado. A PAM, a partir de uma ordem de compra do consumidor – customizada ou não –, incorpora sob o mesmo teto atividades que vão desde a concepção do produto até a manufatura da roupa e sua expedição ao consumidor. Isso se dá por meio de tecnologias de automação e de integração de todas as atividades e os processos produtivos, demandando como estoque de materiais apenas um rolo de tecido branco e materiais auxiliares, como aviamento.

A etapa de desenvolvimento e concepção requer o uso intensivo de sistemas CAD para customização em massa por meio de padrões de modelagem e personalização do modelo sob a demanda de um consumidor específico a partir de plataformas colaborativas de *design*.

Um dos problemas associados a esse sistema diz respeito à necessidade de troca de cor dos tecidos e das roupas. Os métodos de tingimento tradicionais, pouco flexíveis, exigem o uso de corantes químicos, geralmente bastante tóxicos, e consomem muita água. Por exemplo, a produção de uma única camisa masculina pode consumir cerca de 120 litros de água.

Para isso, foi desenvolvida uma tecnologia de tingimento e estamparia chamada *active tunnel infusion* (ATC), aplicada inicialmente a tecidos sintéticos de nylon e poliéster. Com ela, é possível imprimir digitalmente dos dois lados o tecido com cor permanente, sem uso de água ou de corantes químicos e com maior resistência ao desbotamento – o que se traduz em uma expressiva redução de custos, sobretudo os de estoques de produtos acabados.

Ao final da etapa de impressão digital, um cortador ótico corta o tecido em várias partes que serão, em seguida, costuradas. A única etapa do processo de manufatura ainda realizada por meio do sistema tradicional é a costura, com uma máquina tradicional e um operador – predominantemente uma costureira.

A evolução da produção inteligente e conectada, é claro, depende de outros *Clusters*: IoT, IA e Redes de Comunicação avançadas. No entanto, o desenvolvimento dessas tecnologias ainda não foi capaz de gerar um padrão de soluções adequado aos produtos têxteis e de vestuário, não se podendo considerar que essas tecnologias já tenham revelado plenamente seu impacto sobre a organização do setor.

No que se refere especificamente à aplicação da tecnologia da manufatura aditiva na indústria têxtil, o trabalho do Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-CETIQT) identificou alguns projetos experimentais em andamento (Box 3).

Box 3 – Exemplos de projetos experimentais de uso da tecnologia de manufatura aditiva na indústria têxtil

- Electroloom: a empresa de San Francisco (Estados Unidos) desenvolveu o Electroloom Developer Kit, um projeto de impressão de roupas em 3D que permite ao consumidor projetar e fabricar suas próprias vestimentas e tecidos em 3D com uso de manufatura aditiva. Ela rompe completamente com os processos tradicionais ao dispensar o uso de fios, agulhas ou costura e reduz a fabricação têxtil tradicional a um único passo por meio da impressão 3D.
- Open Knit: desenvolvida pelo designer espanhol Gerard Rubio, essa ferramenta de fabricação digital de código aberto e baixo custo oferece ao usuário a possibilidade de criar suas próprias roupas sob medida a partir de arquivos digitais.
- Biquíni N12: a empresa dinamarquesa Continuum desenvolveu e produziu um biquíni completamente impresso em 3D utilizando o fio nylon 12, que é bastante funcional para o produto. Todas as peças, inclusive os fechamentos, são feitos diretamente pela impressão em 3D e se juntam sem qualquer costura.
- Materialise: a empresa Materialise, uma *startup* belga, produz roupas a partir de um projeto de estruturas maleáveis que realizam a impressão 3D sem utilizar os processos tradicionais de produção.

Fonte: Bruno (2016).

O desenvolvimento de novos produtos do segmento têxtil-vestuário com materiais avançados depende da evolução de insumos como nanopartículas, nanotubos de carbono, compósitos leves, biomateriais e materiais inteligentes. Na indústria, alguns deles vêm sendo testados na fabricação de fibras têxteis, principalmente para incorporação de materiais que funcionam como sensores, atuadores ou condutores capazes de captar, processar e transmitir informações. Sua difusão está fortemente associada a um dos principais vetores do desenvolvimento da indústria têxtil, os tecidos inteligentes, e sua difusão tende a modificar profundamente o padrão do setor (BERGLIN, 2013; BRUNO, 2016).

Os tecidos inteligentes, também chamados de *e-textiles*, *smart textiles*, *smart garments*, *smart clothing*, *electronic textiles* ou, ainda, *smart fabrics*, são definidos como tecidos capazes de captar e reagir a diferentes estímulos provenientes de seu ambiente. Em suas formas mais simples, apenas percebem os estímulos e reagem automaticamente sem unidades de controle ou atuadores. Já nas mais complexas, a percepção dos estímulos e as reações são controladas por uma unidade de processamento.

Sua difusão está fortemente relacionada com o desenvolvimento de novos tipos de fibras e estruturas, com o processo de miniaturização dos componentes eletrônicos e com as tecnologias de comunicação remota. Sua conjugação em um mesmo produto leva ao desenvolvimento de novos produtos têxteis e à incorporação de novas funcionalidades aos já existentes. A miniaturização está sendo acelerada pelos avanços da Nanotecnologia e de novos materiais, promovendo funcionalidades eletrônicas na superfície ou no interior das fibras e preservando os princípios tradicionais da fabricação de fios e tecidos.

Quanto à funcionalidade, os tecidos inteligentes podem ser divididos em duas categorias. A primeira delas é voltada ao aprimoramento estético, como os tecidos e as roupas que iluminam e podem mudar de cor. São capazes, mediante seus componentes nanométricos, de acumular energia do ambiente por meio de aproveitamento de vibrações, de som ou de calor, ou de incorporação de componentes eletrônicos nos tecidos.

A segunda categoria é a dos tecidos de desempenho, aplicados às áreas esportiva, militar e de saúde. Na esportiva, incluem materiais projetados para regular a temperatura do corpo, reduzir a resistência ao vento e controlar a vibração muscular, com efeitos positivos sobre o desempenho atlético. Outros, de uso militar e espacial, protegem o usuário contra perigos ambientais, como radiação. Já na área da saúde, são diversos os usos, como em roupas que liberam drogas, hidratam, perfumam e previnem o envelhecimento da pele.

Outra categorização desses materiais pode ser feita a partir do tipo de tecnologia incorporada. O primeiro tipo é o dos tecidos inteligentes com dispositivos eletrônicos tradicionais, como condutores, circuitos integrados, LED, OLED e baterias convencionais embutidos. O segundo envolve tecidos com componentes eletrônicos integrados diretamente nos substratos têxteis. Podem incluir eletrônicos passivos – como condutores e resistores – ou componentes ativos – como transistores, diodos e células solares. Nesse sentido, nota-se uma importante associação entre o conceito de tecido inteligente e a presença de sensores acoplados ou embutidos.

O uso de sensores em produtos, relacionado à difusão de redes informatizadas e ao crescimento e ao aprimoramento da transmissão eletrônica de dados, é de fato um avanço tecnológico dos mais significativos. Os sensores captam e armazenam grandezas físicas mensuráveis e as convertem em sinais, que podem ser transmitidos por meio das redes informatizadas e lidas por equipamentos eletrônicos. Os fluxos de dados aí gerados representam insumos importantes para o desenvolvimento de novos serviços. Nos sistemas produtivos, por exemplo, essas informações podem ser usadas na gestão autônoma de estoques, na criação de rotinas de autodiagnóstico de defeitos, na autocorreção antecipada de falhas de processo e na redução do consumo de energia.

Na indústria têxtil e de vestuário, o uso dessa tecnologia está fortemente associado à difusão dos tecidos inteligentes, que captam, disponibilizam e transmitem informações para usuários locais ou remotos. Informações sobre temperatura, pressão, tensão, química e biologia, convertidas em sinais elétricos, levam atuadores locais a liberar substâncias específicas, alterar a cor ou mudar a forma do tecido ou da roupa. Esse mecanismo, porém, depende de processos físico-químicos especiais, associados à identificação, à seleção e ao desenvolvimento de materiais capazes de enfatizar as características inteligentes vinculadas à capacidade de ação dos atuadores a partir das informações recebidas e processadas pelos sensores.

Além das vantagens dessa tecnologia para o consumidor final, beneficia-se também a automação dos processos produtivos: os sensores podem, por exemplo, aumentar a mobilidade dos tecidos na costura automatizada. Sensores de visão podem contar os fios de cada tecido e determinar o posicionamento exato da agulha de costura, com ganhos expressivos na qualidade dos produtos, na quantidade de defeitos e nos custos com retrabalho.

Alguns estudos (CIENTÍFICA RESEARCH, 2016) identificam a existência de três gerações de tecnologias de tecidos inteligentes. A primeira se caracteriza pela incorporação de um ou mais sensores anexos ao tecido ou à roupa, e é a abordagem atualmente utilizada por grandes marcas esportivas, como Adidas, Nike e Under Armour.

A segunda geração, que incorpora sensores e atuadores às peças de roupa, hoje é utilizada por empresas de vestuário, como Ralph Lauren, ou de informática, como Samsung, Alphabet/Google e Flex.

Já na terceira geração, que se encontra predominantemente em fase experimental, a roupa é o próprio sensor, e algumas empresas, principalmente *startups* – como é o caso de AdvanPro, Tamicare e BeBop –, estão fazendo avanços interessantes na criação de roupas-sensores de pressão, tensão e temperatura. Suas principais aplicações se dão nas áreas de esportes, bem-estar e saúde, especialmente para o monitoramento médico remoto de pacientes, com amplo uso junto à crescente população de idosos.

O relatório da CIENTÍFICA RESEARCH (2016) estima que o mercado de tecidos inteligentes vai alcançar a cifra de US\$ 130 bilhões em 2025 – uma importante oportunidade de inserção de novas empresas no processo competitivo. Grandes corporações têxteis internacionais têm investido cada vez mais nesses materiais, como a estadunidense DuPont e a japonesa Toyobo. Organizações de outros setores, porém, seguem esse movimento, como as japonesas Toray (setor químico) e Panasonic (setor eletrônico), a alemã Covestro (setor químico, *spin-out* da Bayer Material Science). Seus desafios dizem respeito, por exemplo, ao armazenamento de energia.

Já o uso intensivo da Biotecnologia deve alcançar muito em breve a indústria têxtil e do vestuário. Por enquanto, suas aplicações permanecem no campo da experimentação científica em biotecidos, biofibras e biorroupas, e são poucos os produtos comercializados. Algumas experiências incluem o uso de biotecidos para tratamento e prevenção de doenças por meio de medicamentos com nanopartículas liberadas biologicamente por meio da repelência a vetores portadores de micro-organismos, ou do combate a bactérias nocivas ao ser humano. No entanto, já existem tecidos que incorporam fibras ou fios com nanopartículas que fazem a liberação não biológica de medicamentos. Um exemplo disso são roupas que incorporam nanometricamente protetores solares.

2.3 Experiência brasileira

Empresas líderes e associações das indústrias de bens de consumo no Brasil têm consciência da profundidade das transformações disruptivas em curso em seus setores.

