

INDÚSTRIA 4.0

Transformação Digital e Inovação de Modelos
de Negócio na Indústria de Máquinas e
Equipamentos

Pesquisa Industrial
2021

 **ABIMAQ**


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

 **NEO**
Núcleo de Engenharia
Organizacional



O Núcleo de Engenharia Organizacional (NEO) é um núcleo de pesquisa do Departamento de Engenharia de Produção e Transportes (DEPROT) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O grupo é composto por professores e pesquisadores que atuam no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) desse departamento. O NEO-UFRGS combina ferramentas de engenharia de produção com teorias e abordagens de gestão estratégica e organizacional visando compreender as problemáticas organizacionais e desenvolver soluções práticas para as empresas. Assim, este grupo trabalha sobre o bloco temático da engenharia organizacional, auxiliando empresas na gestão do desenvolvimento de produtos, gestão da inovação, estratégia de operações e gestão da tecnologia, com destaque para digitalização e Indústria 4.0.

APOIO:



EQUIPE DO PROJETO:

Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos – ABIMAQ, Núcleo de Gestão da Inovação - NAGI

João Alfredo Saraiva Delgado

Anita Dedding

Denis Borges

Murilo Lopes

Bianca Bispo Lopes

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Núcleo de Engenharia Organizacional (NEO)

Prof. Dr. Alejandro Germán Frank

Prof. Dr. Néstor Fabián Ayala

Eng. Me. Verônica Maurer Tabim

Márcia Possa Forcelini

☎ 51 3308 3490

✉ www.ufrgs.br/neo

📍 Av. Osvaldo Aranha 99, sala LOPP, 5º andar, Porto Alegre, RS - BR

Empresas participantes da pesquisa

Aberko Vasos de Pressão	Jost Brasil	Sigamaq Industrial
AirZap Anest IWATA	Kepler Weber S.A.	Sistemilk Ferragens e Equipamentos
Antares Acoplamentos	Körber Tissue	SPI Integradora
Arag do Brasil S.A	Kuhn Brasil	Stara
Ascoval Ind Com Ltda	L F Pasini e cia	Starrett Industria e Comercio
Balluff	Liebherr Brasil	Stihl
Bombas Vanbro	Maha 3D	Tecscan
Bosch Rexroth	Mahindra do Brasil	Therموال Industria de Válvulas
BRMatozinhos Fundições	Maquigeral	THK Brasil
Bucher Hidráulica	Máquinas Agrícolas Jacto	Thyssenkrupp Autômata
Casale Equipamentos Ltda	Marcher Brasil Agroindustrial	TMSA
CBC - Indústrias Pesadas	Marchesan Implementos e	Toledo do Brasil
Cemag Ceará Máquinas Agrícolas	Máquinas Agrícolas Tatu	Top Taylor
Ciber Equipamentos Rodoviários	Marispan	Tramontina Multi SA
Cimisa Máquinas	Mecalor	TROX do Brasil
Cooperativa Regional de Caf.Guaxupé	Metal Work Pneumática	Tuzzi Sistemas Automotivos
Copé & Cia.	Metalurgica Marcos	Valmet
DaCasa Skateboard Artigos Esportivos	Miba Industrial Bearings Brasil	Varpe Brasil
Delgo Metalúrgica	Micromazza	VirtualCAE
Delta Máquinas Têxteis	MOB I+E	Volvo Equipamentos de Construção
Digicrom Analitica	Multimetal Industria Metalúrgica	WEG Motores
Divimec Tecnologia Industrial	MVF Lavadoras	WIKA do Brasil
Dutra Projetos	Neo Formas para Concreto	Standard Internacional
Dynar Automatização Industrial	NHS Máquinas e Serviços	ZDL
Ecosan Saneamento	Omron	Zeppini Industrial
Eletro Metalurgica Universal	OSG Sulamericana	
Esquadros Indústria e Comércio	PALINI & ALVES	
Fábrica de Móveis Florense	Piccin Máquinas Agrícolas	
Finamac	Planti Center	
FLSmith	Polimaquinas	
Fockink Indústrias Elétricas	Powermig Automação e Soldagem	
Frioplast	Prensas Schuler	
Furukawa Electric Latam	PVT Agriculture	
Ginast	PWR Mission	
Ginegar Ind Plásticos	Radiomar Telecom	
Graúna Aerospace	Randon	
GSI Brasil	Rapack Robótica	
Guarany Ind. e Com.	Robert Bosch	
Harting	Robopac Brasil	
Hyva do Brasil	Rockwell Automation	
Incomagri	São José Industrial	
Mecmaq	Saturno Industria de Tintas	
Indústrias Reunidas Colombo	Schulz Compressores	
Indústrias Romi S.A.	Screw Industria Metalmeccânica	
Integra Systems	Sena Ecal Equipamentos e Instalações	
Ishida do Brasil	Siemens	
John Deere	Siemens Infraestrutura e Industria	

Sumário

Introdução: Indústria 4.0.....	5
Caracterização das empresas participantes.....	8
Transformação Digital na manufatura.....	11
Transformação Digital nos produtos e serviços.....	17
Transformação Digital na cadeia de suprimentos.....	20
Segurança cibernética e a Transformação Digital.....	22
Desafios de infraestrutura para a Transformação Digital.....	24
Benchmarking competitivo.....	25
Suporte à Transformação Digital.....	27
Desempenho operacional.....	30
Conclusões.....	31
Recomendações Finais.....	32

INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0. Desde sua concepção em 2011, a Indústria 4.0 tem iniciado uma nova perspectiva em tecnologias avançadas e conectadas para aplicações industriais. A Indústria 4.0 é considerada uma das principais tendências industriais atuais tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento. O termo refere-se à quarta revolução industrial, que prossegue revoluções tecnológicas anteriores como a introdução da máquina de vapor (1° Revolução), a introdução da eletricidade (2° Revolução), e a introdução dos sistemas de informação e automação industrial (3° Revolução). Neste novo estágio industrial, destaca-se a introdução da conectividade mediante a Internet das Coisas (Internet of Things – IoT). A IoT viabiliza a implementação de sistemas ciberfísicos – uma integração do mundo real com o mundo virtual – através da digitalização da fábrica e a introdução de sensores e componentes que permitem a comunicação entre equipamentos, objetos e pessoas.

Dessa maneira, pode-se considerar que a Indústria 4.0 representa um novo patamar industrial, em que as empresas competirão a partir de uma base tecnológica digital, com manufatura e produtos inteligentes e conectados que habilitam novas formas de tratamento de dados e novas estratégias de negócio.

Conforme se apresenta na Figura 1, este processo de transformação digital na indústria tem sido apoiado pela implementação de quatro tecnologias de base: internet das coisas (IoT), computação em nuvem, big data, e *analytics/inteligência artificial* (IA). Os estudos desenvolvidos pelo Núcleo de Engenharia Organizacional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (NEO-UFRGS)¹ indicam que estas tecnologias, junto com outras emergentes tais como manufatura aditiva, simulação, etc., abrem oportunidades em quatro dimensões que compõem a Indústria 4.0: *Smart Manufacturing*, *Smart Supply Chain*, *Smart Work*, e *Smart Product and Services* (Figura 1).

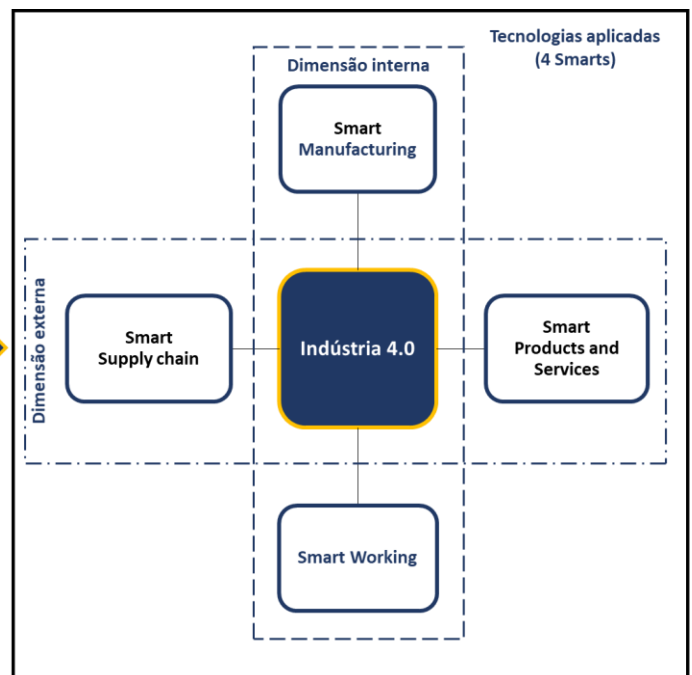
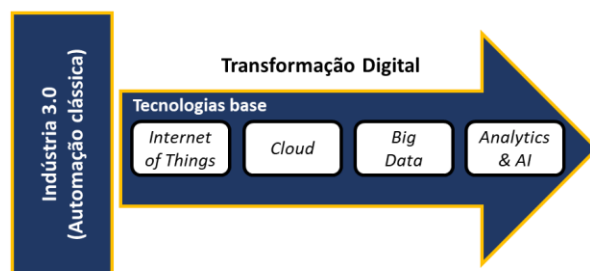


Figura 1 – Dimensões da Indústria 4.0. Fonte: Frank et al. (2019)

¹ Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.

Smart Manufacturing compreende o uso de tecnologias avançadas no chão de fábrica até alcançar sistemas de manufatura ciberfísicos. Tecnologias da Indústria 4.0 como comunicação máquina a máquina, integração vertical dos sistemas de informação, manutenção preditiva, robótica avançada e colaborativa, permitem desenvolver esta dimensão que considera a manufatura inteligente das fábricas. O conceito também considera o princípio de *end-to-end engineering*, onde o projeto de engenharia é integrado ao sistema de fabricação para funcionar como um mecanismo único junto ao sistema de produção.

Smart Supply Chain considera o suporte das tecnologias para melhorar os fluxos de informações ao longo da cadeia de suprimentos. A Indústria 4.0 introduz mudanças tecnológicas que ajudam a melhorar a visibilidade da cadeia de suprimentos, permitindo uma gestão abrangente com menor risco de interrupções, mapeando a cadeia de suprimentos de ponta a ponta e em tempo real. As tecnologias aplicadas ao controle de integridade podem garantir os produtos certos, na hora certa, local, condição de quantidade e com o custo certo ao longo de toda a cadeia. No nível de logística física, a dimensão da cadeia de suprimentos inteligente também compreende o manuseio do armazém por meio de robôs e veículos autônomos e sistemas para rastreamento e tomada de decisão no controle do estoque.

Smart Work considera a forma como as tecnologias são utilizadas para apoiar os trabalhadores na tomada de decisão, gerenciamento do conhecimento, fomento à criatividade e o design, e aumento da segurança. Neste contexto, a realidade virtual permite o uso seguro de equipamentos perigosos e a aprendizagem aprimorada de procedimentos, e a realidade aumentada aumenta o local de trabalho com informações relevantes úteis para a execução de tarefas. A Inteligência Artificial permite que gestores façam análises rápidas e eficientes de grandes conjuntos de dados. Óculos

inteligentes podem ajudar trabalhadores a tomar decisões rápidas sobre manutenção e controle de qualidade, assim como exoesqueletos e robôs colaborativos podem aumentar a segurança e ergonomia.

Smart Product and Services considera a adição de inteligência e conectividade via IoT aos equipamentos e produtos oferecidos ao mercado. Essa conectividade permite o monitoramento, controle, otimização e, em última instância, a autonomia de produtos e equipamentos inteligentes. Estas capacidades também permitem a entrega de serviços inteligentes empregando tecnologias digitais para oferecer aos usuários soluções em nuvem (cloud services), assistência e monitoramento remoto e atendimento baseado em inteligência artificial (IA).

O cenário da Indústria 4.0 no Brasil. As iniciativas sobre Indústria 4.0 no Brasil começaram em 2016, com as primeiras pesquisas lançadas, tal como o relatório da CNI², o qual apontava que menos da metade das empresas brasileiras estavam capacitadas e preparadas para as eventuais mudanças no mercado global impostas por esta nova revolução industrial. A partir disso, nasceram programas e projetos como os promovidos pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), pela Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPII). Também, foram criadas iniciativas como a Câmara Brasileira da Indústria 4.0 (promovida pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação e pelo Ministério da Economia), que visa congrega diversos stakeholders industriais, dentre eles a ABIMAQ, para discutir formas de promoção do conceito no Brasil.

A Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ) têm vinculação direta com essas iniciativas nacionais, sendo o setor representado pela a ABIMAQ um dos mais afetados pela transformação digital, com grande potencial para elevar a competitividade do país. Uma

² [Confederação Nacional Indústria. Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil. CNI, 2016.](#)

pesquisa realizada pelo NEO-UFRGS³ em 2018 sobre o potencial das empresas deste setor apontou a necessidade de se desenvolver mais as diferentes dimensões *smart* da Indústria 4.0 neste setor, ao invés de manter somente o foco de atenção no *Smart Manufacturing*. Também, a pesquisa destacou a necessidade de um processo de implementação gradual e evolutivo das tecnologias para *Smart Manufacturing*, uma vez que as empresas da ABIMAQ estavam concentradas principalmente no primeiro estágio que visa a integração vertical. Também, a pesquisa destacou que as empresas precisam pensar a Indústria 4.0 desde um ponto de vista mais estratégico, incluindo aspectos tais como a servitização dos produtos e o desenvolvimento de uma estrutura organizacional que contribua para o desenvolvimento de novos modelos de negócios.

Junto aos desafios trazidos pela Indústria 4.0, as novas demandas e necessidades abrem oportunidades para a implementação de tecnologias 4.0 e para o desenvolvimento da transformação digital no nível organizacional e nos modelos de negócio. Por isso, a nova pesquisa apresentada neste relatório visa avançar mais um passo quando comparada com a anterior desenvolvida por NEO-UFRGS e ABIMAQ. Além de serem considerados os conceitos tecnológicos tradicionais da Indústria 4.0 contemplados na pesquisa de 2018, esta nova pesquisa também inclui novas dimensões associadas com a transformação digital, visando compreender como as empresas da ABIMAQ abordam esses assuntos. Assim, são contemplados novos tópicos tais como integração das dimensões Smart, cibersegurança, desenvolvimento da estrutura organizacional das empresas para ter maior prontidão para a implementação dos conceitos 4.0, dentre outros.