Nos bens de consumo duráveis, constata-se a atualização da linha de produtos com a incorporação de novas tecnologias em eletrodomésticos inteligentes e com menor impacto ambiental. Um fabricante de geladeiras, por exemplo, lançou recentemente um produto conectado que monitora a validade dos alimentos no seu interior e elabora a lista de compras da residência para enviar pela Internet ao supermercado. É também reveladora, por parte do interesse das empresas, a presença de fabricantes de eletrodomésticos em evento recente em São Paulo sobre a Indústria 4.0.

Essa consciência permeia também o segmento dos não duráveis, como se vê na participação ativa da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT) em um estudo prospectivo do SENAI-CETIQT que mostrou de forma contundente o potencial disruptivo das novas tecnologias sobre o setor no Horizonte 2030 (BRUNO, 2016).

Entretanto, os esforços da indústria de bens de consumo têm uma tendência tradicional, aqui como alhures, a absorver e buscar aplicações para inovações tecnológicas de outros setores industriais, produtores de insumos e de equipamentos. Portanto, participam pouco da geração de tecnologias de produto e processos.

Há, contudo, diferenças importantes entre as indústrias de bens de consumo duráveis e não duráveis. Na primeira, apesar da forçada absorção de inovações e ativos comerciais de fornecedores, a predominância de empresas de origem industrial nas cadeias de valor indica que a capacitação técnico-produtiva tem importância maior.

Os fabricantes de eletrodomésticos da linha branca e portáteis partilham uma base técnica eletroeletrônica e mecânica com os fabricantes de partes, componentes

e de equipamentos. Dessa forma, desenvolvem competências complementares e assumem um papel mais ativo na inovação. Uma evidência desta característica é que contam com laboratórios de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e engenharia em suas matrizes – e, muitas vezes, também em suas filiais. Os grandes conglomerados globais, por sua vez, exploram sinergias a partir dessa base técnica comum para a diversificação vertical e horizontal de suas atividades industriais.

Já o segmento dos não duráveis, e, mais especificamente, as indústrias têxtil, de vestuário e calçados, se enquadram perfeitamente na caracterização de absorvedor de tecnologias de fornecedores. Dos fornecedores de equipamentos, os avanços priorizam a incorporação de dispositivos eletrônicos e o aumento da velocidade dos processos de fabricação. A inovação de produto, por sua vez, é realizada tradicionalmente a partir dos avanços das indústrias de insumos – especialmente a química –, em que materiais desenvolvidos para outros usos muitas vezes acabam sendo incorporados nos produtos têxteis. Além disso, contam com uma participação importante do *design* devido à importância da moda para o setor.

A Pesquisa de Inovação do IBGE mostra que a taxa de inovação da indústria têxtil – isto é, a razão entre as empresas que inovaram e o total de empresas – foi de 32% no período 2012-2014. Este dado inclui todas as empresas que fizeram alguma modificação em sua linha de produtos – atividade bastante comum entre as que atuam em ramos ligados à moda.

Os gastos em inovação das indústrias têxtil, de vestuário e calçados, que incluem as aquisições de máquinas e equipamentos, são bastante baixos, mesmo em comparação com os gastos em atividades de inovação da indústria de transformação como um todo. Os gastos em atividades de P&D são praticamente inexpressivos.

O baixo esforço de inovação condiz em parte com o perfil de setores dependentes das inovações dos setores fornecedores, mas é insuficiente para aproveitar as oportunidades que surgem em função das tecnologias disruptivas.

Atualmente, os principais investimentos do segmento em atividades inovadoras ocorrem em áreas relacionadas à melhoria de processos, como mostram os dados da Pesquisa de Inovação do IBGE sobre a importância da aquisição de novas máquinas e equipamentos pelas empresas. Além disso, investem também em áreas ligadas à gestão da cadeia de suprimentos, muitas vezes motivadas pelas relações com seus principais canais de varejo. Algumas empresas, por exemplo, realizam investimentos importantes na automação dos processos de gestão logística e da cadeia de suprimentos (Box 4) por meio de sistemas inteligentes de identificação e rastreamento de produtos, como códigos de barras, etiquetas inteligentes, TAG, *electronic product codes* (EPC) e sistemas de *radio frequency identification* (RFID).

Box 4 – Casos de empresas têxteis e seus investimentos em ferramentas de gestão logística e da cadeia de suprimentos

- Lupo: implantação da tecnologia RFID no processo produtivo de meias, cuecas, lingerie e vestimentas esportivas;
- Brascol: implementação de uma solução de gerenciamento baseada no padrão EPC/RFID, com redução dos custos operacionais, do tempo de liberação de mercadorias e do tempo de checagem de compras, além de aumento da precisão na conferência e no estoque;
- Memove (Grupo Valdac): uso da tecnologia EPC/RFID com ganhos de visibilidade em nível de item.

Fonte: GS1 Brasil – Associação Brasileira de Automação. Disponível em: <<https://www.gs1br.org/setores/moda>>.

Outro fator importante para o baixo esforço inovador das empresas é a pouca demanda por mão de obra qualificada. As escolas técnicas têxteis e de calçados do país têm encontrado dificuldades para encontrar alunos e manter turmas ativas. Em grande parte, este problema está relacionado à ausência de investimento das empresas em atividades de desenvolvimento de produtos e em engenharia de produto. Assim, o campo de trabalho desses profissionais acaba se restringindo à engenharia e gestão de processos – o que não estimula muitos jovens a optar pela carreira de técnico ou engenheiro têxtil.

Além disso, aponta-se nos meios empresariais que os níveis salariais da indústria, especialmente nos *Clusters* industriais, não são muito generosos. Possivelmente decorre disso a liderança do Brasil como maior “exportador” para a China de técnicos em produção de calçados, os quais exerceram um papel fundamental no *upgrading* da indústria local. Fontes empresariais estimam que existem em torno de 700 técnicos em produção de calçados brasileiros trabalhando na China, muitos dos quais oriundos do importante *cluster* do Vale do Sinos.

Todavia, não se pode deixar de mencionar algumas exceções importantes na indústria brasileira de calçados, especialmente no segmento de esportivos – tecnologicamente, um dos mais dinâmicos. As empresas líderes deste segmento possuem marcas próprias e são produtoras licenciadas de grandes marcas internacionais. Contam também com estratégias ativas de incorporação de tecnologias aos produtos e equipes internas expressivas – ao menos para os padrões do setor – de desenvolvimento de produto.

Neste cenário, a visão das empresas indica que cabe avançar com capacitações e competências para absorver essas tecnologias e transformá-las em novos produtos e produtos competitivos, além de desenvolver ativos comerciais complementares, como marcas e canais de distribuição – tão importantes para a criação e captura de valor que, como foi dito, determinam o comando das cadeias produtivas.

Embora a caracterização do sistema produtivo de bens de consumo como absorvedor de tecnologias permaneça válida, cabe observar que o impacto disruptivo das novas tecnologias ultrapassa a esfera das inovações de produto e de processo e, pelo menos na indústria têxtil-vestuário, coloca em questão o modelo de negócios e a organização da cadeia de valor. Assim, tende-se a exigir das empresas um esforço inovador muito além da tradicional absorção para incorporar materiais e equipamentos inovadores em novos modelos de negócios e novas formas de gerir a cadeia de suprimento e de distribuição.

A forma de incorporação das novas tecnologias é distinta em cada empresa, uma vez que depende de sua capacidade de reação diante das oportunidades oferecidas. Na indústria de eletrodomésticos, tende a ser mais rápida, mas tem menos potencial disruptivo que nas indústrias têxtil, de vestuário e de calçados.

Quanto ao horizonte de absorção das inovações, a forte internacionalização do sistema produtivo de bens de consumo doméstico e a rapidez dos consumidores para absorver novidades são aceleradores importantes. Espera-se, portanto, que as inovações de produto e de processo advindas dos *Clusters* Tecnológicos aqui analisados sejam incorporadas entre cinco a dez anos.

Nas indústrias têxtil, de vestuário e de calçados, sua disseminação deve ser mais lenta que em eletrodomésticos, mas tem potencial disruptivo mais acentuado, como é indicado na “visão de futuro 2030” do estudo desenvolvido por ABIT, SENAI-CETIQT e Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI):

Minifábricas automatizadas, modulares, móveis e sustentáveis serão acopladas a sistemas de virtualização da criação e da produção, promovendo profunda reconfiguração da estrutura industrial. A diversidade de produtos com tecnologias vestíveis, emprego de biotecnologias e de novos materiais ampliarão a demanda por produtos têxteis inteligentes e funcionais, aumentando exponencialmente a diversidade e a intensidade tecnológica de fios, tecidos, aviamentos e produtos auxiliares exigidos para atender novas necessidades de consumo. (BRUNO, 2016, p. 135)

Para os eletrodomésticos, o mercado brasileiro conta com um grande grupo de consumidores de alto poder aquisitivo, que deve viabilizar em médio prazo a produção local de produtos inteligentes e conectados, embora a princípio possam ser importados. A longo prazo, a universalização do consumo desses bens deve ser viabilizada pela redução do custo ou pelo surgimento de novos modelos de negócios que os associem à prestação de serviços.

Os fabricantes desse segmento devem atualizar os processos de fabricação com a substituição de equipamentos inteligentes, inicialmente em segmentos isolados das operações e progressivamente conectados e integrados em rede, evoluindo rumo à produção inteligente e integrada. Atualmente, muitos já operam com equipamentos

comandados por sistemas eletrônicos e com elevado grau de automação, indicando capacidade para absorver os novos desenvolvimentos.

Há também oportunidade para o surgimento de novos nichos para empresas desenvolvedoras de sistemas inteligentes para uso doméstico, conectando diversos equipamentos e oferecendo serviços, mas a estrutura atual do mercado não deve ser alterada no horizonte de cinco a dez anos.

O perfil das empresas do segmento de eletrodomésticos é concentrado e dominado por filiais de empresas globais, de perfil relativamente mais homogêneo que na cadeia têxtil-vestuário e de calçados. Dada a dimensão do mercado brasileiro, as filiais de estrangeiras aproveitam sua liderança para atingir níveis elevados de capacitação técnico-produtiva. Um exemplo importante é o da estadunidense Whirlpool, que possui um centro de desenvolvimento de compressores no Brasil oriundo de esforços prévios da brasileira Embraco, adquirida por ela em 2006.

Já na indústria têxtil, de vestuário e calçados, a heterogeneidade é grande e, conseqüentemente, a capacidade de reação é muito variada. Empresas líderes do segmento renovam equipamentos e produtos acompanhando o mercado internacional com relativa agilidade. Já os fabricantes de menor porte enfrentam obstáculos maiores nesse processo e tendem a se especializar em nichos de mercado em que esses fatores têm peso menor para a sobrevivência da empresa.

Nos países desenvolvidos, as novas tecnologias trazem a possibilidade de relativizar desvantagens competitivas no custo de mão de obra e potencializar vantagens associadas ao uso intensivo de tecnologia e de mão de obra qualificada. A expectativa dos produtores norte-americanos e europeus é recuperar o protagonismo perdido para os asiáticos – ou pelo menos defender as posições conquistadas nos nichos de alto valor agregado. Já no Brasil, a expectativa da indústria e dos especialistas é de reposicionamento no mercado mundial, pelo menos no médio prazo.