Objetivo da pesquisa. Nesse sentido, a pesquisa apresentada neste relatório objetiva entender a realidade das empresas que compõem a ABIMAQ e identificar o potencial das mesmas para a implementação e/ou oferecimento de soluções 4.0. Com o maior conhecimento da situação das empresas brasileiras sobre as atuais demandas tecnológicas, será possível propor estratégias que permitam aproveitar os benefícios dessa nova revolução industrial.

Método de pesquisa. A coleta de dados foi realizada mediante a aplicação de um questionário de diagnóstico elaborado pela equipe do NEO-UFRGS. Os elementos considerados no questionário foram adaptados de pesquisas anteriores, tais como a pesquisa industrial da Confederação Nacional da Indústria (CNI), a Pesquisa de Inovação Industrial (PINTEC) do IBGE e do relatório de Indústria 4.0 para o APL de automação e controle da ABINEE, realizado pelo NEO-UFRGS⁴ e a própria pesquisa desenvolvida com a ABIMAQ em 2018. O questionário foi disponibilizado online, na plataforma SurveyMonkey®, e o link foi enviado pela própria ABIMAQ às empresas associadas. Obteve-se uma amostra de 135 empresas de diferentes regiões do país, mais fortemente concentradas nas regiões sudeste e sul, onde o número de empresas buscando a Indústria 4.0 parece maior. Os dados foram analisados mediante técnicas estatísticas descritivas e de forma agregada, mantendo-se em sigilo a identificação das empresas na apresentação dos resultados. Por fim, a divulgação dos resultados divide-se em duas partes: um relatório geral para a ABIMAQ e um relatório individual que será enviado posteriormente a cada empresa participante. Neste último a empresa poderá visualizar sua posição específica dentro do benchmarking setorial.

³ [NEO – Núcleo de engenharia organizacional. Indústria 4.0 na ABIMAQ: mapeamento das tecnologias. UFRGS, 2018.](#)

⁴ [NEO – Núcleo de engenharia organizacional. Mapeamento do APL automação e controle – ABINEE. UFRGS, 2017.](#)

CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES

A Figura 2 apresenta a distribuição de clientes atendidos pelas empresas da ABIMAQ participantes desta pesquisa. São mais de 16 setores atendidos, com destaque para os setores de agricultura, metalmecânico e químico. Nota-se que esses setores são alguns dos destacados em pesquisas prévias como potenciais 'adotantes' de soluções 4.0. O setor da agricultura tem mostrado um forte crescimento em tecnologias para agricultura de precisão, mediante a utilização de drones, equipamentos sensoreados e autônomos, entre outros. O setor metalmecânico é um dos que mais tem se beneficiado com as tecnologias da Indústria 4.0, no gerenciamento do mix de produção em tempo real, na automatização de processos manuais, no rastreamento de produtos e materiais, na utilização de tecnologias

de manufatura aditiva, entre outros. Por fim, o setor químico tem se destacado pela crescente implementação de tecnologias voltadas para o sensoriamento de parâmetros que permitam um controle de processos contínuos e integrados, garantindo maior eficiência e melhorias na qualidade do processo. Esses são apenas alguns exemplos de segmentos que têm mostrado um crescente interesse pelos conceitos da Indústria 4.0. A Figura 2 aponta vários outros segmentos atendidos pela ABIMAQ e diversas tecnologias podem ser encontradas nesses segmentos que visam melhorar o desempenho industrial mediante diversas tecnologias da Indústria 4.0. No presente relatório será também analisado o perfil das empresas da ABIMAQ para atender às novas demandas desses clientes.

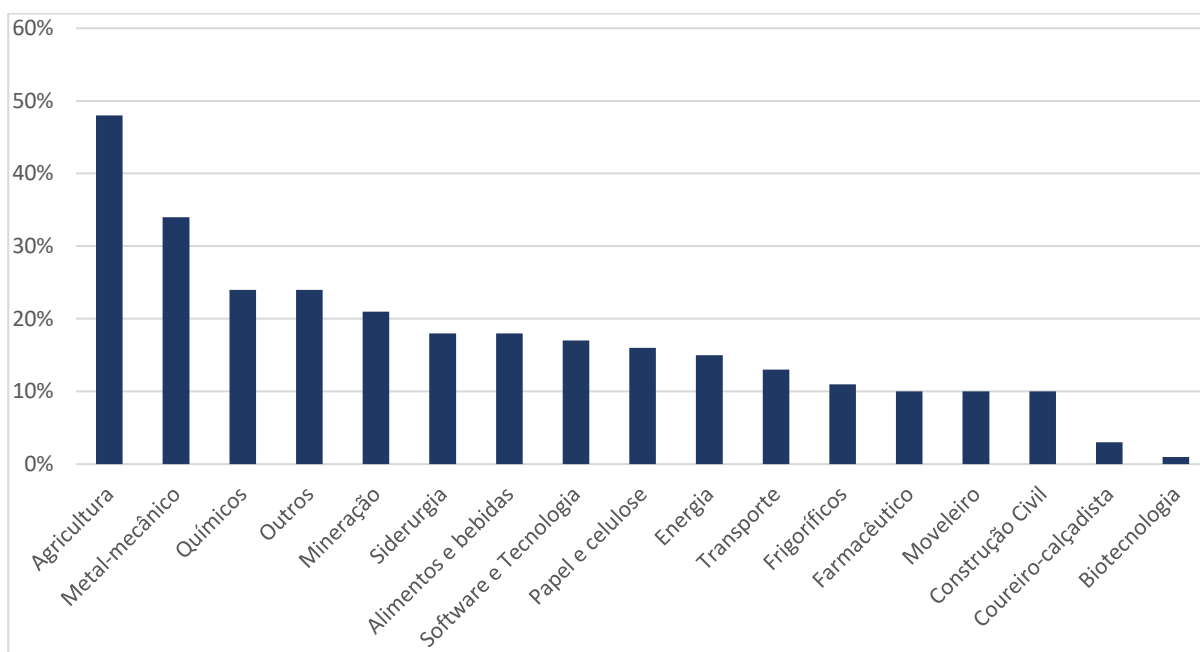


Figura 2 – Clientes atendidos pelas empresas da ABIMAQ

Em relação ao tamanho das empresas que constituem a amostra dos participantes da ABIMAQ Brasil, na Figura 3 observa-se que as empresas de grande porte se destacam das demais com um percentual de 43%, seguido das médias empresas com 41%, em seguida as pequenas (13%) e microempresas (4%).

A Figura 4 descreve em que regiões estão concentradas as fábricas mais avançadas das empresas

participantes da pesquisa. Segundo o gráfico da Figura 4, é possível notar que a maioria das fábricas das empresas respondentes localiza-se na região Sudeste e Sul, essas duas regiões apresentam grande discrepância no número em comparação com as demais.

Além disso, a maioria das empresas respondentes são brasileiras (70%) e o restante de origem estrangeira (30%).

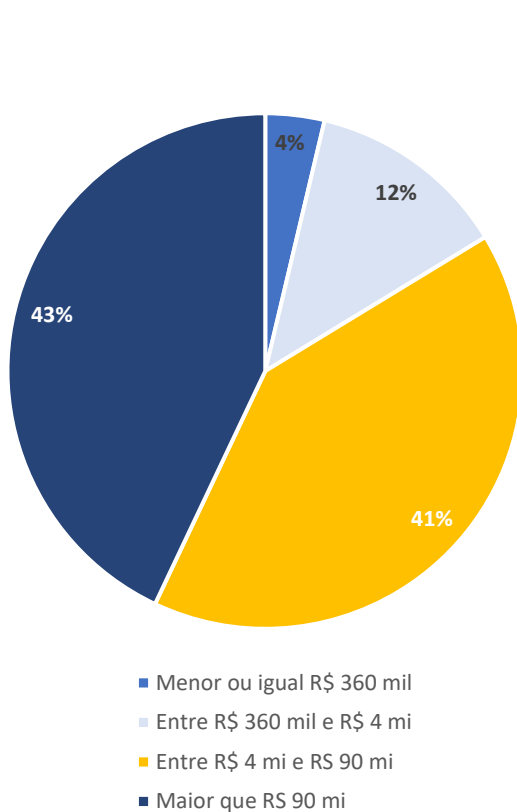
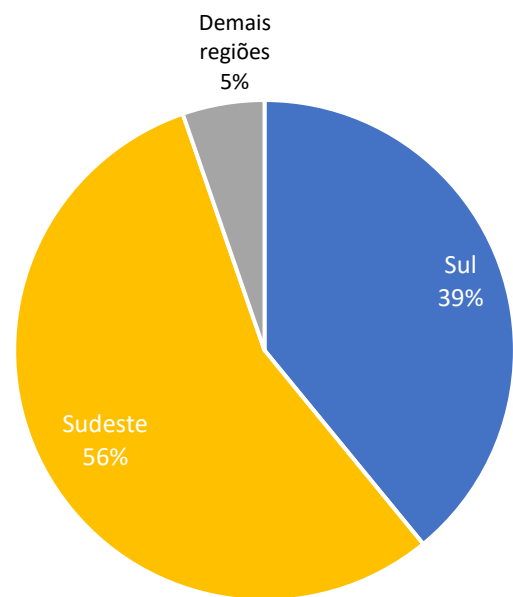


Figura 3 – Faixa de faturamento das empresas



Nacionalidade das empresas

Nacionais: 70%
Estrangeiras: 30%

Figura 4 – Região das fábricas mais avançadas

A pesquisa mapeou a percepção de mercado das empresas ABIMAQ. Na Figura 5, observa-se que a maioria das empresas respondentes (61%) está passando por grandes mudanças em seus modelos de negócio e produtos oferecidos. Essas mudanças podem estar relacionadas ao nível de competição estrangeira que é considerado alto ou muito alto por 59% das empresas participantes. Além disso, 83% das empresas reconhecem que existe algum tipo de mudança quanto ao nível de aceleração tecnológica do setor, sendo que quase 45% destas sentem um nível alto de

aceleração tecnológica no seu mercado, o que pode estar também vinculado às mudanças de preferências e demandas dos clientes, cujos percentuais foram muito parecidos com o grau de aceleração tecnológica, havendo alta correlação entre essas duas dimensões do mercado. Considerando que muitos clientes também representam setores onde a Indústria 4.0 se torna presente, existe um efeito ‘puxado’ na cadeia produtiva, que cria novas necessidades traduzidas em demandas para o mercado da ABIMAQ.

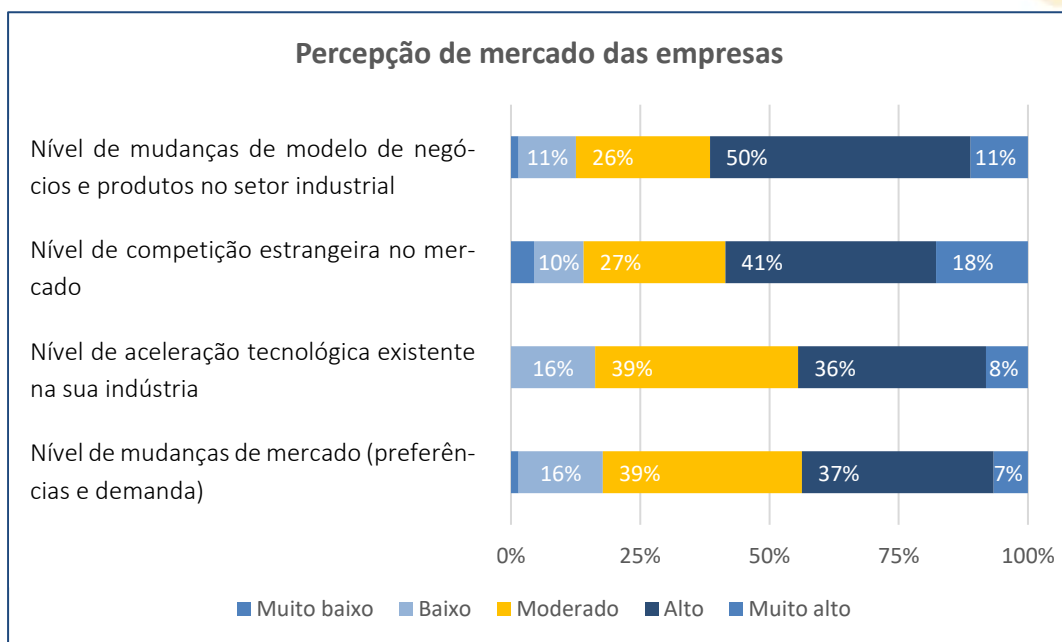


Figura 5 – Percepção de mercado das empresas da ABIMAQ (em percentual de empresas por faixa de avaliação)

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA MANUFATURA

Integração vertical

A Indústria 4.0 só é possível com a **integração vertical de sistemas**, que compreende sistemas de informação avançados que integram os diferentes níveis hierárquicos da empresa – do chão de fábrica aos níveis gerenciais intermediários e superiores – apoiando a inteligência de negócios por meio de fluxos de dados em tempo real. Para alcançar a integração vertical, a primeira etapa é a digitalização de objetos físicos no chão de fábrica através de sensores, atuadores e controladores lógicos programáveis (CLP). Os dados são então coletados com *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA), para controle de produção. Na camada operacional, o *Manufacturing Execution System* (MES) obtém dados do SCADA para controlar e otimizar os fluxos de trabalho de manufatura e fornecer informações sobre o status da produção ao sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP), na camada corporativa. Além disso, algumas empresas empregam os sistemas

Product Lifecycle Management (PLM) na camada corporativa para controlar o registro de produtos em todas as fases do processo de desenvolvimento.