Os efeitos a montante da disseminação de fábricas de confecção com princípios da Indústria 4.0 também poderão impulsionar a elevação qualitativa da indústria têxtil e o seu desenvolvimento científico e tecnológico para a substituição progressiva das importações de fios e tecidos inteligentes, tendo em vista que, inicialmente, a demanda por novas tecnologias de produtos têxteis deverá ser suprida, em grande parte, pelo mercado global. (BRUNO, 2016, p. 135)

Considerando o histórico e o presente das indústrias têxtil, de vestuário e de calçados no Brasil, a trajetória previsível deve contemplar a convivência de instalações, produtos e modelos de negócios de gerações diferentes. Essa tendência é fortalecida pela distribuição de renda no Brasil, que permite a coexistência de estilos de vida e padrões de consumo bastante diferentes.

A disseminação das inovações de produtos, de processos e de modelos de negócio deve ser, portanto, desigual, e esses impactarão inicialmente o segmento voltado para os consumidores de renda mais alta e nichos de mercado especializados, como o de roupas e calçados esportivos. No segmento de mercado de consumo de massa, e para os produtores de menor porte, o processo deverá ser mais demorado.

O ritmo das mudanças no setor dependerá, em suma, da capacidade corporativa para ultrapassar os limites da dependência das inovações alheias e testar novos modelos de negócios, com estratégias mais ativas de inovação.

Isso demandará aproveitar as oportunidades da transição tecnológica em curso na produção de bens de consumo, investindo em inovação de forma mais ambiciosa e arrojada. Essas empresas, assim, atuarão como catalisadoras da incorporação das tecnologias disruptivas na indústria brasileira.

2.4 Conclusão

Os oito *Clusters* Tecnológicos têm impacto potencialmente disruptivo no sistema produtivo de bens de consumo no Horizonte 2027. Tanto no segmento de eletrodomésticos e portáteis quanto nas de indústrias têxtil, de vestuário e de calçados, a evolução da Inteligência Artificial, da IoT e das Redes de Comunicação potencializa na próxima década os avanços na produção inteligente e conectada, com impacto na gestão da cadeia de valor e no surgimento de negócios associados a novos serviços.

No segmento dos eletrodomésticos, o progresso da IA, da IoT e das Redes levará ao desenvolvimento de eletrodomésticos inteligentes e conectados – sejam eles novos produtos, como robôs, sejam novas gerações de produtos tradicionais. Materiais avançados e nanotecnologia, por sua vez, resultarão em produtos mais leves ou resistentes. Novas soluções para o armazenamento de energia aumentarão a autonomia e a portabilidade dos bens de consumo duráveis, como os eletroportáteis.

Na indústria têxtil, de vestuário e de calçados, os materiais avançados, a nanotecnologia e, em menor grau, a biotecnologia possibilitarão a agregação de novas funcionalidades a tecidos, roupas e calçados. Sensores incorporados aos produtos e conectados à IoT gerarão e captarão informações que potencialmente favorecerão o desenvolvimento de novos serviços.

Nesse segmento, a convergência das transformações dos processos produtivos, dos insumos e dos produtos finais resulta potencialmente na reorganização completa da cadeia de valor, com impacto nos fatores de competitividade que sustentam a atual divisão internacional do trabalho dessa indústria. A materialização desse potencial disruptivo, porém, dependerá da capacidade empresarial para implantar novos modelos de negócios, muito mais intensivos em tecnologia e em inovação, ultrapassando as fronteiras da tradicional dependência dos fornecedores de insumos e de equipamentos.

As tendências de mudança na demanda mundial por bens de consumo, com uma intensificação da diferenciação de consumidores e da segmentação de mercados, tendem a aumentar o ritmo da inovação e potencializar seus efeitos disruptivos sobre o atual sistema produtivo.

No Brasil, as empresas líderes e as associações das indústrias do setor estão cientes desse potencial e monitoram a evolução das tecnologias em seus negócios. O mercado de consumo doméstico sempre mostrou grande agilidade para absorver novos produtos e serviços, como atesta a disseminação de *smartphones* e redes sociais. Além disso, vimos como o período de crescimento econômico recente teve um grande impacto sobre a demanda por bens de consumo.

Existem, assim, condições favoráveis para que o sistema produtivo brasileiro de bens de consumo acompanhe as tendências de inovação oriundas dos *Clusters Tecnológicos* aqui estudados. O aproveitamento pleno dessas oportunidades, entretanto, demanda o enfrentamento conjunto de desafios por atores públicos e privados.



3

3 DESAFIOS E IMPLICAÇÕES PARA O BRASIL

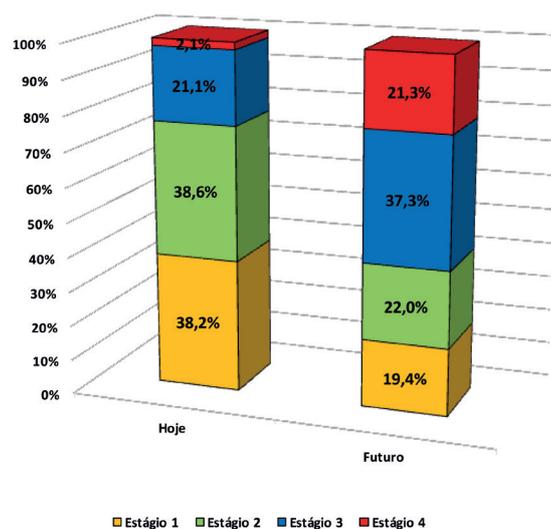
3.1 Uso atual e esperado das tecnologias digitais

Essa seção apresenta o resultado da pesquisa de campo do Projeto I2027 contemplando o Sistema Produtivo de Bens de Consumo (SP Bens de Consumo)². O questionário foi aplicado entre 1º de junho e 31 de outubro de 2017 e obteve 759 respostas válidas dentro do público-alvo de estabelecimentos industriais com mais de 100 empregados. Especificamente no caso do SP Bens de Consumo, foram obtidas 142 respostas válidas.

A maioria das empresas respondentes se classificava como de médio-grande e grande porte (mais de 250 empregados). Em termos da origem do capital, 95,1% eram de propriedade de capital nacional. A maioria atuava no setor têxtil e vestuário (29,6%), duráveis (19,7%) e couro e calçados (16,9%). A maior parte dos respondentes está nas Regiões Sudeste (45,1%) e Sul (40,1%).

No SP Bens de Consumo, 60,4% dos respondentes atribuem probabilidade alta ou muito alta de as tecnologias da geração 4.0 ser dominante até 2027. As maiores probabilidades são referentes a tecnologias digitais empregadas no relacionamento com fornecedores (71,1%) e no relacionamento com clientes (67,6%). A menor probabilidade de difusão é atribuída às tecnologias aplicadas na gestão da produção (47,9%).

Figura 3 – Distribuição dos respondentes segundo as gerações tecnológicas digitais hoje e futuro – SP Bens de Consumo



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

2. Ver análise detalhada no ANEXO – PESQUISA DE CAMPO.

Hoje, 23,2% dos entrevistados utilizam as tecnologias digitais das gerações 3 ou 4, sendo que 2,1% do painel já adotam tecnologias da geração 4. Em 2027, 38% dos respondentes esperam estar na geração digital 4.0, percentual bem acima da média geral da indústria (21,8%). Esse número significa uma expansão importante, tendo em vista a taxa de adoção de hoje (2,1%). Nas gerações 3 ou 4 estariam 69,7% das empresas do SP Bens de Consumo, valor superior à média geral (58,7%).

Na comparação de 2017 com 2027, os maiores níveis em termos da adoção das tecnologias digitais da geração 4 são esperados nas funções de relacionamento com fornecedores (38%) e relacionamento com clientes (21,8%). Há expectativa de ganhos de competitividade associados à customização dos produtos, incremento da prontidão e redução de custos.

Atualmente, a grande maioria das empresas encontra-se em estágio muito inicial de adoção das tecnologias mais avançadas. Aproximadamente três quartos das empresas respondentes não estão adotando nenhuma ação ou estão apenas realizando estudos iniciais.

A intensidade desse esforço é maior em ações aplicadas a relacionamento com fornecedores e desenvolvimento de produto; porém, mesmo assim, apenas 13,9% dos respondentes relataram alguma ação em execução no sentido da adoção das tecnologias 4.0.

Comparativamente ao conjunto da indústria, as empresas de bens de consumo entrevistadas revelaram maior intensidade de esforços em investimento do que em P&D e treinamento. Era maior o percentual de empresas que relataram ações de investimento nas funções de relacionamento com fornecedores, desenvolvimento de produto e relacionamento com clientes, destacando-se ações de treinamento em relacionamento com clientes e gestão da produção.

3.2 Riscos, oportunidades, desafios e implicações

O aproveitamento das oportunidades advindas das mudanças relacionadas com as tecnologias disruptivas está relacionado, sobretudo, com a melhoria de sua capacidade de absorção de novas tecnologias e com o aumento dos esforços para inovar em produtos, processos e modelos de negócios. Esse movimento deve-se alinhar, também, à tendência de aproximação crescente entre a indústria e os consumidores finais por meio da customização de produtos.

A pesquisa de campo revela que as empresas respondentes estão à par dos potenciais ganhos de competitividade e que antecipam uma rápida disseminação das novas tecnologias. A adoção efetiva é ainda muito incipiente. Embora identifiquem oportunidades relevantes no relacionamento com fornecedores e clientes, ainda são poucas as empresas que executam ações concretas para incorporar as tecnologias avançadas.

O principal desafio do sistema produtivo de bens de consumo no Brasil advém da já analisada baixa taxa de inovação. Urge, portanto, aumentar os investimentos em atividades inovadoras em geral, tanto em pesquisa e desenvolvimento de produtos quanto em engenharia de processos, para elevar a capacidade empresarial de participação ativa nas mudanças advindas das tecnologias disruptivas.

As empresas estrangeiras que contam com filiais no Brasil e as grandes empresas de capital nacional com presença no exterior são as candidatas naturais a liderar a ampliação desses esforços. Esse grupo é tradicionalmente o canal transmissor das novidades tecnológicas e mercadológicas do mundo para o Brasil, e suas estratégias de inovação tendem a ter efeitos de transbordamento para o conjunto do sistema.

Paralelamente aos esforços próprios de inovação, as empresas também devem estar atentas às inovações geradas por fornecedores, aproveitando oportunidades de:

- Incorporação de novas tecnologias de processo por aquisição de máquinas e equipamentos.
- Utilização de insumos no desenvolvimento de produtos e suas funcionalidades: tecidos, roupas e calçados (sobretudo insumos químicos) e eletrodomésticos (partes e componentes com materiais avançados e nanoestruturados).
- Melhorias para uma gestão da cadeia de suprimentos mais complexa e globalizada por meio da aquisição e desenvolvimento de *software*.
- Incorporação de sistemas de aproximação de empresas e consumidor para apropriação de informações desse por aquelas, com efeitos positivos sobre o desenvolvimento de produtos, a gestão das cadeias de comercialização e distribuição e a lucratividade.

Um segundo desafio é posto pelo caráter convergente das tecnologias envolvidas e por sua situação em geral incipiente, em fase de evolução e seleção. Enfrentá-lo demandará o adensamento do ecossistema de inovação das indústrias do sistema produtivo de bens de consumo, fortalecendo os vínculos entre empresas, fornecedores e instituições de ensino e pesquisa para compartilhar informações e riscos.