Na Figura 6, observa-se que a maior parte das empresas respondentes possui, pelo menos algum projeto de implantação de CLPs na planta. Em segundo lugar, surpreendentemente, encontram-se projetos de integração vertical que consideram conjuntamente a implementação das tecnologias, enquanto que a implantação somente de MES ou SCADA são menores aos de integração completa. Isso indica que aquelas empresas que visam a adoção de MES já o fazem com o interesse de obter uma integração vertical. Porém, a média dessas tecnologias indica que a maioria das empresas iniciaram o projeto de implementação, mas poucas já fazem uso deste de forma avançada. Nas principais regiões de fábricas avançadas, o MES e o SCADA possuem um equilíbrio na implementação.

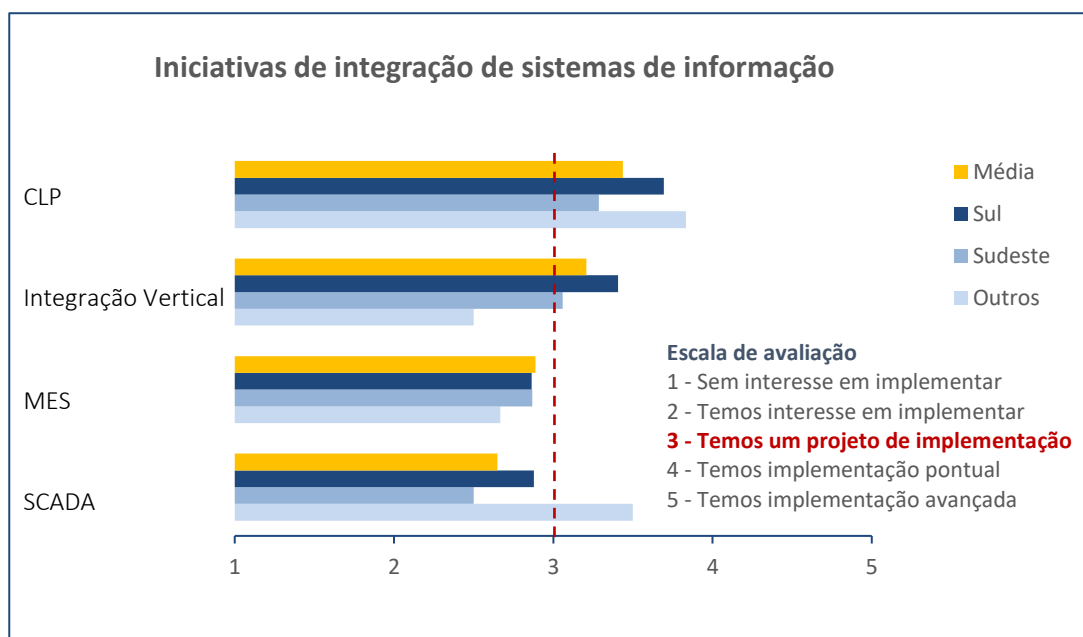


Figura 6 – Iniciativas de integração dos diferentes sistemas de informação de manufatura nas empresas ABIMAQ (em valores médios por região)

Tecnologias base

As **tecnologias base** são compostas por quatro conceitos que apresentam uma implementação progressiva. A Internet das Coisas (IoT) permite a conectividade dos equipamentos. Os serviços em nuvem (Cloud) permitem o armazenamento de dados em bases remotas. Como consequência da conectividade e armazenamento na nuvem, tem-se a possibilidade de criar grandes bases de dados (Big Data) e finalmente realizar uma análise estruturada dos mesmos (Data Analytics) visando identificar padrões de comportamento e relações entre variáveis que signifiquem uma vantagem competitiva.

Na Figura 7, apresenta-se o perfil das tecnologias base utilizadas para a transformação digital das empresas ABIMAQ. Neste sentido, destaca-se que **40% das empresas associadas não utilizam**

nenhuma das tecnologias base, sendo que a mais utilizada é Cloud Computing, seguida da IoT e Big data, e apenas uma fração (17%) utilizando Analytics ou AI. Isto indica que as empresas da pesquisa armazenam dados em repositórios e bases remotas, mas que somente 30% dessas possui equipamentos ou processos conectados, como sendo parte do processo essencial da transformação digital. Além disso, menos de 20% das empresas desenvolve inteligência com os dados coletados, seja mediante análises avançadas ou mediante a aplicação de técnicas de inteligência digital. Portanto, comparando com o percentual de empresas que utiliza IoT (30%) os dados indicam que 13% das empresas (30% menos 17%) coletam dados via IoT sem ainda aplicar inteligência analítica sobre os mesmos.

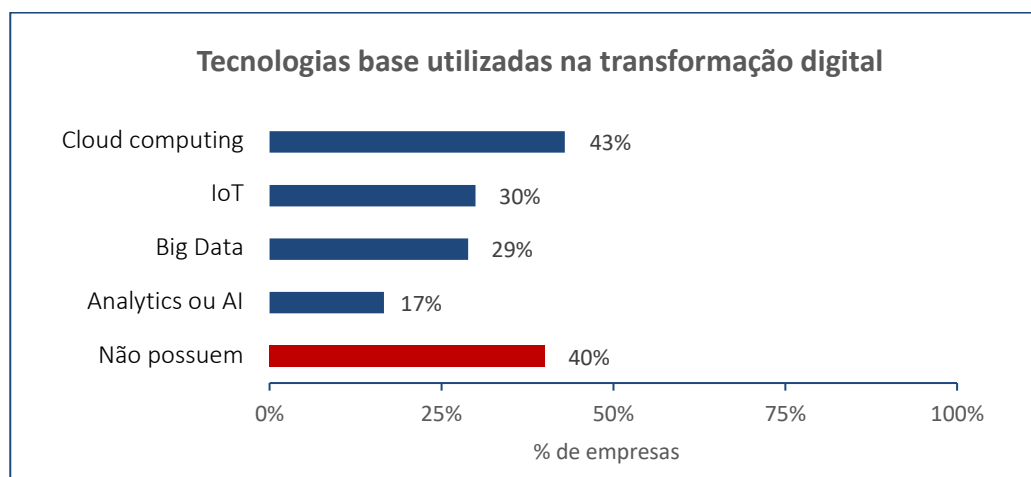


Figura 7 – Tecnologias base da transformação digital utilizadas pelas empresas ABIMAQ (em percentual de empresas que adotam cada uma dessas tecnologias)

Na Figura 8 são analisadas as finalidades para as quais as tecnologias base são utilizadas. Percebe-se que a maior parte das empresas (67%) que são capazes de coletar dados utiliza os mesmos para gerar indicadores-chave de produção (KPI), seguida da utilização para entendimento de padrões (30%), mostrando que poucas empresas

estão utilizando esses dados de maneira mais avançada.

Também, observa-se que 31% das empresas não gera ou utiliza dados, percentual que está de acordo com os resultados da Figura 7 onde 40% das empresas não possuem tecnologias base da Indústria 4.0.

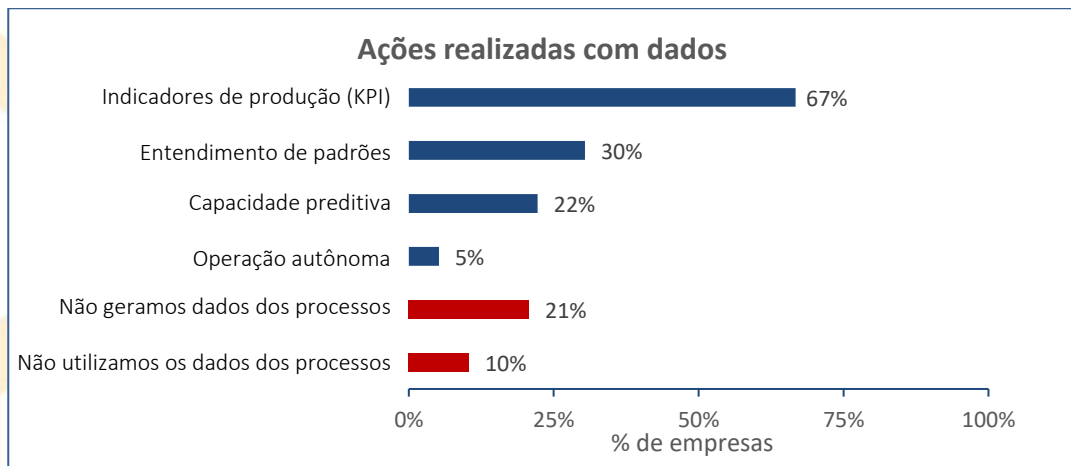


Figura 8 – Ações que as empresas da ABIMAQ conseguem realizar atualmente com os dados disponíveis (em percentual de empresas que adotam cada uma dessas tecnologias)

Virtualização da manufatura

A virtualização é uma prática que permite reproduzir o funcionamento das fábricas de forma fiel no ambiente digital. Podendo ser aplicada a todas as etapas de produção, a tecnologia torna os processos mais inteligentes, permitindo antecipar problemas e tomar decisões estratégicas rapidamente.

A Figura 9 apresenta os resultados para o grau de virtualização dos processos nas empresas da ABIMAQ. Observa-se que a simulação de operação de equipamentos e de processos produtivos foi o que mais se destacou na virtualização dos processos, com 32% das empresas possuindo algum tipo

de implementação. Além disso, 42% das empresas que ainda não implementaram manifestam interesse em implementar. Nota-se que os gêmeos digitais é o tipo de tecnologia com maior percentual de empresas com baixo interesse. Isso é notório para o estudo, uma vez que o uso de *digital twins* (gêmeos digitais) é um conceito amplamente divulgado na Indústria 4.0 de países avançados. Assim sendo, de forma geral os resultados indicam que a virtualização das plantas ainda é uma área que precisa de desenvolvimento.

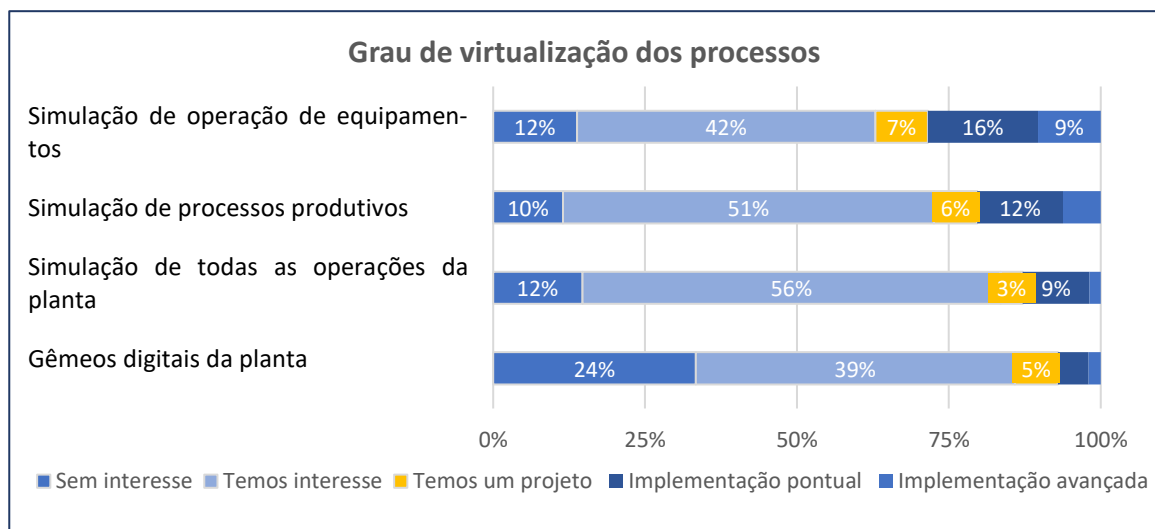


Figura 9 – Grau de virtualização dos processos nas empresas da ABIMAQ.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

O grau de virtualização das tarefas das plantas (Figura 10) teve um percentual baixo de empresas com alguma implementação, sendo que o item de maior implementação foi realidade virtual (RV) para simulações de protótipos que teve 34% de empresas com pelo menos alguma

implementação, seguido de realidade aumentada (RA) para checklists de atividades e para visualização gráfica interativa com as operações e equipamentos. Os demais itens não são ressaltados como de interesse geral na amostra de empresas participantes.

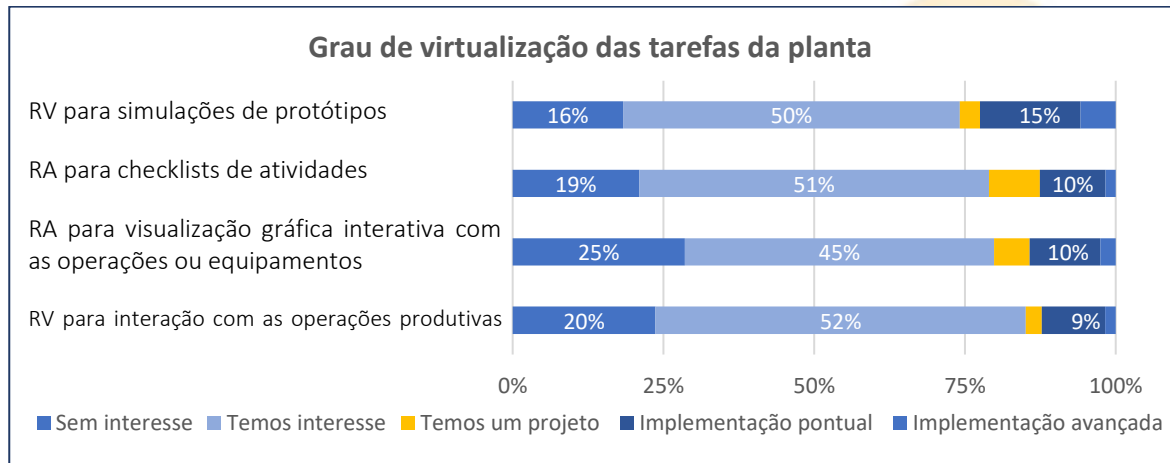


Figura 10 – Grau de virtualização das tarefas da planta nas empresas da ABIMAQ.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

Em relação às ações realizadas com a virtualização, a Figura 11 aponta que o incremento das capacidades cognitivas dos colaboradores é a prioridade frente as demais opções. Isso aponta um perfil do setor: alta dependência de operadores e necessidade de maior qualificação dos mesmos. Em contraste, a busca por aprendizado e suporte à tomada de decisões apresenta-se como a ação menos implementada pelas empresas. Portanto, a partir desse contraste pode-se concluir que o

alvo com a virtualização são os operadores de atividades rotineiras, cujas capacidades cognitivas devem ser incrementadas para trabalhos padronizados (sem tomada de decisão como atividade principal).