A tendência à aproximação entre indústria e consumidor final, por sua vez, exigirá maior aproximação da indústria com fornecedores de sistemas de automação para integrar tecnologias de informação e *software*. Assim será possível acumular competências na gestão de todo o sistema de logística e distribuição, especialmente por meio da automação de processos de gestão, com efeitos importantes sobre as operações de manufatura.

Fortalecer os vínculos entre empresas e instituições de ciência e tecnologia para o fortalecimento do ecossistema de inovação proporcionará às primeiras empresas acesso a conhecimentos mais próximos da fronteira tecnológica, com efeitos positivos na difusão das tecnologias disruptivas. O papel das *startups*, especialmente as *spin-offs* de instituições de pesquisa, será importante nesse processo.

Um terceiro desafio consiste em ampliar o universo de empresas que exploram as novas tecnologias com aumento da eficiência e competitividade. É grande o número de organizações de pequeno e médio porte que atuam em nichos de mercado e carecem de capacitação, especialmente em áreas ligadas à gestão. É preciso, portanto, criar condições para que possam se beneficiar dos ganhos potenciais advindos das novas tecnologias.

No segmento de confecções, onde predomina a presença de empresas desse perfil, as novas tecnologias tendem a aumentar significativamente a intensidade de capital. Os efeitos disruptivos são, portanto, potencialmente elevados. É necessário desenvolver e disseminar o uso de soluções acessíveis para essas empresas, assim como qualificar os trabalhadores na sua utilização.

Esses desafios nacionais culminam na necessidade de iniciativas institucionalizadas que mobilizem e estimulem a cooperação entre empresas, instituições de ciência e tecnologia, agências governamentais e consumidores. O compartilhamento de esforços e riscos acelerará o ritmo da inovação e disseminará amplamente seus benefícios, como foi o caso de países como Estados Unidos, Alemanha e China. O Brasil, portanto, deve construir seu próprio modelo para dar um salto de desenvolvimento tecnológico e produtivo.



REFERÊNCIAS

ABICALÇADOS. **Associação Brasileira das Indústrias de Calçados**. Disponível em: www.abicalçados.com.br

ABIT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÕES. **Cenários da Indústria Têxtil e de Confecção Brasileira. Cenários, desafios, perspectivas**. São Paulo, ABIT (vários anos).

ABIT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÕES. **Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecções**. Disponível em: www.abit.org.br

ALIX PARTNERS (2017). **State of the consumer products industry: emerging turbulence stirs up uncertainty**. Disponível em: https://emarketing.alixpartners.com/rs/emimages/2017/pubs/EI/AP_State_of_the_Consumer_Products_Industry_Jan_2017.pdf.

BERGLIN, L. (2013). **Smart textiles and wearable technology**. Disponível em: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:884011/FULLTEXT01.pdf>.

BROEKENS, J., HEERINK, M., ROSENDAL, H. (2009). **Assistive social robots in elderly care: a review**. *Gerontechnology*, 8(2), 94-103.

BRUNO, F. (2016). **A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção: A visão de futuro para 2030**. São Paulo, CETIQT.

CACHON, G. P., SWINNEY, R. (2011). **The value of fast fashion: Quick response, enhanced design, and strategic consumer behavior**. *Management science*, 57(4), 778-795.

CIENTIFICA RESEARCH, 2016. **Smart textiles and wearables: markets, applications and technologies**. Disponível em: <http://www.innovationintextiles.com/uploads/5673/Smart%20Textiles%20and%20Wearables%20-%20ToC.pdf>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: www.ibge.gov.br

GARCIA, R. (2010). **Uma análise dos processos recentes de desconcentração regional nas indústrias têxtil e de calçados e a importância dos sistemas locais de produção**. *Revista Econômica do Nordeste*, 41 (1), 97-114.

GS1 Brasil. **Associação Brasileira de Automação**. Disponível em: www.gs1br.org

LEITE, R. P. (2015). **Mini fábrica online a nova tecnologia que vai “redefinir” a fabricação de roupas**. Disponível em : <http://textileindustry.ning.com/forum/topics/mini-f-brica-online-a-nova-tecnologia-que-vai-redefinir-a-fabrica>

LEMOS, D., CARIO, S. (2017). Os sistemas nacional e regional de inovação e sua influência na interação universidade-empresa em Santa Catarina. **REGG-Revista de Gestão**, 24(1), 45-57.

MDIC – MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. Disponível em: www.mdic.gov.br

MILANOVIC, B. (2016). Global inequality: A new approach for the age of globalization. **PANOECONOMICUS**, 63(4), 493-501.

MTE – MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Disponível em: www.trabalho.gov.br

UN. **Comtrade Database**. Disponível em: <https://comtrade.un.org/>



ANEXO – DETALHAMENTO DOS RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

A1 Caracterização do painel de respondentes

A1.1 Concepção da pesquisa

A pesquisa de campo do Projeto I2027 foi construída para mapear o processo de difusão atual e esperado de inovações em Tecnologias de Informação e Comunicação na indústria. Para isso, considerou-se uma sequência de quatro gerações digitais: Produção Rígida; Produção Flexível; Produção Integrada; e Produção Conectada e Inteligente, essa última correspondente ao paradigma digital 4.0.

A empresa foi observada a partir de cinco funções: Relacionamento com fornecedores; Desenvolvimento de produto; Gestão do processo de produção; Relacionamento com clientes/ consumidores; e Gestão dos negócios. O Quadro A1 detalha a estrutura analítica que guiou a concepção do trabalho. As principais características da consulta realizada, incluindo a descrição do questionário utilizado, podem ser encontradas no Relatório Final da Pesquisa de Campo que integra a documentação do Projeto I2027.

Quadro A1 - Gerações digitais de acordo com as funções empresariais

	Relacionamento com fornecedores	Desenvolvimento de produto	Gestão da produção	Relacionamento com clientes/ consumidores	Gestão dos negócios
Geração 1	Transmissão de pedidos manualmente	Sistema de projeto auxiliado por computador	Automação simples (rígida) com máquinas não conectadas	Execução de contatos e registros manualmente	Sistemas de informação independentes específicos por departamento/ área, sem integração
Geração 2	Transmissão de pedidos por meio eletrônico	Sistema integrado de projeto, fabricação e cálculo de engenharia com auxílio de <i>software</i>	Processo parcial ou totalmente automatizado	Automação da força de vendas	Sistemas compostos por módulos e base de dados integrados

	Relacionamento com fornecedores	Desenvolvimento de produto	Gestão da produção	Relacionamento com clientes/ consumidores	Gestão dos negócios
Geração 3	Suporte informatizado dos processos de compras, estoques e pagamentos	Sistemas integrados de gestão de dados de produto	Sistemas integrados de execução de processo	Sistema de integração e suporte baseado em Internet	Plataforma <i>web</i> com bases de dados para apoiar análises de negócio
Geração 4	Relacionamento com fornecedores por meio de acompanhamento em tempo real de pedidos e de logística com uso de <i>Web services</i>	Sistemas virtuais de desenvolvimento Desenvolvimento de produtos por meio de sistemas de modelagem virtual do produto e do processo	Gestão da produção automatizada por meio de soluções de Comunicação M2M (máquina-máquina)	Relacionamento com clientes por meio de tecnologias de monitoramento dos produtos em uso Monitoramento e gestão do ciclo de vida de clientes	Gestão do negócio por meio de processos automatizados com apoio de Inteligência Artificial e utilização de <i>Big Data Analytics</i>

Fonte: Elaboração própria.

A1.2 Alvo amostral e período de coleta

A pesquisa foi aplicada via Internet tendo como alvo amostral estabelecimentos industriais com 100 ou mais empregados, possíveis de serem estratificados segundo diferentes recortes, com destaque para os “sistemas produtivos” de atuação das empresas, o tamanho das empresas (em termos do número de empregados), região e origem do capital.

O período de coleta transcorreu entre 1º/06/2017 a 1º/11/2017, tendo sido obtidas 813 respostas. Após crítica para eliminar situações de incongruência das informações, obteve-se uma base de dados composta por 759 estabelecimentos.

A1.3 Caracterização dos respondentes

Na base de dados, o sistema produtivo de Bens de Consumo (SP Bens de Consumo) perfaz um total de 142 empresas, correspondentes a 18,7% do total da amostra.

A Tabela A1 apresenta as características da subamostra do SP Bens de Consumo. Das 96 empresas que informaram o número de empregados (67,6% do total de empresas), 39,6% se classificavam como empresas de grande porte (mais de 500 empregados); 39,6%, como de médio-grande porte (entre 250-500 empregados); e 20,8%, como empresas de médio porte (entre 100-250 empregados).

Em termos da origem do capital, 95,1% eram de propriedade de capital nacional. Em termos do subsetor de atuação no SP Bens de Consumo, a maioria era de empresas atuando em demais bens de consumo (33,8%), têxtil e vestuário (29,6%), duráveis (19,7%) e couro e calçados (16,9%). Por fim, em termos de localização, a maior parte dos respondentes está nas Regiões Sudeste (45,1%) e Sul (40,1%).

Tabela A1 – Caracterização do painel por porte, setor de atuação e localização – SP Bens de Consumo

	Tamanho	Tamanho % (total e com resposta)	
Grande (mais de 500 empregados)	38	26,8%	39,6%
Médias (100-250 empregados)	38	26,8%	39,6%
Médias – grandes (250-500 empregados)	20	14,1%	20,8%
Sem resposta	46	32,4%	
Total geral	142	100,0%	
	Origem do capital	Origem do capital %	
Demais nacionalidades	7	4,9%	
Nacional	135	95,1%	
Total geral	142	100,0%	
	Principal setor	Principal setor %	
Demais bens de consumo	48	33,8%	
Têxtil e vestuário	42	29,6%	
Duráveis	28	19,7%	
Couro e calçados	24	16,9%	
Total geral	142	100,0%	
	Localização	Localização %	
Sudeste	59	41,5%	
Sul	57	40,1%	
Norte	22	15,5%	
Nordeste	4	2,8%	
Total geral	142	100,0%	

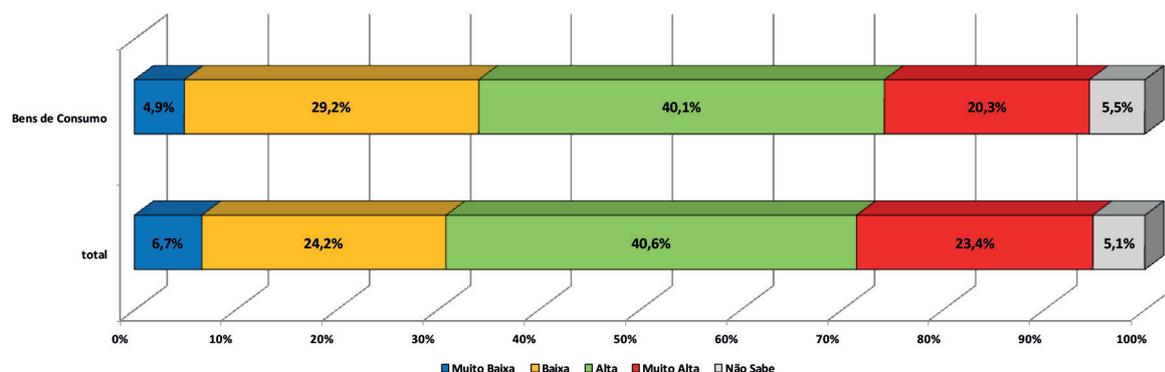
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

A2 Resultados

A2.1 Probabilidade de adoção das tecnologias

De acordo com o painel, a probabilidade de as tecnologias da geração digital 4.0 se tornarem dominantes nos setores do SP Bens de Consumo no futuro (entre cinco a dez anos) é “alta” ou “muito alta” para 61,4% dos respondentes, patamar inferior ao observado para o conjunto da indústria (64%), conforme mostra o Gráfico A1.