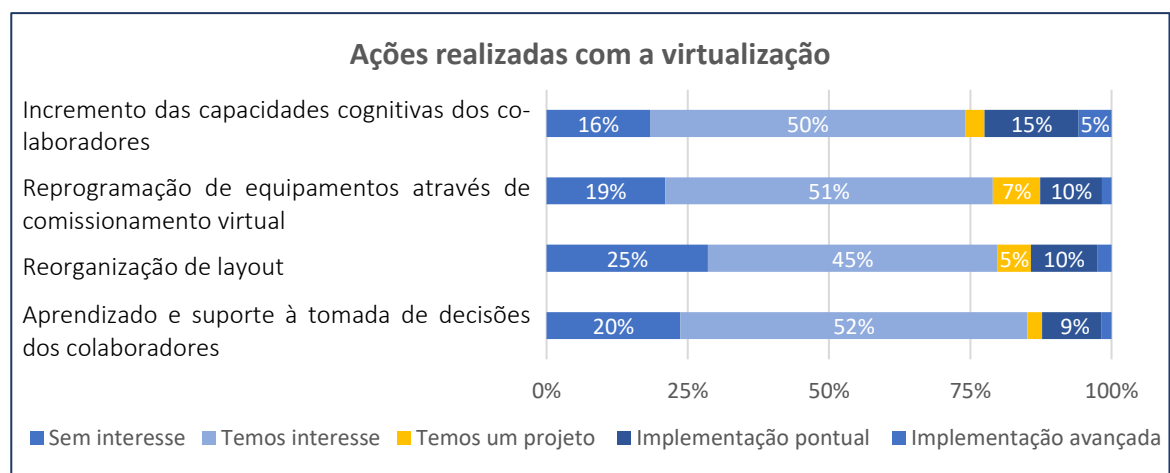


Figura 11 – Ações que as empresas da ABIMAQ realizam atualmente com a virtualização.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

Rastreabilidade online

Rastrear a produção manualmente não é uma maneira efetiva de atender as necessidades do processo, pois a possibilidade de erro e o tempo de resposta incrementa-se consideravelmente. A rastreabilidade online é a possibilidade de entender o caminho de uma determinada matéria-prima, desde a sua origem, até o produto final de forma remota e em tempo real. Esta estratégia

surgiu em função da demanda da indústria de manter controle mais efetivo de sua cadeia produtiva. A Figura 12 apresenta os resultados do nível de implementação da rastreabilidade online da planta nas empresas pesquisadas. Observa-se que quase 50% das empresas tem rastreabilidade online dos materiais e estoques finais e dos insumos na planta, mas, por outro lado, o grau de rastreabilidade na cadeia é muito mais baixo.

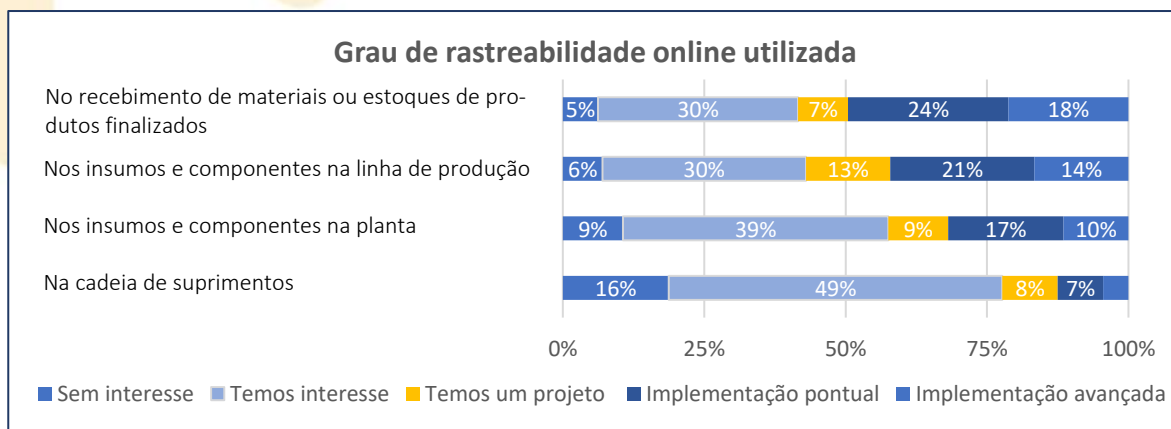


Figura 12 – Grau de rastreabilidade online da planta das empresas da ABIMAQ.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

Na Figura 13 busca-se compreender as principais ações realizadas com a rastreabilidade online, entre as opções dadas, a que mais obteve destaque foi a localização rápida de materiais e componentes, mostrando o interesse das empresas

em iniciar um projeto de implementação. Um ponto a ser destacado é a necessidade de incremento na integração com outros elos da cadeia e a rápida detecção de defeitos na fábrica.

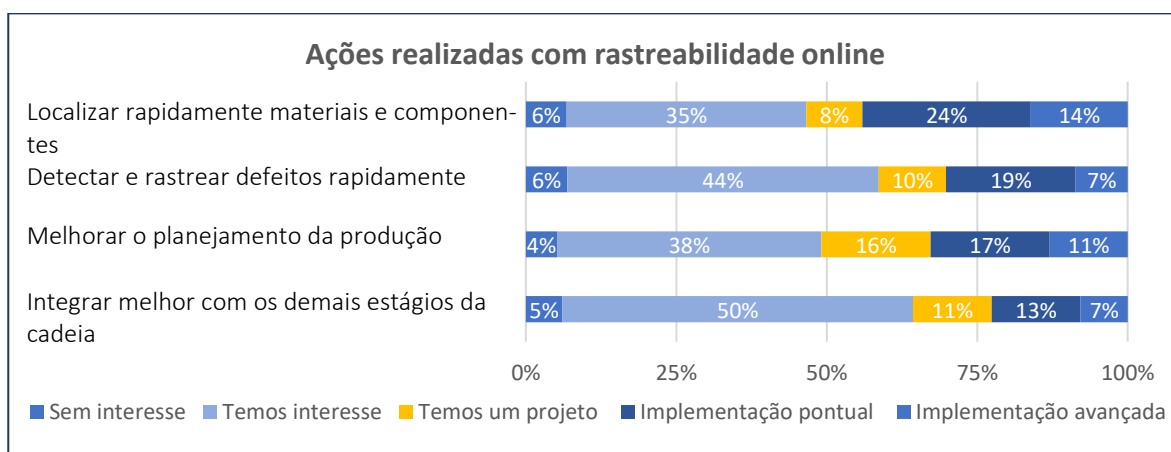


Figura 13 – Ações que as empresas da ABIMAQ realizam atualmente com a rastreabilidade.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

Processos de manufatura avançada

Dentro da manufatura avançada, diversas tecnologias trabalham juntas na busca por disruptividade e inovação. Tecnologias como robôs de manufatura, robôs logísticos e manufatura aditiva se destacam entre elas. Ao trabalhar juntas, essas tecnologias criam oportunidades para as indústrias ao reduzir os custos com manutenção, consumo de energia e aumentar a produtividade na cadeia como um todo. A Figura 14 apresenta o resultado do nível de utilização de tecnologias de manufatura avançada pelas empresas pesquisadas.

No caso das tecnologias de manufatura avançada, estas são as menos implementadas pelas empresas participantes quando comparado com outras tecnologias incluídas nesta pesquisa. Contudo, a aplicação da robótica clássica e da manufatura aditiva apresentam percentuais interessantes, com mais 31% e 29% respectivamente. Conceitos modernos de manufatura aditiva para produção e robótica colaborativa não são destacados como aspectos muito implementados dentro da ABIMAQ.

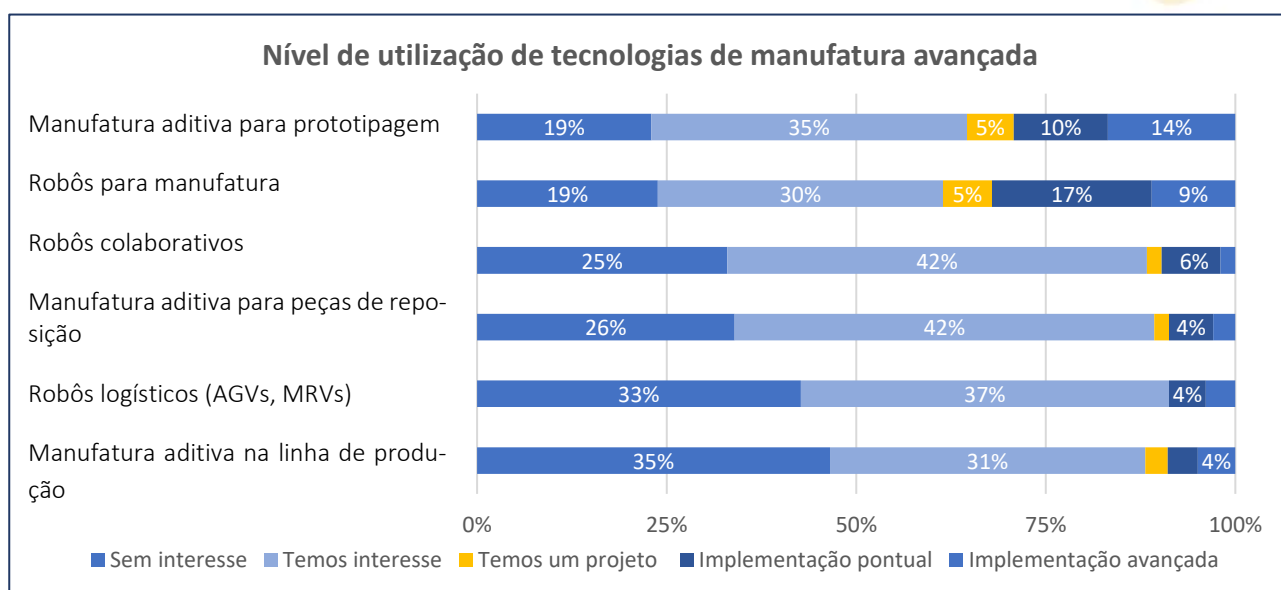


Figura 14 – Nível de utilização de tecnologias de manufatura avançada das empresas da ABIMAQ.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NOS PRODUTOS E SERVIÇOS

A Transformação Digital nos produtos e serviços considera produtos que possuem conectividade, permitindo oferecer serviços adicionais ao cliente e coletar informações relevantes para a manufatura e engenharia da empresa. Na presente pesquisa, foram levantadas várias informações sobre esta dimensão, algumas relacionadas às tecnologias e outras aos novos modelos de negócio relacionados aos conceitos.

Na Figura 15, observa-se que o interesse das empresas em relação ao grau de digitalização dos produtos é mais alto para o monitoramento de desempenho e para detecção de falhas e manutenção. Por outro lado, a maioria das empresas possui baixo nível de implementação de digitalização de produtos para operações autônomas.

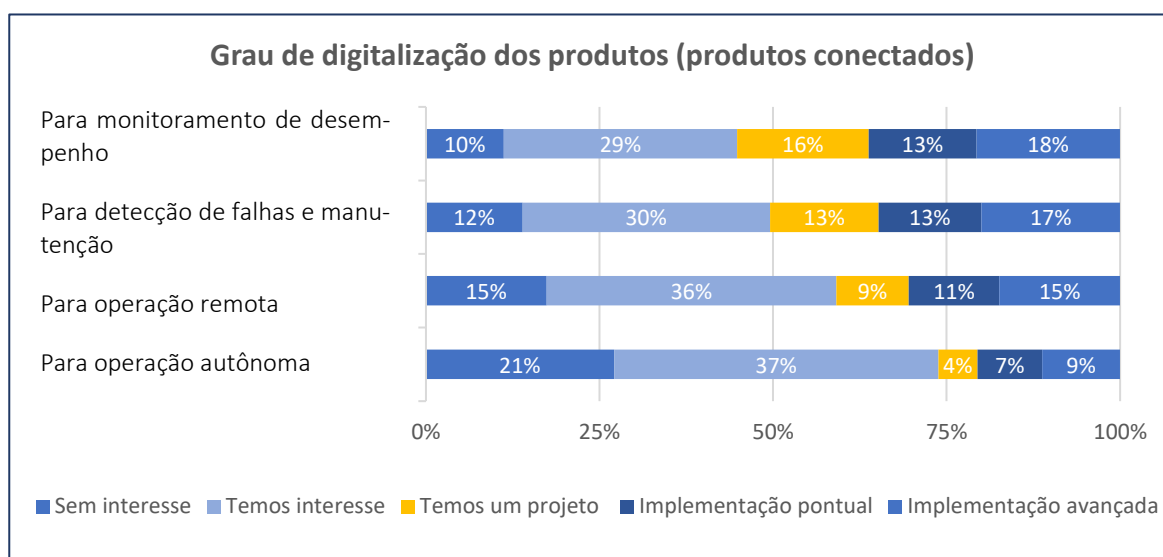


Figura 15 – Grau de digitalização dos produtos oferecidos pelas empresas da ABIMAQ.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

A pesquisa também analisou os tipos de serviços ofertados aos clientes (Figura 16). Observa-se que existe um nível relativamente elevado de serviços denominados de básicos (manutenção e instalação) e serviços de customização e adaptação ao cliente. Também, chama a atenção que houve um crescimento quando comparado com a pesquisa de 2018 na quantidade de empresas que oferecem algum tipo de monitoramento da performance dos produtos. Por outro lado, uma das áreas onde mundialmente o setor de máquinas e equipamentos tem avançado muito é na oferta de equipamentos em formato de aluguel, leasing,

pago por resultado ou por tempo de utilização e outras formas de oferta de produto como serviço, ou seja, de ofertas onde o cliente não adquire o equipamento como bem de capital. Este tipo de soluções aparece com tendências de interesse, mas ainda sem muitas implementações. Cabe ressaltar que, embora este tipo de oferta possa ser conveniente para os clientes, principalmente em tempos de altos riscos, o fluxo de caixa da empresa fabricante de equipamento precisará uma adaptação muito grande, o que pode se tornar uma barreira importante de ingresso a este tipo de soluções no setor.

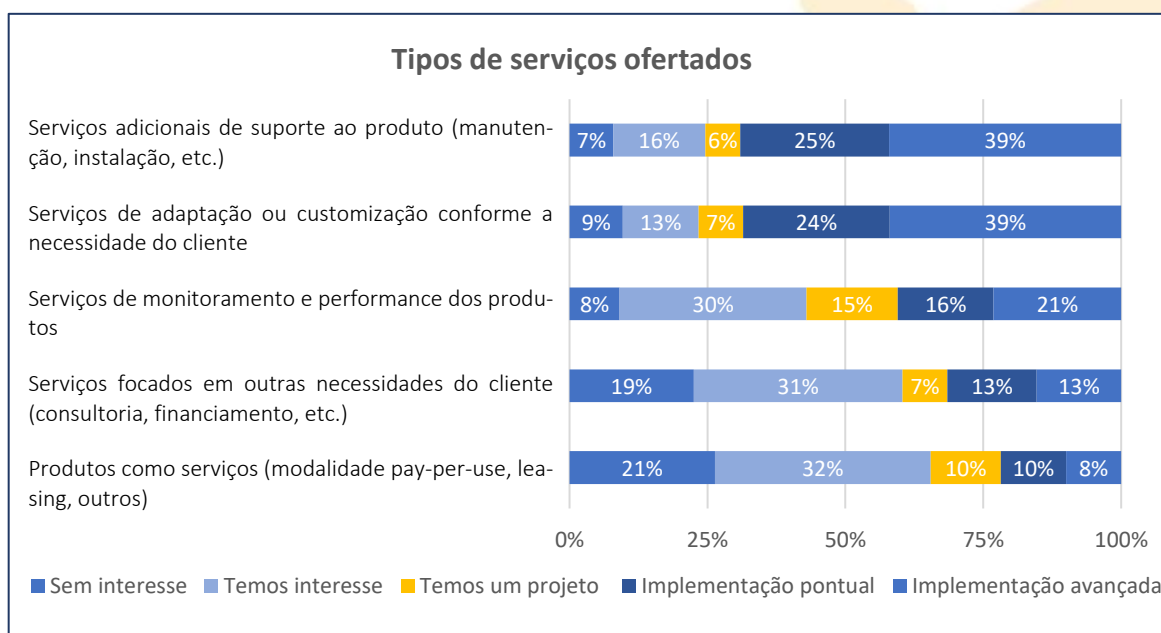


Figura 16 – Tipos de serviços oferecidos pelas empresas da ABIMAQ.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

Em relação as formas de ofertas de serviços digitais (Figura 17), o maior interesse das empresas está na demanda dos serviços realizados por aplicativos (apps) ou plataformas web. Destaca-se que isto também apresenta um avanço quanto ao grau de oferta de novas soluções dentro do setor, embora ainda não se trate das

soluções mais disruptivas da servitização digital. Nesse sentido, os menos destacados pelas empresas foram a entrega automatizada com inteligência artificial e a entrega autônoma diretamente conectada no equipamento sem mediação empresa-cliente.

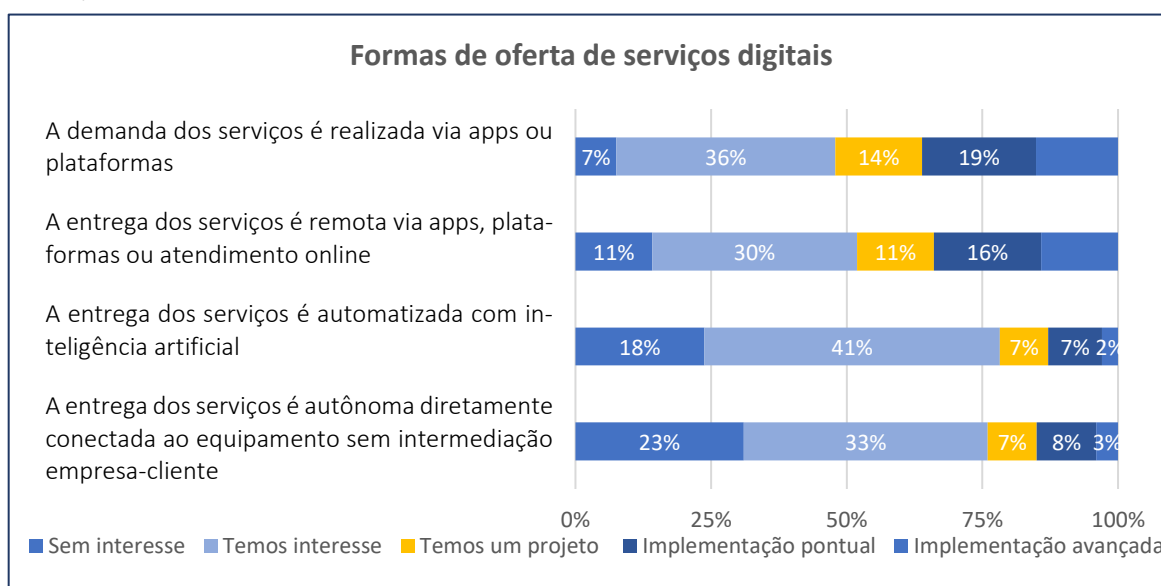


Figura 17 – Grau de digitalização dos serviços oferecidos pelas empresas da ABIMAQ.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

Um ponto muito positivo de destaque é que a utilização de serviços digitais não tem sido vista somente como um processo de oferta de valor para os clientes. Como mostra a Figura 18, os conceitos mais simples como apenas a entrega de serviços ou o aprendizado sobre o perfil do cliente são os menos prioritários para as empresas. Por outro lado, aquelas empresas da ABIMAQ que desenvolvem serviços digitais apresentam maior interesse e iniciativas na reutilização

de dados advindos do cliente (feedbacks) tanto para a melhoria dos produtos como para um aperfeiçoamento do planejamento e controle da produção.

Isso pode ser considerado um aspecto muito positivo para o setor, uma vez que o data feedback é uma das principais tendências na integração da manufatura com a oferta dos produtos dentro do contexto da Indústria 4.0.

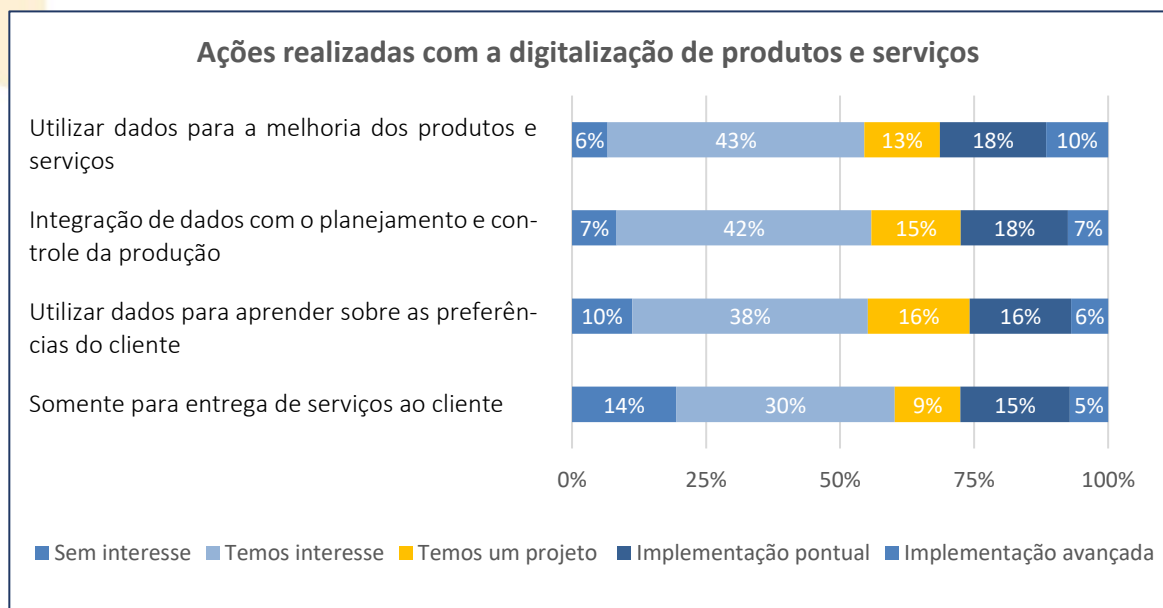


Figura 18 – Ações que as empresas da ABIMAQ realizam com a digitalização de produtos e serviços.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

A Transformação Digital na cadeia de suprimentos considera tecnologias de comunicação e integração de informações na cadeia de suprimentos. O objetivo é integrar em tempo real as operações logísticas da empresa tanto com fornecedores, como distribuidores e outras unidades da empresa, a fim de melhorar tempos de entrega, previsão de demandas e outros fatores que afetem os custos logísticos.

Observando o grau de digitalização da cadeia de suprimentos das empresas da ABIMAQ (Figura 19), nota-se que esta dimensão continua sendo uma das menos avançadas, quando comparado com a pesquisa de 2018. Isso indica pouca integração com a cadeia de suprimentos, sendo que há pouco suporte de tecnologias e conectividade.

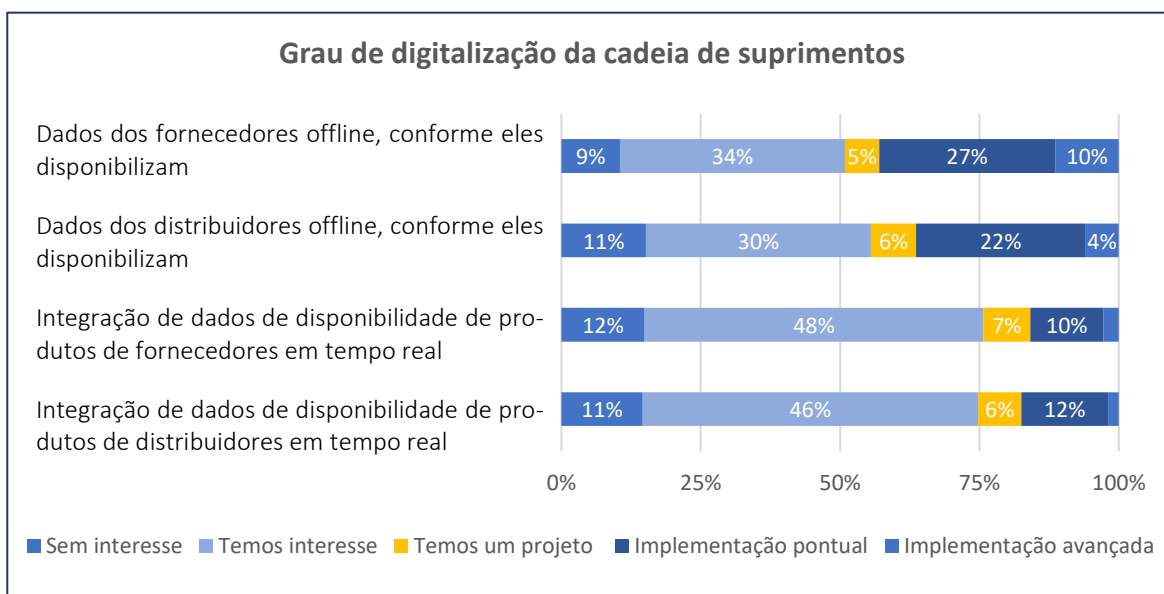


Figura 19 – Grau de digitalização da cadeia de suprimentos das empresas da ABIMAQ.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

Esses resultados são reforçados quando se observam as ações que as empresas da ABIMAQ realizam atualmente com a digitalização da cadeia de suprimentos (Figura 20). As ações para organizar melhor produção e distribuição são as mais

destacas, sendo que o restante das ações analisadas, tais como dados distribuídos offline e integração de dados tanto com fornecedores como distribuidores, possuem níveis muito baixos de implementação.

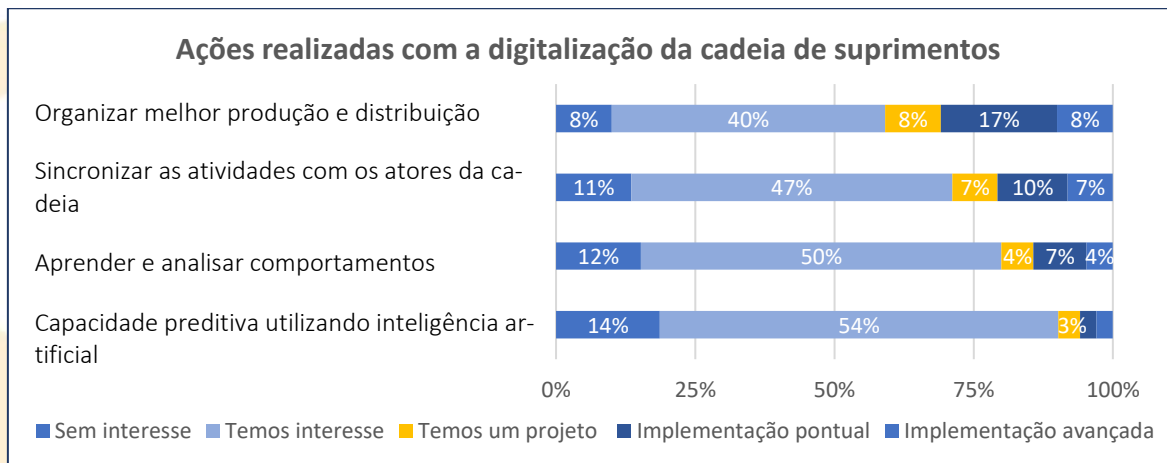


Figura 20 – Ações que as empresas da ABIMAQ realizam atualmente com a digitalização da cadeia de suprimentos. Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

SEGURANÇA CIBERNÉTICA E A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

No contexto da transformação digital, as empresas operam com um grande volume de dados que antes não existiam ou não eram obtidos e armazenados. Para acentuar, a grande facilidade de comunicação entre dispositivos aumenta o volume de transações e de susceptibilidade a fraudes. Essa variedade de dispositivos favorece um cenário de ataques cibernéticos de muitos tipos por proporcionar um ambiente atraente e lucrativo para os cibercriminosos.