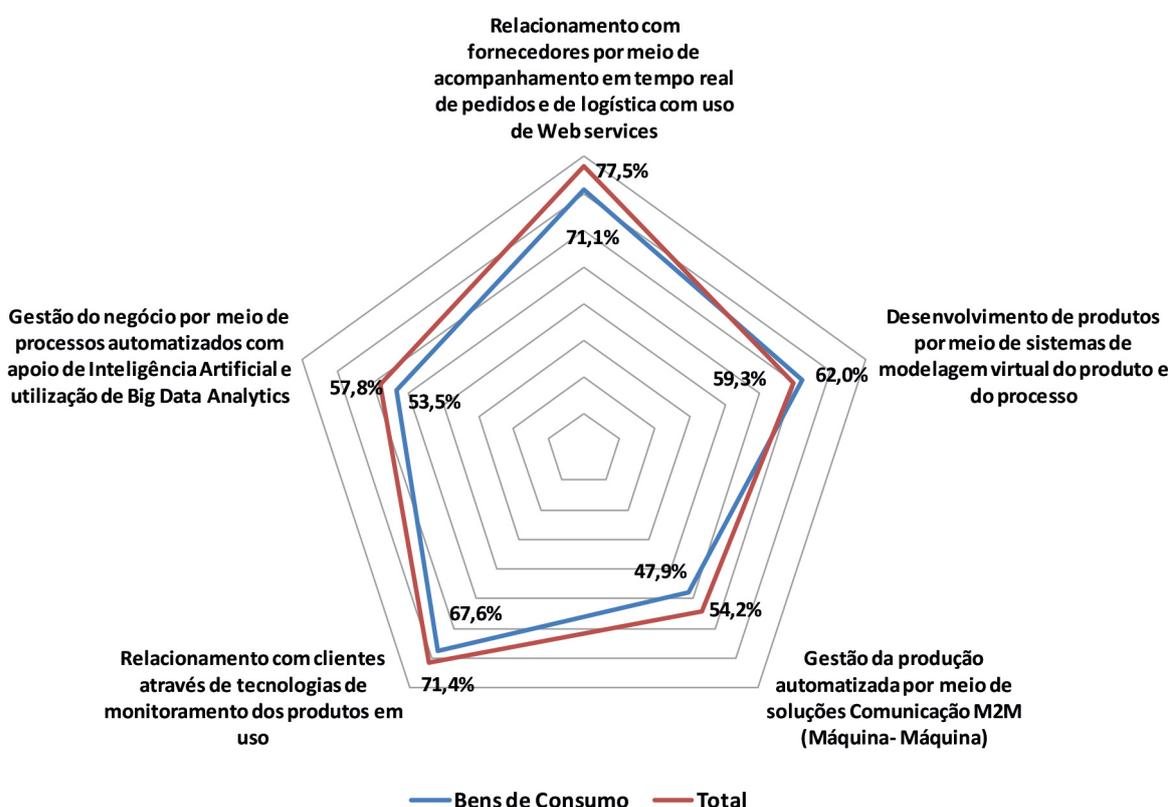
Gráfico A1 – Probabilidade de as tecnologias da geração digital 4.0 se tornarem dominantes no setor de atuação do respondente no futuro (entre cinco e dez anos), em % do número de respondentes – SP Bens de Consumo e total da indústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

O Gráfico A2 detalha as expectativas do painel em termos de adoção das tecnologias 4.0 para as diferentes funções organizacionais enfocadas na pesquisa de campo. No SP Bens de Consumo, é mais elevado o percentual de respondentes que atribui probabilidade “alta” ou “muito alta” de adoção de tecnologias de acompanhamento em tempo real de pedidos e de logística com uso de *web services* (71,1%) na função de relacionamento com fornecedores; bem como de tecnologias de monitoramento dos produtos em uso (67,6%) na função de relacionamento com clientes – resultados que reproduzem as expectativas assinaladas pelo conjunto da indústria. Nas diversas funções, observa-se uma tendência à menor probabilidade de difusão de tecnologias da geração digital 4.0 no setor, comparativamente à média geral.

Gráfico A2 – Probabilidade “alta” ou “muito alta” de as tecnologias da geração digital 4.0 se tornarem dominantes no setor de atuação (entre cinco e dez anos) para as funções organizacionais, em % do número de respondentes – SP Bens de Consumo e total da indústria

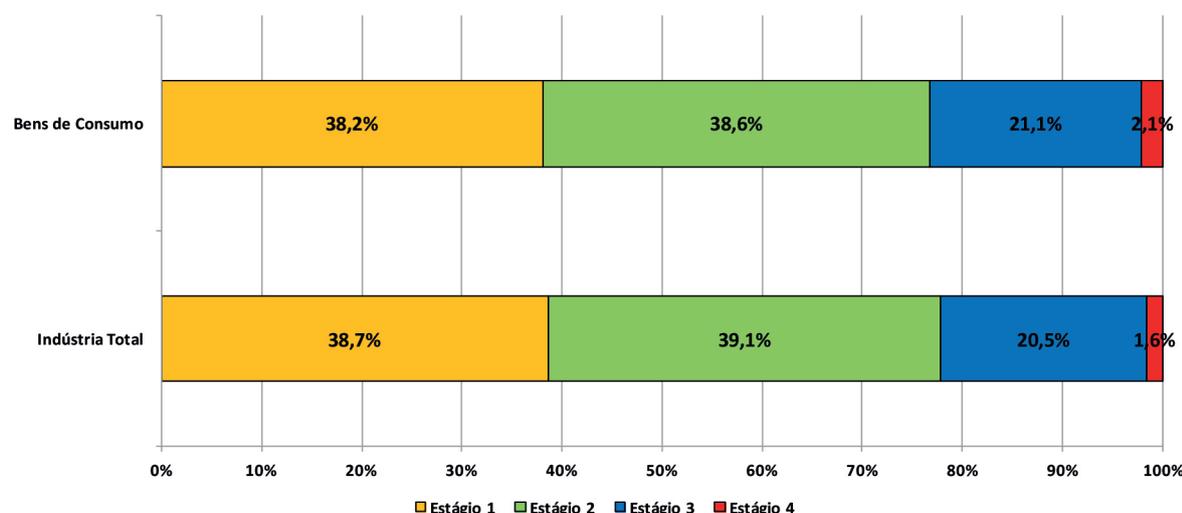


Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

A.2.2 Gerações digitais dos respondentes hoje

Dada a alta probabilidade de difusão das tecnologias mais avançadas esperada pelas empresas, a análise da geração tecnológica em que as empresas se posicionam hoje ganha particular interesse. No caso do SP Bens de Consumo, 2,1% indicaram encontrar-se na geração digital 4, valor acima do registrado para o conjunto da indústria (1,6%) (ver Gráfico A3). Quando se considera conjuntamente as empresas localizadas nas gerações 3 e 4, esse percentual atingia 23,2% no SP Bens de Consumo, valor acima da média geral (22,2%).

Gráfico A3 – Distribuição dos respondentes segundo as gerações tecnológicas digitais, hoje, em % do número de empresas – SP Bens de Consumo e total da indústria



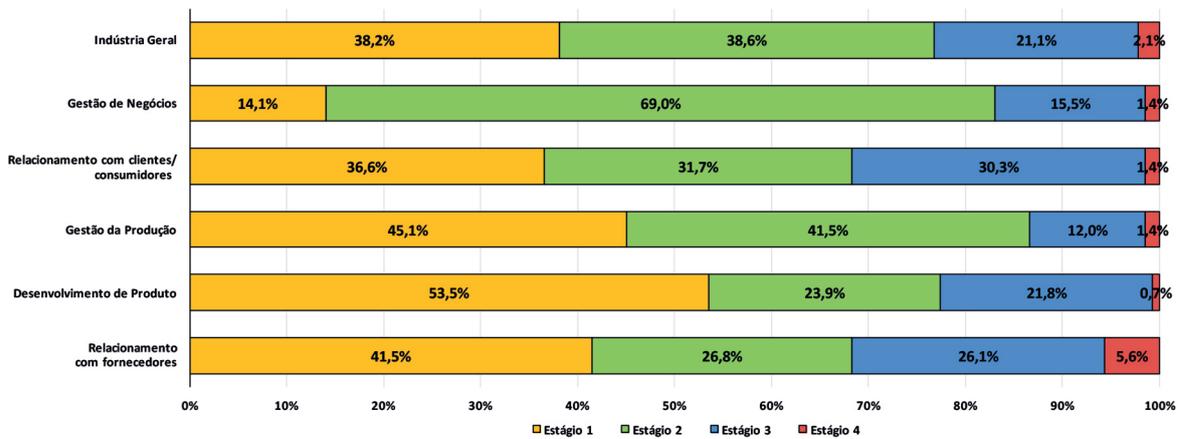
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

A2.3 Gerações tecnológicas de acordo com função empresarial

Com relação ao estágio das tecnologias empregadas nas diferentes funções empresariais analisadas, é bastante perceptível que o estágio mais avançado das tecnologias digitais está na função de relacionamento com fornecedores (5,6% das empresas relatam adotar tecnologias dessa geração, conforme Gráfico A4). Considerando-se a adoção das tecnologias das gerações 3 e 4, conjuntamente, a taxa de adoção nas funções de relacionamento com fornecedores e de relacionamento com clientes atinge 31,7% dos respondentes, percentual expressivamente superior ao indicado para as demais funções.

Como destaques negativos, cabem mencionar a taxa de adoção das tecnologias digitais nas funções de gestão da produção e de gestão de negócios, relatada, respectivamente, por 13,4% e 16,9% dos respondentes. Especialmente no caso das tecnologias de geração 4, os resultados mais baixos são observados na função de desenvolvimento de produto, com apenas 0,7% das empresas adotando hoje tecnologias relacionadas à geração 4.