No quesito cibersegurança (Figura 21) as empresas respondentes da ABIMAQ possuem, em média, um nível de implementação mais avançado

que várias outras tecnologias, tendo projetos de implementação de regras para os colaboradores (senhas, armazenamento privado, etc.) e imposição de atualização de softwares, backup, criptografia e acesso à rede. A maioria das empresas também apresenta interesse ou projetos de implementação ligados à estratégia de segurança cibernética e treinamento dos colaboradores nessa área. O ponto de menos desenvolvimento das empresas em relação a esse tópico foram as certificações normativas relacionadas à segurança da informação.

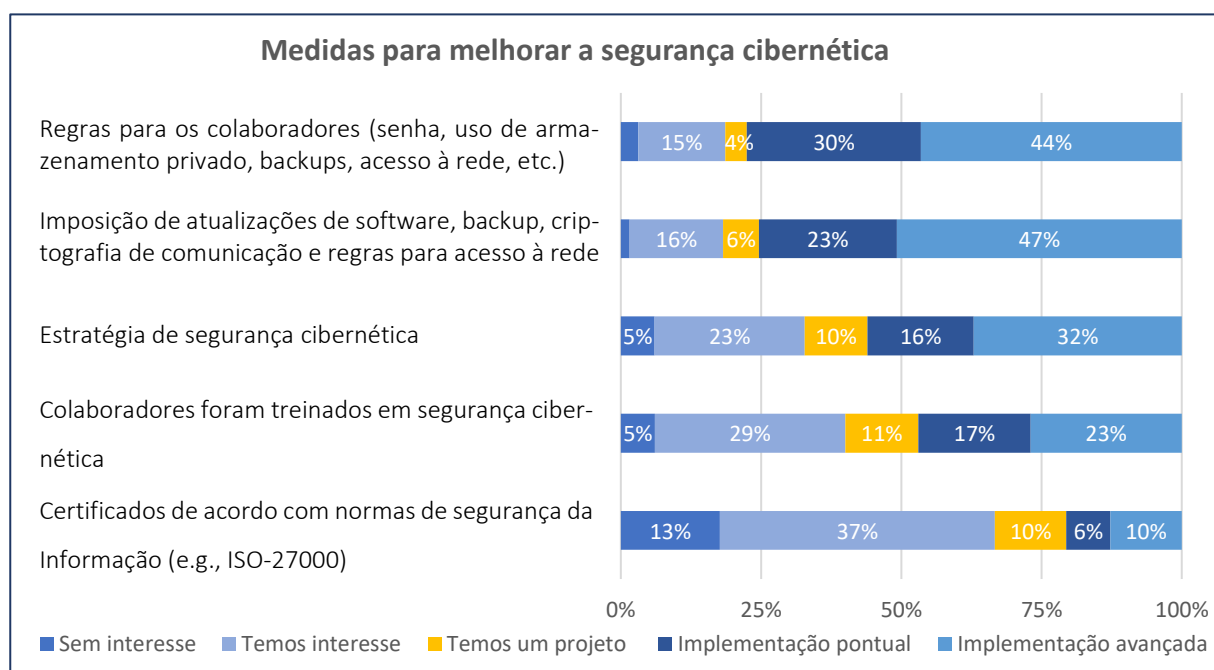


Figura 21 - Medidas que as empresas da ABIMAQ implementaram para melhorar a segurança cibernética.

Nota: respostas "N/A" não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

A Figura 22 demonstra restrições à transformação digital devido a motivos de segurança cibernética. Neste sentido destaca-se o alto nível de restrições existentes nas empresas, o que apresenta uma grande barreira às empresas pesquisadas. Em outras palavras, os respondentes entendem que suas empresas possuem dificuldades para avançar na transformação digital pelas restrições que as próprias empresas

possuem para garantir a segurança dos dados internos e dos clientes e fornecedores. Este resultado se complementa com o anterior, apontando que as empresas precisam investir mais em estratégias cibernéticas, treinamentos em cibersegurança e normatização, a fim de ter uma estrutura mais robusta e não criar as restrições apontadas na Figura 22.

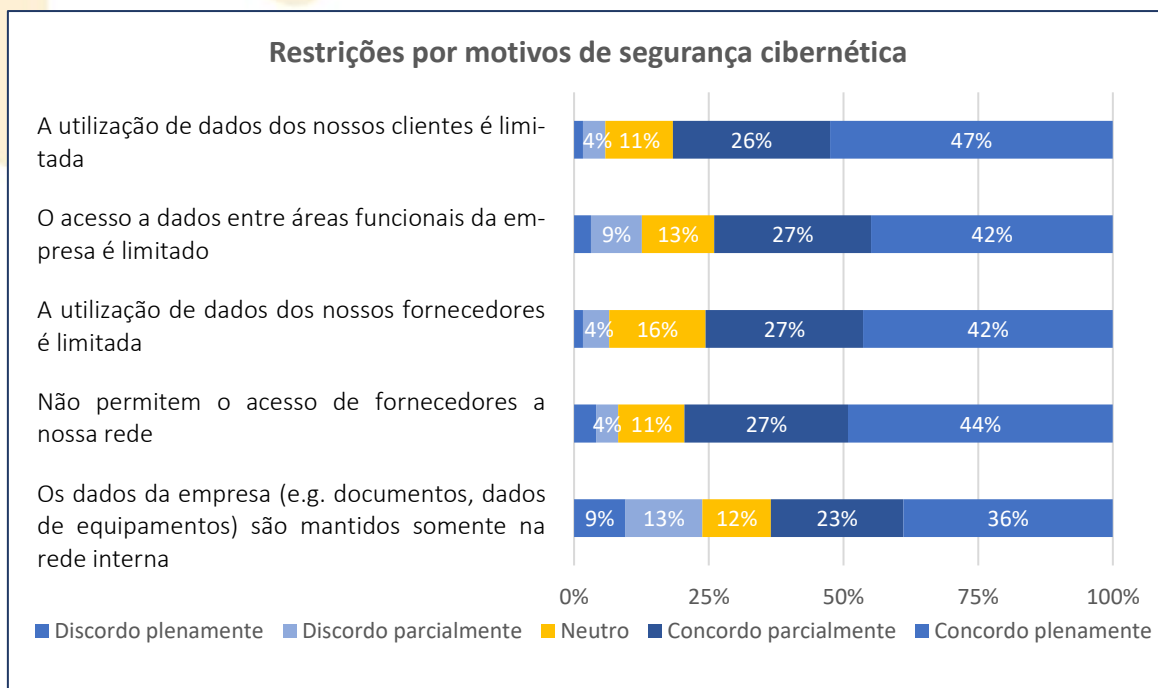


Figura 22 - Restrições enfrentadas por falta de segurança cibernética nas empresas pesquisadas. Nota: respostas "N/A" não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

DESAFIOS DE INFRAESTRUTURA PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

A Indústria 4.0 é um ecossistema cibernético onde sistemas de informações, pessoas e máquinas trocam dados e informações. Para que isso seja possível, é preciso interconectar todos estes elementos em uma rede, de forma que os dados possam trafegar de forma vertical e horizontal em todo o sistema automatizado, permitindo a interoperabilidade do processo. Porém, antes de avançar na Indústria 4.0 é preciso dar um passo atrás e cuidar da infraestrutura. A coleta, armazenamento, análise, visualização e saída de dados só é possível com uma infraestrutura eficaz, alcançada após o estudo de quais são as tecnologias disponíveis para a especificação, captando

a convergência aplicada entre Tecnologia da Operação (TO) e Tecnologia da Informação (TI).

Em relação às restrições de infraestrutura (Figura 23), as empresas ABIMAQ apontaram a necessidade de melhorar sua infraestrutura de TI e seu acesso a redes 3G e 4G. Também, quase o 50% das empresas apresentam restrições de acesso à internet ou problemas com velocidade da rede. Naturalmente, isso se torna uma importante barreira para o uso de sistemas IoT que operem com soluções cloud, uma das principais bases da Indústria 4.0.

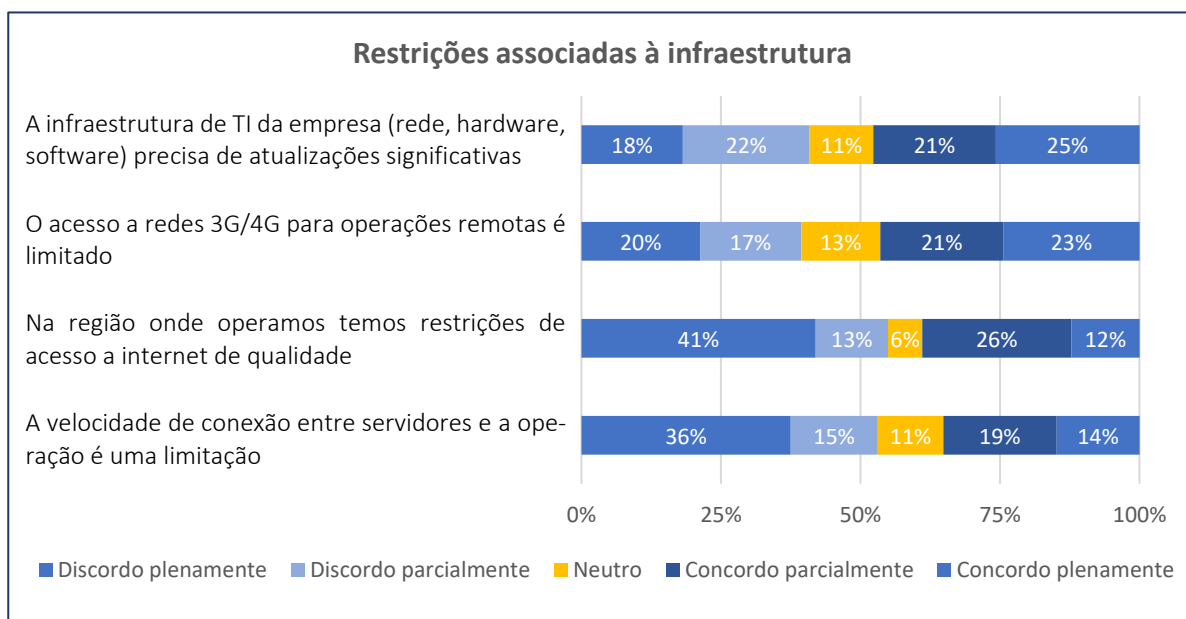


Figura 23 – Restrições enfrentadas por falta de infraestrutura nas empresas pesquisadas.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

BENCHMARKING COMPETITIVO

Benchmarking competitivo é a comparação dos produtos, processos e métodos da empresa em relação àquelas consideradas as melhores do ramo. O benchmarking permite observar as lacunas de performance de diversas áreas da empresa e definir metas de melhoria de resultados.

A Figura 24 mostra como as empresas participantes estão percebendo seu nível de avanços em relação a concorrência nos diferentes aspectos da Indústria 4.0. Preocupa, neste sentido, que em média, as empresas participantes tenham uma percepção competitiva de desempenho menor à média da concorrência (aproximadamente 25% das participantes) e igual a concorrência (aproximadamente 35% das

participantes). No total, em todos os itens mais do 60% das empresas não superam à concorrência. O aspecto mais preocupante é o de integração digital das cadeias de suprimentos, que na pesquisa de 2018 já tinha sido indicada como uma área de poucos investimentos tecnológicos e que, além disso, nesta nova pesquisa ressaltasse como uma área onde as empresas da ABIMAQ estão em desvantagem frente aos concorrentes.

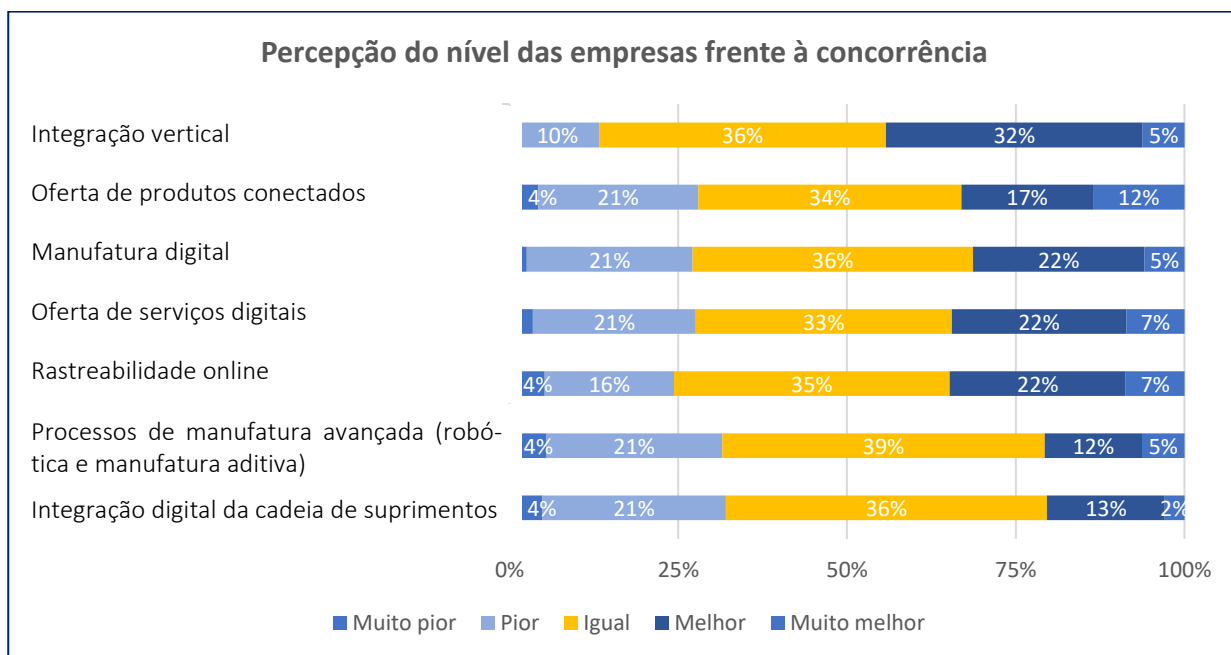


Figura 24 – Percepção de competitividade das empresas nas diferentes dimensões analisadas quando comparadas com a concorrência.

Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

A pesquisa também considerou o horizonte de tempo em que as empresas ABIMAQ pretendem investir em determinadas áreas (Figura 25). Chama a atenção que naqueles conceitos em que as empresas apontam estarem em mais desvantagem frente à concorrência apresentam percentuais menores de investimentos no curtíssimo prazo (1-2 anos). Da mesma forma acontece com as expectativas de investimentos a

curto prazo (2-5 anos). Haveria de se esperar que esses fossem os principais focos de investimento a curtíssimo e curto prazo, a fim de reduzir o gap frente à concorrência, mas os dados apontam que o investimento em produtos conectados, rastreabilidade online e manufatura digital tendem a ser as maiores preocupações das empresas no momento.

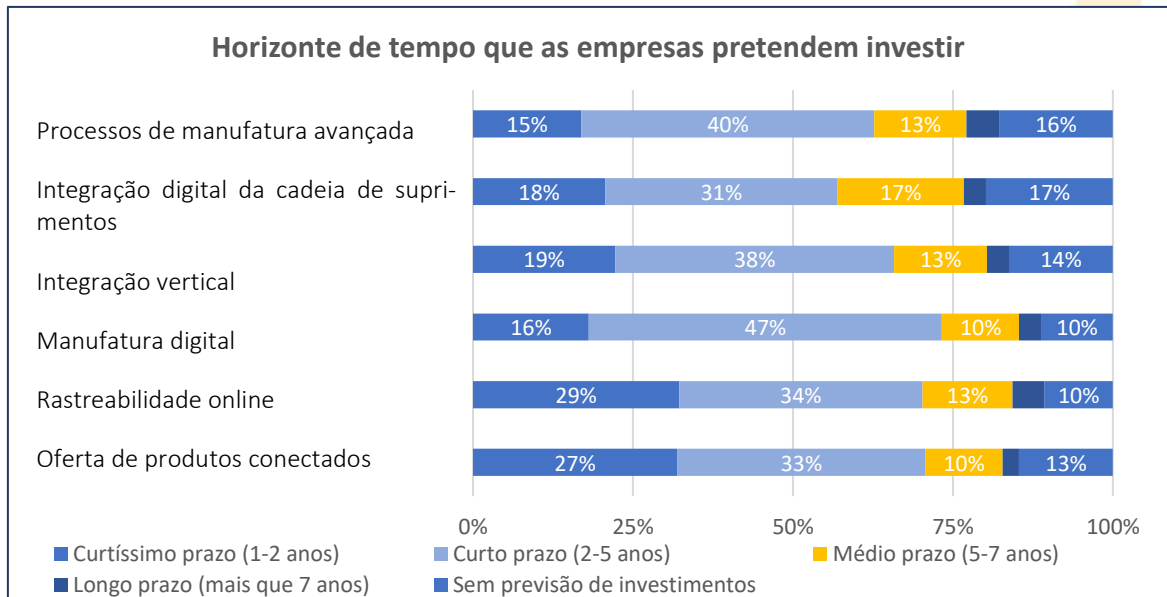


Figura 25 – Horizonte de tempo que as empresas ABIMAQ pretendem investir nas seguintes áreas.
 Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

SUPOORTE À TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

A transformação digital precisa de suporte organizacional para ser efetiva. A visão sociotécnica propõe quatro dimensões principais a serem desenvolvidas dentro do ambiente organizacional para que uma estrutura produtiva possa ser efetivamente implementada. Primeiramente, consideram-se os aspectos da organização dos processos (aspectos organizacionais), como apontado na Figura 26. Estes consideram o fluxo de atividades, os modelos de gestão do trabalho e da tecnologia e o modelo de produção adotado. A empresa precisa ter bem definido esse pilar para gerenciar bem sua estrutura. Nesse sentido, a Figura 26 apresenta os resultados da

dimensão organizacional, mostrando positivamente que a maioria das empresas participantes se encontram com um bom nível de desenvolvimento. Somente o modelo de preparação dos trabalhadores para a condução do trabalho e da utilização das tecnologias digitais apresenta um resultado inferior e que precisa de fortalecimento, embora apresente aspectos positivos para mais do 50% das empresas. Tal resultado está alinhado também com as tendências da Indústria 4.0, cuja nova etapa de estudos tem se concentrado no trabalhador ou operador 4.0 que precisará utilizar essas tecnologias para ser mais produtivo.

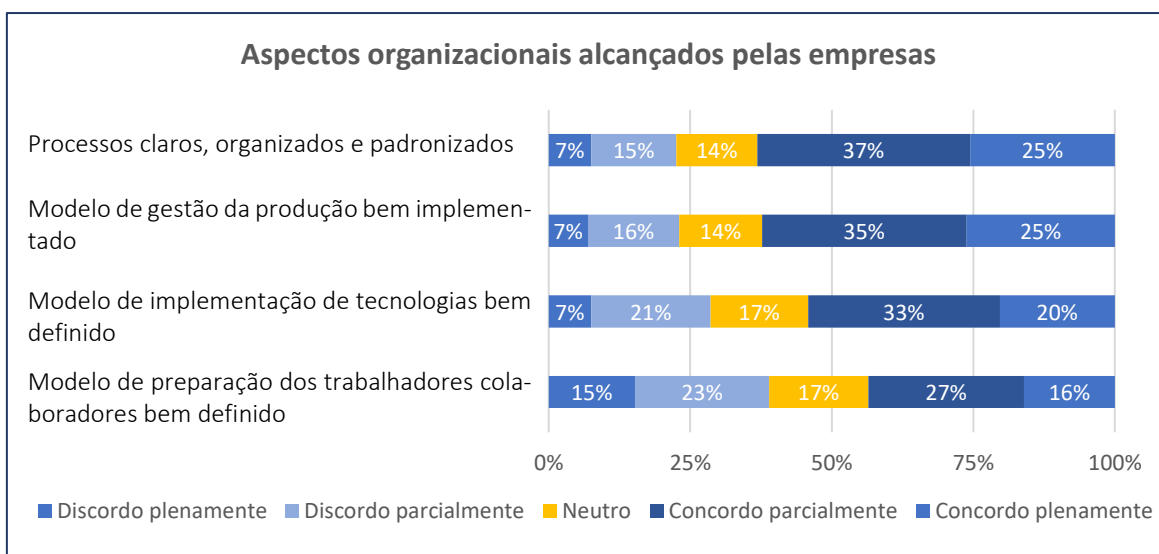


Figura 26 – Aspectos organizacionais da TD implementados pelas empresas da ABIMAQ.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

A segunda dimensão sociotécnica a ser desenvolvida são os aspectos técnicos e tecnológicos do ambiente fabril (Figura 27). Esta dimensão considera a base para uma implementação apropriada de tecnologias 4.0, como a disponibilidade de equipes e fornecedores competentes,

assim como a existência de infraestrutura de informação e equipamentos apropriados. Neste ponto as empresas participantes apontam, de forma geral, que estão relativamente bem para a implementação da Indústria 4.0.

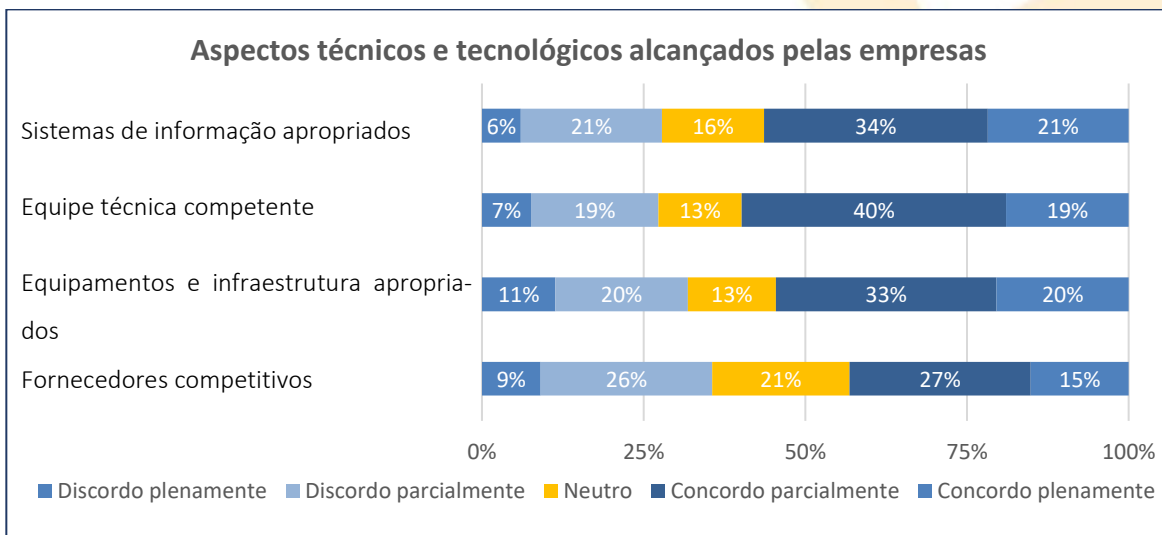


Figura 27 – Aspectos técnicos e tecnológicos da TD implementados pelas empresas da ABIMAQ.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

Em terceiro lugar, foi considerada a dimensão social, que considera o perfil dos trabalhadores e de suas necessidades para enfrentar a transformação digital (Figura 28). Neste quesito destaca-se que as empresas apresentam dois aspectos, um relativamente forte, que trata sobre o engajamento e a qualificação dos colaboradores para lidar com a transformação digital (TD), e

outros dois menos desenvolvidos que são a existência de uma equipe de suporte para acompanhar a transformação digital e um programa focado na formação e no treinamento para a transformação digital.

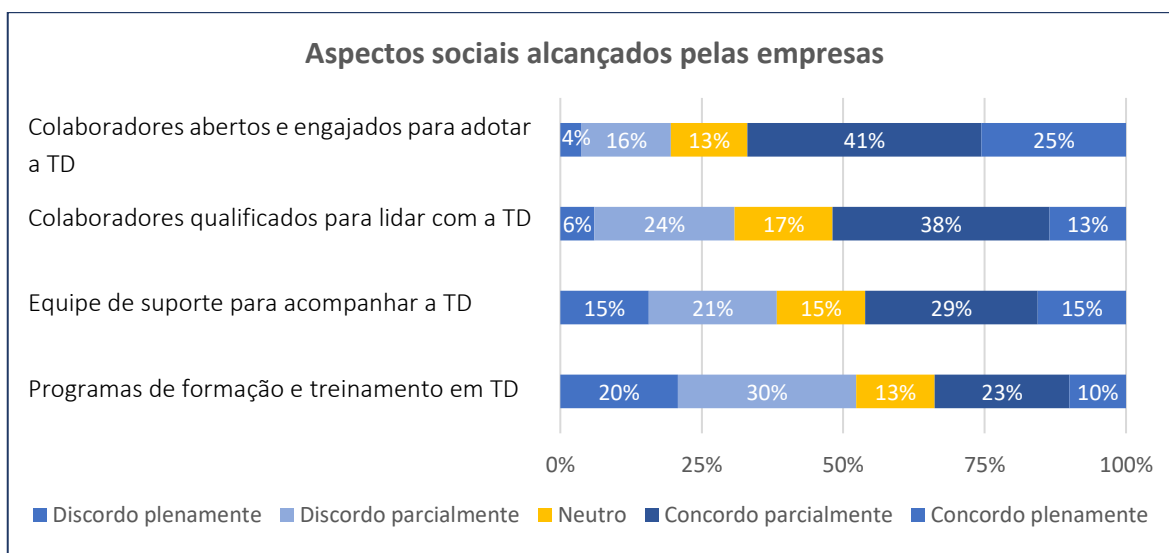


Figura 28 – Aspectos sociais da TD implementados pelas empresas da ABIMAQ.
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

A última dimensão sociotécnica considerada foi o ambiente do negócio, isto é, os aspectos

estratégicos da implementação da transformação digital nas empresas pesquisadas (Figura

29). Destaca-se, neste sentido, uma perspectiva muito positiva na média geral das empresas, uma vez que os respondentes destacaram de maneira geral esforços estratégicos para a implementação da transformação digital. Observa-se, novamente, que dentre os diferentes aspectos considerados, os menos desenvolvidos são aqueles relacionados com a liderança interna,

que está muito vinculado aos aspectos sociais e aos processos de organização do trabalho apontados como necessários nas Figuras 28, 27 e 26. Também, aspectos financeiros seguem sendo um desafio, tal como apontou na pesquisa de 2018 a análise das principais barreiras para entrada na Indústria 4.0.

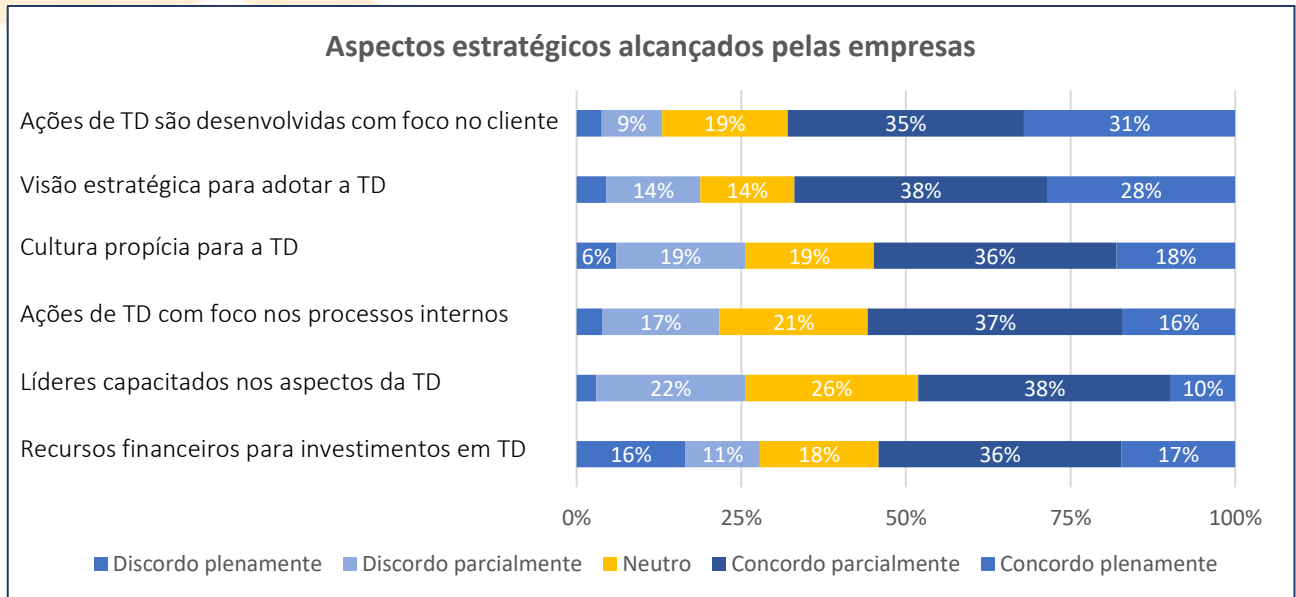


Figura 29 – Aspectos estratégicos da TD implementados pelas empresas da ABIMAQ
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

Referente a esse último quesito, a disponibilidade de recurso financeiros, a pesquisa também analisou a origem dos mesmos quando as empresas realizam investimentos na transformação digital. Os resultados da Figura 30 indicam que a principal fonte de recursos são os advindos de fontes próprias das empresas, seguidos pelos financiamentos bancários e outras fontes de

incentivo (provavelmente aquelas tributárias). Por outro lado, o acesso a editais e subsídios é proporcionalmente baixo. Este ponto apresenta uma grande desvantagem para as empresas quando comparado com outros países líderes na transformação digital, que possuem importantes somas de recursos advindas dessas fontes de incentivos.

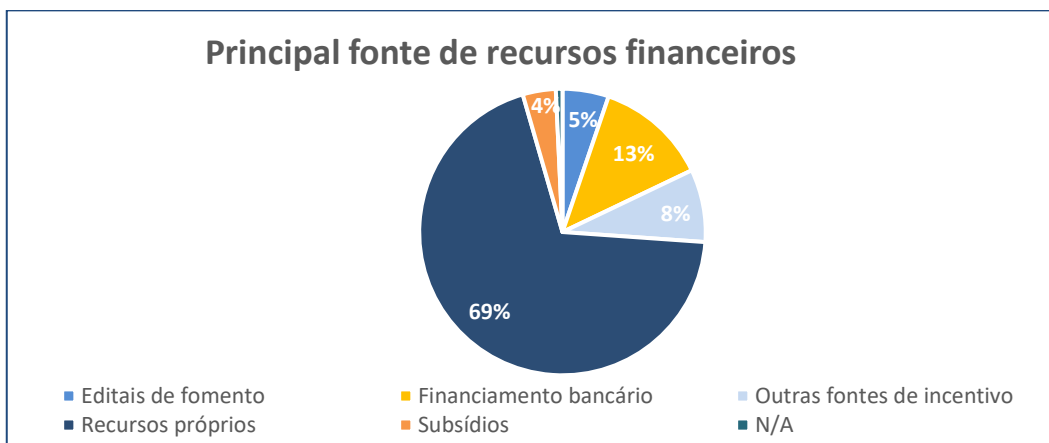


Figura 30 – Principal fonte de recursos financeiros para investimentos em Transformação Digital em empresas da ABIMAQ

DESEMPENHO OPERACIONAL

O último aspecto analisado na pesquisa foram os ganhos que as empresas conseguem obter ao implementar a transformação digital mediante os conceitos acima apresentados. Na Figura 31 percebe-se que foram obtidas melhorias em todos os quesitos analisados, mas com destaque à possibilidade de incrementar a melhoria da qualidade em processos e produtos e o aumento da flexibilidade para atender às mudanças do mercado. Estes resultados são notórios, pois na pesquisa de 2018 tinha sido apontada a busca de

produtividade como critério principal, enquanto a flexibilidade operacional era indicada como um dos objetivos pouco procurados pelas empresas. O dramático cenário global, que demanda mais capacidade adaptativa, pode ter forçado as empresas a procurar novos alvos operacionais mediante a transformação digital, sendo que a flexibilidade operacional se tornou mais viável com a implementação dos conceitos da Indústria 4.0.

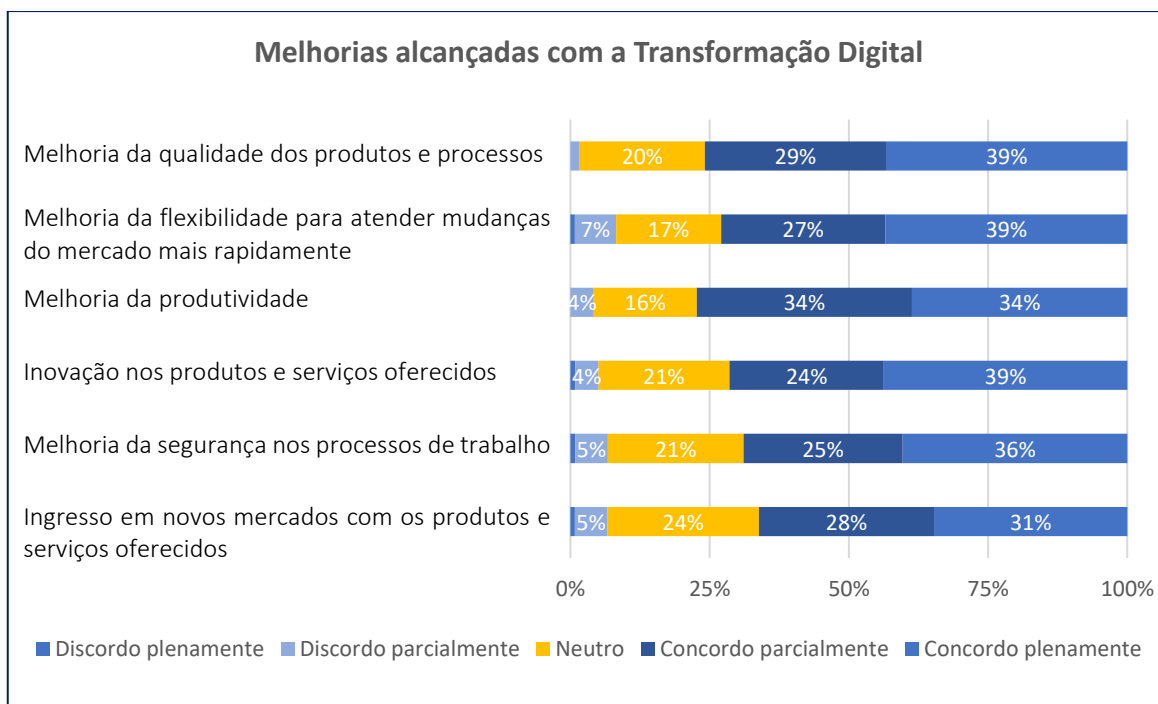


Figura 31 – Melhorias alcançadas com a TD das empresas da ABIMAQ (em valores médios)
Nota: respostas “N/A” não estão indicadas, por isso, a soma dos valores é menor a 100%

CONCLUSÕES

Os resultados mostrados neste relatório apontam que **as empresas que iniciaram processos de transformação digital obtiveram, de maneira geral, resultados positivos** para diferentes metas estabelecidas. Portanto, ressalta-se a importância de incentivo a este processo que traz resultados benéficos ao setor da ABIMAQ. Por outro lado, observou-se que as empresas do setor se consideram, de forma geral, atrasadas no processo de transformação digital quando comparadas com o perfil tecnológico da concorrência, o que traz um grande alerta para o setor. Em outras palavras, **se a transformação digital é um aspecto benéfico como observado, mas as empresas estão distantes em níveis de investimentos quando comparadas com a concorrência, há uma urgência de avanços dentro do setor**. Como formas de incentivo, chama a atenção que quase 70% das fontes de investimentos são derivadas de recursos próprios das empresas, o que também pode explicar a falta de investimentos do setor pela **dificuldade de acesso a incentivos para a aquisição de tecnologias avançadas**. Desta maneira, as empresas da ABIMAQ mais desenvolvidas na transformação digital são as que possuem maior capacidade de investimentos próprios e que geralmente representa as grandes empresas internacionais. **Empresas menores e nacionais ficam numa situação de vulnerabilidade neste cenário**.

Destaca-se uma **mudança no perfil de interesse das empresas**. Quando fora publicado o relatório anterior do NEO-UFRGS com a ABIMAQ, em 2018, observou-se um grande interesse das empresas no investimento em tecnologias de manufatura avançada, voltadas para o chão de fábrica. Por outro lado, **nesta presente pesquisa há muito interesse em aspectos relacionados aos produtos e serviços inteligentes**, que

permitem oferecer soluções com maior valor agregado aos clientes, além de permitir obter dados importantes para o desenvolvimento de novas soluções. Contudo, **as barreiras da segurança dos dados aparecem ainda como um grande desafio do setor**, sendo este um dos principais pontos em que o setor deve focar futuramente para poder incrementar sua capacidade de oferta de soluções conectadas. Nesse sentido, observa-se que o setor ainda possui um investimento muito baixo nas tecnologias base da Indústria 4.0, como soluções para IoT, big data e IA. Essas tecnologias base permitem trabalhar melhor os dados das empresas, e geram um ciclo com as questões de segurança: por um lado dependem de investimentos em segurança de dados e, por outro lado, a utilização destas também permite um avanço nos sistemas de segurança das empresas.

Um ponto positivo que chama a atenção nos resultados encontrados é que a média das empresas no que se refere à prontidão dos aspectos organizacionais e de infraestrutura interna para adotar as tecnologias da transformação digital e da Indústria 4.0 estão acima do ponto médio. Ou seja, de forma geral as empresas avaliam que sua estrutura organizacional não está fragilizada para a implementação da transformação digital. Contudo, os aspectos sociais relacionados com a formação e preparação dos trabalhadores é apresentado como um aspecto de melhoria geral para as empresas associadas da ABIMAQ. **Formação de liderança digital, desenvolvimento de modelos de gestão do trabalho no ambiente digital e estratégias de capacitação são necessidades importantes que precisam de maior atenção, no contexto das empresas da ABIMAQ, para fornecer suporte à transformação digital**.

RECOMENDAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos, apresentam-se uma lista de recomendações que podem ser úteis à estratégia da ABIMAQ para promover a implementação da Indústria 4.0 nas empresas do setor.

Recomendação 1: Focar na integração da cadeia de suprimentos como estratégia futura da ABIMAQ. No relatório de 2018 tinha sido destacada a necessidade de a ABIMAQ promover mais a servitização e novos modelos de negócios centrados nas soluções que as empresas podem ser capazes de oferecer. Os resultados indicam que houve um crescimento nesta consciência. Por outro lado, chama a atenção que a cadeia de suprimentos ainda não é um foco estratégico das empresas associadas, embora estas apontem que é um dos quesitos nos quais estão mais distantes da concorrência. Portanto esforços futuros têm que ser direcionados a este aspecto como mais uma parte da visão holística da Indústria 4.0 na ABIMAQ.

Recomendação 2: Desenvolver uma estratégia de liderança digital. Nas tendências mundiais observa-se que a formação de líderes digitais tem sido uma grande preocupação. Ao observar os dados das empresas participantes, nota-se que aspectos como formação de líderes, desenvolvimento de modelos de gestão do trabalho e preparação dos trabalhadores, são aspectos menos desenvolvidos dentro das empresas participantes da pesquisa. Esses aspectos precisam ser promovidos para evitar tensões entre os trabalhadores e a liderança devido ao investimento tecnológico, o que pode gerar uma grande resistência à mudança, à utilização digital e, conseqüentemente, pode criar desalinhamentos entre a tecnologia adotada e os resultados almejados com as mesmas. Por isso, os programas de formação cultural na transformação digital precisam chegar até o nível do operador e não somente ao gerente de fábrica. A ABIMAQ tem

potencial de promover uma importante discussão destes aspectos entre seus associados.

Recomendação 3: Promover a discussão sobre alternativas para incrementar investimentos em cibersegurança. Conforme apontado na pesquisa, a cibersegurança é um aspecto que dificulta a transformação digital nas empresas da ABIMAQ. Portanto, é necessário ajudar os empresários no entendimento das melhores estratégias para incrementar a segurança dos dados sem impedir que estes possam avançar na transformação digital. Capacitações, programas de investimentos e modelos de implementação de cibersegurança podem ser opções importantes para promover a transformação digital na ABIMAQ.

Recomendação 4: Conscientizar as empresas sobre estratégias de uso de dados. Mesmo que as empresas estejam investindo em tecnologias para a coleta e integração de dados, a inteligência obtida dos mesmos ainda é baixa. Das empresas pesquisadas, 21% não gera dados e 10% não utiliza os dados que coleta. Das empresas que utilizam dados, 67% o fazem apenas para gerar KPIs, enquanto para o entendimento de padrões o percentual cai para somente 30% das empresas. Esses números indicam que há ainda um caminho a ser trilhado no que se refere à utilização avançada dos dados gerados. Essa falta pode ser devido aos investimentos necessários para obter mais inteligência dos dados. Porém, eles também podem refletir algo que acontece comumente nas empresas que é a falta de entendimento do que se fazer com os dados por não existir um modelo de utilização destes. Aprender a utilizar melhor os dados podem abrir novos caminhos em modelos de negócios destas empresas, principalmente quando integrados com as soluções servitizadas que já vem aumentando no setor.

AGRADECIMENTOS:

O Núcleo de Engenharia Organizacional (NEO) agradece a participação de diversos profissionais que oportunizaram a realização da pesquisa assim como a compreensão dos conceitos relacionados à Indústria 4.0. De maneira especial, o NEO agradece às seguintes empresas e instituições que auxiliaram na construção e no refinamento dos instrumentos de coleta de dados:

- Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ)
- Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
- Departamento de Engenharia de Produção e Transportes (DEPROT-UFRGS)

Também, e de maneira especial, agradecemos aos respondentes desta pesquisa, por sua sinceridade nas respostas e pelos comentários adicionais recebidos, que ajudaram na interpretação dos dados e nas elaborações das conclusões deste trabalho.