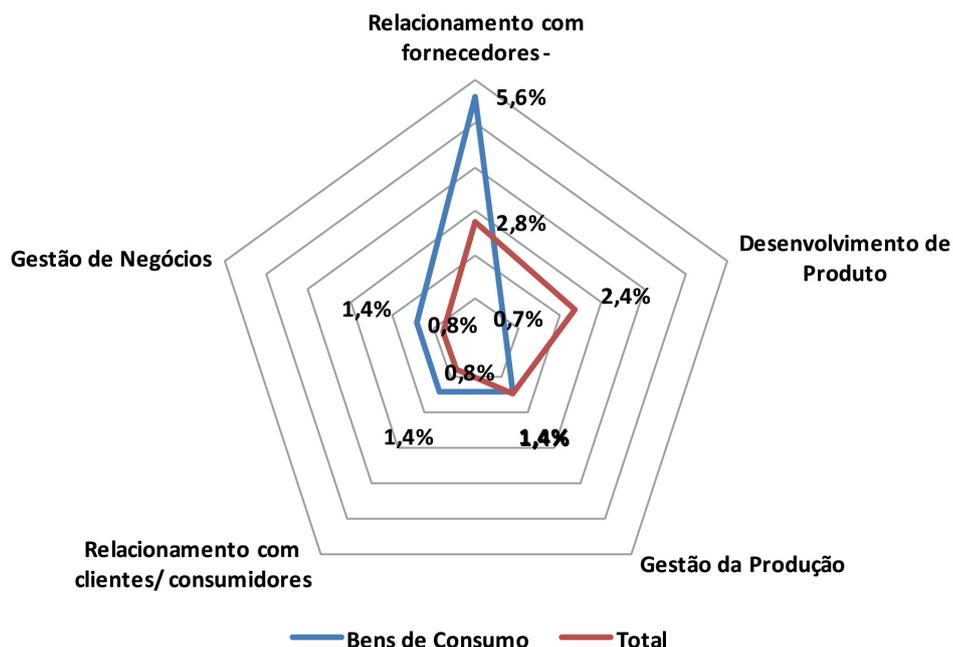
Gráfico A4 – Distribuição dos respondentes segundo gerações digitais hoje, por funções, em % dos respondentes – SP Bens de Consumo



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

Essa análise pode ser mais bem qualificada por meio da comparação do SP Bens de Consumo com o total da Indústria (Gráfico A5). Observa-se uma tendência à difusão mais intensa dessas tecnologias no SP Bens de Consumo, em especial nas funções de relacionamento com fornecedores (5,6% contra 2,6%). Uma exceção é a função de desenvolvimento de produto, na qual o percentual no setor (0,7%) é expressivamente inferior à média geral (2,4%).

Gráfico A5 – Percentual de respondentes atualmente na geração tecnológica digital 4.0, por funções organizacionais – SP Bens de Consumo e total da indústria



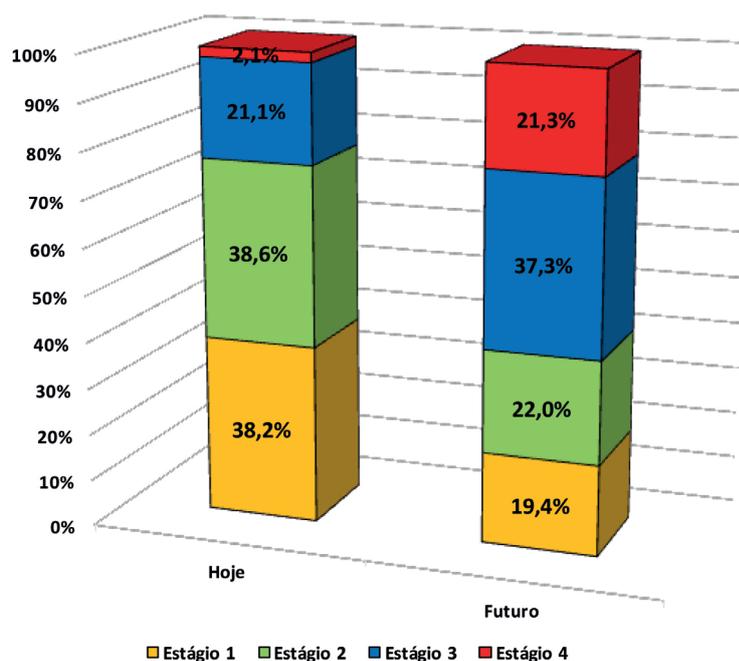
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

A2.4 Expectativas de adoção para 2027

Uma vez constatada a baixa difusão atual, cabe avaliar qual a expectativa das empresas em relação à difusão futura das tecnologias 4.0. Considera-se aqui um horizonte de dez anos, que utiliza como referência o ano de 2027 (Gráfico A6). No caso da geração 4 observa-se um crescimento significativo da intensidade dessa difusão, com uma expectativa de que a mesma evolua de 2,1% para 21,3% das empresas do painel entre 2017 e 2027.

Além disso, o percentual de empresas localizadas na geração 3 também tende a se elevar, evoluindo de 21,1% em 2017 para 37,3% em 2027. Como consequência o percentual de empresas entre as gerações 3 e 4 evoluiria de 23,2% em 2017 para 58,6% em 2027, correspondendo a um crescimento de 152% naquela participação.

Gráfico A6 – Distribuição dos respondentes segundo as gerações tecnológicas digitais, hoje e futuro – SP Bens de Consumo

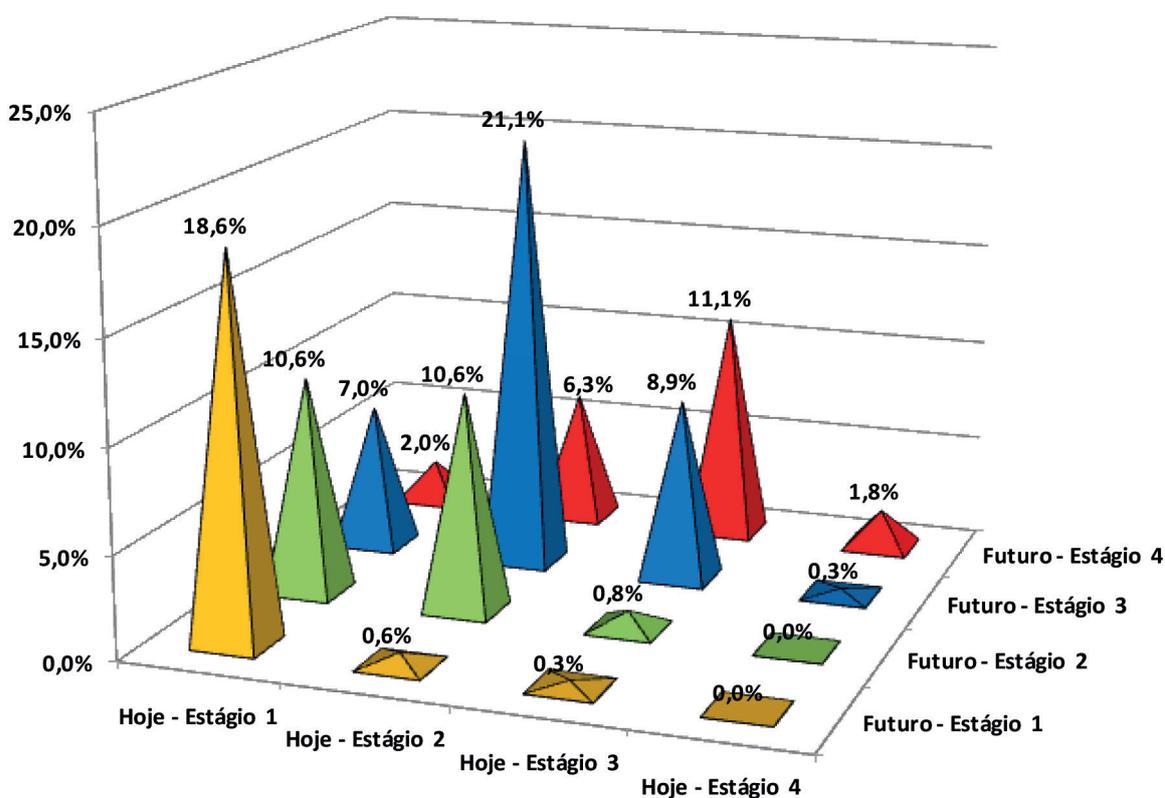


Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

Alternativamente, pode-se analisar a evolução do SP Bens de Consumo ao longo do período por meio da “migração” das empresas entre as diferentes gerações tecnológicas (Gráfico 7). No caso de 38,2% do total de empresas localizadas na geração 1 em 2017, a perspectiva seria de que 18,6% permanecessem naquele estágio em 2027, que 10,6% avançassem para a geração 2, que 7,0% avançassem para a geração 3 e que 2,0% avançassem para a geração 4 (o que, neste último caso, parece um pouco improvável).

No caso de 38,6% do total de empresas localizadas na geração 2 em 2017, a perspectiva seria de que 10,6% permanecessem naquele estágio em 2027, que 21,1% avançassem para a geração 3 e que 6,3% avançassem para a geração 4. Por fim, no caso de 21,1% do total de empresas localizadas na geração 3 em 2017, a perspectiva seria de que 8,9% permanecessem naquele estágio em 2027 e que 11,1% avançassem para a geração 4.

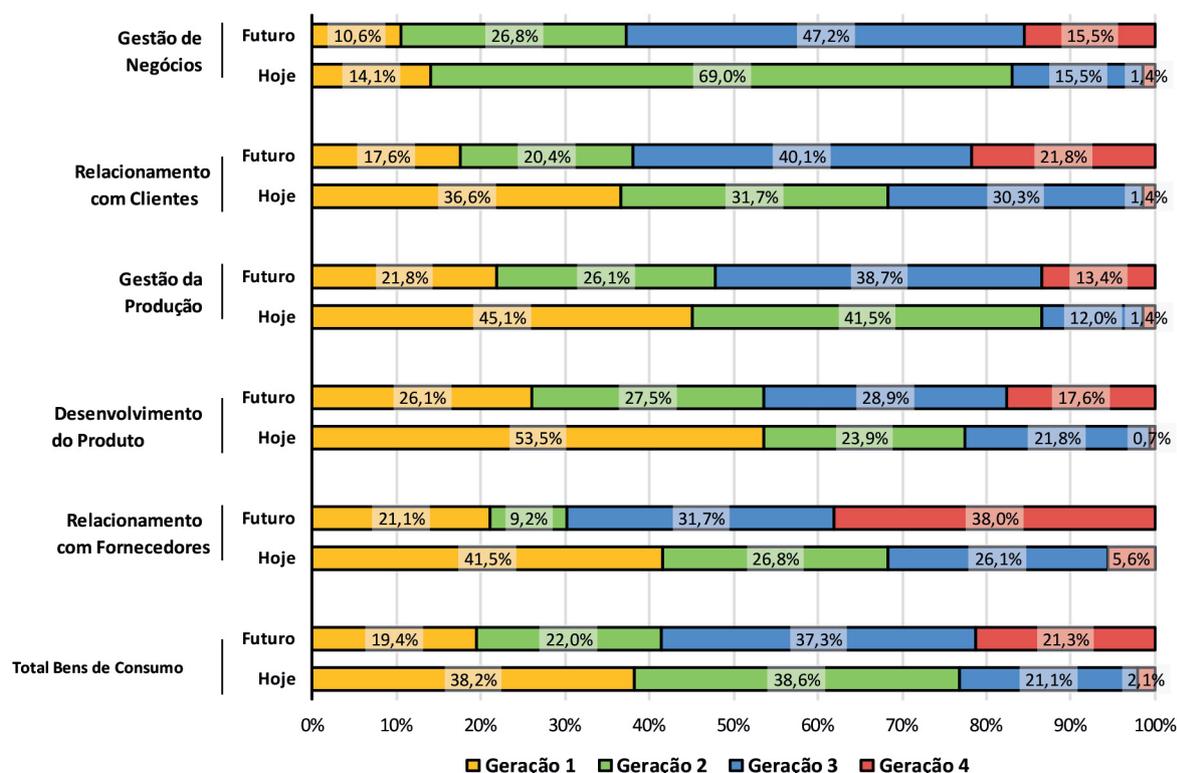
Gráfico A7 – Distribuição dos respondentes segundo as gerações tecnológicas digitais, hoje e futuro, em % do número de respondentes – SP Bens de Consumo



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

A análise geral da difusão atual e futura de tecnologias disruptivas pode ser mais bem qualificada considerando especificidades das diversas funções organizacionais, conforme ilustrado pelo Gráfico A8. As particularidades encontradas para o SP Bens de Consumo são destacadas a seguir:

Gráfico A8 – Distribuição dos respondentes segundo as gerações tecnológicas digitais de acordo com as funções organizacionais, hoje e futuro, em % do número de respondentes – SP Bens de Consumo



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

Relacionamento com fornecedores

Espera-se crescimento da intensidade da difusão associada à geração 4 com expectativa de que a mesma evolua de 5,6% para 38% das empresas do painel entre 2017 e 2027. O percentual localizado na geração 3 também tende a se elevar, evoluindo de 26,1% em 2017 para 31,7% em 2027. Como consequência o percentual entre as gerações 3 e 4 evoluiria de 31,7% em 2017 para 69,7% em 2027, correspondendo a um crescimento de 120% naquela participação.

Desenvolvimento de produtos

A expectativa é de crescimento da taxa de difusão das tecnologias da geração 4 de 0,7% para 17,6% das empresas do painel entre 2017 e 2027. O percentual de empresas localizadas na geração 3 também tende a se elevar, evoluindo de 21,8% em 2017 para 28,9% em 2027. Como consequência o percentual entre as gerações 3 e 4 evoluiria de 22,5% em 2017 para 46,5% em 2027, correspondendo a um crescimento de 106% naquela participação.

Gestão da produção

A intensidade da difusão associada à geração 4 deverá expandir-se de 2,6% para 20,0% das empresas do painel entre 2017 e 2027. O percentual de empresas localizadas na geração 3 também tende a se elevar, evoluindo de 1,4% para 13,4% das empresas do painel entre 2017 e 2027. O percentual localizado na geração 3 também tende a se elevar, de 12,0% em 2017 para 38,7% em 2027. Como consequência, o percentual entre as gerações 3 e 4 evoluiria de 13,4% em 2017 para 52,1% em 2027, correspondendo a um crescimento de 289% naquela participação.

Relacionamento com clientes e consumidores

Espera-se que a intensidade da difusão associada à geração 4 evolua de 1,4% para 21,8% das empresas do painel entre 2017 e 2027. O percentual de empresas localizadas na geração 3 também tende a se elevar, evoluindo de 30,3% em 2017 para 40,1% em 2027. Como consequência, o percentual entre as gerações 3 e 4 evoluiria de 31,7% em 2017 para 61,9% em 2027, correspondendo a um crescimento de 96% naquela participação.

Gestão de negócios

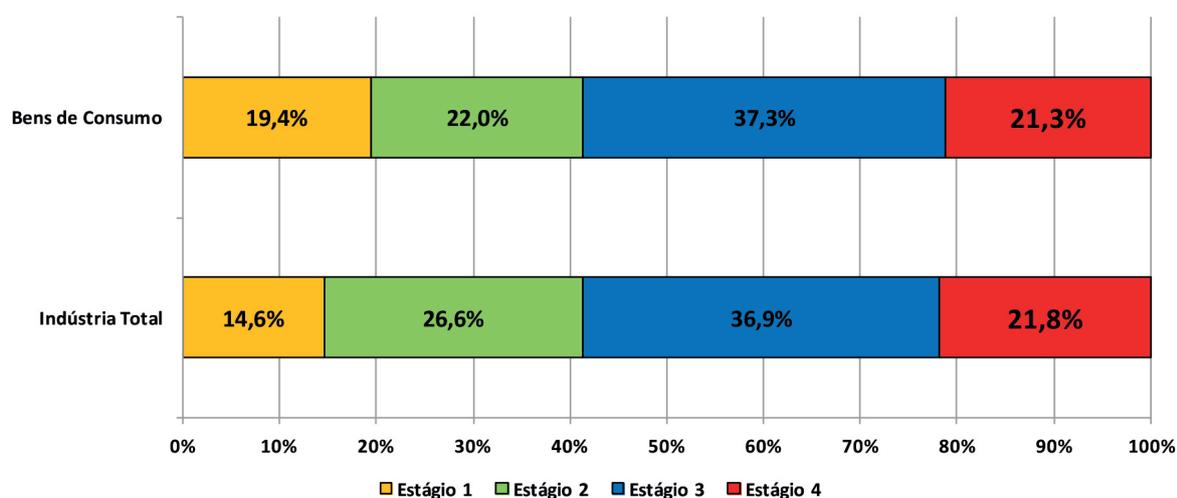
A intensidade da difusão associada à geração 4 deve crescer de 1,4% para 15,5% das empresas do painel entre 2017 e 2027. O percentual de empresas localizadas na geração 3 também tende a se elevar, evoluindo de 15,5% em 2017 para 47,2% em 2027. Como consequência, o percentual entre as gerações 3 e 4 evoluiria de 16,9% em 2017 para 62,7% em 2027, correspondendo a um crescimento de 271% naquela participação.

A2.5 Difusão futura – comparação entre funções

É possível também comparar a expectativa de difusão futura de tecnologias digitais observada no caso do SP Bens de Consumo com as evidências para o conjunto da indústria. Nesse sentido consideram-se dois aspectos: a expectativa de posicionamento futuro das empresas nas diversas gerações tecnológicas (Gráfico A9) e expectativa de adoção futura nas diferentes funções empresariais analisadas (Gráfico A10).

Com relação ao primeiro aspecto, no caso do SP de Bens de Consumo, verifica-se que 21,3% das empresas tinham expectativa de atingir a geração 4, percentual um pouco abaixo do total geral do painel (21,8%). Quando se consideram as gerações 3 e 4 conjuntamente, esse percentual atinge 58,6% dos respondentes neste sistema produtivo, valor praticamente igual à média geral (58,7%).

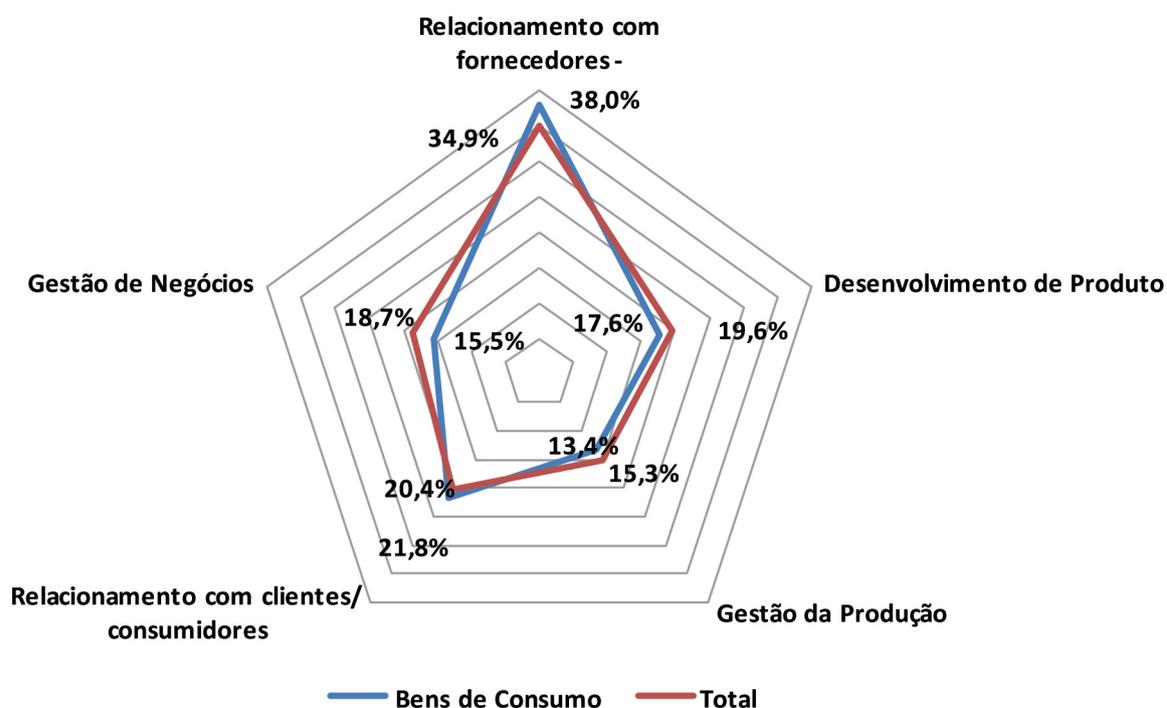
Gráfico A9 – Distribuição dos respondentes segundo as gerações tecnológicas digitais, futuro, em % do número de empresas – SP Bens de Consumo e total da indústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

No caso da expectativa de difusão futura, com relação às funções empresariais, os maiores níveis em termos da adoção das tecnologias digitais da geração 4 são esperados nas funções de maior percentual de difusão no futuro nas funções de relacionamento com fornecedores (38,0%) e relacionamento com clientes (21,8%). Já em termos do crescimento, maiores taxas são observadas nas funções de Desenvolvimento de produto (de 0,7% para 17,6%) e Relacionamento com clientes (de 1,4% para 21,8%). Em termos comparativos, observa-se, em geral, uma expectativa de difusão muito próxima em relação à média geral, conforme ilustrado pelo Gráfico A10.

Gráfico A10 – Percentual de respondentes com expectativa de posicionamento na geração tecnológica digital 4.0 por funções organizacionais – SP Bens de Consumo e total da indústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

A2.6 Impactos esperados da adoção das tecnologias da geração digital 4.0

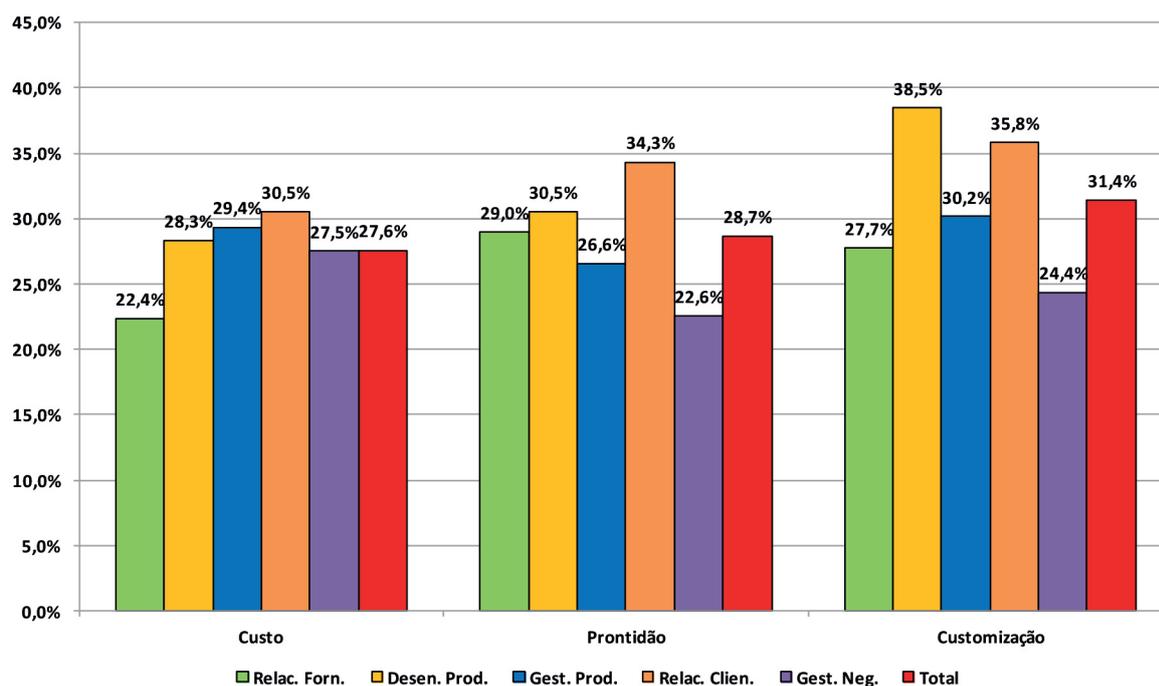
Um dos aspectos contemplados na pesquisa de campo que influencia diretamente a adoção de inovações disruptivas pela indústria brasileira refere-se aos impactos atuais e esperados da adoção dessas tecnologias sobre a competitividade, a partir da consideração de determinados atributos competitivos. Em particular, três atributos foram considerados: custo; prontidão e customização. O Gráfico 11 apresenta o percentual de empresas que indicaram que a adoção de tecnologias 4.0 terá um alto impacto sobre a competitividade, por atributo competitivo (custo, prontidão, customização).

No caso do total geral obtido pela agregação das funções organizacionais, identifica-se uma pequena variação nos percentuais de empresas que apontaram um alto impacto para os três atributos considerados, com maiores percentuais, estando associados ao atributo “customização”, com valores menores, em sequência para os atributos “prontidão” e “custo”.

No caso das informações desagregadas para as diferentes “funções” organizacionais observa-se o mesmo padrão, com tendência à maior relevância do atributo “customização” nas funções de Desenvolvimento de produto e de Relacionamento

com clientes e fornecedores. No caso do Relacionamento com fornecedores, observa-se um maior percentual de “Alto impacto” associado ao atributo “prontidão”, enquanto na função Gestão de negócios um maior percentual estaria associado ao atributo “custo”.

Gráfico A11 – Percentual de respondentes que indicaram alto impacto das tecnologias da geração digital 4.0 sobre a competitividade, por atributo competitivo (custo, prontidão, customização), hoje, em % do número de empresas – SP Bens de Consumo



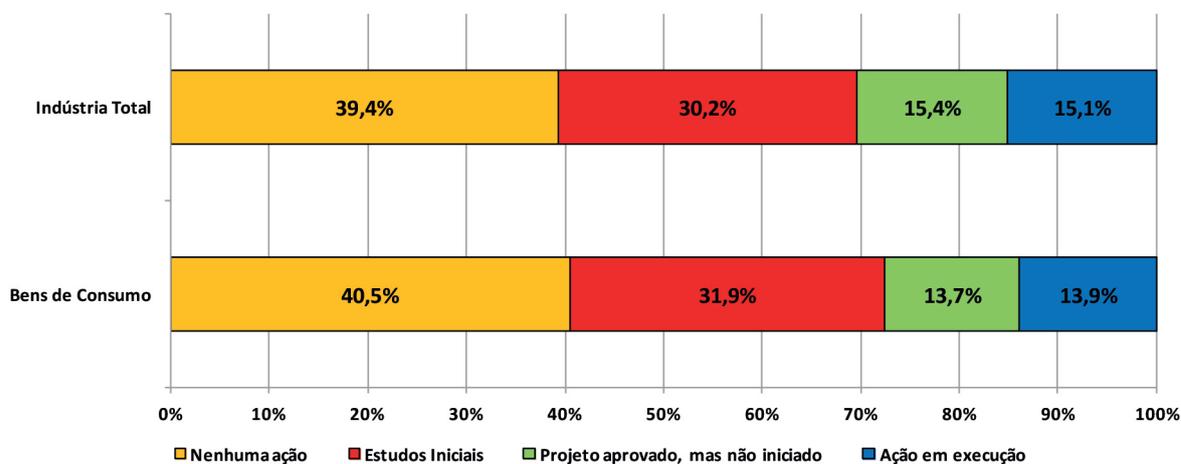
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

A2.7 Ações para incorporação das tecnologias da geração digital 4.0

Na perspectiva de avaliar a resposta estratégica das empresas face aos impactos potenciais das tecnologias 4.0, perguntou-se às empresas se há ações em curso visando à incorporação dessas inovações (Gráfico A12). As evidências mostram que a intensidade dos esforços para incorporação das tecnologias da geração 4.0 nas atividades das empresas é ainda bastante limitada.

Para o SP Bens de Consumo, 13,9% das empresas relataram haver ações em execução no sentido da adoção dessas tecnologias – percentual inferior ao conjunto do painel (15,1%). Se forem consideradas também as empresas com projeto aprovado, mas não iniciado, esse percentual se eleva a 27,6% – percentual também inferior ao observado para o conjunto do painel (30,5%).

Gráfico A12 – Ações indicadas pelos respondentes para incorporação das tecnologias da geração digital 4.0, hoje, em % do número de respondentes – SP Bens de Consumo e total da indústria

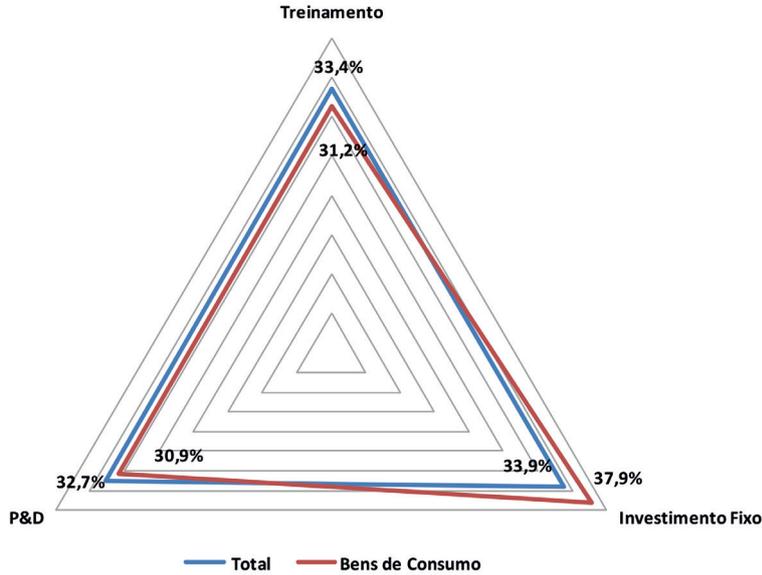


Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

O Gráfico A13 compara o percentual de empresas que apontavam ações em execução no SP Bens de Consumo para as três dimensões investigadas: investimento, P&D e treinamento. Pode-se verificar que há um ligeiro predomínio das ações em execução na dimensão do investimento.

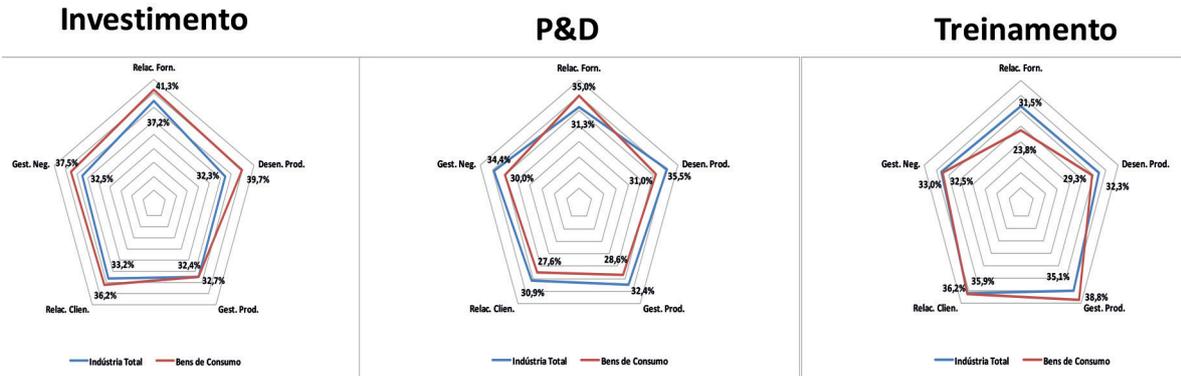
Foi mais elevado o percentual de empresas com ações em execução de investimento nas funções de Relacionamento com fornecedores, Desenvolvimento de produto e Relacionamento com clientes, destacando-se também ações em execução de treinamento nas funções de Relacionamento com clientes e Gestão da produção (Gráfico A14).

Gráfico A13 – Percentual de respondentes com ações em execução para incorporação das tecnologias da geração digital 4.0, hoje, esforços em investimento, P&D e treinamento – SP Bens de Consumo e total da indústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

Gráfico A14 – Percentual de respondentes com ações em execução para incorporação das tecnologias da geração digital 4.0 – SP Bens de Consumo e total da indústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

Em linhas gerais essas informações corroboram a constatação de que, não obstante a expectativa de aceleração da difusão de tecnologias 4.0, da elevada probabilidade das mesmas se tornarem dominantes nos setores de atuação das empresas e do seu impacto potencial sobre os diferentes atributos da competitividade, o esforço efetivamente realizado pelas empresas visando à incorporação dessas tecnologias é ainda bastante limitado.

A3 Considerações finais

Como tendência geral, observa-se hoje uma taxa de adoção das tecnologias 4.0 extremamente reduzida. Para o horizonte de 2027, entretanto, espera-se uma importante elevação da taxa de adoção dessas tecnologias, que pode estar fundamentada em estímulos da dinâmica competitiva setorial e na possibilidade de geração de impactos efetivos sobre diferentes atributos determinantes da competitividade. As evidências indicam que essas inovações podem ser implementadas em áreas distintas da empresa, num ritmo diferenciado, e que, eventualmente, podem surgir mecanismos de retroalimentação entre diversas funções organizacionais, capazes de gerar uma aceleração geral do ritmo de difusão.

IEL/NC

Paulo Afonso Ferreira
Diretor-Geral

Gianna Cardoso Sagazio
Superintendente

Suely Lima Pereira
Gerente de Inovação

Afonso de Carvalho Costa Lopes
Cândida Beatriz de Paula Oliveira
Cynthia Pinheiro Cumarú Leodido
Débora Mendes Carvalho
Julieta Costa Cunha
Mirelle dos Santos Fachin
Rafael Monaco Floriano
Renaide Cardoso Pimenta
Zil Miranda
Equipe Técnica

DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS – DSC

Fernando Augusto Trivellato
Diretor de Serviços Corporativos

Área de Administração, Documentação e Informação – ADINF

Maurício Vasconcelos de Carvalho
Gerente-Executivo de Administração, Documentação e Informação

Alberto Nemoto Yamaguti
Normalização Pré e Pós-Textual

Execução Técnica

Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp

Renato de Castro Garcia
Autor

Luciano Coutinho
João Carlos Ferraz
David Kupfer
Mariano Laplane
Luiz Antonio Elias
Caetano Penna
Fernanda Ultremare
Giovanna Gielfi
Mateus Labrunie
Henrique Schmidt Reis
Carolina Dias
Thelma Teixeira
Execução Técnica

Editorar Multimídia
Revisão Gramatical, Projeto Gráfico e Diagramação



MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO

Execução Técnica:



Iniciativa:



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA

Realização:



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria