UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

VAGNER BATISTA RIBEIRO

COMPETÊNCIAS DOS GESTORES NA INDÚSTRIA 5.0: ESTUDO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA BRASILEIRA

Bauru/SP
2024

VAGNER BATISTA RIBEIRO

COMPETÊNCIAS DOS GESTORES NA INDÚSTRIA 5.0: ESTUDO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA BRASILEIRA

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Engenharia de Produção pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Estadual Paulista, UNESP, *Campus* Bauru.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Muniz Junior
Coorientador: Prof. Dr. Davi Noboru Nakano

Bauru - SP
2024

R484c

Ribeiro, Vagner Batista
Competências dos gestores na Indústria 5.0 : estudo da indústria automotiva brasileira / Vagner Batista Ribeiro. -- Bauru, 2024
122 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Bauru
Orientador: Jorge Muniz Jr.
Coorientador: Davi Noboru Nakano

1. Indústria 5.0. 2. Competências. 3. Gestores. 4. Setor Automotivo. 5. Brasil. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE VAGNER BATISTA RIBEIRO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, DA FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 24 dias do mês de setembro do ano de 2024, às 09:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de VAGNER BATISTA RIBEIRO, intitulada **COMPETÊNCIAS DOS GESTORES NA INDÚSTRIA 5.0: ESTUDO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA BRASILEIRA**. A Comissão Examinadora foi constituida pelos seguintes membros: Professor Associado DAVI NOBORU NAKANO (Co-orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Engenharia de Produção / Universidade de São Paulo, Prof. Dr. OSIRIS CANCIGLIERI JÚNIOR (Participação Virtual) do(a) PUC/PR, Prof. Dr. EDUARDO DE SENZI ZANCUL (Participação Virtual) do(a) Escola Politécnica - Departamento de Engenharia de Produção / Universidade de São Paulo - USP, Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS (Participação Virtual) do(a) Departamento de Produção / Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, Prof. Dr. OTAVIO JOSE DE OLIVEIRA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Produção / Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá. Após a exposição pelo doutorando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Professor Associado DAVI NOBORU NAKANO

gov.br Documento assinado digitalmente
DAVI NOBORU NAKANO
Data: 24/09/2024 12:35:08-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

AGRADECIMENTOS

Agradeço às empresas do setor automotivo participantes desta pesquisa, pela parceria e colaboração na coleta de dados.

Aos gestores participantes da pesquisa, pela disponibilidade e contribuição para o entendimento do fenômeno explorado.

Aos colegas alunos do Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Unesp-FEG, pela participação e colaboração na viabilização da coleta de dados nas empresas do setor automotivo.

Agradeço em especial, aos colegas Anderson Suzuki Costa, Alessandro José Sacho, Felipe Henrique da Silva Gomes, Gilson de Souza, Giovanni Pessin Moschetto, Luis Augusto Maia Braggio, Mariana Baldo Simoes, Pedro Luis Tozoni Palma, e Raphael Mobile Cardoso, pelo inestimável apoio durante a divulgação da pesquisa, coleta de dados e discussão dos resultados.

Aos meus orientadores, Prof. Jorge Muniz Jr. e Prof. Dr. Davi Nakano, pala atenção e pelos direcionamentos indicados durante a pesquisa.

À Prof. Dra. Elaine Mosconi da Universidade de Sherbrooke/Canadá, pelo valioso direcionamento e contribuição na introdução e integração da estrutura de competências adotada no trabalho.

Ao programa *Emerging Leaders in the Americas Program* (ELAP), do governo canadense, pela promoção do estágio realizado na Universidade de Sherbrooke durante o doutorado, que permitiu o desenvolvimento do modelo de avaliação baseado na estrutura de competências adotada.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que possibilitou a realização do doutorado sanduíche na Universidade de Birmingham/Reino Unido (pelo programa CapesPrInt) e a integração com pesquisadores internacionais sobre o tema abordado na pesquisa.

Aos colegas e professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Unesp de Bauru, que de alguma forma contribuíram para o amadurecimento e desenvolvimento desta pesquisa durante o doutorado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

RESUMO

Novas tecnologias da Indústria 4.0 modificam como os processos produtivos são realizados, estabelecendo novas tarefas e papéis humanos em termos de características e conteúdo. Acima dos aspectos tecnológicos, a denominada Indústria 5.0 (I5.0), alinhada ao tema desta tese, apresenta uma visão mais sustentável, centrada no ser humano e resiliente para a transformação tecnológica industrial. Gestores industriais possuem um papel integrador ao relacionar e usar o conhecimento tecnológico da organização para gerar melhores resultados. No entanto, as competências dos gestores capazes de estimular a criação de valor em setores industriais são ainda pouco exploradas na I5.0. A caracterização das competências dos gestores surge então como elemento crítico para o desenvolvimento industrial na era digital. Esta pesquisa visa definir perfis de competências para gestores na implementação da I5.0 no setor automotivo do Brasil. Combina métodos quantitativos e qualitativos (quanti-quali). Uma análise multicritério (quantitativa) é aplicada por meio do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), baseando-se no julgamento de gestores. Uma análise qualitativa é também realizada, considerado a combinação dos resultados do AHP com discussões realizadas com os gestores sobre as competências analisadas. A pesquisa abrange 31 empresas do setor automotivo do Brasil, sendo 11 montadoras de automóveis e 20 fornecedores diretos, fabricantes de partes e subconjuntos, com diferentes níveis de complexidade nas operações produtivas e programas formais de implementação de tecnologias relacionadas à I5.0 em andamento. Os resultados indicam que competências Motivacionais, Gerenciais e Técnicas são importantes no perfil de desenvolvimento dos gestores, porém, inversões de prioridade ocorrem para montadoras, que priorizam motivacionais em função de uma maior necessidade de engajamento dos trabalhadores, e para fornecedores, que priorizam as competências técnicas como forma de superar demandas de adaptação de estrutura, implementação e operação. Os perfis de desenvolvimento pessoal também divergem quando considerados os tipos de função. Gestores em funções mais estratégicas e níveis hierárquicos mais altos priorizam as competências motivacionais, enquanto gestores em níveis táticos, mais operacionais priorizam as competências técnicas. Os resultados também indicam que os perfis desenvolvimento também estão mais atrelados ao tipo de função e contexto, do que ao tipo de relação existente entre gestores e tecnologias.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria 5.0; Indústria 4.0; Transformação Digital; Competências; Gestores; Setor Automotivo; *Analytic Hierarchy Process*; Brasil.

ABSTRACT

New technologies of the Industry 4.0 modify how the production processes are carried out, establishing new tasks and human roles in terms of characteristics and content. Above the technological aspects, the so-called Industry 5.0 (I5.0), aligned with the theme of this thesis, presents a more sustainable, human-centered and resilient vision for industrial technological transformation. Industrial managers play an integrative role by relating and using the organization's technological knowledge to generate better results. However, the skills of managers capable to stimulate value creation in industrial sectors are still little explored in the I5.0. The characterization of managers' competences then emerges as a critical element for the industrial development in the digital age. This research aims to define competency profiles for managers in the implementation of I5.0 in the automotive sector in Brazil. It combines quantitative and qualitative methods (quanti-quali). A multicriteria analysis (quantitative) is applied through the Analytic Hierarchy Process (AHP) method, based on the judgment of managers. A qualitative analysis is also carried out, considering the combination of the AHP results with discussions held with managers about the analyzed competencies. The research covers 31 companies in the automotive sector in Brazil, 11 of which are automakers and 20 direct suppliers, manufacturers of parts and subassemblies, with different levels of complexity in production operations and formal programs for the implementation of technologies related to I5.0 in progress. The results indicate that motivational, managerial and technical skills are important in the development profile of managers. However, priority inversions occur for automakers, who prioritize motivational competencies due to a greater need for employee engagement, and for suppliers, who prioritize technical skills as a way to overcome demands for adapting structure, implementation and operation. Personal development profiles also differ when considering the types of function. Managers in more strategic functions and higher hierarchical levels prioritize motivational competencies, while managers at tactical, more operational levels prioritize technical competencies. The results also indicate that development profiles are also more linked to the type of function and context, than to the type of relationship between managers and technologies.

KEYWORDS: Industry 5.0; Industry 4.0; Digital Transformation; Competencies; Managers; Automotive Sector; Analytic Hierarchy Process; Brazil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Quantidade de publicações por ano dos temas pesquisados 20
Figura 2 – Modelo de estrutura hierárquica analítica 45
Figura 3 – Modelo de matriz de decisão incompleta 47
Figura 4 – Fases do procedimento metodológico adotado 50
Figura 5 – Estrutura hierárquica analítica baseada nas competências digitais dos gestores. 53
Figura 6 – Exemplo de questão estruturada no questionário AHP aplicado 55
Figura 7 – Implementação das principais novas tecnologias nas empresas 59
Figura 8 – Nível de relação dos gestores com novas tecnologias 61
Figura 9 – Perfil de competências dos gestores por grupo de empresas 83
Figura 10 – Perfil de competências dos gestores por função 88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Competências digitais técnicas 34
Quadro 2 – Competências digitais gerenciais 37
Quadro 3 – Competências digitais sociais 39
Quadro 4 – Competências digitais motivacionais 40
Quadro 5 – Trabalhos publicados em periódicos 99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de artigos publicados por busca 18
Tabela 2 – Caracterização das empresas estudadas 58
Tabela 3 – Caracterização dos gestores 60
Tabela 4 – Resumo dos resultados dos julgamentos por empresa 63
Tabela 5 – Resumo dos resultados dos julgamentos por função 85
Tabela 6 – Resumo dos resultados dos julgamentos por relação gestor/tecnologias 89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	*Analytic Hierarchy Process*
ANP	*Analytic Network Process*
AIJ	*Aggregating Individual Judgments*
AIP	*Aggregating Individual Priorities*
I5.0	Indústria 5.0
LGPD	*Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais*
MCDA	*Multiple-Criteria Decision Analysis*
MCDM	*Multiple-Criteria Decision Making*

LISTA DE SÍMBOLOS

A	matriz recíproca de juízo de valor
a	célula de comparação paritária
∀	para todo
IC	índice de consistência
i, j, k	fatores
n	número de fatores
n^2	número total de comparações possíveis
CR	*consistency ratio* (razão de coerência)
λ	autovalor máximo de A

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA DA PESQUISA 13
1.2 OBJETIVOS E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA 15
1.3 JUSTIFICATIVAS 16
1.3.1 Análise bibliométrica sobre o tema 18
1.4 MÉTODO DE PESQUISA 20
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO 22
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 23
2.1 INDÚSTRIA 5.0 23
2.2 COMPETÊNCIAS DOS GESTORES NA INDÚSTRIA 5.0 27
2.2.1 Competências digitais técnicas 33
2.2.2 Competências digitais gerenciais 34
2.2.3 Competências digitais sociais 38
2.2.4 Competências digitais motivacionais 39
2.3 A INDÚSTRIA AUTOMOTIVA 41
2.4 MÉTODOS DE DECISÃO COM MÚLTIPLOS CRITÉRIOS E O AHP 43
2.4.1 O método AHP combinado com os conceitos do IPC 45
3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO 49
3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS E RESPONDENTES 57
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 62
5 CONCLUSÃO 92
5.1 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS 94
5.2 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS 96
5.3 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS 97
5.4 TRABALHOS PUBLICADOS 98
REFERÊNCIAS 100
APÊNDICE A – Instrumento de Pesquisa 117
APÊNDICE B – Questões direcionadoras para a entrevista "*Focus Group*" 122

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA DA PESQUISA

A implementação de uma nova cultura produtiva, baseada em tecnologias disruptivas, é indicada como uma demanda para a sobrevivência das empresas em mercados mais dinâmicos e altamente competitivos (ÇALLI *et al*., 2022; DZWIGOL *et al*., 2020). A esperada transformação tecnológica relacionada modifica a forma como os negócios e os processos produtivos são realizados, estabelecendo novas tarefas e papéis humanos em termos de características e conteúdo (SHIRISH *et al*., 2023; BENDIG *et al*., 2022).

Tal transformação tecnológica vem sendo identificada como *Manufacturing of the future* (EPSRC, 2018), *Advanced Manufacturing Technologies* (USA, 2018) ou *Industry 4.0* (GTAI, 2019; EUROPEAN PARLIAMENT, 2016; SIEMENS, 2015) e se relaciona com sistemas sociotécnicos que envolvam manufatura, distribuição de bens e serviços, produtividade, bem-estar social, distribuição de renda e meio ambiente, requerendo a atenção da indústria e academia (DORNELLES; AYALA; FRANK, 2023; GROSSE *et al.*, 2023).

Acima das questões tecnológicas, buscando uma indústria inovativa e capaz de se adaptar aos novos desafios de mercado e mudanças tecnológicas, com manutenção do emprego e prosperidade para a sociedade, a Comissão Europeia disseminou a Indústria 5.0 (I5.0), colocando uma visão sustentável, centrada no ser humano e resiliente para a transformação tecnológica industrial (BREQUE *et al.*, 2021). Desta forma, em vista da abordagem voltada para o desenvolvimento humano (de profissionais gestores) aplicada nesta tese, o termo I5.0 será adotado, considerando a implementação de novas tecnologias e sua influência nas pessoas.

Aspectos como a falta de mão de obra qualificada e a maior longevidade da força de trabalho, que influenciarão a implementação das tecnologias modernas de produção trazem preocupações também para empresas quanto à adaptação de profissionais em nível operacional, tático e estratégico (MAZUR; WALCZYNA, 2022; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022; BAPTISTA *et al.*, 2020), gestores, que possuem papel fundamental em períodos de mudanças nas organizações (MODGIL; SINGH; AGRAWAL, 2023; ABDULLAH; SOFYAN, 2022).

A estrutura organizacional como um todo precisa ser adaptada ao novo contexto de negócios da I5.0 e os gestores são constantemente desafiados a desenvolver novas competências diretamente ligadas às tecnologias digitais em contínua evolução (DIXSON-DECLÈVE *et al.*, 2022; KOLOT *et al*., 2022; Van LAAR; Van DEURSEN; Van DIJK, 2022). A adaptação das competências dos gestores pode envolver conhecimentos e habilidades específicas para lidar

com dados, programar ou operar recursos tecnológicos, mas também requer um desenvolvimento pessoal em termos de comportamento social e criatividade (HENDERIKX; STOFFERS, 2023; Van LAAR; Van DEURSEN; Van DIJK, 2022; WERITZ, 2022). A implementação de novas tecnologias também depende do nível de conhecimento digital organizacional, bem como das competências gerenciais alinhadas ao contexto de transformação tecnológica (HENDERIKX; STOFFERS, 2023).

Empresas com alto nível de conhecimento técnico e recursos tecnológicos implementados possuem facilidade em atualizar e adquirir tecnologias mais recentes e inovadoras, e captar conhecimento digital de fontes ou atores externos, também necessários para o processo de inovação digital (ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022; LI *et al*., 2021). A integração de competências digitais e experiências da equipe de gestão (por exemplo, em relação a diferentes tecnologias, como tecnologias de informação, computação em nuvem, plataformas de mídia social corporativa, etc.) pode contribuir para apoiar os processos de inovação necessários nas organizações industriais (FIRK *et al*., 2022; LI *et al*, 2021).

A indústria automotiva se posiciona entre as lideranças nas ações de desenvolvimento e implementação do novo contexto tecnológico (NAYAL *et al.*, 2022). Enfrenta de forma global, os desafios gerados pelas mudanças tecnológicas e seus impactos em processos, produtos e mercado, que demandam novas estratégias de gestão (GHADGE *et al.*, 2022; LIN *et al.*, 2018).

Com uma vasta rede de fornecedores, afetados pelas mudanças de mercado e inserção das novas tecnologias, a indústria automotiva também enfrenta desafios de adaptação atrelados a cada tipo de produto, processo, variedade e volume produtivo (LIN *et al.*, 2018), e esforços de expansão da implementação da I5.0 são requeridos para a ampla operação nos diversos níveis da cadeia de suprimentos (GHADGE *et al.*, 2022).

O setor automotivo é também pressionado mundialmente para um desenvolvimento alinhado a demandas de sustentabilidade e mudanças na estrutura energética mundial, motivando fabricantes globais a aplicar novas tecnológicas não só para a obtenção de eficiência produtiva, mas também para a geração de inovações em termos de produtos, como carros autônomos e elétricos (GHADGE *et al.*, 2022; NAYAL *et al.*, 2022).

A indústria automotiva brasileira também enfrenta tais desafios, onde a liderança dos gestores requer a (re)qualificação com base em novas competências capazes de orientar a estratégia tecnológica (MUNIZ JR.; MOSCHETTO; WINTERSBERGER, 2023).

A caracterização das competências dos gestores no contexto tecnológico surge como elemento crítico para a formação e desenvolvimento das organizações industriais na era digital (HENDERIKX; STOFFERS, 2023; PHILIP; GILLI; KNAPPSTEIN, 2023; SHIRISH *et al*.,

2023; ZHANG *et al*., 2022; WERITZ, 2022). A I5.0 impacta no modo de atuação dos gestores, indicando aspectos que precisam ser aprofundados em diferentes contextos industriais, entre eles:

- a identificação e caracterização das competências dos gestores (SHIRISH *et al*., 2023; FIRK *et al*., 2022; OGBEIBU *et al*., 2022; AL AMRI; KHETANI; MAREY-PEREZ, 2021; SANTOS *et al*., 2021; BAPTISTA *et al*., 2020);
- a compreensão das perspectivas e expectativas dos gestores industriais sobre suas mudanças de função e competências (PHILIP; GILLI; KNAPPSTEIN, 2023; SHIRISH *et al*., 2023; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022; ZHANG *et al*., 2022; AL AMRI; KHETANI; MAREY-PEREZ, 2021);
- O ranqueamento das competências prioritárias no desenvolvimento dos gestores (AL AMRI; KHETANI; MAREY-PEREZ, 2021; LI *et al*., 2021);
- A identificação dos tipos de competência gerencial capazes de proporcionar as mudanças adequadas na transformação tecnológica em cada contexto industrial (HENDERIKX; STOFFERS, 2023; FIRK *et al*., 2022; OGBEIBU *et al*., 2022; AL AMRI; KHETANI; MAREY-PEREZ, 2021);
- a compreensão do novo papel dos gestores como integrantes de equipes de liderança no contexto tecnológico (HU *et al*., 2024; LI; YANG; MENG, 2024; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022).

Tais demandas orientam a questão desta pesquisa, como segue: Quais os perfis de competências para gestores na implementação da I5.0 no setor automotivo do Brasil?

1.2 OBJETIVOS E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa tem como objetivo geral definir perfis de competências para gestores na implementação da I5.0 no setor automotivo do Brasil. Para isso, definem-se os objetivos específicos como segue:

1) Desenvolver um modelo de avaliação multicritério baseado em competências para gestores na implementação da I5.0.
2) Identificar a percepção dos gestores da indústria automotiva quanto ao nível relativo de importância das competências do modelo multicritério.
3) Determinar a relevância das competências avaliadas para grupos de gestores da indústria automotiva (perfis de competências).

Desta forma, a pesquisa limita-se em avaliar competências dos gestores integrantes do nível tático e estratégico das empresas analisadas, em contato com o ambiente de implementação da I5.0, em um contexto de mudança dos processos organizacionais e de produção, com base no julgamento de especialistas (gestores) do setor automotivo, considerando montadoras e fornecedores no primeiro nível da cadeia de suprimentos, com diferentes níveis de complexidade nas operações produtivas e programas formais de implementação de tecnologias relacionadas à I5.0 em andamento.

As competências analisadas nesta pesquisa compreendem grupos de competências digitais técnicas, gerenciais, sociais e motivacionais dos gestores. A percepção de partes interessadas, como gestores industriais no nível tático e estratégico, pode gerar resultados, que, alinhados ao contexto tecnológico do setor e ao tipo de negócio, podem contribuir para modelos de competências de gestão de topo mais adequados (HENDERIKX; STOFFERS, 2023; PHILIP; GILLI; KNAPPSTEIN, 2023; OGBEIBU *et al*., 2022; ZHANG *et al*., 2022). A literatura indica oportunidade para o entendimento da perspectiva dos gestores envolvidos na I5.0 (HU *et al*., 2024; OGBEIBU *et al*., 2022; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022).

1.3 JUSTIFICATIVAS

A literatura analisada indica oportunidades relacionadas ao escopo desta pesquisa, destacando a existente necessidade de estudos que abordem as competências digitais dos gestores no contexto da I5.0 (SHIRISH *et al*., 2023; OGBEIBU *et al*., 2022). A transformação tecnológica requer a análise dos tipos de competências gerenciais capazes de proporcionar mudanças adequadas para a adoção de tecnologias digitais adequadas a cada contexto empresarial para a obtenção dos benefícios esperados, explorando também como esses tipos de competência são efetivamente convertidos em resultados inovadores sólidos (PHILIP; GILLI; KNAPPSTEIN, 2023; SHIRISH *et al*., 2023; BENDIG *et al*., 2022; FIRK *et al*., 2022; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022).

Gestores em um contexto de transformação tecnológica possuem um papel integrador ao relacionar e usar o conhecimento digital tecnológico da organização para gerar melhores resultados nos negócios (LI; YANG; MENG, 2024; FIRK *et al*., 2022; OGBEIBU *et al*., 2022) e promover as inovações requeridas pela I5.0 (HU *et al*., 2024). A I5.0 tem sido explorada no que tange a relação entre pessoas e tecnologias (PANAGOU; NEUMANN; FRUGGIERO, 2024; WANG *et al.*, 2024; IVANOV, 2023; XIANG *et al.*, 2023), no entanto, as competências

dos gestores capazes de estimular a criação de valor em setores industriais, bem como para integrar o conhecimento digital organizacional não são exploradas na literatura (HENDERIKX; STOFFERS, 2023; FIRK *et al*., 2022; OGBEIBU *et al*., 2022).

Há uma falta de padronização quanto à perspectiva das competências dos gestores em termos de aproveitamento das oportunidades tecnológicas e da aptidão para a I5.0 e para o crescimento tecnológico (SHIRISH *et al*., 2023), o que pode variar em diferentes setores (ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022). Os aspectos específicos do contexto organizacional de cada setor industrial também demandam atenção especial, levando em conta as características e o nível dos recursos tecnológicos envolvidos (FIRK *et al*., 2022; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022).

O entendimento do papel dos gestores, assim como de suas demandas e prioridades de adaptação, mostra-se necessário para a transição do foco apenas tecnológico para a visão sustentável, centrada no ser humano e resiliente da I5.0 (KNAP-STEFANIUK, 2023; POLÁKOVÁ *et al.*, 2023). Características tradicionais de liderança podem não ser suficientes no contexto da transformação tecnológica, onde as oportunidades relacionadas podem exigir mais intensidade dos gestores em termos de disposição, comunicação, suporte, interação dinâmica nos relacionamentos, criatividade, pensamento crítico, capacidade de encontrar soluções e inovar, interagindo com a capacidade tecnológica (ÇALLI *et al*., 2022; Van LAAR; Van DEURSEN; Van DIJK, 2022).

A pesquisa considera a indústria automotiva como um microcosmo, em que os principais problemas das tecnologias de produção e organização do trabalho em geral são cristalizados e podem ser observados e influencia a replicação de suas práticas em outros setores. O setor automotivo do Brasil propicia ambiente fértil para pesquisa, em constante adequação e adaptação às novas tecnologias da I5.0, com especialistas (gestores) que vivenciam a liderança de suas organizações em novo contexto de produção e negócios, e com condições culturais e institucionais que influenciam a transformação tecnológica. O setor automotivo do Brasil produziu em 2023, 2.324.838 veículos (OICA, 2024).

Apesar da importância da indústria automotiva no processo de transformação tecnológica, e mesmo que esta tenha sido considerada em pesquisas recentes centradas no aspecto humano (ANDRONAS *et al.*, 2023; LEVA et al., 2023; WANG *et al.*, 2023), pesquisas anteriores não abordam a relação entre competências e gestores com foco neste setor, constituindo ineditismo à abordagem aplicada nesta tese.

Por fim, a tese avança em relação a trabalhos que abordam a relação entre as competências de gestores em nível tático ou estratégico com a transformação tecnológica industrial

(CARLSSON, 2023; PHILIP; GILLI; KNAPPSTEIN, 2023; POLÁKOVÁ *et al.*, 2023; FIRK *et al*., 2022), estabelecendo um modelo original na avaliação dos perfis de competências destes profissionais, que incluí competências digitais técnicas, gerenciais, sociais e motivacionais, considera a influência do contexto explorado e se baseia na percepção dos próprios gestores que vivenciam o fenômeno explorado. Desta forma, contribui de forma teórica para o entendimento do comportamento das demandas de capacitação relacionadas e de forma prática para a orientação das estratégias de desenvolvimento dos gestores na indústria.

1.3.1 Análise bibliométrica sobre o tema

A Tabela 1 apresenta a quantidade de artigos publicados para os principais cruzamentos de palavras-chave relacionadas aos temas explorados, nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, considerando buscas limitadas ao 'Título' de publicações (artigos) empíricos e revisões publicadas em periódicos científicos, somente na língua inglesa, até o ano de 2024 (sem delimitação de período inicial). É possível observar uma quantidade elevada de publicações para os grupos de palavras-chave que se relacionam com os temas 'Competências' (Busca 1), 'Indústria 4.0/5.0' (Busca 2) e 'Gestores' (Busca 3), o que mostra a relevância destes temas.

Quando realizado o cruzamento dos temas 'Competências' e 'Indústria 4.0/5.0' (Busca 4, com 13 artigos no *Scopus* e 4 na *Web of Science*), ou 'Competências', 'Indústria 4.0/5.0' e 'Gestores' (Busca 5, com zero artigos em ambas as bases de dados), observa-se uma redução do número de publicações.

O número de publicações também resulta em zero quando cruzadas estas relações com palavras-chave do contexto de estudo (setor automotivo) explorado (Busca 6) ou com técnicas de decisão multicritério (Busca 7), que se relacionam com a abordagem metodológica adotada neste trabalho.

Tabela 1 – Quantidade de artigos publicados por busca

(continua)

Busca	Palavras-chave	*Scopus*	*Web of Science*
1	*"digital literacy" OR "skill*" OR "competenc*" OR "capabilit*" OR "capacit*" OR "digital savvy" OR "digital knowledge" OR "qualification"*	414.063	348.307
2	*"digital transformation" OR "digital era" OR "digital context" OR "digitalisation" OR "digitalization" OR "industry 5.0" OR "industry 4.0" OR "digitization" OR "digitisation" OR "smart factor*" OR "smart Industr*" OR "smart compan*" OR "smart manufactur*" OR "manufactur* of the future" OR "future manufactur*" OR "advanced manufactur* technolog*" OR "digital transition" OR "inteligent organization" OR "smart business" OR "digital business" OR "digital innovation"*	20.014	16.084
3	*"manager" OR "leader" OR "CEO" OR "CIO" OR "CTO" OR "CDO" OR "top management" OR "director" OR "executive" OR "it staff"*	110.333	48.612

Tabela 1 – Quantidade de artigos publicados por busca

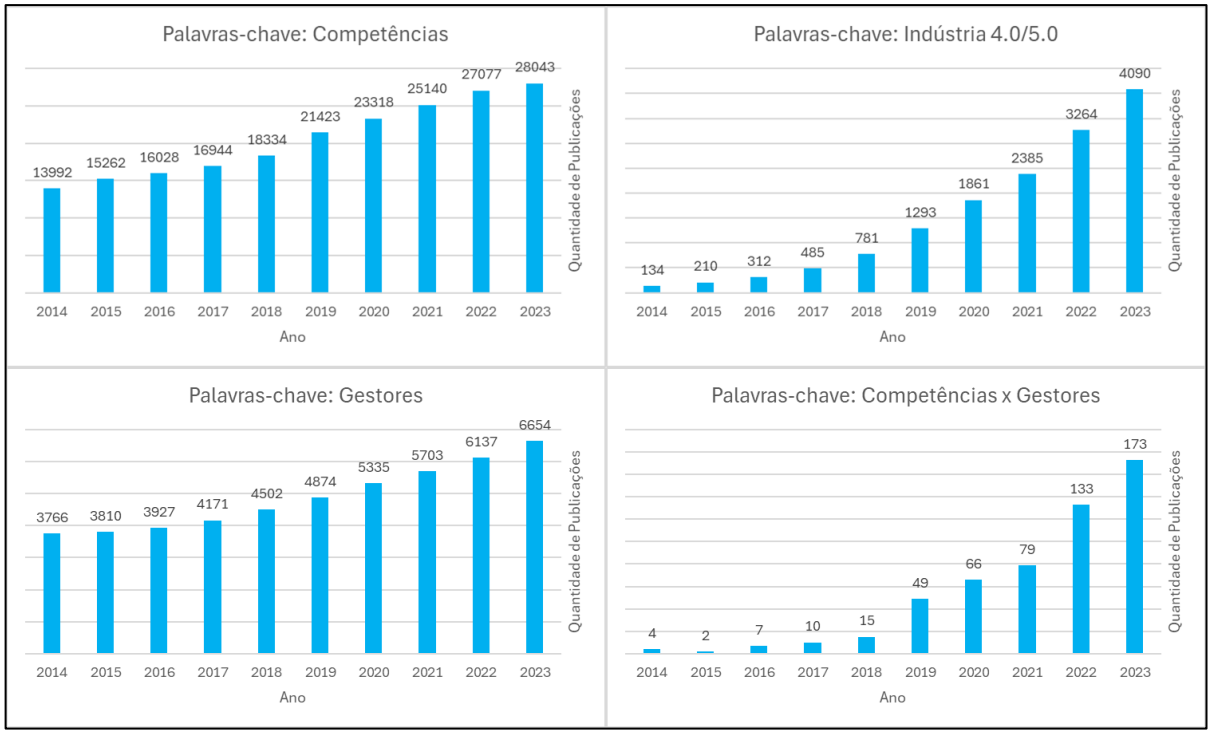
(conclusão)

Busca	Palavras-chave	*Scopus*	*Web of Science*
4	*"digital literacy" OR "skill*" OR "competenc*" OR "capabilit*" OR "capacit*" OR "digital savvy" OR "digital knowledge" OR "qualification" AND "digital transformation" OR "digital era" OR "digital context" OR "digitalisation" OR "digitalization" OR "industry 5.0" OR "industry 4.0" OR "digitization" OR "digitisation" OR "smart factor*" OR "smart Industr*" OR "smart compan*" OR "smart manufactur*" OR "manufactur* of the future" OR "future manufactur*" OR "advanced manufactur* technolog*" OR "digital transition" OR "inteligent organization" OR "smart business" OR "digital business" OR "digital innovation"*	729	598
5	*"digital literacy" OR "skill*" OR "competenc*" OR "capabilit*" OR "capacit*" OR "digital savvy" OR "digital knowledge" OR "qualification" AND "digital transformation" OR "digital era" OR "digital context" OR "digitalisation" OR "digitalization" OR "industry 5.0" OR "industry 4.0" OR "digitization" OR "digitisation" OR "smart factor*" OR "smart Industr*" OR "smart compan*" OR "smart manufactur*" OR "manufactur* of the future" OR "future manufactur*" OR "advanced manufactur* technolog*" OR "digital transition" OR "inteligent organization" OR "smart business" OR "digital business" OR "digital innovation" AND "manager" OR "leader" OR "CEO" OR "CIO" OR "CTO" OR "CDO" OR "top management" OR "director" OR "executive" OR "it staff"*	22	10
6	*"digital literacy" OR "skill*" OR "competenc*" OR "capabilit*" OR "capacit*" OR "digital savvy" OR "digital knowledge" OR "qualification" AND "digital transformation" OR "digital era" OR "digital context" OR "digitalisation" OR "digitalization" OR "industry 5.0" OR "industry 4.0" OR "digitization" OR "digitisation" OR "smart factor*" OR "smart Industr*" OR "smart compan*" OR "smart manufactur*" OR "manufactur* of the future" OR "future manufactur*" OR "advanced manufactur* technolog*" OR "digital transition" OR "inteligent organization" OR "smart business" OR "digital business" OR "digital innovation" AND "manager" OR "leader" OR "CEO" OR "CIO" OR "CTO" OR "CDO" OR "top management" OR "director" OR "executive" OR "it staff" AND "automotive" OR "automaker*"*	0	0
7	*"digital literacy" OR "skill*" OR "competenc*" OR "capabilit*" OR "capacit*" OR "digital savvy" OR "digital knowledge" OR "qualification" AND "digital transformation" OR "digital era" OR "digital context" OR "digitalisation" OR "digitalization" OR "industry 5.0" OR "industry 4.0" OR "digitization" OR "digitisation" OR "smart factor*" OR "smart Industr*" OR "smart compan*" OR "smart manufactur*" OR "manufactur* of the future" OR "future manufactur*" OR "advanced manufactur* technolog*" OR "digital transition" OR "inteligent organization" OR "smart business" OR "digital business" OR "digital innovation" AND "manager" OR "leader" OR "CEO" OR "CIO" OR "CTO" OR "CDO" OR "top management" OR "director" OR "executive" OR "it staff" AND "MCDA" OR "multi-criteria decision analysis" OR "MCDM" OR "multi-criteria decision making"OR "AHP" OR "analytic* hierarchy process"*	0	0

Fonte: Produção do próprio autor.

Em termos de evolução dos temas explorados, a Figura 1 mostra o crescimento no número de publicações, considerando o período de 2014 a 2023, para os grupos de palavras-chave (Tabela 1) relacionados aos temas ‘Competências’, ‘Indústria 4.0/5.0’ e ‘Gestores’, assim como para a relação entre ‘Competências’ e ‘Gestores’. É possível observar um aumento contínuo na quantidade de publicações anuais, indicando que os temas explorados têm motivado interesse da comunidade científica.

Figura 1 – Quantidade de publicações por ano dos temas pesquisados



Fonte: Base de dados *Scopus*.

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa combina métodos quantitativos e qualitativos (quanti-quali). Uma análise multicritério (quantitativa) é aplicada por meio do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), baseando-se no julgamento dos gestores do setor explorado. Uma análise qualitativa é também realizada, considerado a combinação dos resultados do AHP com discussões realizadas com os gestores sobre as competências ou grupos de competências analisadas.

As comparações relativas envolvendo os vários fatores desta pesquisa formam um problema de decisão complexo, que inclui o julgamento de especialistas, tornando difícil a expressão de alguns desses fatores em unidades mensuráveis, assim como o desenvolvimento de critérios de avaliação em uma estrutura analítica capaz de facilitar a compreensão dos fenômenos da pesquisa. Assim, procurou-se “descobrir e compreender um fenômeno, um processo, ou as perspectivas e visões de mundo das pessoas nele envolvidas” (GODOY, 2005). O procedimento metodológico foi então desenvolvido em três fases, considerando a Caracterização dos Fatores (competências e grupos de competências), o Delineamento do Trabalho de Campo, que além da caracterização do fluxo metodológico, estabelece os protocolos de pesquisa quantitativos e qualitativos, e o Trabalho de Campo, consistindo na aplicação do protocolo quantitativo, com a aplicação de instrumento de coleta de dados

(questionário de comparações paritárias) aos especialistas (gestores) de empresas do setor estudado para uma classificação (ranqueamento) quantitativa prévia das competências estudadas, e na aplicação do protocolo qualitativo para confirmação ou refutação dos fatores prioritários identificados.

A pesquisa considerou competências digitais técnicas, gerenciais, sociais e motivacionais, adaptadas da estrutura inicialmente estabelecida por Gagné-Pratte, Mosconi e Jorge (2022). Um questionário estruturado foi empregado para a captação do julgamento dos especialistas (gestores). Os fatores estudados (grupos de competências e suas alternativas) foram classificados e analisados pelo método AHP de Saaty (1977), com a aplicação de um processo de redução de julgamentos (IPC - *Incomplete Pairwise Comparison*), baseado na proposta de Harker (1987). O AHP-IPC se mostra adequado aos objetivos e preocupações desta pesquisa em termos de análise multicritério dos grupos de competências e suas alternativas.

A utilização do AHP-IPC na fase inicial quantitativa desta pesquisa se justifica uma vez que este decompõe os problemas complexos de tomada de decisão (ou seja, com múltiplas opções) em subproblemas divididos em níveis hierárquicos (MUNIZ JR. *et al*., 2017; ISHIZAKA; PEARMAN; NEMERY, 2012) e viabiliza a pesquisa em termos de tempo disponível pelos especialistas para o julgamento das prioridades relativas. A aplicação do método AHP especificamente, é eficaz para o ranqueamento de alternativas (EMROUZNEJAD; MARRA, 2017; SUBRAMANIAN; RAMANATHAN, 2012; HO, 2008), e é usado para analisar a percepção de grupos de especialistas em termos de preferências individuais ou consenso (FORMAN; PENIWATI, 1998), sendo então, uma base para alcançar o objetivo desta pesquisa. As competências e grupos de competências analisadas, são provenientes da literatura geral que relaciona o papel e função dos gestores nos contextos de transformação tecnológica, o que incluí também a indústria automotiva. A aplicação do método AHP-IPC, proporciona adicionalmente nesse sentido, a identificação da pertinência de tais competências para os gestores da indústria automotiva.

Discussões direcionadas dos resultados quantitativos foram também realizadas por meio de entrevistas (*Focus Group* – KITZINGER, 1995) conduzidas com grupos de gestores, para confirmação ou refutação das prioridades identificadas e entendimento das razões ligadas ao estabelecimento de tais prioridades.

Este trabalho apresenta resultados abrangendo 31 empresas do setor automotivo do Brasil, sendo 11 montadoras de automóveis e 20 fornecedores diretos, fabricantes de partes e subconjuntos.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho apresenta na segunda seção, sua base teórica, abordando os principais conceitos relacionados à I5.0, às competências dos gestores envolvidos neste contexto, aspectos do setor automotivo e principais conceitos da tomada de decisão com múltiplos critérios. A terceira seção descreve o procedimento metodológico adotado, procurando detalhar a sequência de fases e etapas para sua aplicação. Posteriormente, a quarta seção desenvolve o registro dos resultados e discussão, sustentando assim, as conclusões, finalmente apresentadas na quinta seção.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 INDÚSTRIA 5.0

A implementação de novas tecnologias na indústria, como sistemas *ciber*físicos, *big data*, manufatura aditiva, internet das coisas, inteligência artificial, robótica, computação em nuvem, simulação digital, integração de sistemas, segurança cibernética, realidade aumentada, entre outras (SOORI; AREZOO; DASTRES, 2023; NÚÑEZ-MERINO *et al*., 2020; KLINGENBERG; BORGES; ANTUNES JR., 2019), indicam uma transformação da produção e distribuição de bens e serviços, com possíveis consequências de longo alcance, em questões que vão desde o desenvolvimento de habilidades dos trabalhadores até o impacto ambiental, distribuição de renda e bem-estar social (OECD, 2017).

A adoção de tecnologias têm sido amplamente referida como Indústria 4.0 na Alemanha e Brasil (DRATH; HORCH, 2014; LASI *et al*., 2014), *Manufacturing of the Future, Advanced Manufacturing Technology* e *Smart Factory* nos EUA (SOORI; AREZOO; DASTRES, 2023; FRIES *et al*., 2021; CHEN *et al*., 2017; WANG *et al*., 2016), *Future Manufacturing* no Reino Unido (MARIANI; BORGHI, 2019; PETERS; CHUN; LANZA, 2016), ou por algumas variantes como *Digitalization* ou *Smart Manufacturing* na Alemanha, EUA e Coreia (KANG *et al*., 2016; PETERS; CHUN; LANZA, 2016). Esse movimento de transformação tecnológica, surgiu como uma nova revolução industrial, considerando a capacidade das novas tecnologias em criar sistemas inteligentes e autônomos capazes de produzir produtos customizados em pequenos lotes a custos baixos (SONY; NAIK, 2020; MARNEWICK; MARNEWICK, 2019), melhorar as condições de trabalho automatizando tarefas repetitivas (KARRE *et al*., 2017), e trazer em última análise, interação rápida com clientes e fornecedores e desempenho organizacional (SZÁSZ *et al*., 2020; ABUBAKAR *et al*., 2019; SCHNEIDER, 2018). Implica um sistema de fabricação no qual máquinas habilitadas para o digital executam rotinas enquanto interagem com operadores e outras máquinas por meio da internet das coisas (MANESH *et al*., 2021). Embora possa ser considerada principalmente como uma aplicação de tecnologia digital em processos de fabricação, sua adoção requer interação homem-máquina (TROMPISCH, 2017). Portanto, essa revolução industrial não deve ser encarada apenas como uma questão tecnológica voltada para o aumento da produtividade, pois também impacta a organização do trabalho (KAASINEN *et al*., 2020).

A I5.0, disseminada pela Comissão Europeia, materializa o esforço para imprimir uma visão sustentável, centrada no ser humano e resiliente nos objetivos de transformação

tecnológica da indústria, estabelecendo foco não somente na tecnologia por seus potenciais benefícios em termos de eficiência, competitividade ou retorno financeiro, mas objetivando benefícios voltados ao bem-estar humano, para uma indústria inovativa e capaz de se adaptar aos novos desafios de mercado e mudanças tecnológicas, mas com a manutenção do emprego e prosperidade para a sociedade (BREQUE *et al.*, 2021).

A transformação tecnológica demanda uma mão-de-obra qualificada, modifica rotinas e afeta o planejamento e a tomada de decisões para produzir produtos e serviços personalizados e de alta qualidade (KOLYASNIKOV; KELCHEVSKAYA, 2020). Os contextos industriais são sistemas sociotécnicos que envolvem interações contínuas com aspectos sociais, das pessoas e da tecnologia, afetando áreas da vida e do trabalho humano (MUNIZ JR. *et al*., 2022). O novo contexto tecnológico pode estimular o desenvolvimento de uma nova estrutura sociotécnica e mudar a forma como o trabalho é realizado (YOUSSEF; MEJRI, 2023).

A I5.0 reflete a busca por um equilíbrio entre os benefícios econômicos gerados pelas tecnologias e os impactos humanos/sociais (ROŽANEC *et al.*, 2023). A manutenção do trabalho, estabelecida nos princípios da I5.0 é alinhada com preocupações ligadas à sustentabilidade socioeconômica, o que pode afetar a própria indústria em termos de estabilidade e crescimento (LENG *et al.*, 2022). A I5.0 passa então a ser impulsionada tanto por políticas públicas em todo o mundo, como pela atuação de grandes corporações multinacionais (GARRIDO *et al.*, 2024).

Há uma expectativa de que novas tecnologias disruptivas possam melhorar a eficiência produtiva, mas a intenção de implementação de tais tecnologias muitas vezes ignora impactos sociais em termos de uma possível redução no número de empregos, gerando resistência de trabalhadores e sindicatos, dificultando a adoção das tecnologias e o processo de engajamento das pessoas (MADDIKUNTA *et al.*, 2022). Tal desequilíbrio pode ser gerenciado pelos objetivos do I5.0, que busca alinhar a implementação tecnológica com os objetivos sociais, colocando os trabalhadores em um ponto central (LU *et al.*, 2022; MADDIKUNTA *et al.*, 2022).

O I5.0 busca a implementação de novas tecnologias, mas de forma que estas possam cooperar com o trabalho humano, operando de forma colaborativa com os trabalhadores e respeitando os limites sustentáveis e de bem-estar social (GOVINDAN, 2024; MODGIL; SINGH; AGRAWAL, 2023; MAZUR; WALCZYNA, 2022). Nesse sentido, a I5.0 muda, por exemplo, a ideia de uma tecnologia robótica completamente autônoma, alterando o termo "*robots*" para "*cobots*" (robôs colaborativos), considerando estes como equipamentos que trabalham em parceria com os trabalhadores, que são capazes de aprender com os humanos,

reconhecer sua presença e garantir sua segurança, realizando tarefas repetitivas em massa, aprendendo de forma rápida e contínua, mas também seguindo programação e tomada de decisão conjunta com o elemento humano (WANG *et al.*, 2024), que passará a contribuir com competências únicas, em termos de raciocínio complexo, inteligência socioemocional e criatividade (ADEL, 2022; LU *et al.*, 2022).

Desta forma, a I5.0 recoloca o trabalhador em foco e promove um trabalho mais qualificado, o que exige o desenvolvimento de novas competências, estabelecendo uma transição de interações manuais para cognitivas com os processos produtivos e promovendo tarefas com mais valor agregado (MODGIL; SINGH; AGRAWAL, 2023; ADEL, 2022). O I5.0 também tem um foco maior na educação orientada para o trabalho integrado entre os trabalhadores e máquinas (MADDIKUNTA *et al.*, 2022).

Em geral, a indústria e diferentes modelos de negócios serão afetados por mudanças decorrentes da transformação tecnológica, que deve alterar o cenário no mercado de emprego, mas também criar oportunidades e demandas por novas competências humanas (RUINER *et al.*, 2024). Em um contexto I5.0, mais centrado no ser humano, empregadores estarão cada vez mais dispostos a encontrar profissionais alinhados a essas novas demandas (GARRIDO *et al.*, 2024).

A implementação de novas tecnologias pode gerar impactos em âmbito individual (nos profissionais) ou organizacional, nos sistemas e nas equipes de trabalho, nas práticas de gestão, bem como em âmbito nacional, nas políticas públicas e nas redes de inovação e produção (POLÁKOVÁ *et al.*, 2023; GHISLIERI; MOLINO; CORTESE, 2018; MARIANI; BORGHI, 2019). Demanda novas competências dos profissionais, que podem ser classificadas em relação ao tipo de tarefa (relacionado ao nível de decisão, domínio de conhecimentos, interdisciplinaridade, etc.) aos aspectos comportamentais e cognitivos (relacionado à responsabilidade, pensamento sistemático, etc.) ou sociais (quanto à flexibilidade e adaptabilidade) (CARLSSON, 2023; MALIK *et al*., 2021; CHAKA, 2020; VRCHOTA *et al*., 2020; HOLM, 2018).

Questões socioculturais podem influenciar a forma como os profissionais interagem com as tecnologias e impactar os objetivos organizacionais (TORTORELLA *et al*., 2020). As capacidades individuais de aprendizagem, o histórico social e cultural ou motivações pessoais influenciam na compreensão e uso de tecnologias disruptivas (LI *et al*., 2023; CASSIA *et al*., 2020; NÚÑEZ-MERINO *et al*., 2020) e no processo de criação de conhecimento para aplicações operacionais estratégicas relacionadas (MANESH *et al*., 2021; KOLYASNIKOV; KELCHEVSKAYA, 2020). A cultura organizacional também pode influenciar na maneira

como os profissionais interagem com os recursos tecnológicos (LI; YANG; MENG, 2024; SARTORI; FREDERICO; SILVA, 2022; DING *et al*., 2017), e na tomada de decisão no contexto produtivo de transformação tecnológica (KNAP-STEFANIUK, 2023; ABUBAKAR *et al*., 2019; NÚÑEZ-MERINO *et al*., 2020).

A adoção de novas tecnologias pode influenciar positivamente a flexibilidade e autonomia do trabalho, levando também a um melhor desempenho produtivo, aumento da criatividade e inovação (MALIK *et al*., 2021; CASSIA *et al*., 2020). No entanto, a aquisição e disseminação de conhecimento tecnológico dentro da organização se faz importante no apoio ao processo de implementação tecnológica e de inovação (MANESH *et al*., 2021; SARTORI; FREDERICO; SILVA, 2022; DING *et al*., 2017).

As tecnologias atreladas à I5.0 permitem que os profissionais usuários busquem soluções de forma autônoma e usem os recursos digitais para gerenciar tarefas rotineiras de forma colaborativa (MALIK *et al*., 2021; KOLYASNIKOV; KELCHEVSKAYA, 2020), podendo envolver práticas de autoaprendizagem e autodesenvolvimento (TORRES; PIMENTEL; MATIAS, 2023; KAASINEN *et al*., 2020) e, portanto, tais tecnologias demandam das organizações o entendimento dos aspectos socioculturais para a obtenção dos benefícios esperados (PANAGOU; NEUMANN; FRUGGIERO, 2024; TORTORELLA *et al*., 2020).

Além da interação humana com a própria tecnologia (CHEHBI-GAMOURA *et al*., 2020; CHONG; RAMAKRISHNA; SINGH, 2018), a implementação tecnológica requer a relação com recursos e protocolos operacionais de segurança (NÚÑEZ-MERINO *et al*., 2020), aprendizado (TORTORELLA *et al*., 2020), treinamento (KAASINEN *et al*., 2020), e análise contínua de desempenho (CALDERON-MONGE; RIBEIRO-SORIANO, 2024; LI *et al*., 2021). Há um consenso crescente para a complementação de competências de interface entre pessoas e tecnologias para o atingimento da visão centrada no ser humano da I5.0 (ROŽANEC *et al.*, 2023).

Embora a implementação de novas tecnologias influenciem a aprendizagem individual e em grupo (TORTORELLA *et al*., 2020), reforçando a necessidade de estratégias de treinamento atualizadas (WANG *et al.*, 2024; BUER; STRANDHAGEN; CHAN, 2018), a literatura ainda imprime maior foco nas questões tecnológicas (SINGH; GOYAT; PANWAR, 2022; CASTRO; FERNÁNDEZ; COLSA, 2021), gerando uma demanda por iniciativas que explorem aspectos mais humanos, como as competências dos gestores para a I5.0 (TORRES; PIMENTEL; MATIAS, 2023; SARTORI; FREDERICO; SILVA, 2022) e as práticas de gestão relacionadas ao contexto industrial (POZZI; ROSSI; SECCHI, 2023; SONG *et al*., 2021).

2.2 COMPETÊNCIAS DOS GESTORES NA INDÚSTRIA 5.0

A mudança de paradigma ligada à implementação de tecnologias disruptivas gera novas oportunidades que, alinhadas com aspectos organizacionais, como de estrutura, visão, cultura, liderança, processos e capacidade digital, podem ser assumidas como uma estratégia empresarial para inovar e obter vantagem competitiva (LIU et al., 2023; ÇALLI *et al*., 2022; GURBAXANI; DUNKLE, 2019), promovendo a melhoria dos negócios, em alinhamento com a transformação tecnológica relacionada (ÇALLI *et al*., 2022).

Tecnologias mais convencionais e tradicionais fazem parte do conhecimento e da estrutura tecnológica da organização, e as novas tecnologias geralmente são implementadas gradualmente nas organizações, suportadas pela confirmação de potenciais benefícios (BAPTISTA *et al*., 2020; FIRK *et al*., 2022), mas o sucesso da transformação tecnológica pode estar mais relacionado ao desenvolvimento das pessoas do que da própria implementação de tais tecnologias (SAWY *et al*., 2016).

O impacto da I5.0 e o desenvolvimento constante de novos negócios e produtos decorrentes de suas tecnologias disruptivas ampliam as fronteiras das empresas para maior competitividade, podendo gerar também novos ecossistemas de negócios focados em inovação, com iniciativas de cooperação que envolvem as competências humanas (ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022; SHIRISH *et al*., 2023).

A transformação tecnológica na indústria reflete um ambiente empresarial dinâmico de constante mudança, que exige capacidades humanas e organizacionais alinhadas com as tecnologias disruptivas e alicerçadas na competência individual, usando as oportunidades desta transformação como elemento estratégico (VU *et al*., 2023; Van LAAR; Van DEURSEN; Van DIJK, 2022).

Algumas competências para a indústria do futuro são indicadas pelo Fórum Mundial de Fabricação, considerando como pertinentes capacitações em termos de alfabetização digital, inteligência artificial e análise de dados, solução criativa de problemas, segurança cibernética, segurança física e psicológica em relação às novas tecnologias, mentalidade empreendedora, mentalidade intercultural, interdisciplinar, inclusiva e orientada para a diversidade, convivência com a complexidade crescente e mudanças constantes, e habilidades de comunicação (BREQUE *et al.*, 2021).

Além disso, a atuação dos gestores digitais deve integrar a competência de promover a inovação digital e a flexibilidade organizacional necessária para lidar com as incertezas ambientais geradas pela transformação tecnológica (HU *et al*., 2024).

Os processos de inovação desempenham um papel importante no contexto da I5.0, desenvolvendo novos elementos de competitividade e estabelecendo uma relação entre as tecnologias adotadas e a criação de novos valores para o negócio, o que exige uma gestão dinâmica e equilibrada dos recursos e objetivos de forma eficiente (LI *et al*., 2023; FIRK *et al*., 2022; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022), demandando esforços coletivos de investimento e comprometimento para ações alinhadas ao contexto de transformação tecnológica e criatividade (Van LAAR; Van DEURSEN; Van DIJK, 2022; BREQUE *et al.*, 2021). A inovação se torna então uma base importante para que haja a obtenção de benefícios pela implementação da cultura produtiva baseada nas novas tecnologias e a forma de atuação dos gestores em níveis mais estratégicos impacta nos processos de inovação para negócios mais alinhados ao contexto digital (HU *et al*., 2024).

A gestão orientada para a inovação requer dos gestores competências alinhadas ao novo contexto, que coloca o processo constante de inovação como necessário e vital para estabelecer um ciclo contínuo na relação entre investimentos em capacidade digital e conhecimento, que possa resultar em elementos passíveis de serem comercializados na forma de valores recém-criados vinculados ao negócio (ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022; BAPTISTA *et al*., 2020), e criar geradores de crescimento econômico no contexto de transformação tecnológica (ALEKHINA; PARAKHINA; BORIS, 2020).

Uma vez que as novas tecnologias podem atuar como incentivadoras em processos de criação e na produção de novos produtos e serviços alinhados à estratégia do negócio e às necessidades dos clientes (HU *et al*., 2024; PIWOWAR-SULEJ, 2021; SAARIKKO; WESTERGREN; BLOMQUIST, 2020), o estabelecimento de uma relação entre estas tecnologias, com as competências humanas e a inovação constitui um desafio para os ecossistemas industriais em termos de desenvolvimento e conversão do potencial inovador para lidar com oportunidades e desafios emergentes da I5.0 (HU *et al*., 2024; FIRK *et al*., 2022).

A atuação dos gestores industriais com competências digitais desenvolvidas pode favorecer o compartilhamento de esforços, conhecimento e criatividade em ciclos contínuos de inovação alinhados com as oportunidades geradas pelas novas tecnologias (Van LAAR; Van DEURSEN; Van DIJK, 2022), estimulando novos produtos e relacionamentos entre fornecedores e clientes, e motivando novas capacidades e estruturas organizacionais (AL AMRI; KHETANI; MAREY-PEREZ, 2021; TUMBAS; BERENTE; Vom BROCKE, 2018).

A implementação de novas tecnologias também demanda novas mentalidades e competências dependendo de cada nível organizacional específico, e em nível de liderança requer maiores capacidades de adaptação à mudanças constantes, para ser também capaz de

estimular equipes de trabalhadores para essa condição (LIU *et al*., 2022; LI *et al*., 2021; ALEKHINA; PARAKHINA; BORIS, 2020). A Comissão Europeia reforça a necessidade de se promover em alto nível a capacitação em termos de competências para a I5.0 (BREQUE *et al.*, 2021).

As mudanças geradas pela transformação tecnológica impactam então em líderes e gestores nos níveis táticos estratégicos das organizações, que precisam desenvolver competências relacionadas apropriadas para serem capazes de implementar estratégias alinhadas ao novo contexto (ALEKHINA; PARAKHINA; BORIS, 2020), embora equipes de gestão no contexto digital também possam se beneficiar pela inclusão de indivíduos com especialidades diferentes (HU *et al*., 2024).

A capacitação digital dos gestores constitui um aspecto crítico e requer o desenvolvimento de competências atreladas às oportunidades tecnológicas (ZULU; SAAD; GLEDSON, 2023; ÇALLI *et al*., 2022; WERITZ, 2022), mas estes são também desafiados a desenvolver constantemente novas competências sociais e motivacionais, para gerar e estimular o engajamento e criatividade das equipes de trabalho (ALEKHINA; PARAKHINA; BORIS, 2020).

Enquanto tarefas mais operacionais podem ser beneficiadas com a transformação tecnológica, o maior nível de complexidade gerado nas configurações dos processos impacta em uma maior demanda por esforços de gestão (NWANKPA; DATTA, 2017). Estilos de gestão alinhados a um papel proativo, reativo ou passivo na adoção ou aproveitamento de oportunidades tecnológicas são esperados (SHIRISH *et al*., 2023).

Na realização da transição tecnológica, as empresas industriais são desafiadas alinhar os estilos de gestão mais adequados à estratégia de negócios já implementada, ao mesmo tempo que deve desenvolver as capacidades dos gestores juntamente com as soluções de adaptação, como para a integração de recursos tecnológicos produtivos convencionais, digitalmente ultrapassados, e estruturas de processos tradicionais, com novas tecnologias disruptivas e em uma nova cultura produtiva, tendo em conta a modificação da forma de interação humana, com novos papéis e tarefas (FIRK *et al*., 2022; OGBEIBU *et al*., 2022).

O desenvolvimento das competências dos gestores exige uma mudança de mentalidade quanto à motivação para adoção de tecnologias, aprendizagem digital constante, engajamento com a informação, pensamento inovador, atitudes inovadoras e o desenvolvimento de uma visão alinhada às oportunidades tecnológicas (YLITALO *et al*., 2023; SINERVO; KORK; HASANEN, 2023).

Os gestores em nível tático estratégico atuam como moderadores de poder tecnológico na gestão dos recursos relacionados (LI; YANG; MENG, 2024), orientando e controlando os processos, as novas relações e estratégias de operações, e exercendo influência comportamental nas pessoas envolvidas em novas tarefas (HU *et al*., 2024; OGBEIBU *et al*., 2022).

Os gestores devem orientar a interação das pessoas com os recursos tecnológicos de forma eficiente, por meio da gestão dinâmica e estrutural das tecnologias digitais de produção (HU *et al*., 2024; OGBEIBU *et al*., 2022; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022), o que requer também certo nível de conhecimento e habilidade com as novas tecnologias, para apoiar as iniciativas e estratégias da empresa e obter bom desempenho (FIRK *et al*., 2022).

A experiência acumulada em funções anteriores e setores diferentes combinada com novas competências digitais também podem facilitar a adaptação das organizações na I5.0 (LI; YANG; MENG, 2024).

Como as tecnologias digitais criam novas configurações para o ambiente industrial e para as interações colaborativas das atividades digitais-humanas, o gestor tem a função de direcionar esforços, desenvolvendo e integrando tais configurações para o benefício dos processos produtivos ou de inovação (BAPTISTA *et al*., 2020).

O desenvolvimento de competências digitais por gestores pode refletir no nível de conhecimento digital organizacional, bem como no potencial de implementação de novas tecnologias digitais e na capacidade de gerar inovações capazes de criar vantagem competitiva (ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022; BAPTISTA *et al*., 2020).

As publicações científicas de temas relacionados às competências dos gestores na I5.0 têm explorado aspectos diversos que interagem com os efeitos diretos da transformação tecnológica, na natureza do trabalho (TORRES; PIMENTEL; MATIAS, 2023; HU *et al*., 2024), nas interações dos gestores com as tecnologias (OGBEIBU *et al*., 2022; POSZYTEK, 2022), o papel moderador do gestor na relação entre implementação tecnológica e desempenho organizacional (BENDIG *et al*., 2022), a prontidão dos gestores para a transformação tecnológica (SHIRISH et al., 2023), a relação da competência dos gestores com a estratégia I5.0 (LI; YANG; MENG, 2024; HU *et al*., 2024; CARLSSON, 2023; HENDERIKX; STOFFERS, 2023), a sustentabilidade do emprego e carreira em funções de gestão (ZHANG *et al*., 2022), características individuais favoráveis ao desenvolvimento dos gestores na I5.0 (ZULU; SAAD; GLEDSON, 2023), padrões e modelos de competências (PHILIP; GILLI; KNAPPSTEIN, 2023; VU *et al*., 2023; KOLOT *et al*., 2022) e treinamento (CAZERI *et al*., 2022; WERITZ, 2022).

O conceito de competência está relacionado ao comportamento dos indivíduos em realizar atividades de forma eficiente, visando atingir um desempenho satisfatório (LIU *et al*., 2022), geralmente envolvendo conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para realizar atividades rotineiras (YLITALO *et al*., 2023).

As competências dos gestores no contexto tecnológico digital devem atuar para orientar o desenvolvimento de projetos diversificados de produtos e serviços alinhados digitalmente com os clientes, estratégias de tecnologia, marketing, comunicação e operações (PHILIP; GILLI; KNAPPSTEIN, 2023; BISOGNI *et al*., 2021; HERHAUSEN *et al.*, 2020). As novas tecnologias surgem para transformar o trabalho humano em tarefas simples em termos de monitoramento, supervisão e tomada de decisão, à medida que os processos se tornam mais complexos (LO *et al*., 2021; VU *et al*., 2023).

A disposição da gestão para explorar e usar novas tecnologias está ligada a um aspecto de inovação e desenvolvimento individual (ÇALLI *et al*., 2022). Conceitos como das capacidades gerenciais dinâmicas, que trata da capacidade de flexibilidade das organizações em integrar competências internas e externas para se adaptar as mudanças rápidas e constantes do seu contexto (HU *et al*., 2024), são estabelecidos como presentes nas competências da gestão de tática estratégica para a orientação tecnológica (BENDIG *et al*., 2022).

A transformação tecnológica também pode motivar a presença de um tipo de liderança com capacidades gerenciais mais voltada para a tecnologia, como nos casos da adoção do *Chief Information Officer* (CIO) para cargos de alta gestão, com expectativas de orientação para decisões mais alicerçada nas oportunidades tecnológicas, com alta capacidade de reduzir as pressões do contexto de mudança relacionado (BENDIG *et al*., 2022).

As competências digitais dos gestores têm gerado preocupações relacionadas à aspectos de capacitação (ZULU; SAAD; GLEDSON, 2023; ÇALLI *et al*., 2022), orientações para desenvolvimento de treinamento (CAZERI *et al*., 2022; WERITZ, 2022), características da equipe de gestão de tática estratégica (OGBEIBU *et al*., 2022, FIRK *et al*., 2022), planejamento de carreira (ZHANG *et al*., 2022), desempenho (PHILIP; GILLI; KNAPPSTEIN, 2023; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022) e sustentabilidade (OGBEIBU *et al*., 2022), em diferentes setores e negócios, mas a relação de tais aspectos no setor industrial não é aprofundado na literatura.

As empresas enfrentam então o desafio de desenvolver estratégias adequadas para treinar (CAZERI *et al*., 2022; WERITZ, 2022; BISOGNI *et al*., 2021; LI *et al*., 2021) e reter novos gestores digitais talentosos e qualificados (KAPPELMAN *et al*., 2021), com competências

formadas por um conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes, traços de personalidade e perfil técnico para a liderança (DZWIGOL *et al*., 2020).

As competências dos gestores devem ser desenvolvidas em alinhamento com a visão estratégica da empresa, com os investimentos nos recursos tecnológicos digitais alinhados ao negócio e na capacidade existente dos processos organizacionais, como bem como aspectos estruturais, sociais e culturais (LI; YANG; MENG, 2024; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022; SANTOS *et al*., 2021).

A relação entre a tecnologia e as configurações humanas exige competências gerenciais capazes de lidar com o fator humano como elemento crítico, exigindo dos gestores a capacidade de desempenhar um papel orientador da força de trabalho, para a aprendizagem, adaptação digital e conquista de desempenho no aproveitamento das oportunidades relacionadas (LIU *et al*., 2022; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022).

A capacidade e o nível de intensidade tecnológica digital do negócio influenciam nas prioridades e tipos de competência a serem desenvolvidas pelos gestores para a obtenção desempenho e atuação empresarial satisfatórios, porém, a complexidade tecnológica envolvida que depende não só de recursos, mas também da infraestrutura, conhecimento e capacidades humanas devem ser exploradas (PHILIP; GILLI; KNAPPSTEIN, 2023).

Gagné-Pratte, Mosconi e Jorge (2022) indicam que as competências digitais dos gestores, relacionadas à transformação tecnológica, podem ser distribuídas em quatro categorias, considerando:

- 'competências digitais técnicas', relacionadas às habilidades, conhecimentos e atitudes do trabalho, que os indivíduos desenvolvem por meio da prática ou aprendizado das tecnologias digitais;
- 'competências digitais gerenciais', relacionadas às habilidades, conhecimentos e atitudes necessárias para que os gestores tomem decisões informadas e resolvam problemas de forma eficaz, apoiados pelas tecnologias digitais;
- 'competências digitais sociais', relacionadas às habilidades, conhecimentos e atitudes ligados aos valores sociais dos indivíduos, em colaboração e apoiados pelas tecnologias digitais;
- 'competências digitais motivacionais', relacionadas às habilidades, conhecimentos e atitudes para motivar a força de trabalho e garantir o envolvimento ativo das pessoas no sucesso da transformação tecnológica.

2.2.1 Competências digitais técnicas

As competências digitais técnicas referem-se às habilidades, atitudes e conhecimentos relacionados ao trabalho que os indivíduos desenvolvem por meio da prática ou pelo aprendizado adquirido, relacionados às tecnologias digitais (GAGNÉ-PRATTE; MOSCONI; JORGE, 2022; ŁUPICKA; GRZYBOWSKA, 2018).

O domínio técnico em termos de conhecimento e habilidade para a utilização e aplicação de tecnologias disruptivas (ex.: Big Data, Simulação Digital, Integração de Sistemas, Inteligência Artificial, Internet das Coisas, Computação em Nuvem, Segurança Cibernética, Realidade Aumentada, Robôs Autônomos, Impressão 3D, etc.) é parte integrante das competências digitais técnicas (VU *et al*., 2023; GFRERER et al., 2021; CASSIA et al., 2020).

As competências digitais técnicas interagem e favorecem os sistemas de informação e comunicação no suporte à tomada de decisão em vários níveis organizacionais e diferentes áreas do conhecimento (POSZYTEK, 2022; AHMED; HIZAM; SENTOSA, 2020). O conhecimento ou domínio das novas tecnologias proporciona que os gestores tenham mais flexibilidade e rapidez de atuação em guiar a organização e utilizar os recursos tecnológicos de maneira eficiente para favorecer a inovação e a estratégia digital (HU *et al*., 2024; ANTONOPOULOU *et al.*, 2020).

O desenvolvimento de competências técnicas atreladas a elementos tecnológicos, como computadores, softwares, internet ou sistemas de informação, pode refletir a capacidade da liderança em utilizar tecnicamente esses elementos e aproveitar suas oportunidades para possibilitar o desenvolvimento da maturidade tecnológica organizacional e obter melhores desempenhos (ÇALLI *et al*., 2022; ANTONUCCI; FORTUNE; KIRCHMER, 2020).

O domínio de competências técnicas também pode contribuir para que os gestores identifiquem rapidamente, oportunidades e ameaças geradas por novas tecnologias digitais para adequado alinhamento das estratégias da empresa (HU *et al*., 2024; BARLETTE; BAILLETTE, 2020).

As competências técnicas são frequentemente apontadas na literatura como '*hard skills*' (KOLOT *et al*., 2022; GONZÁLEZ-VARONA *et al.*, 2021; ERCEG; ZORANOVIĆ, 2020), e podem ser definidas em termos de conteúdo e domínio operacional de recursos digitais, como informática, plataformas digitais, sistemas de informação e comunicação, ou novas tecnologias disruptivas de fabricação, podendo favorecer os gestores na tomada de decisões estratégicas para orientar recursos humanos e operacionais para atividades produtivas e de inovação (BAPTISTA *et al*., 2020; KAPPELMAN *et al*., 2021; YLITALO *et al*., 2023).

Os gerentes no contexto industrial passam a ter que desenvolver a capacidade de entender, explorar, analisar e relatar tecnicamente os dados gerados em grandes volumes por novas tecnologias (WERITZ, 2022; FACHRUNNISA *et al.*, 2020), desenvolver condições para a obtenção de insights estratégicos internos e externos ao negócio para a tomada de decisão (TUMBAS; BERENTE; Vom BROCKE, 2017), e aproveitar oportunidades de investimento geradas por novas tecnologias (HU *et al.*, 2024).

Uma vez que a dependência dos recursos tecnológicos/digitais aumenta, a Segurança Digital passa a representar uma preocupação relevante, demandando conhecimento técnico para a garantia e promoção de uma política rigorosa de Segurança Digital (ROŽANEC *et al.*, 2023). O uso prático das tecnologias também deve considerar os aspectos legais e éticos em termos de obtenção e uso de dados, relação homem-máquina, e consequências da implementação tecnológica (GROSSE et al., 2023; ROŽANEC *et al.*, 2023).

O Quadro 1 apresenta as competências digitais técnicas identificadas na literatura e definições correspondentes.

Quadro 1 – Competências digitais técnicas

Competência Relacionada	**Definição**
Tecnologias Disruptivas	Aplicar e integrar conhecimentos interdisciplinares e genéricos de tecnologias disruptivas (ex.: Big Data, Simulação Digital, Integração de Sistemas, Inteligência Artificial, Internet das Coisas, Computação em Nuvem, Segurança Cibernética, Realidade Aumentada, Robôs Autônomos, Impressão 3D, etc.) para gerar melhorias de desempenho nos negócios.
Tecnologia da Informação (TI)	Utilizar infraestrutura de TI, programação/codificação computacional, ferramentas digitais (aplicativos), instalação de hardware e desenvolvimento de softwares para apoiar melhorias de serviços e atividades gerenciais.
Segurança Digital	Identificar vulnerabilidades e aplicando recursos de segurança (ex.: serviços via Web, softwares antivírus, cartões SIM-smartphone, biometria, dispositivos pessoais) para lidar com ameaças e riscos da tecnologia digital, relacionados a pessoas, informações, ativos e a reputação comercial, com ações eficientes e eficazes.
Análise de Dados	Coletar e analisar dados suportados por tecnologias digitais (ex.: painéis dashboard, análise preditiva, Inteligência Artificial) usando estatísticas e programação algorítmica, articulando e integrando dados para insights e tomada de decisão para o enfrentamento dos desafios de negócios.
Mídia Social	Integrar mídias sociais (ex.: Facebook, Instagram, Twitter, LinkedIn, TikTok, etc.) para criar e distribuir conteúdo personalizado, analisando o público social, monitorar conversas online, colaborar com influenciadores, fornecer serviços comunitários, medir e divulgar informações de acordo com as estratégias de negócios.
Plataformas Digitais de Investimentos e Financiamento	Utilizar plataformas e ferramentas digitais para encontrar investidores para ideias inovadoras (aplicativos, redes sociais, incubadoras, aceleradoras, etc.) e atrair investimentos para a implementação de projetos e concessões.
Legal & Ético	Aplicar especialidade técnica e experiência para entender questões legais e éticas relacionadas às novas tecnologias e dados no contexto de negócios (ex.: de saúde, governo, educação), identificar desafios, gerenciar implicações e legitimar sua implementação.

Fonte: Adaptado e atualizado de Gagné-Pratte, Mosconi e Jorge (2022).

2.2.2 Competências digitais gerenciais

As competências digitais gerenciais referem-se a habilidades, atitudes e conhecimentos necessários para que os líderes tomem decisões bem informadas, bem como resolvam

problemas de maneira eficaz com o suporte de tecnologias digitais (GAGNÉ-PRATTE; MOSCONI; JORGE, 2022; ŁUPICKA; GRZYBOWSKA, 2018).

O papel cognitivo dos gestores para o gerenciamento dos recursos no contexto tecnológico se destaca (HU *et al*., 2024; JUHRO *et al.*, 2020). A competência digital gerencial inclui a compreensão do contexto industrial interno e externo, da forma de interação entre tecnologias e recursos humanos, das formas como o conhecimento digital é criado no ambiente industrial, das características da empresa, do conhecimento tecnológico digital do próprio gestor, da capacidade de inovação da organização, e dos aspectos humanos (comportamentais, sociais, culturais) individuais e de grupos (ZULU; SAAD; GLEDSON, 2023; OGBEIBU *et al*., 2022; FIRK *et al*., 2022).

A competência digital gerencial incluí então a capacidade do gestor em usar as novas tecnologias para administrar de forma eficaz os ativos de conhecimento da empresa para disseminar informações e experiências relativas ao ambiente de transformação tecnológica, e promover a cultura de aprendizagem e compartilhamento de conhecimento digital na organização (HU et al., 2024; FIRK *et al*., 2022; DHANPAT *et al.*, 2020).

A atitude de liderança digital objetiva uma atuação assertiva na aplicação das estratégias de implementação tecnológica, alinhadas com os objetivos de desempenho produtivo, mas exigindo quebras de paradigmas na compreensão do negócio e suas possibilidades estratégicas, como por exemplo, na orientação de equipes inovadoras de trabalho para a criação de valor diferencial para os clientes, atrelado aos principais produtos e com potencial para geração de vantagem competitiva e maior retorno financeiro (GURBAXANI; DUNKLE, 2019; TUMBAS; BERENTE; Vom BROCKE, 2017; SAWY *et al*., 2016).

A inovação digital requer que os gestores no contexto da I5.0 tenham a capacidade de identificar as oportunidades tecnológicas alinhadas à estratégia do negócio e orientar a atuação dos recursos humanos e tecnológicos, integradamente com o uso de conhecimentos tradicionais e novos, para a cultura de inovação (HU *et al.*, 2024; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022; ALRAJA; HUSSEIN; AHMED, 2021).

A transformação tecnológica cria um ambiente de mudanças organizacionais rápidas e constantes que alteram o conteúdo das competências gerenciais, impactando na atuação da gestão tática estratégica em termos de responsabilidade, de atividades gerenciais e do papel de liderança, no aspectos de comportamento e ação, exigindo dos gestores a capacidade de adaptação rápida e flexibilidade para equilibrar as mudanças tecnológicas com a adaptação das equipes e as necessidades organizacionais (KOLOT *et al*., 2022; ALEKHINA; PARAKHINA; BORIS, 2020).

As competências digitais gerenciais são importantes no estabelecimento de ligações entre as estratégias do negócio com as oportunidades geradas pelas novas tecnologias e para o direcionamento dos recursos da organização para aproveitamento de tais oportunidades da melhor maneira (HU *et al*., 2024; VELINOV *et al.*, 2020).

Novas competências gerenciais precisam ser desenvolvidas não somente focadas na tecnologia ou outro campo específico, mas de forma a desenvolver conhecimento abrangente em diferentes áreas e pensamento amplo pelos gestores, que apoiados pelas novas tecnologias poderão gerenciar de forma eficiente as organizações (LI; YANG; MENG, 2024; WEHRLE *et al.*, 2020).

Os modelos de competência gerencial devem ser baseados no nível de conhecimento técnico e teórico necessário para a gestão colaborativa das tecnologias e pessoas, e ações direcionadas para aproveitar as oportunidades tecnológicas em âmbito produtivo e de estratégia de negócio (ALRAJA; HUSSEIN; AHMED, 2021; DZWIGOL *et al*., 2020). Os gestores digitais devem organizar e disseminar novos conhecimentos do contexto tecnológico combinados com conhecimentos tradicionais e experiências passadas para promover a inovação e a geração de novos valores para a organização (HU *et al*., 2024; LAVALLE; CASALE, 2020).

Os gestores também assumem o papel de desenvolver o capital humano da organização e, a esse respeito, torna-se necessária uma maior atenção destes em relação aos trabalhadores em níveis técnicos e operacionais, onde a formação das competências digitais pode ser mais frágeis em termos de conteúdo, exigindo iniciativas de gestão organizacional voltadas para a conscientização e desenvolvimento de competências individuais em cada local de trabalho (Van LAAR; Van DEURSEN; Van DIJK, 2022).

Vaidya, Prasad e Mangipudi (2020) consideram a capacidade mental de inteligência para definição de estratégias e soluções como importantes para uma liderança bem-sucedida na transformação tecnológica, incluindo a capacidade de percepção e compreensão adequadas para a tomada de decisão correta, o enfrentamento de problemas, a compreensão e gestão das emoções de outras pessoas, o autodirecionamento, a autogestão das responsabilidades, o autocontrole de medo, apreensão ou ansiedade e do pensamento racional.

Espera-se que o suporte tecnológico permita uma maior dedicação dos gestores para a solução de problemas complexos. Os gestores são desafiados a desenvolverem novas competências para solução de problemas, envolvendo maior capacidade criativa e inovativa, habilidade de aprendizado contínuo e pensamento crítico, considerando as oportunidades tecnológicas para soluções mais eficientes e vantajosas (NADEAK *et al*., 2021; NURTANTO; FAWAID; SOFYAN, 2020).

As novas tecnologias proporcionam a geração de um grande volume de dados e informações, e o controle mais eficiente dos recursos da organização para uma melhor tomada de decisão nas rotinas gerenciais (LO *et al*., 2021; NÚÑEZ-MERINO *et al*., 2020), demandando dos gestores digitais certo conhecimento ou domínio do potencial tecnológico e a capacidade de orientar diferentes recursos e espacialidades individuais digitais para tais decisões e atingimento dos objetivos da empresa (HU *et al.*, 2024; FIRK *et al*., 2022). Novos avanços, como no caso da Inteligência Artificial, podem ajudar na automatização de tarefas rotineiras, mas a tomada de decisão humana continua sendo elemento chave em casos críticos (ROŽANEC *et al.*, 2023).

O contexto da I5.0 implica na necessidade no domínio de conceitos e conhecimentos diversos na relação com suas várias tecnologias e os gestores digitais devem ter também a capacidade de delegar atividades para equipes e indivíduos com diferentes especialidades e competências digitais (HU *et al.*, 2024).

O Quadro 2 apresenta as competências digitais gerenciais identificadas na literatura e definições correspondentes.

Quadro 2 – Competências digitais gerenciais

(continua)

Competência Relacionada	**Definição**
Gestão do Conhecimento	Administrar e promover a capacidade organizacional para acessar, adquirir, criar, organizar, armazenar e compartilhar o conhecimento certo no momento certo, para atividades e processos no contexto tecnológico, utilizando recursos digitais como suporte (ex.: plataformas digitais, redes sociais entre empresas, Big Data, apresentações capturadas em vídeo, e ferramentas sociais e colaborativas como bate-papo, fórum, intranet, postagens em blogs etc.).
Gestão de Recursos	Explorar oportunidades e investir com sabedoria nas tecnologias digitais, para adquirir, alocar e gerenciar com eficiência os recursos, como materiais, maquinário, tecnologia, pessoas e suas competências, finanças e recursos naturais necessários, criar vantagem organizacional e para a empresa.
Análise Estratégica & Inteligência	Usar soluções digitais e dados obtidos por meio do processo de inteligência competitiva, para orientar a gestão (ex.: por combinações e pensamento reverso) para produzir, fornecer e atender às necessidades do cliente, desenvolver e manter vantagem competitiva de negócios, considerando o contexto organizacional, social e cultural, sendo capaz de identificar ameaças e oportunidades do ambiente externo.
Tomada de Decisão	Usar tecnologias para fazer escolhas baseadas em dados, informações, conhecimento e experiência, avaliando soluções alternativas, aplicar pensamento crítico, entender conexões entre ideias, identificar a relevância de argumentos, detectar erros de raciocínio e confiar na sua intuição e em fatos, para orientar decisões estratégicas de negócios, alinhadas com as metas e iniciativas da organização.
Conscientização Baseada no Cliente	Compreender, atender e superar as expectativas do cliente, coletar dados usando tecnologias digitais (Big Data/Internet das Coisas) para ter um retrato em tempo real do comportamento do cliente e oferecer uma experiência digital personalizada.
Pensamento Empreendedor	Identificar oportunidades de mercado para a geração de valor comercial, aplicando tecnologias digitais.
Inovação Digital	Visualizar novas oportunidades, identificar padrões ocultos, desenvolver conexões entre as tecnologias, identificar oportunidades de inovação digital, pensamento inovador, práticas inovadoras, ter visão global de fenômenos aparentemente não relacionados, e incentivar o uso de ferramentas digitais colaborativas em diversas perspectivas (ex.: inteligência coletiva, co-criação, prosumidores).

Quadro 2 – Competências digitais gerenciais

(conclusão)

Competência Relacionada	Definição
Solução de Problemas	Analisar situações, identificar, avaliar, selecionar e usar tecnologias digitais e possíveis respostas tecnológicas para resolver uma determinada tarefa ou problema; ter mentalidade inquisitiva, atitude curiosa e focada em problemas de negócios baseados em fatos (analytics).
Delegação de Autoridade	Delegar autoridade efetiva a um especialista em tecnologia (ex.: CDO - Chief Digital Officer) para as iniciativas digitais e para superar o ritmo lento da transformação tecnológica.

Fonte: Adaptado e atualizado de Gagné-Pratte, Mosconi e Jorge (2022).

2.2.3 Competências digitais sociais

As competências digitais sociais referem-se a habilidades, atitudes e conhecimentos baseados nos valores sociais de um indivíduo e na colaboração apoiada por tecnologias digitais (GAGNÉ-PRATTE; MOSCONI; JORGE, 2022; ŁUPICKA; GRZYBOWSKA, 2018).

As novas competências dos gestores na I5.0 devem considerar não só a integração tecnológica e suas oportunidades relacionadas à organização, mas também os aspectos sociais em que esta está inserida (HU *et al*., 2024; OGBEIBU *et al*., 2022).

Em uma visão I5.0, a tecnologia auxilia as pessoas e deve estar adaptada para as necessidades dos profissionais e para contribuir com os mesmos, colocando estes em um papel de controle, mais inclusivo, que demanda envolvimento com a implementação e uso das tecnologias, além da devida atribuição de autonomia e empoderamento (BREQUE *et al.*, 2021).

O desenvolvimento de controle emocional para lidar com contextos dinâmicos onde a pressão por resultados é presente e capacidade de compreender as interações sociais e os limites dos indivíduos e grupos, de perceber o significado e de controlar essas interações, também desempenham um papel diferencial na atuação da gestão no ambiente de transformação tecnológica na indústria (JACKSON; DUNN-JENSEN, 2021; VAIDYA; PRASAD; MANGIPUDI, 2020).

O desenvolvimento e incentivo à interação dos indivíduos e às práticas de comunicação no contexto digital podem fortalecer a sinergia, confiança e cooperação entre os integrantes das equipes de gestão para um melhor desempenho (HU *et al*., 2024; GFRERER *et al.*, 2021). Esse fortalecimento da interação social também pode se beneficiar de recursos e oportunidades tecnológicas para estimulara a inovação e o sucesso na I5.0 (HENDERIKX; STOFFERS, 2023).

A conquista da maturidade tecnológica organizacional, que está ligada ao aproveitamento das oportunidades emergentes geradas pela implantação das tecnologias digitais, requer o

desenvolvimento de uma maturidade cultural para a tecnologia vinculada aos aspectos sociais, exigindo iniciativas e investimentos contínuos na integração e conscientização das equipes envolvidas com a implementação e uso de tecnologias disruptivas, considerando a cultura e comportamento social envolvidos (ÇALLI *et al*., 2022; JACKSON; DUNN-JENSEN, 2021; KANNAN; GARAD, 2020).

O Quadro 3 apresenta as competências digitais sociais identificadas na literatura e definições correspondentes.

Quadro 3 – Competências digitais sociais

Competência Relacionada	**Definição**
Comunicação	Utilizar recursos digitais e mídias sociais para interagir efetivamente com grupos interpessoais, ambientes organizacionais e públicos, incluindo o envio e recebimento de mensagens, em vários contextos com indivíduos ou grupos.
Empatia	Aplicar recursos de comunicação digital e mídias sociais para se informar e vivenciar sentimentos do ponto de vista de indivíduos e parceiros comerciais, demonstrando interesse em suas preocupações e ansiedades, incentivando e apoiando a cooperação e promovendo a co-criação e o compartilhamento de ideias.
Trabalho em Equipe	Facilitar o trabalho em equipe por meio do uso de recursos digitais para apoiar a colaboração da equipe, atingir objetivos coletivos, expandir e desenvolver networking, usando mídias sociais e gerenciar parcerias por meio de plataformas colaborativas.
Diversidade & Relações Interculturais	Usar recursos digitais para promover a integração da diversidade e gerar melhor desempenho organizacional, valorizar e trabalhar efetivamente com indivíduos de diversas orientações culturais, raciais, étnicas, políticas ou orientações de estilo de vida.
Envolvimento & Empoderamento	Envolver indivíduos em decisões e atividades de maneira efetiva, apoiar inovadores digitais dentro da organização e incluindo sua contribuição nas decisões, como na implementação de novas tecnologias, processos, ferramentas, etc.
Inteligência Emocional	Usar recursos digitais para identificar estados emocionais – seu ou de outras pessoas – e informações afetivas para orientar o pensamento e o comportamento, lidar com relacionamentos, analisar pensamentos, intuições e reações, praticar a autoavaliação e monitorar melhorias em aspectos pessoais e profissionais.
Resolução de Conflitos	Utilizar recursos digitais (ex.: em contextos de trabalho híbrido ou remoto) para apoiar a discussão e a expressão de pontos de vista, encorajar comprometimento e abordar eficazmente as tensões e conflitos, resolver litígios por meio de ferramenta/plataforma online e facilitando a interação entre partes em disputa.
Relações Intergeracionais	Lidar com equipes de várias gerações, compreender seus pontos fortes e fracos, cultura de trabalho e aspirações, escolher tecnologias e ferramentas adaptadas para integrar a força de trabalho e ajudar indivíduos a adotar ferramentas digitais.

Fonte: Adaptado e atualizado de Gagné-Pratte, Mosconi e Jorge (2022).

2.2.4 Competências digitais motivacionais

As competências digitais motivacionais referem-se a habilidades, atitudes e conhecimentos individuais para motivar a força de trabalho e garantir que estejam ativamente envolvidos nas iniciativas para o sucesso da transformação tecnológica (GAGNÉ-PRATTE; MOSCONI; JORGE, 2022, ALEKHINA; PARAKHINA; BORIS, 2020).

Alekhina, Parakhina e Boris (2020), destacam que a gestão digital deve ser ativa na interação com as pessoas, exercendo um papel motivacional e preparada psicologicamente para incentivar mudanças constantes e processos de criação e inovação durante períodos de

transformação tecnológica, aliando o comportamento de liderança com as experiências e conhecimentos pessoais, com à compreensão crítica de riscos inerentes ao negócio, e com a capacidade de motivar os outros de acordo com os objetivos de desempenho da organização.

Uma liderança inovadora moderna requer o desenvolvimento constante de competências motivacionais, capazes de favorecer os líderes a inspirar e incentivar colaboradores altamente criativos na interação com novas tecnologias, na resolução de problemas complexos e nos processos de inovação (ALEKHINA; PARAKHINA; BORIS, 2020). O ambiente disruptivo e inovador pode ser favorecido pela atuação de líderes mais capacitados mentalmente e emocionalmente para motivar as pessoas envolvidas a agirem de forma engajada e alinhada com as estratégias da organização (VAIDYA; PRASAD; MANGIPUDI, 2020).

O desenvolvimento de competências digitais em geral pelos gestores implica na geração de uma maior confiança das pessoas e equipes gerenciadas, enquanto um baixo nível de capacitação em termos de competências digitais por parte destes gestores pode constituir baixa motivação para adoção e uso das tecnologias (ZULU; SAAD; GLEDSON, 2023; NADEAK *et al*., 2021; RADOVIĆ-MARKOVIĆ; TOMAŠ-MISKIN; MARKOVIĆ, 2019).

A atuação da gestão tática estratégica em organizações industriais no contexto da I5.0 exerce uma influência motivadora facilitadora além das esperadas funções convencionais, com impactos internos e externos, por exemplo, no incentivo de interações mais robustas entre as equipes gerenciadas com clientes e fornecedores (FIRK *et al*., 2022; OGBEIBU *et al*., 2022). O papel motivador do gestor pode traduzir a vontade da organização quanto às decisões para o tipo de condução tecnológica (OGBEIBU *et al*., 2022; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022; BOLEK; GUBOVÁ; JONIAKOVÁ, 2021).

O Quadro 4 apresenta as competências digitais motivacionais identificadas na literatura e definições correspondentes.

Quadro 4 – Competências digitais motivacionais

(continua)

Competência Relacionada	**Definição**
Liderança	Inspirar, direcionar e mobilizar indivíduos, ajustar a definição de visão, desenvolver estratégias para o alcance de metas e para a orientação da organização em direção à transformação tecnológica, encorajar a adoção de tecnologias digitais e a criação de programas digitais sustentáveis.
Influência & Persuasão	Usar recursos digitais para defender ideias, pontos de vista, comportamentos e opiniões, definir resultados mensuráveis para atividades em plataformas digitais, por exemplo, por meio de análises, comentários, etc.
Autodisciplina & Autoconfiança	Favorecer o uso das tecnologias digitais permitindo o autocontrole, foco, automotivação para a aprendizagem relacionada às tecnologias digitais ao longo da vida e confiança para liderar a transformação tecnológica.
Coragem & Assunção de Riscos	Calcular e assumir riscos na liderança da adoção de novas tecnologias, na gestão de mudanças ligadas ao uso de ferramentas digitais e encorajar a experimentação de tecnologias digitais.

Quadro 4 – Competências digitais motivacionais

(conclusão)

Competência Relacionada	Definição
Modelagem de Papel Comportamental	Envolver os indivíduos no uso de dados, por meio de ferramentas digitais sofisticadas, de maneira inteligente e ética para promover transparência, responsabilidade, valores e comportamentos.
Credibilidade & Confiança	Estimular a construção de um mundo digital seguro, incentivando valores de honestidade, competência e confiança; favorecer um alto nível de confiança nas pessoas, processos e tecnologias na gestão de ativos digitais.
Adaptabilidade & Flexibilidade	Compreender o impacto da integração de recursos digitais no ambiente de trabalho e favorecer a adaptação, usar plataformas digitais para a comunicação de mudanças, prever ou entender necessidades de negócios em rápida evolução, se adaptar ao contexto tecnológico desafiador enquanto aprende, gerenciar e avaliar mudanças e inovações, riscos e crises inesperadas, utilizando ferramentas para agilidade nas mudanças estratégicas.

Fonte: Adaptado e atualizado de Gagné-Pratte, Mosconi e Jorge (2022).

2.3 A INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

A indústria automotiva pode ser considerada um “microcosmo”, onde características e comportamentos da organização da produção e do trabalho são em geral “cristalizadas” e podem ser observadas frente a fenômenos de mudança (MUNIZ JR.; RIBEIRO; PRADHAN, 2021). O setor também se posiciona entre os principais na liderança das ações de desenvolvimento e implementação da cultura produtiva orientada por novas tecnologias disruptivas, gerando modelos, tanto para relação com as tecnologias, quanto para a adaptação humana envolvida (LIN *et al.*, 2018).

De forma global, a indústria automotiva enfrenta constantemente desafios relacionados às mudanças de mercado, aumento da variedade de produtos, mudanças de regulamentação, surgimento de novas tecnologias que impactam nos produtos e processos de produção, e aumento de competitividade gerado pelo surgimento ou crescimento de novas empresas (PETERS; CHUN; LANZA, 2016). O ambiente de mudança imprimido pela transformação tecnológica demanda a adaptação das empresas automotivas para estratégias de gestão mais alinhadas ao contexto tecnológico, o que pode também afetar temporariamente o desempenho organizacional (LIN *et al.*, 2018).

Novas tecnologias relacionadas à I5.0 são esperadas não só a contribuir com a eficiência produtiva na indústria automotiva, mas também com um aumento de geração de dados importantes e aumento do fluxo de informações capazes de gerar novos conhecimentos e inovação (NAYAL *et al.*, 2022). A competitividade do mercado automotivo motiva a adoção e integração de novas tecnologias na produção, a fim de acompanhar e atender as demandas dos clientes para manter vantagem (GHADGE *et al.*, 2022).

Em vista dos desafios vivenciados pela indústria automotiva, novas tecnologias disruptivas podem contribuir para a geração de inovações em termos de processos e produtos capazes de gerar novos valores para a organização e para os clientes, promovendo uma cultura produtiva mais eficiente e diferencial competitivo para as empresas que souberem aproveitar as novas oportunidades relacionadas (PETERS; CHUN; LANZA, 2016). No entanto, fabricantes e fornecedores do setor também sofrem pressão mundial para um desenvolvimento alinhado às regulamentações ambientais rigorosas e à aspectos no âmbito da sustentabilidade (GHADGE *et al.*, 2022).

A indústria automotiva também é responsável pelo desenvolvimento de uma vasta rede de fornecedores, afetados por mudanças do mercado e pela inserção de novas tecnologias, enfrentando desafios de adaptação de acordo com as tendências de competitividade impostas pelo setor, e com os contextos específicos atrelados a cada tipo de produto, processo, variedade e volume produtivo (LIN *et al.*, 2018). A eficiência dos fabricantes de veículos está atrelada a um desenvolvimento compatível de toda a cadeia de suprimentos, estabelecendo a necessidade de expansão dos esforços de implementação da I5.0 para a ampla operação nos diversos níveis da cadeia (GHADGE *et al.*, 2022).

Em termos de expectativas dos clientes globais da indústria automotiva, espera-se um aumento de produtos inovadores capazes de superar requisitos gerais de dirigibilidade, qualidade, segurança, conforto e interação com o veículo, observando, porém, com cautela, questões relacionadas ao compartilhamento de dados privados dos clientes gerados durante o uso dos produtos (PETERS; CHUN; LANZA, 2016).

Os maiores fabricantes globais têm implantado inovações tecnológicas em nível de produto, como na introdução de carros autônomos e elétricos, e integrando várias tecnologias digitais como a Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA) e Sistemas Ciber-Físicos (CPS) (GHADGE *et al.*, 2022).

Em paralelo ao desafio da implementação tecnológica, a indústria automotiva mundial necessita acompanhar outras tendências que afetam seus produtos e processos, como mudanças na estrutura energética mundial, o surgimento de novos modos de negócios e mercados inovadores motivados por novas tecnologias, a transformação popular das ideias de consumo, e o surgimento de novas marcas e meios de transporte (LIN *et al.*, 2018).

De forma geral, as próprias tecnologias implementadas são esperadas a apoiar a adaptação das empresas automotivas, ao passo que com o avanço de uma maior maturidade baseada nas tecnologias I5.0, tanto fabricantes como sua cadeia de suprimentos passem a obter

melhores desempenhos operacionais, atingindo também melhores tendências para o desenvolvimento sustentável do setor (GHADGE *et al.*, 2022).

A indústria automotiva do Brasil representa um dos maiores polos do setor na produção mundial de veículos. Internamente, o setor automotivo do Brasil contribui significativamente para a economia, na geração de empregos e receitas para o país (FUNDEP, 2024).

Em 2023 o Brasil produziu mais de 2,3 milhões de veículos, sendo aproximadamente 1,8 milhões de veículos de passageiros, 420 mil veículos comerciais leves, 100 mil caminhões e 20 mil veículos do tipo ônibus, ficando na nona posição entre os maiores fabricantes de veículos do mundo (OICA, 2024). O setor empregou diretamente mais de 98.000 profissionais em 2023 (ANFAVEA, 2024). Também segundo a ANFAVEA (2024), o setor possuía em 2023, 26 empresas registradas como fabricantes, distribuídas em 52 plantas, instaladas em 37 municípios de 9 estados diferentes, e quase 500 empresas fornecedoras de partes automotivas. O setor no Brasil é formado por grandes fabricantes de nível mundial, incluindo empresas como BMW, CAOA, GM, Honda, Hyundai, Mercedes-Benz, Nissan, Renault, Scania, Stellantis, Toyota, VW, Volkswagen, Volvo, entre outras, com uma capacidade instalada de produção de aproximadamente 4,5 milhões de veículos.

A indústria automotiva brasileira também enfrenta desafios relacionados à transformação tecnológica, incluindo o aumento da automação em estações de trabalho existentes e a exigência de (re)qualificação de gestores e demais profissionais do setor com base em novas competências, esperadas a contribuir com o processo de implementação tecnológica e mitigação de preocupações relacionadas à manutenção do emprego (MUNIZ JR.; MOSCHETTO; WINTERSBERGER, 2023).

2.4 MÉTODOS DE DECISÃO COM MÚLTIPLOS CRITÉRIOS E O AHP

Vários métodos para tomada de decisão com múltiplos critérios, frequentemente referidos pela sigla MCDA (*Multi-Criteria Decision Analysis*) ou MCDM (*Multi-Criteria Decision Making*), são identificados na literatura. Ishizaka e Nemery (2013) citam alguns dos métodos MCDA mais relevantes, como:

- *Analytic Hierarchy Process* (AHP);
- *Analytic Network Process* (ANP);
- *Elimination et Choix Traduisant la Realité* (ELECTRE);
- *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH);
- *Multi-Attribute Utility Theory* (MAUT);

- *Preference Ranking Organization Method for Enriched Evaluation* (PROMETHEE);
- *Technique of Order Preference Similarity to the Ideal Solution* (TOPSIS).

Também existem métodos MCDA desenvolvidos mais recentemente, como o *Potential All Pairwise Rankings of All Possible Alternatives* (PAPRIKA), apresentado por Hansen e Ombler (2009); e o *Visekriterijumska Optimizacija i Kompromisno Resenje* (VIKOR), introduzido por Opricovic e Tzeng (2004).

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é um método de análise de decisão multicritério (TRAMARICO *et al*., 2015), que tem sido usado em vários contextos para a seleção de alternativas (tomada de decisão) ou para classificação/priorização (BADURDEEN; WIJEKOON; MARKSBERRY, 2011). Segundo Hussain *et al.* (2015), o AHP permite o julgamento e seleção dos elementos com maior influência sobre um objetivo predeterminado, sendo usado principalmente para avaliar com precisão a influência de critérios sobre os objetivos de decisão.

O AHP é também usado na análise da percepção de grupos de especialistas, onde os membros se envolvem em discussões para chegar a um consenso ou expressar suas próprias preferências (FORMAN; PENIWATI, 1998), e tem sido sugerido na literatura como uma abordagem para solução de problemas complexos de tomada de decisão com múltiplos critérios do mundo real (YANG; SHI, 2002; LEE; DRAKE, 2010; ISHIZAKA; PEARMAN; NEMERY, 2012).

Análises bibliométricas indicam o AHP como o método MCDA mais popular (EMROUZNEJAD; MARRA, 2017). Uma grande vantagem desse método em relação a outros é a possibilidade de verificação da consistência na tratativa dos dados. O MACBETH, um método MCDA menos popular, também permite a verificação da consistência dos dados, no entanto, essa verificação é mais complexa, pois considera modelos de programação linear.

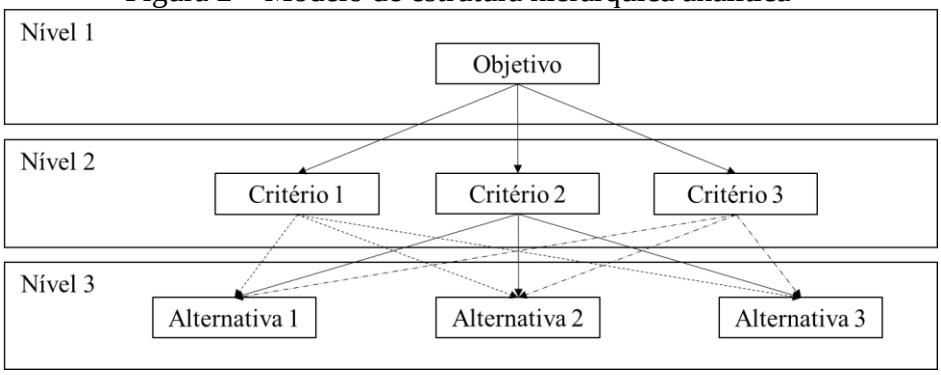
Uma desvantagem do AHP é que sua aplicação pode exigir um grande número de comparações (ISHIZAKA; NEMERY, 2013). Algumas técnicas têm sido desenvolvidas para melhorar a aplicação prática do AHP. O *Incomplete Pairwise Comparison* (IPC) é uma dessas técnicas, que utilizada em conjunto com o AHP permite a redução de julgamentos para seleção de critérios e alternativas na tomada de decisão de um determinado problema (BOZÓKI; FÜLÖP; RÓNYAI, 2009).

2.4.1 O método AHP combinado com os conceitos do IPC

Proposto por Saaty (1980), o AHP utiliza estruturas hierárquicas para modelar um problema de decisão. A Figura 2 apresenta um modelo de estrutura hierárquica analítica para um problema com três alternativas e três critérios (atributos), onde o objetivo da decisão pode ser percebido no topo da hierarquia, os critérios em um nível abaixo e as alternativas no nível final. Cada nível hierárquico representa então um conjunto de atributos ou alternativas relacionadas a cada subproblema, construindo um modelo que considera os fatores de acordo com as prioridades relativas.

Uma característica importante na aplicação do AHP, é que se atribui valores de importância, pertinência ou possibilidade aos elementos de um nível hierárquico, tomando sempre como base o nível acima. Outra importante característica é de que deve haver independência entre os elementos de um mesmo nível.

Figura 2 – Modelo de estrutura hierárquica analítica



Fonte: Baseado em Ishizaka e Nemery (2013).

A aplicação do método AHP é apropriada para suportar a priorização de objetivos específicos, assim como a análise de seus impactos (GAUDENZI; BORGHESI, 2006). O AHP tem sido utilizado em aplicações que dependem da importância dos objetivos, como por exemplo, na definição de prioridades no gerenciamento de riscos (FUNO; MUNIZ JR.; MARINS, 2013). Esse método é também, uma opção para analisar fatores humanos ou organizacionais quanto ao nível de importância ou prioridade relacionados, tomando como base a percepção de especialistas envolvidos no contexto estudado, geralmente possibilitando a minimização de possíveis conflitos de julgamento.

A quantidade de julgamentos (entre pares de fatores) necessária para completar uma matriz de comparações é apontada como uma das principais desvantagens do método AHP,

quando empregado para avaliar um alto número de alternativas (BOZÓKI; FÜLÖP; RÓNYAI, 2009). Essa restrição pode exigir mais tempo de especialistas envolvidos.

O método AHP estabelece um número mínimo de comparações, que deve atender a premissa estabelecida pela Equação 1, onde *n* representa o número de fatores estudados, e n^2 o número total de comparações possíveis da matriz de decisão (ISHIZAKA; NEMERY, 2013).

$$\frac{n^2 - n}{2} \quad (1)$$

Considerando então, o número *n* de fatores estudados (alternativas ou critérios), as comparações de tais fatores entre si representam o preenchimento da diagonal principal na matriz. A matriz AHP é recíproca, ou seja, os valores das comparações estabelecidas abaixo da diagonal principal possuem peso inverso aos valores das comparações superiores à mesma diagonal (SAATY, 1980). Desta forma, em uma matriz recíproca de juízo de valor A = (a_{ij}) de tamanho *n*, se observa:

$$a_{ij} > 0,\ a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \text{ para } i, j = 1, ..., n \quad (2)$$

No entanto, um procedimento baseado no método de matrizes incompletas, o *Incomplete Pairwise Comparison* (IPC), como o proposto por Harker (1987), pode ser usado para reduzir o número mínimo de comparações necessárias. Tal procedimento de redução requer um número de comparações que atendam a premissa de *n-1* julgamentos, ao invés da demanda regular expressa pela equação (1). Assim, o método proposto é utilizado para a dedução dos valores das comparações faltantes (BOZÓKI; FÜLÖP; RÓNYAI, 2009). Tal dedução em uma matriz pode ser validada pela relação:

$$a_{ij} = a_{ik} \,.\, a_{kj} \ \forall i, j, k \quad (3)$$

A Figura 3 apresenta um modelo de matriz recíproca de juízo de valor, com *n* fatores (*F*) e julgamentos incompletos. No modelo, os julgamentos da diagonal imediatamente superior à diagonal principal da matriz são definidos como os julgamentos a serem obtidos junto aos especialistas (respondentes), por representar *n-1* julgamentos, e por permitirem posteriormente a dedução dos demais valores superiores à diagonal em questão. O valor de a_{13} é, como exemplo, deduzido por $a_{12} \,.\, a_{23} = a_{13}$, e a_{14} por $a_{13} \,.\, a_{34} = a_{14}$, tomando como base a relação apresentada em (3).

Figura 3 – Modelo de matriz de decisão incompleta

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	..	..	..	..	..	Fn
F1	1	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}	..	..	..	..	..	a_{1n}
F2	$1/a_{12}$	1	a_{23}	a_{24}	a_{25}	a_{26}	..	..	..	..	..	a_{2n}
F3	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1	a_{34}	a_{35}	a_{36}	..	..	..	..	..	a_{3n}
F4	$1/a_{14}$	$1/a_{24}$	$1/a_{34}$	1	a_{45}	a_{46}	..	..	..	..	..	a_{4n}
F5	$1/a_{15}$	$1/a_{25}$	$1/a_{35}$	$1/a_{45}$	1	a_{56}	..	..	..	..	..	a_{5n}
F6	$1/a_{16}$	$1/a_{26}$	$1/a_{36}$	$1/a_{46}$	$1/a_{56}$	1	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..
Fn	$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$	$1/a_{3n}$	$1/a_{4n}$	$1/a_{5n}$	..	..	..	..	..	..	1

diagonal representando $n - 1$ julgamentos

Fonte: Baseado no método de Harker (1987).

Os julgamentos das comparações paritárias necessárias são realizados por meio da utilização da escala fundamental de Saaty (1980), para a captura da percepção do respondente sobre o nível de importância dos fatores em cada comparação, como segue: 1) igual importância; 3) pequena importância; 5) média importância; 7) grande importância; 9) excepcional importância.

O método AHP também permite a verificação da consistência dos julgamentos (comparações) realizados pelos especialistas, considerando que, em uma matriz com comparações coerentes entre si, observa-se $\lambda = n$, sendo λ o autovalor máximo de uma matriz e n a ordem da matriz (ISHIZAKA; NEMERY, 2013). Porém, em matrizes completas o acúmulo de incoerências de julgamento realizadas nas comparações pelos especialistas tende a resultar em $\lambda > n$. Desta forma, uma Razão de Coerência (*CR – Consistency Ratio*) é calculada com base em:

$$CR = \frac{\lambda - n}{(n - 1)\, RI} \tag{4}$$

Os valores de *RI*, observado em (4), são estabelecidos na literatura (ISHIZAKA; NEMERY, 2013), sendo que para matrizes completas o valor final calculado para a Razão de Coerência deve respeitar o limite de $CR \leq 10$ para que uma matriz analisada seja considerada

então coerente. Porém, no AHP integrado ao método IPC, os resultados gerados pela relação (3) ocasionam em valores exatos de $\lambda = n$, garantindo que o *CR* calculado com base em (4) seja sempre igual a zero, caracterizando desta forma, matrizes paritárias coerentes na análise de critérios ou alternativas estudadas (BOZÓKI; FÜLÖP; RÓNYAI, 2009).

Uma tomada de decisão sistêmica é posteriormente realizada, o que pode exigir meios de agregação dos valores dos julgamentos, para que se possa alcançar as prioridades baseadas nos pesos dos julgamentos (comparações) de um determinado grupo de especialistas. O método *Aggregating Individual Judgments* - AIJ é, desta forma, utilizado para consolidar os resultados das comparações paritárias de especialistas dentro de um mesmo ambiente organizacional (SAATY, 1988; RAMANATHAN; GANESH, 1994), sendo uma nova matriz de decisão criada para a agregação dos julgamentos, onde a agregação de cada julgamento individual é realizada por meio de cálculo da média geométrica, gerando assim, o julgamento e os resultados do grupo. Resultados gerais também podem ser gerados pelo método *Aggregating Individual Priorities* - AIP (ISHIZAKA; NEMERY, 2013; FORMAN; PENIWATI, 1998) que consolida os dados dos grupos de ambientes diferentes (por exemplo, em organizações, fábricas ou plantas diferentes, ou separadas), considerando a agregação das prioridades obtidas para os indivíduos ou grupos, por meio de cálculo da média aritmética, gerando uma síntese dos resultados gerais.

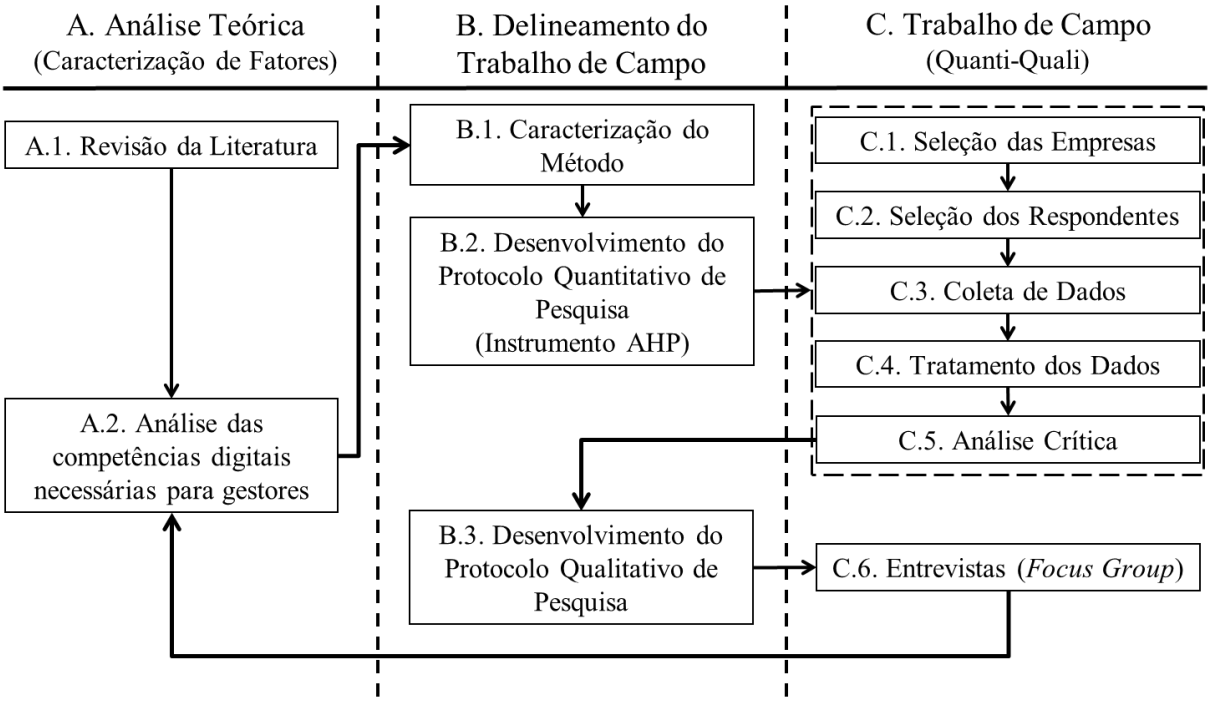
3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Esta pesquisa combina métodos quantitativos e qualitativos (quanti-quali). Uma análise multicritério (quantitativa) é aplicada por meio do método AHP, baseando-se no julgamento dos gestores do setor explorado. Uma análise qualitativa é também realizada, considerado a combinação dos resultados do AHP com discussões realizadas com os gestores sobre as competências ou grupos de competências analisadas.

As comparações relativas envolvendo os vários fatores desta pesquisa formam um problema de decisão complexo, que inclui o julgamento de especialistas, tornando difícil a expressão de alguns desses fatores em unidades mensuráveis, assim como o desenvolvimento de critérios de avaliação em uma estrutura analítica capaz de facilitar a compreensão dos fenômenos da pesquisa. Assim, procurou-se "descobrir e compreender um fenômeno, um processo, ou as perspectivas e visões de mundo das pessoas nele envolvidas" (GODOY, 2005). Segundo Miguel *et al*. (2012), pesquisas realizadas com a combinação de métodos quantitativos e qualitativos oferecem complementaridade das concepções metodológicas de pesquisa científica, possibilitando um entendimento melhor dos problemas de pesquisa que cada uma das abordagens permitiria isoladamente.

O procedimento metodológico contempla três fases: (A) a Caracterização dos Fatores (competências e grupos de competências), realizada por meio de revisão da literatura, com posterior confirmação e ranqueamento pela análise crítica dos resultados a partir do trabalho de campo; (B) o delineamento do trabalho de campo, que além da caracterização do fluxo metodológico, estabelece os protocolos de pesquisa quantitativos e qualitativos, considerando a validação do instrumento de coleta de dados e a definição das etapas do trabalho de campo; (C) o trabalho de campo, consistindo na aplicação do protocolo quantitativo, com a aplicação de instrumento de coleta de dados (questionário de comparações paritárias) a gestores de empresas do setor automotivo, incluindo a tratativa dos dados por meio da técnica AHP, e na aplicação do protocolo qualitativo, com a discussão dos resultados por meio de entrevistas (*Focus Group*) junto aos gestores das empresas estudadas. As três fases e as etapas de trabalho relacionadas são ilustradas na Figura 4.

Figura 4 – Fases do procedimento metodológico adotado



Fonte: Adaptado de Muniz Jr. (2014) e Ribeiro (2020).

A revisão da literatura (Etapa A.1) investigou inicialmente o contexto da I5.0 e sua relação com o fator humano envolvido. Para a análise desta relação, a estratégia de seleção de documentos considerou tópicos ligados à Indústria 4.0/5.0 e aos Recursos Humanos, e contou com técnicas de bibliometria (GAVIRIA-MARIN; MERIGO; POPA, 2018), utilizadas para identificar trabalhos e autores mais importantes a respeito do tema pesquisado, dentro de um recorte específico da literatura. Em face da estreita relação dos aspectos de capacitação e desenvolvimento humano com o conhecimento, o tópico Gestão do Conhecimento foi também relacionado nas buscas. A análise desta relação contextual considerou então uma primeira revisão de um total de 80 artigos publicados no período de 2010 a 2022, de periódicos indexados nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, que reúnem alguns dos periódicos científicos mais relevantes, abordando temas como tecnologias de manufatura e gestão de negócios (CHADEGANI *et al*., 2013), ambos multidisciplinares, compostos por índices especializados, incluindo artigos de outras bases de dados, periódicos com fator de impacto JCR (*Journal Citation Report*), e as principais subdisciplinas de humanidades, ciências e ciências sociais (CHADEGANI *et al*., 2013; ANDRONIE *et al*., 2021). A revisão da literatura pode constituir uma forma de identificar e resumir o estado científico da literatura relevante anterior, integrando sistematicamente questões de pesquisa, conceitos, descobertas e tendências (DESPEISSE *et al*., 2022; SNYDER, 2019). Desta forma, visando identificar competências necessárias para

gestores na implementação da I5.0, a revisão da literatura foi estendida para o foco do problema, considerando a análise de artigos selecionados com base em três grupos de palavras-chave alinhadas aos tópicos ‘Competências’, ‘I5.0’ e ‘Gestores’, resultando em uma busca com a seguinte combinação de palavras-chave: *"digital literacy" OR "skill*" OR "competenc*" OR "capabilit*" OR "capacit*" OR "digital savvy" OR "digital knowledge" OR "qualification" AND "digital transformation" OR "digital era" OR "digital context" OR "digitalisation" OR "digitalization" OR "industry 5.0" OR "industry 4.0" OR "digitization" OR "digitisation" OR "smart factor*" OR "smart Industr*" OR "smart compan*" OR "smart manufactur*" OR "manufactur* of the future" OR "future manufactur*" OR "advanced manufactur* technolog*" OR "digital transition" OR "inteligent organization" OR "smart business" OR "digital business" OR "digital innovation" AND "manager" OR "leader" OR "CEO" OR "CIO" OR "CTO" OR "CDO" OR "top management" OR "director" OR "executive" OR "it staff"*. A busca foi limitada à ‘Títulos de Artigos’ com a existência simultânea das palavras-chave utilizadas, publicados no período de 2010 a 2024, resultando em mais um conjunto de 20 artigos abordando a integração dos temas pesquisados. Após revisão inicial dos artigos selecionados e das referências citadas, outros 28 artigos aderentes aos temas explorados foram incluídos por técnicas de *Snowball* (REA; PARKER, 2005). Desta forma, 128 artigos foram revisados no total. Orientado por Nakano e Muniz Jr. (2018), o conteúdo dos artigos foi analisado criticamente quanto ao objetivo da pesquisa, principais conceitos abordados, principais achados e tendências sobre temas relacionados às competências dos gestores na I5.0, sendo o conteúdo classificado em aspectos de competências de natureza técnica, gerencial, social e motivacional.

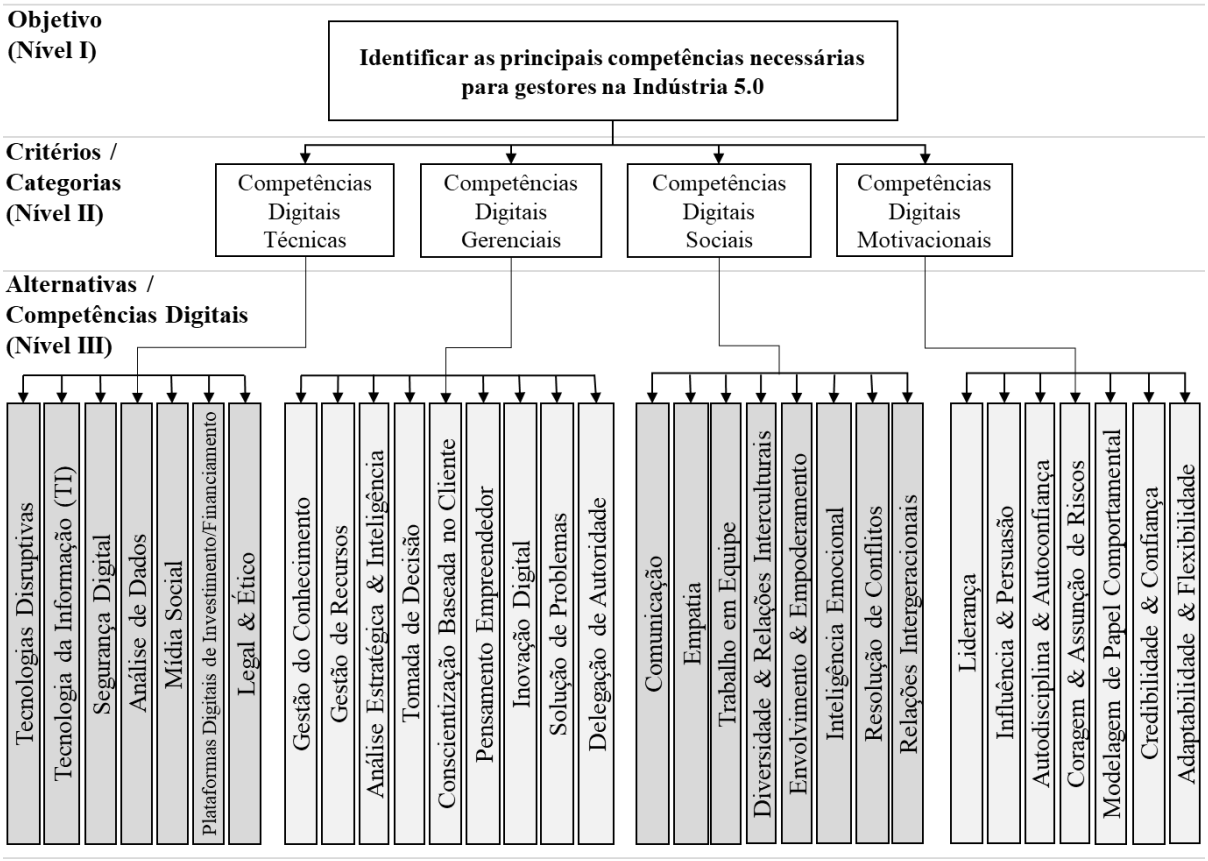
A caracterização do método (Etapa B.1) considera o problema e objetivo principal da pesquisa de definir perfis de competências para gestores na implementação da I5.0 no setor automotivo do Brasil. Trata-se, portanto, de um caso de decisão com múltiplas alternativas ou critérios (competências ou grupos de competências). Neste ponto, a Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios, como indicado pelo próprio nome, é utilizada em aplicações com mais de um critério para a decisão, podendo ser atribuídas diferentes avaliações de importância pelos decisores (ISHIZAKA; NEMERY, 2013), como por exemplo, no caso da avaliação de grupos de Competências Digitais Técnicas, Gerenciais, Sociais e Motivacionais de gestores do setor automotivo, integrantes do nível tático e estratégico das organizações, e envolvidos com a implementação da I5.0. Tais grupos de competências são então tratados neste trabalho em confronto com o objetivo principal para a identificação das prioridades em nível de grupo. Da mesma forma, as competências (alternativas) dentro de cada grupo são também analisadas quanto ao mesmo objetivo para a definição das prioridades em nível de importância no grupo.

Diante dessas condições de contorno, optou-se pelo método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que uma vez caracterizado, orienta o desenvolvimento do protocolo (quantitativo) de pesquisa e a construção do instrumento de coleta de dados (Etapa B.2).

Cada competência (alternativa) analisada neste trabalho possui definição única em termos de capacidades a serem desenvolvidas pelos gestores (ver Quadros 1, 2, 3 e 4), não havendo indicativos de dependência ou influência existentes entre as mesmas, sendo consideradas desta forma como independentes. Desta forma, assume-se durante a fase de aplicação do AHP que as competências em um mesmo nível não se influenciam, atendendo outra importante premissa do método AHP quanto a independência dos elementos (alternativas ou critérios) de um mesmo nível hierárquico, sendo este um axioma para a aplicação do método (SAATY, 1980). Possíveis relações entre os critérios ou alternativas deste estudo em um mesmo nível hierárquico, são analisados na fase qualitativa por meio de entrevistas e discussões com grupos de especialistas, para esclarecimento das indicações geradas previamente pelo AHP e eliminação de possíveis influências de dependência existentes. O AHP tem então a importante função de direcionar e orientar o pesquisador para a análise dos fatores estudados na fase qualitativa (principal da pesquisa).

A definição de uma estrutura hierárquica que represente o problema de decisão é um passo importante para a aplicação do método AHP e exige a relação do objetivo principal com as alternativas e critérios relacionados (ISHIZAKA; NEMERY, 2013), identificados neste trabalho como competências ou grupos de competências. Desta forma, o nível superior da hierarquia representa o objetivo da pesquisa, considerando: “identificar as principais competências necessárias para gestores na Indústria 5.0”. Os grupos de Competências Digitais Técnicas, Gerenciais, Sociais e Motivacionais são definidos como critérios de decisão e estruturados no segundo nível da hierarquia. Finalmente, o nível mais baixo da estrutura hierárquica é completado por 7 Competências Digitais Técnicas, 9 Competências Digitais Gerenciais, 8 Competências Digitais Sociais e 7 Competências Digitais Motivacionais, as quais são tratadas como alternativas relacionadas ao objetivo proposto. A estrutura hierárquica completa é ilustrada na Figura 5.

Figura 5 - Estrutura hierárquica analítica baseada nas competências digitais dos gestores



Fonte: Adaptado e atualizado de Gagné-Pratte, Mosconi e Jorge (2022).

Os grupos e competências apresentados na estrutura hierárquica analítica (Figura 5) foram inicialmente adaptados de Gagné-Pratte, Mosconi e Jorge (2022). O conteúdo sobre tais competências foi explorado na literatura existente e orientou a adaptação da estrutura. Em adicional à revisão teórica relacionada, a estrutura de competências foi posteriormente ajustada com base na análise crítica realizada por 6 especialistas pesquisadores da área de gestão de operações, com experiência e foco na análise de aspectos da implementação da I5.0, resultando na estrutura final apresentada (Figura 5). A análise crítica por tais especialistas permitiu a consolidação dos grupos e competências em termos de definição e conteúdo. As definições, conteúdo e referencial teórico de cada grupo e competências pode ser verificado nos Quadros 1, 2, 3 e 4 da seção teórica. Desta forma, a Estrutura Hierárquica Analítica ilustrada na Figura 5, apresenta uma relação coerente entre o objetivo, critérios e alternativas, em relação às competências necessárias para gestores na implementação da I5.0, o que possuí interesse gerencial e acadêmico (ABDULLAH; SOFYAN, 2022; ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022; BAPTISTA et al., 2020; SHAMIM et al., 2017). Uma vez definida tal estrutura, os julgamentos de valor emitidos por gestores especialistas no tema de estudo (respondentes), devem ser

coletados. O AHP foi então utilizado nesta pesquisa para definir a importância relativa das competências estudadas, por meio de julgamentos de valor atribuídos com base na escala fundamental de Saaty (1980), utilizada como parâmetro para as comparações realizadas. A percepção dos gestores deve, assim, ser capturada por meio de instrumento (em modelo questionário), que considera as comparações estruturadas de acordo com a hierarquia definida e com os conceitos relacionados à aplicação do AHP.

Nesta pesquisa, os grupos de competências (4) e suas alternativas (competências) estudadas (divididas em matrizes de 7, 9, 8 e 7 alternativas) exigiriam um grande número de comparações (mínimo de 112 comparações). No entanto, o procedimento baseado no método de matrizes incompletas (*IPC - Incomplete Pairwise Comparison*) de Harker (1987), é combinado com o método AHP para reduzir o número mínimo de comparações necessárias.

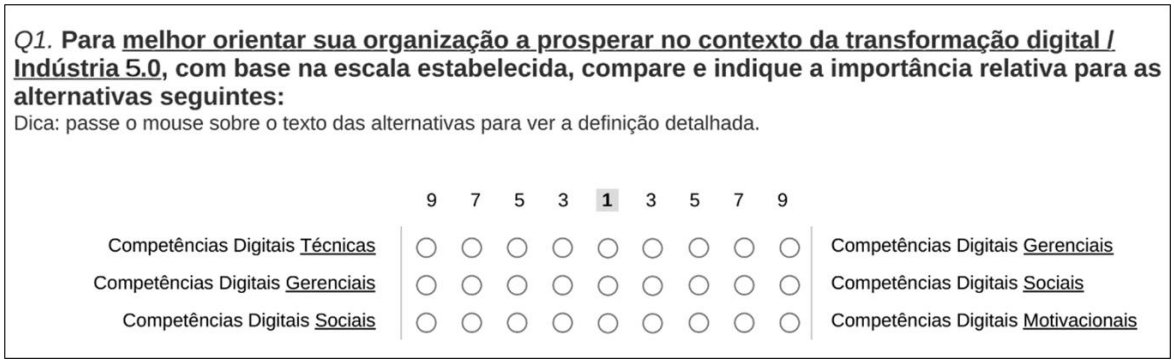
Aplicações e adaptações do método de Harker (1987) para a tomada de decisão em estruturas hierárquicas analíticas são observadas na literatura em matrizes incompletas similares (EMROUZNEJAD; MARRA, 2017; BOZÓKI; FÜLÖP; RÓNYAI, 2009; SHEN; HOERL; McCONNELL, 1992). Desta forma, as matrizes de decisão para os grupos e alternativas estudadas demandam a quantidade mínima de 30 comparações. Com a redução de 82 julgamentos na quantidade mínima de comparações necessárias ao preenchimento das matrizes decisórias, tal procedimento possibilita ainda, uma redução no tempo necessário para a coleta dos dados junto aos julgadores, gestores do setor explorado no Brasil, a necessidade de 20 minutos, em média, para a realização de tais julgamentos. Este aspecto viabiliza a realização da presente pesquisa, uma vez que a rotina dos gestores empregada no setor estudado demanda comprometimento integral durante o período de trabalho, o que dificultaria a realização de longas paradas para o atendimento à pesquisa.

A construção do Instrumento de Pesquisa (Apêndice A) consiste na estruturação dos grupos previamente mapeados de Competências Digitais Técnicas, Gerenciais, Sociais e Motivacionais, com base nos conceitos do método AHP-IPC adotado, de forma que este seja capaz de captar o julgamento dos especialistas respondentes (gestores do setor automotivo) em comparações paritárias individuais. O instrumento apresentado no Apêndice A foi então estruturado no Software de pesquisa *Qualtrics*, reconhecido como uma plataforma de segura para coleta de dados de respondentes em pesquisas científicas (DOUGLAS; EWELL; BRAUER, 2023), que permite a estruturação das comparações paritárias e a disposição da escala fundamental de Saaty (1980) na forma bipolar, permitindo que o especialista faça a emissão de julgamento para cada comparação partindo de um ponto central com peso 1 (igual importância) para o de máxima importância possível (9 - excepcional importância) para

qualquer um dos elementos comparados. Desta forma, é possível que o decisor escolha primeiramente qual a competência (alternativa) mais importante (a escolha de um lado) e posteriormente o seu nível de importância relativa quanto ao par (competência comparada). As comparações são então realizadas na forma *Online* e o instrumento permite que os respondentes verifiquem a definição de cada competência no momento do julgamento e atribuição dos pesos.

A Figura 6 apresenta um exemplo de questão com três comparações relacionadas, onde, por meio da escala fundamental, o respondente deve julgar se cada comparação possui igual importância (valor 1) ou se uma determinada competência, em cada comparação, possui um nível de importância maior que a outra, quando confrontadas. As comparações no exemplo correspondem a critérios (grupos de competências) de uma estrutura hierárquica analítica pré-definida (Figura 5), sendo os julgamentos também realizados em confronto com uma questão orientadora, que visa desafiar o entrevistado quanto às competências mais importantes para que o gestor possa "melhor orientar sua organização a prosperar no contexto da I5.0".

Figura 6 – Exemplo de questão estruturada no questionário AHP aplicado



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2020).

A realização da Trabalho de Campo, Fase C do procedimento metodológico adotado, prevê a definição das empresas e respondentes, e a coleta, tratamento e análise crítica de dados quantitativos e qualitativos.

A seleção das empresas, Etapa C.1, considera empresas do setor automotivo, sendo montadoras e seus subfornecedores na cadeia de suprimentos, com diferentes níveis de complexidade nas operações produtivas e programas formais de implementação de tecnologias relacionadas à I5.0 em andamento.

A seleção dos respondentes, Etapa C.2, considera gestores integrantes do nível tático e estratégico das empresas analisadas, em contato com o ambiente de implementação das tecnologias da I5.0 e com o contexto de transformação tecnológica dos processos organizacionais e de produção. O AHP permite a análise do fenômeno estudado tomando como

base os julgamentos de um único especialista envolvido com o contexto explorado ou a consolidação dos pesos dos julgamentos de grupos de especialistas, por meio de seus métodos de agregação de resultados (AIJ ou AIP). Esta agregação pode ser feita por características específicas dos respondentes ou por agrupamento de respondentes, de cada organização estudada, ou do setor analisado. Desta forma, os respondentes são selecionados como uma amostra não probabilística e por conveniência (REA; PARKER, 2002).

A coleta de dados, Etapa C.3, consiste na aplicação do instrumento de pesquisa (Apêndice A) junto aos gestores (respondentes) selecionados. O instrumento é disponibilizado aos respondentes por meio de link gerado pelo software *Qualtrics*. O link permite que o respondente acesse o instrumento, verifique as informações da pesquisa, da aprovação ética relacionada e os termos de consentimento voluntário, podendo iniciar os julgamentos após o aceite destas condições, com possível desistência em qualquer momento da avaliação. Os julgamentos emitidos pelos respondentes referentes às competências estudadas são então registrados pelo software, assim como as demais informações relativas à caracterização das empresas e dos respondentes participantes.

O tratamento dos dados, Etapa C.4, consiste no cálculo das prioridades relativas dos grupos de competência em nível de importância e das prioridades das competências dentro de cada grupo com base nas técnicas definidas do método AHP-IPC, considerando os julgamentos emitidos pelos respondentes por meio do instrumento de pesquisa e, posteriormente, na descrição organizada dos resultados. Na etapa de consolidação dos resultados, a verificação da consistência dos resultados é realizada com base no procedimento de matriz incompleta adotado, onde valores para $\lambda = n$ garantem um Índice de Consistência (IC) igual a 0 para os critérios e alternativas estabelecidas (BOZÓKI; FÜLÖP; RÓNYAI, 2009).

Uma vez que os gestores (respondentes) dentro de cada empresa respondem ao instrumento individualmente, uma tomada de decisão sistêmica é posteriormente realizada, o que exige meios de agregação dos valores dos julgamentos para que se possa alcançar as prioridades globais. O método *Aggregating Individual Judgments* - AIJ é, desta forma, utilizado para consolidar os resultados (SAATY, 1988; RAMANATHAN; GANESH, 1994), sendo uma nova matriz de decisão criada para a consolidação dos julgamentos, onde a agregação de cada julgamento individual é realizada por meio de cálculo da média geométrica, gerando assim, o julgamento e os resultados do grupo. Os resultados gerais do setor são gerados pelo método *Aggregating Individual Priorities* - AIP (ISHIZAKA; NEMERY, 2013; FORMAN; PENIWATI, 1998) que consolida os dados dos grupos de diferentes empresas estudadas, considerando a agregação das prioridades obtidas por meio de cálculo da média aritmética das

prioridades de cada empresa. As matrizes de decisão AHP-IPC utilizadas no cálculo dos resultados quantitativos da pesquisa são criadas com a utilização do software *Microsoft Excel*.

Os resultados da aplicação do método AHP-IPC são analisados criticamente (Etapa C.5) quanto às prioridades estabelecidas por cada empresa, em confronto com aspectos específicos de cada empresa, como do contexto de produção, complexidade, nível de implementação tecnológica, ou características e rotinas dos gestores envolvidos, gerando entradas (questões) para o desenvolvimento de um protocolo qualitativo de pesquisa (Etapa B.3), onde os resultados pela aplicação do método AHP-IPC são então discutidos por meio de entrevistas (*Focus Group* – KITZINGER, 1995), Etapa C.6, conduzida com grupos de gestores, para confirmação ou refutação das prioridades identificadas e entendimento das razões ligadas ao estabelecimento de tais prioridades. Os resultados são apresentados e as discussões são estimuladas por meio de questões direcionadoras quanto aos resultados quantitativos apresentados (ver Apêndice B para as questões identificadas com base no resultado AHP deste trabalho). O pesquisador registra as discussões por meio de gravações. Posteriormente, é realizada a transcrição do conteúdo das discussões (registro escrito do conteúdo). A análise de conteúdo (GRANEHEIM; LUNDMAN, 2004) é aplicada na identificação e codificação de argumentos chave para a elucidação do problema de pesquisa.

Uma análise final das competências digitais dos gestores é realizada (Etapa A.2) e os resultados das etapas quantitativas e qualitativas do trabalho são consolidados e discutidos de forma aprofundada pelo pesquisador, em confronto com a literatura relacionada, buscando evidências capazes gerar conclusões e esclarecimentos para a questão da pesquisa e para o objetivo de definir perfis de competências para gestores na implementação da I5.0 no setor automotivo do Brasil.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS E RESPONDENTES

A pesquisa de campo, quantitativa (C.1, C.2, C.3, C.4 e C.5), realizada por meio da aplicação do instrumento desenvolvido e tratamento dos dados em acordo com os conceitos do método AHP-IPC integrados, abrange 31 empresas do setor automotivo do Brasil, sendo 11 montadoras de automóveis e 20 fabricantes de subsistemas, conjuntos e partes. A Tabela 2 caracteriza as empresas estudadas.

Tabela 2 – Caracterização das empresas estudadas

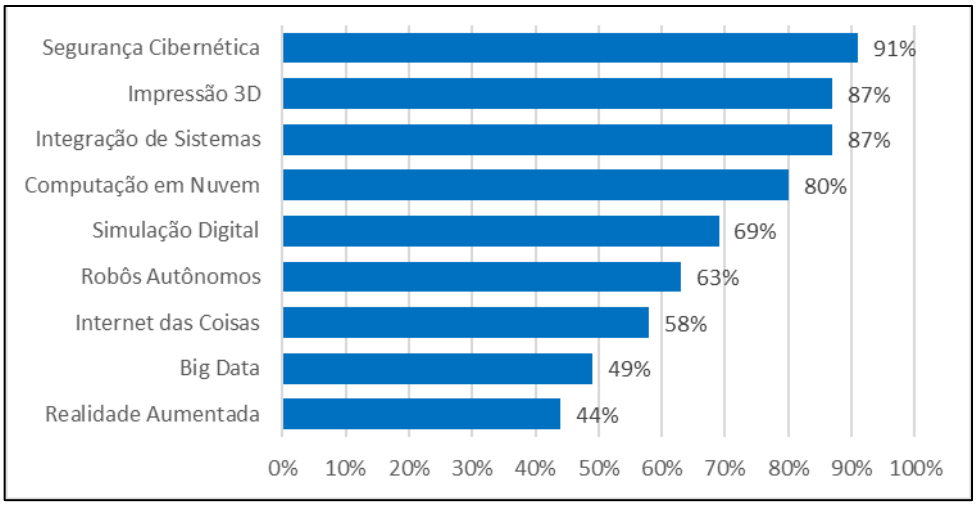
Empresa (Automotivo Brasil)	**Nível**	**Produto**	**Fundação**	**Número de funcionários**	**Número de respondentes (gestores)**
M1	Montadora	Automóveis Leves/ Utilitários	2012	3000	11
M2	Montadora	Automóveis Leves/ Utilitários	1958	6000	10
M3	Montadora	Caminhões/Ônibus	1981	5000	6
M4	Montadora	Caminhões/Ônibus/ Motores	1977	5000	4
M5	Montadora	Automóveis Leves/ Utilitários	1976	15000	3
M6	Montadora	Automóveis Leves/ Utilitários	2014	800	2
M7	Montadora	Automóveis Leves/ Utilitários	1998	5000	2
M8	Montadora	Automóveis Leves/ Utilitários	2017	600	1
M9	Montadora	Automóveis Leves/ Utilitários	1997	3500	1
M10	Montadora	Automóveis Esportivos/ Utilitários	2016	400	1
M11	Montadora	Caminhões	1956	8000	1
F1	Fornecedor	Estampados / Comp. Metálicos	1997	5000	11
F2	Fornecedor	Motores	1953	1400	11
F3	Fornecedor	Componentes e Conjuntos Estruturais	1943	4000	9
F4	Fornecedor	Rodas	1943	5000	7
F5	Fornecedor	Componentes de Interior e Revestimento	2007	900	6
F6	Fornecedor	Componentes	2014	300	6
F7	Fornecedor	Rolamentos	1972	400	3
F8	Fornecedor	Componentes e Conjuntos Estruturais	2008	300	2
F9	Fornecedor	Componentes e Sistemas Acústicos/Térmicos	1995	500	1
F10	Fornecedor	Materiais e Componentes De Solda de Estruturas	1988	160	1
F11	Fornecedor	Componentes Estruturais, Blocos e Partes	1938	10000	1
F12	Fornecedor	Blocos de Motor e Componentes Fundidos	1991	2500	1
F13	Fornecedor	Componentes	1995	350	1
F14	Fornecedor	Componentes	1972	2000	1
F15	Fornecedor	Componentes	1945	1000	1
F16	Fornecedor	Componentes	2002	1000	1
F17	Fornecedor	Componentes	1990	2500	1
F18	Fornecedor	Componentes	1940	3000	1
F19	Fornecedor	Componentes	1970	3000	1
F20	Fornecedor	Componentes	1965	1200	1

Fonte: Produção do próprio autor.

Em relação a tecnologias ligadas à I5.0, a Figura 7 apresenta o cenário de implementação de algumas delas nas empresas. É possível observar que tecnologias relacionadas à Segurança Cibernética correspondem à maior adesão, estando presente em 91% das empresas. Impressão 3D (87%), Integração de Sistemas (87%) e Computação em Nuvem (80%) também são encontradas como as mais adotadas, entre outras tecnologias importantes da I5.0, como

Simulação Digital e Robôs Autônomos, que estão presentes em mais de 60% destas empresas, mostrando que as empresas estão inseridas no contexto de transformação tecnológica pretendido neste trabalho.

Figura 7 – Implementação das principais novas tecnologias nas empresas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os respondentes selecionados são gestores envolvidos com a implementação, gestão ou utilização de novas tecnologias em suas rotinas como gestor, estando estes envolvidos com a estratégia de transformação tecnológica das empresas e o uso desta estratégia para a obtenção vantagem competitiva ou melhoria de desempenho organizacional. A Tabela 3 apresenta as características para cada perfil de gestor analisado.

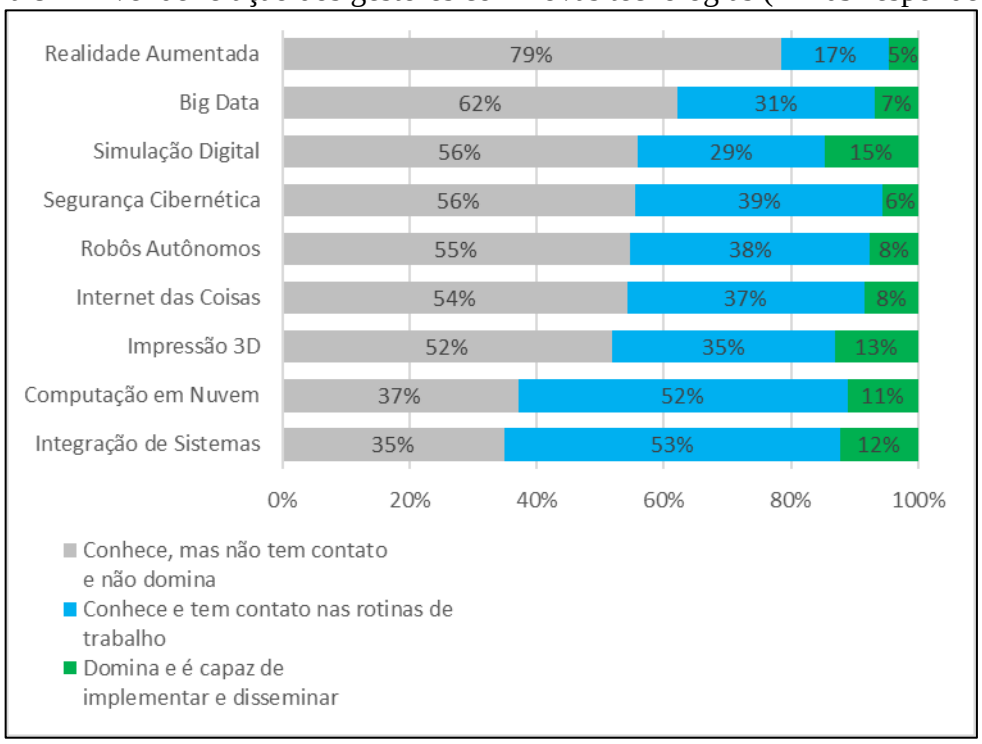
Tabela 3 – Caracterização dos gestores (n=109 respondentes)

Característica			**% Correspondente por Função**					**Total por Definição/ Faixa**
			Top Managers		***Middle Managers***			
Variável	**Definição/ Faixa**	**Origem**	**Diretor**	**Gerente**	**Supervisor**	**Coordenador**	**Líder/ Engenheiro/ Especialista**	
Idade	*<30 anos*	Montadora	0,0	2,8	0,0	0,0	0,9	11,0
		Fornecedor	0,0	0,9	0,9	0,0	5,5	
	31–40 anos	Montadora	0,0	5,5	0,9	0,0	5,5	36,7
		Fornecedor	0,0	12,8	0,9	1,8	9,2	
	41–50 anos	Montadora	3,7	12,8	0,0	0,9	2,8	40,4
		Fornecedor	1,8	12,8	0,0	1,8	3,7	
	>50 anos	Montadora	0,9	1,8	0,0	0,0	0,0	11,9
		Fornecedor	1,8	6,4	0,0	0,0	0,9	
Gênero	Masculino	Montadora	4,6	21,1	0,9	0,9	8,3	92,7
		Fornecedor	3,7	31,2	1,8	3,7	16,5	
	Feminino	Montadora	0,0	1,8	0,0	0,0	0,9	7,3
		Fornecedor	0,0	1,8	0,0	0,0	2,8	
Nível de Formação	Ensino Médio	Montadora	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
		Fornecedor	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	
	Superior	Montadora	3,7	18,3	0,9	0,0	8,3	76,2
		Fornecedor	2,8	22,0	1,8	3,7	14,7	
	Mestrado	Montadora	0,9	4,6	0,0	0,9	0,9	21,1
		Fornecedor	0,9	8,3	0,0	0,0	4,6	
	Doutorado ou Acima	Montadora	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
		Fornecedor	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	
Área de Formação	Administração	Montadora	0,0	3,7	0,0	0,0	1,8	11,9
		Fornecedor	0,9	3,7	0,0	0,0	1,8	
	Engenharias	Montadora	3,7	19,3	0,9	0,0	5,5	79,8
		Fornecedor	2,8	27,5	0,9	2,8	16,5	
	Logística	Montadora	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	3,7
		Fornecedor	0,0	0,9	0,9	0,0	0,9	
	Marketing	Montadora	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
		Fornecedor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	TI / Sistemas de Informação	Montadora	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9	3,7
		Fornecedor	0,0	0,9	0,0	0,9	0,0	
Tempo de Trabalho	*<10 anos*	Montadora	0,0	2,8	0,0	0,0	1,8	10,1
		Fornecedor	0,0	0,9	0,0	0,0	4,6	
	11–20 anos	Montadora	0,0	8,3	0,0	0,0	4,6	37,6
		Fornecedor	0,0	10,1	1,8	1,8	11,0	
	21–30 anos	Montadora	3,7	11,0	0,9	0,9	2,8	44,1
		Fornecedor	2,8	17,4	0,0	1,8	2,8	
	>30 anos	Montadora	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	8,2
		Fornecedor	0,9	4,6	0,0	0,0	0,9	
Tempo como Gestor	*<10 anos*	Montadora	1,8	16,5	0,9	0,0	7,3	66,1
		Fornecedor	0,9	18,3	1,8	1,8	16,8	
	11–20 anos	Montadora	2,8	5,5	0,0	0,9	1,8	29,3
		Fornecedor	1,8	12,8	0,0	1,8	1,8	
	21–30 anos	Montadora	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	2,8
		Fornecedor	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	
	>30 anos	Montadora	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
		Fornecedor	0,0	0,9	0,0	0,0	0,9	
Área de Atuação	Gerencial	Montadora	2,8	6,4	0,0	0,9	4,6	43,2
		Fornecedor	0,9	16,5	0,0	2,8	8,3	
	Engenharia de Processos/Produção	Montadora	0,0	2,8	0,0	0,0	0,9	17,4
		Fornecedor	0,9	5,5	0,9	0,0	6,4	
	Planejamento e Logística	Montadora	0,0	1,8	0,0	0,0	1,8	8,2
		Fornecedor	0,0	0,9	0,9	0,9	1,8	
	Produção	Montadora	1,8	8,3	0,9	0,0	0,9	19,3
		Fornecedor	0,9	5,5	0,0	0,0	0,9	
	Projetos	Montadora	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	2,7
		Fornecedor	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	
	Qualidade / Melhoria Contínua	Montadora	0,0	2,8	0,0	0,0	0,9	9,2
		Fornecedor	0,0	3,7	0,0	0,0	1,8	

Fonte: Produção do próprio autor.

A Figura 8 apresenta o nível de relação dos respondentes com algumas das principais novas tecnologias.

Figura 8 – Nível de relação dos gestores com novas tecnologias (n=109 respondentes)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na etapa de discussão qualitativa dos resultados (C.6), duas reuniões foram realizas. No total, 9 gestores, integrantes dos dois níveis de função (*Top* e *Middle Managers*), representando montadoras e fornecedores, participaram das discussões. As discussões foram orientadas pelas questões direcionadoras (baseadas nos resultados quantitativos) apresentadas no Apêndice B. Cada reunião de discussão durou uma hora. Adicionalmente, um formulário com as questões direcionadoras foi distribuído aos participantes para possível registro ‘por escrito’ da opinião de todos. As discussões foram registradas por meio de videogravação. A transcrição das discussões foi realizada e combinada com as informações fornecidas nos formulários disponibilizados, sendo a análise de conteúdo (também conforme C.6) posteriormente realizada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da aplicação do instrumento AHP-IPC, considerando a percepção dos 109 gestores de 31 empresas do setor automotivo, são sumarizados na Tabela 4, que apresenta as prioridades determinadas pelos julgamentos dos gestores de cada empresa, assim como as prioridades gerais para montadoras, fornecedores e para o setor, determinados pela agregação das prioridades por empresa.

O resultado geral das prioridades (agregação das 31 empresas do setor) demonstra inicialmente que o grupo de competências digitais ‘Motivacionais’, referentes às habilidades, atitudes e conhecimentos individuais para motivar a força de trabalho para o sucesso da transformação tecnológica (GAGNÉ-PRATTE; MOSCONI; JORGE, 2022, ALEKHINA; PARAKHINA; BORIS, 2020), apresenta maior importância relativa (prioridade) atribuída (29,9%).

As entrevistas (*Focus Group*) indicaram que as competências ‘Motivacionais’ são consideradas pelos gestores como um possível meio para a promoção de uma mudança cultural das equipes para a transformação tecnológica. Esta adaptação cultural é apontada como necessária e relacionada com o potencial sucesso da implementação da I5.0 e manutenção de seus benefícios a longo prazo.

“... são fatores de mudança cultural da empresa, necessária para perpetuar a tecnologia aplicada.” (Gerente Industrial – F2)

O engajamento dos trabalhadores no processo de adoção das novas tecnologias e adaptação a uma nova cultura produtiva também é destacado pelos gestores como aspecto crítico de sucesso. Há uma percepção de que o domínio das competências digitais ‘Motivacionais’ pode favorecer a atuação do gestor para envolver e engajar profissionais e equipes multidisciplinares para o sucesso da transformação tecnológica, fazendo com que estes se reconheçam como parte integradora de um sistema colaborativo entre as pessoas e tecnologias.

Tabela 4 – Resumo dos resultados dos julgamentos por empresa

(continua)

Critérios e Alternativas (Competências)		% Prioridades por Empresa/Planta (1)																																% Agregação (2)		
		Montadoras											Fornecedor																						Mont.	Forn.	Geral
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20			
Respondentes #		11	10	6	4	3	2	2	1	1	1	1	11	11	9	7	6	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42	67	109
Digitais Técnicas		23,6	24,3	20,7	46,6	5,1	4,5	4,5	4,5	8,3	85,1	6,3	29,2	22,3	19,0	20,0	11,8	13,6	23,5	35,4	31,8	62,5	78,1	0,6	0,3	78,1	30,0	25,0	6,3	8,5	88,7	27,8	21,2	30,6	27,3
Digitais Gerenciais		28,9	32,7	30,3	28,6	24,2	26,7	26,4	13,6	41,7	12,2	31,3	32,2	40,5	23,4	32,4	34,5	25,4	27,8	35,4	31,8	12,5	15,6	3,2	2,4	15,6	10,0	25,0	31,3	42,7	9,9	27,8	27,0	24,0	25,0
Digitais Sociais		17,5	11,4	9,3	7,2	20,4	31,5	59,1	40,9	41,7	2,4	6,3	7,1	16,6	20,5	14,3	14,0	10,3	8,5	6,0	4,5	12,5	3,1	16,0	12,2	3,1	50,0	25,0	31,3	42,7	1,1	5,6	22,5	15,2	17,8
Digitais Motivacionais		30,0	31,6	39,7	17,6	50,3	37,3	10,0	40,9	8,3	0,3	56,3	31,5	20,6	37,1	33,3	39,7	50,7	40,2	23,2	31,8	12,5	3,1	80,1	85,1	3,1	10,0	25,0	31,3	6,1	0,4	38,9	29,3	30,2	29,9
Digitais Técnicas	Tecnologias Disruptivas	10,3	10,9	8,3	20,0	0,7	0,1	23,6	30,4	14,1	9,5	29,0	9,5	9,7	19,5	11,5	17,8	10,1	1,4	9,7	0,6	3,1	14,3	0,4	0,0	23,1	79,8	61,6	7,7	39,2	60,3	6,6	14.3	19,3	17,5
	Mídia Social	3,6	4,0	2,8	7,2	0,6	0,1	3,5	4,3	2,8	1,1	3,2	1,7	8,7	7,6	2,3	10,0	2,5	1,2	1,2	1,9	9,2	2,0	1,9	0,0	2,6	16,0	6,8	2,6	13,1	6,7	1,3	3,0	5,0	4,3
	Segurança Digital	11,9	16,2	16,9	19,2	3,0	0,7	23,6	13,0	19,8	7,4	16,1	7,4	10,8	32,2	14,0	15,7	8,6	6,3	6,4	1,9	64,7	10,2	9,6	0,1	23,1	3,2	6,8	17,9	1,9	20,1	9,2	13,4	13,5	13,5
	Análise de Dados	24,4	17,0	21,4	19,2	14,0	4,9	26,8	13,0	19,8	66,3	16,1	39,5	25,2	17,6	29,2	8,3	20,2	9,0	29,2	9,6	7,2	2,0	67,0	0,7	2,6	0,6	6,8	17,9	0,3	4,0	64,7	22,1	18,1	19,5
	Tecnologia da Informação	24,4	16,2	17,9	12,8	28,4	6,5	3,8	13,0	19,8	7,4	16,1	30,4	18,7	10,5	18,9	11,5	21,1	17,3	13,1	28,7	7,2	10,2	9,6	4,7	23,1	0,1	6,8	17,9	0,8	4,0	12,9	15,1	13,4	14,0
	Plataformas Digitais de Investimentos e Financiamento	7,5	10,7	9,3	7,9	24,0	8,8	3,8	4,3	4,0	1,1	3,2	7,7	9,8	3,8	9,7	8,8	15,2	17,3	5,8	9,6	1,4	51,0	1,9	23,6	2,6	0,1	1,4	17,9	5,6	0,8	4,3	7,7	9,9	9,1
	Legal & Ético	17,9	25,1	23,4	13,7	29,2	78,9	14,8	21,7	19,8	7,4	16,1	3,8	17,0	8,8	14,3	27,9	22,3	47,6	34,6	47,8	7,2	10,2	9,6	70,9	23,1	0,1	9,6	17,9	39,2	4,0	0,9	24,4	20,8	22,1
Digitais Gerenciais	Gestão do Conhecimento	14,0	2,4	2,4	4,5	0,3	0,0	40,5	31,9	0,1	88,8	0,7	9,5	4,6	21,5	11,0	2,3	0,1	0,1	13,2	12,2	1,5	0,5	40,2	0,0	28,8	40,0	24,3	4,5	0,0	88,4	2,0	16,9	15,2	15,8
	Inovação Digital	4,9	2,2	2,8	3,0	0,7	0,0	40,5	6,4	0,5	9,9	5,0	29,2	3,7	7,4	7,1	1,6	0,0	0,3	29,5	1,7	0,5	0,1	5,7	0,0	3,2	40,0	24,3	4,5	0,0	9,8	2,0	6,9	8,5	8,0
	Análise Estratégica & Inteligência	5,5	8,4	5,5	6,0	2,3	0,0	5,8	6,4	1,6	1,1	5,0	14,0	6,3	10,8	11,9	1,7	0,1	1,0	17,0	12,2	0,5	0,5	28,7	0,0	28,8	13,3	24,3	22,4	0,1	1,4	0,7	4,3	9,8	7,8
	Pensamento Empreendedor	3,0	2,8	9,9	1,5	2,8	0,1	1,0	6,4	8,1	0,2	5,0	5,2	4,5	7,5	6,8	1,3	0,3	0,8	2,9	2,4	2,4	0,1	5,7	0,0	3,2	4,4	8,1	22,4	0,3	0,3	0,1	3,7	4,0	3,9
	Conscientização Baseada no Cliente	9,3	5,4	7,9	6,1	5,3	0,4	1,0	19,1	8,1	0,0	34,8	3,4	10,8	14,3	7,4	1,7	0,8	2,1	0,7	22,0	7,3	0,5	1,1	0,1	28,8	1,5	8,1	22,4	1,7	0,0	0,4	8,9	6,8	7,5
	Tomada de Decisão	11,2	8,3	15,1	13,0	6,3	1,5	1,0	6,4	24,4	0,0	5,0	15,9	10,3	8,5	14,4	3,0	3,1	5,1	2,9	22,0	22,0	2,7	8,0	0,6	5,8	0,5	8,1	7,5	1,7	0,0	2,0	8,4	7,2	7,6
	Gestão de Recursos	12,6	14,8	16,5	17,1	15,4	2,1	1,1	2,1	24,4	0,0	5,0	4,3	12,0	11,2	17,7	6,8	9,9	14,1	11,1	3,1	22,0	13,6	1,1	1,7	1,2	0,1	1,6	7,5	1,7	0,0	9,0	10,1	7,5	8,4
	Solução de Problemas	29,4	32,0	23,4	22,6	20,5	13,9	7,8	10,6	24,4	0,0	34,8	15,5	25,6	8,4	13,5	30,4	26,2	61,2	14,4	22,0	7,3	68,2	8,0	12,2	0,2	0,0	0,5	7,5	11,8	0,0	69,2	19,9	20,1	20,0
	Delegação de Autoridade	10,2	23,6	16,5	26,1	46,4	82,0	1,3	10,6	8,1	0,0	5,0	3,0	22,1	10,4	10,1	51,2	59,4	15,4	8,3	2,4	36,6	13,6	1,1	85,3	0,0	0,0	0,5	1,5	82,7	0,0	13,8	20,9	20,9	20,9

Tabela 4 – Resumo dos resultados dos julgamentos por empresa

(conclusão)

	Critérios e Alternativas (Competências)	% Prioridades por Empresa/Planta (1)																														% Agregação (2)		
		Montadoras											Fornecedor																				Mont.	Forn.	Geral
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20			
Respondentes #		11	10	6	4	3	2	2	1	1	1	1	11	11	9	7	6	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42	67	109
Digitais Sociais	Comunicação	21,8	3,1	5,5	17,9	0,3	0,3	21,5	1,5	26,5	0,0	13,9	23,6	12,6	11,2	18,4	16,8	2,7	5,9	3,2	3,3	48,1	26,0	6,4	61,4	10,4	0,0	8,7	54,0	1,4	88,8	23,2	10,2	21,3	17,4
	Empatia	3,5	4,0	1,9	11,0	0,9	0,4	3,1	1,5	26,5	0,0	13,9	13,8	11,8	6,4	5,4	7,4	2,7	1,5	1,4	9,9	16,0	5,2	1,3	12,3	2,1	0,0	1,7	18,0	10,1	9,9	4,6	6,1	7,1	6,7
	Trabalho em Equipe	17,7	8,2	7,5	15,7	2,6	0,5	18,2	1,5	26,5	0,0	13,9	15,9	22,7	17,4	20,8	10,0	5,4	4,9	7,1	69,0	3,2	26,0	8,9	4,1	10,4	0,0	8,7	6,0	10,1	1,1	32,5	10,2	14,2	12,8
	Diversidade & Relações Interculturais	4,7	7,1	3,7	9,1	3,4	0,7	2,6	7,4	3,8	0,0	13,9	3,4	12,5	7,6	7,8	2,7	2,4	7,5	7,1	7,7	9,6	5,2	1,3	12,3	2,1	0,2	1,2	1,2	30,2	0,2	3,6	5,1	6,3	5,9
	Envolvimento & Empoderamento	12,5	7,6	9,6	13,6	4,1	3,9	2,2	2,5	0,8	0,1	2,8	8,3	7,4	8,0	13,0	4,0	13,6	39,4	9,1	0,9	3,2	26,0	8,9	4,1	10,4	0,7	8,7	1,2	6,0	0,0	3,6	5,4	8,8	7,6
	Inteligência Emocional	23,0	21,6	35,6	12,5	17,1	22,8	17,5	12,3	5,3	1,1	13,9	16,6	11,4	20,0	11,7	14,6	19,5	14,3	11,8	7,7	16,0	5,2	62,5	4,1	52,1	4,7	60,9	8,4	6,0	0,0	3,6	16,6	17,6	17,2
	Resolução de Conflitos	10,1	30,5	19,4	15,4	29,3	30,6	17,5	12,3	5,3	9,9	13,9	12,3	11,9	16,7	14,3	26,3	28,6	18,9	26,4	0,9	3,2	1,0	8,9	1,4	10,4	23,6	8,7	8,4	18,1	0,0	25,3	17,6	13,3	14,8
	Relações Intergeracionais	6,7	17,9	16,9	4,8	42,3	41,0	17,5	61,3	5,3	88,9	13,9	6,1	9,7	12,7	8,5	18,3	25,1	7,7	34,0	0,9	0,6	5,2	1,8	0,5	2,1	70,7	1,2	2,8	18,1	0,0	3,6	28,8	11,5	17,6
Digitais Motivacionais	Liderança	10,8	7,1	32,5	26,1	1,8	0,0	17,7	5,2	4,3	16,8	16,1	51,9	22,3	14,3	13,3	31,7	6,3	23,5	44,0	4,1	9,1	2,6	85,6	49,1	49,0	15,2	3,7	5,9	0,0	88,8	1,2	12,6	26,1	21,3
	Influência & Persuasão	4,3	4,6	6,3	24,5	7,5	0,0	17,7	25,8	4,3	2,4	16,1	15,3	11,3	10,2	6,3	15,9	3,5	21,6	19,7	36,5	9,1	13,1	12,2	7,0	5,4	45,5	25,9	5,9	0,2	9,9	0,2	10,3	13,7	12,5
	Autodisciplina & Autoconfiança	3,5	9,3	12,5	11,0	6,9	0,3	17,7	5,2	4,3	21,6	3,2	8,1	9,7	11,4	9,7	14,0	4,0	21,6	8,8	36,5	9,1	2,6	1,7	35,1	27,2	15,2	3,7	5,9	0,6	1,1	1,7	8,7	11,4	10,4
	Coragem & Assunção de Riscos	3,7	12,2	9,5	11,0	5,3	1,7	14,9	15,5	21,7	3,1	16,1	8,1	10,9	13,2	11,8	10,6	2,3	4,3	8,8	7,3	3,0	0,5	0,2	7,0	5,4	3,0	25,9	17,6	4,5	0,2	8,5	10,4	7,7	8,6
	Modelagem de Papel Comportamental	4,2	10,9	5,6	5,6	4,4	2,1	2,1	5,2	4,3	0,6	3,2	7,3	14,0	11,5	8,3	4,9	6,0	4,8	2,3	1,0	9,1	2,6	0,0	1,4	1,1	3,0	3,7	5,9	13,5	0,0	2,8	4,4	5,2	4,9
	Credibilidade & Confiança	22,8	13,7	8,8	11,0	17,4	13,9	14,9	36,1	30,4	5,6	22,6	3,1	11,1	23,1	25,8	11,5	15,1	8,3	5,1	7,3	45,5	13,1	0,0	0,3	9,8	3,0	18,5	29,4	13,5	0,0	14,2	17,9	12,9	14,7
	Adaptabilidade & Flexibilidade	50,7	42,2	24,9	11,0	56,9	82,0	14,9	7,2	30,4	50,0	22,6	6,1	20,7	16,2	24,9	11,5	62,8	15,8	11,4	7,3	15,2	65,4	0,1	0,1	2,0	15,2	18,5	29,4	67,6	0,0	71,2	35,7	23,1	27,5

Fonte: Produção do próprio autor.

(1) Os resultados de cada planta são gerados pelo método *Aggregating individual judgments*-AIJ (SAATY, 1988; RAMANATHAN; GANESH, 1994) que consolida os dados, considerando a agregação de cada julgamento individual, por meio de cálculo da média geométrica, gerando um julgamento do grupo. A consistência dos resultados também é considerada com base no AHP-*Incomplete Pairwise* (HARKER, 1987).

(2) Os resultados gerais são gerados pelo método *Aggregating Individual Priorities*-AIP (ISHIZAKA; NEMERY, 2013; FORMAN; PENIWATI, 1998) que consolida os dados das plantas automotivas, considerando a agregação das prioridades obtidas para cada planta, por meio de cálculo da média aritmética, gerando uma síntese dos resultados gerais de todas as empresas.

Aspectos relacionados a cultura social e organizacional existentes são apontados na literatura como relevantes para potenciais objetivos em um processo de transformação tecnológica (LI; YANG; MENG, 2024; TORTORELLA *et al*., 2020). O histórico social e cultural ou motivações pessoais dos indivíduos envolvidos devem ser levados em conta para a formação de uma nova cultura produtiva (CASSIA *et al*., 2020; NÚÑEZ-MERINO *et al*., 2020). As competências motivacionais podem contribuir para a transição da cultura produtiva, desenvolvendo uma liderança moderna e capaz de inspirar e incentivar colaboradores criativos na interação com as tecnologias, na solução de problemas relacionados ao novo contexto e nos processos de inovação, importantes na I5.0 (ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022).

Os gestores entendem que as competências motivacionais atribuem ao gestor a capacidade de influenciar as equipes para o engajamento e envolvimento com a transformação tecnológica.

"... as competências digitais motivacionais são fundamentais para promover o engajamento dos envolvidos na transformação tecnológica." (Líder de Produção – F4)

Segundo Vaidya, Prasad e Mangipudi (2020), o ambiente disruptivo e inovador promovido por novas tecnologias pode ser favorecido pela atuação de líderes com capacidades motivacionais mais desenvolvidas, que podem promover o engajamento das pessoas, em alinhamento com as estratégias da organização.

A interface entre gestores e profissionais por meio das competências motivacionais também é indicada como favorecedora para o estabelecimento de equilíbrio entre o conhecimento tecnológico já existente na empresa e os desafios ligados à adoção de novas tecnologias.

Tumbas, Berente e Vom Brocke (2018) reforçam que a transformação tecnológica depende de gestores com competências alinhadas ao contexto e da combinação do conhecimento digital organizacional com os objetivos e desafios da implementação de uma nova cultura tecnológica produtiva.

Embora o resultado geral, considerando a agregação das empresas Montadoras e Fornecedores, destaque as competências 'Motivacionais' como prioridade, as competências 'Técnicas' e 'Gerencias' também foram julgadas como relevantes, com valores ≥25,0% na distribuição das prioridades para os quatro grupos (critérios). Esse resultado mostra que os três grupos de competências (Motivacionais, Técnicas e Gerenciais) possuem relevância de forma geral para o desenvolvimento de gestores do setor automotivo no contexto da I5.0.

Considerando a avaliação dos fornecedores, é possível perceber que as competências ‘Técnicas’ (30,6%) são destacadas como prioridade, mas competências ‘Motivacionais’ são indicadas em nível de importância aproximado (30,2%). A consistência deste resultado também fica evidente quando analisando os resultados gerados pelos gestores de cada planta (fornecedor) individualmente, destacando que, 13 de 20 empresas indicam um nível relevante de importância para as competências ‘Técnicas’ (>20,0%), enquanto o mesmo número de empresas também indica as competências ‘Motivacionais’ e/ou ‘Gerenciais’ em níveis também similares de importância.

Os gestores indicam que as competências ‘Motivacionais’, em vista da necessidade de engajamento das equipes para a I5.0, são importantes nas empresas fornecedoras, mas existe uma maior necessidade de adaptação de infraestrutura para a adequação ao novo contexto tecnológico. Nwankpa e Datta (2017), indicam que o nível de complexidade tecnológica a ser atingido depende da infraestrutura técnica e das capacidades humanas disponíveis.

Há um entendimento de que o processo de adaptação ou preparação das empresas fornecedoras para a transformação tecnológica requer um maior foco nos aspectos técnicos, assim como em seus requisitos para implementação e potenciais benefícios de desempenho, o que resulta em uma percepção de importância prioritária para as competências ‘Técnicas’ por parte dos gestores destas empresas.

“A priorização das competências técnicas nos fornecedores está relacionada com o processo de implementação ... há uma maior necessidade de foco na infraestrutura e nos aspectos técnicos.” (Gerente Industrial – F2)

Nos fornecedores, a formação e experiência dos colaboradores também é indicada pelos gestores como sendo mais alinhada a tecnologias tradicionais, onde muitas vezes processos produtivos complexos ainda dependem do conhecimento técnico individual na operação de equipamentos que ainda não interagem com tecnologias digitais. Desta forma, a preparação para a transformação tecnológica exige em um primeiro momento a capacitação das equipes para a interação com novas tecnologias e superação de eventuais defasagens técnicas, o que também promove nos gestores a percepção de maior importância para as competências ‘Técnicas’.

A integração de tecnologias convencionais e processos tradicionais com novas tecnologias disruptivas é apontada por Firk *et al.* (2022) e Ogbeibu *et al.* (2022), como um dos desafios para a implementação de uma nova cultura produtiva, que deve levar em conta a modificação da forma de interação humana, com novos papéis e tarefas. Baptista *et al.* (2020)

reforça que as novas tecnologias são implementadas gradualmente nas organizações, motivadas por potenciais benefícios esperados, em paralelo com tecnologias convencionais e tradicionais, entendidas como parte do conhecimento e estrutura tecnológica existentes na organização. Tal integração evidencia a adaptação técnica das pessoas envolvidas como uma necessidade para que a transformação tecnológica seja bem-sucedida (SAWY *et al.*, 2016).

Os gestores entendem que as competências 'Técnicas' possibilitam um melhor entendimento das demandas de capacitação das equipes. O domínio das competências 'Técnicas' pelos gestores também é percebido como um facilitador para a capacitação técnica dos colaboradores.

O desenvolvimento de competências técnicas pode suportar os gestores na tratativa dos elementos críticos para a transformação tecnológica, no entendimento das demandas técnicas das equipes de trabalho e no aproveitamento das oportunidades geradas pela tecnologia (ZULU; SAAD; GLEDSON, 2023; ÇALLI *et al.*, 2022).

A capacitação técnica adequada dos colaboradores é entendida como um importante elemento gerador de segurança para que estes se sintam confiantes para operar, supervisionar ou interagir com as novas tecnologias. Equipes tecnicamente capacitadas permitem que os gestores tenham menos foco nas questões técnicas e desempenhem um papel mais alinhado com ações motivacionais e gerenciais.

"... e a competência técnica traz segurança ao colaborador ... permite que o mesmo se sinta confiante em usa-lás." (Líder de Produção – F4)

O desenvolvimento de estratégias adequadas para treinamento técnico das equipes constitui um desafio para empresas em fase de adaptação/implementação de novas tecnologias (CAZERI *et al.*, 2022; WERITZ, 2022). O domínio de competências técnicas pode suportar os gestores no desenvolvimento de estratégias adequadas para a superação da defasagem técnica das equipes de trabalho, que são afetadas pela inserção de novas tecnologias (TORTORELLA *et al.*, 2020).

Os gestores também destacam que nas montadoras não há um contato direto rotineiro das equipes técnicas de produção com os clientes finais (usuários dos veículos fabricados), enquanto nos fornecedores, existe um contato mais próximo e imediato com os clientes (montadoras ou outros subfornecedores). Esse contato mais próximo também gera demandas mais dinâmicas de desempenho em termos de entrega, qualidade e custo, que tendem a colocar os gestores destas empresas em uma posição mais dependente dos aspectos técnicos para a solução de problemas e a tomada de decisão também mais imediata e constante.

"Fornecedores da cadeia de suprimentos das montadoras são rapidamente cobrados, de forma mais constante pelos seus clientes ... por resultados de entrega, qualidade, custo, etc... Isso gera a necessidade de resultados e decisões técnicas mais rápidas..." (Gerente de Divisão - M1)

A I5.0 deve promover maior proximidade e interações técnicas mais dinâmicas com os clientes, mas suas tecnologias, quando adequadamente implementadas, são esperadas a prover maior robustez e flexibilidade nos processos produtivos, apoiando os gestores nas questões técnicas e permitindo maior liberdade para que estes assumam novos papéis na interação humana com as equipes (SHIRISH *et al*., 2023; BENDIG *et al*., 2022).

Essa perspectiva aumenta a percepção de importância do domínio das competências 'Técnicas' pelos gestores de empresas fornecedoras com a transformação tecnológica em andamento.

No caso das montadoras, embora o grupo de competências 'Motivacionais' (29,3%) e 'Gerenciais' (27,0%) tenham sido mais destacadas, competências 'Sociais' e 'Técnicas' também foram indicadas em certo nível relevante de importância (>20%), indicando um a demanda mais equilibrada pelo desenvolvimento dos quatro tipos de competências. A maior importância atribuída, principalmente aos grupos de competências 'Motivacionais' e 'Gerenciais', fica mais evidente quando analisando os resultados gerados pelos gestores de cada planta individualmente, sendo possível perceber que estas competências são indicadas como primeira ou segunda prioridade pela maioria das empresas avaliadas. Competências 'Motivacionais' são indicadas com importância ≥ 30,0% por 7 das 11 montadoras, enquanto as competências 'Gerenciais' são indicadas com importância > de 26,0% por 8 destas empresas.

Os gestores consideram que as montadoras possuem acesso mais rápido aos recursos tecnológicos de ponta, permitindo também a rápida qualificação dos profissionais usuários. Uma vez que demandas técnicas são superadas, a necessidade de estimular as equipes para o engajamento tecnológico e atingimento de um desempenho compatível e esperado passa a ser o principal desafio para os gestores, evidenciando a importância das competências 'Motivacionais' e 'Gerenciais'.

Empresas com maior maturidade tecnológica tendem a apresentar um contexto onde a capacidade técnica já instalada contribui para que os gestores identifiquem mais rapidamente, oportunidades e ameaças e tomem melhores decisões, apoiados pelas tecnologias (HU *et al.*, 2024). Essa maior maturidade também contribui com os gestores no domínio dos aspectos técnicos (ÇALLI *et al.*, 2022), e na geração de flexibilidade e rapidez de atuação (HU *et al.*,

2024), passando estes a ter um maior desafio no desenvolvimento de competências voltadas para a relação humana, para estimular o engajamento e criatividade das equipes de trabalho e gerenciar a interação entre as pessoas e tecnologias (ALEKHINA; PARAKHINA; BORIS, 2020).

Uma vez que o grupo de competências digitais motivacionais é determinado em maior nível de prioridade no resultado geral, suas alternativas passam também a ser consideradas em maior relevância. Dentro deste grupo, destacam-se na agregação geral as competências relacionadas à ‘Adaptabilidade & Flexibilidade’ (27,5%) e ‘Liderança’ (21,3%).

A competência relacionada à ‘Adaptabilidade & Flexibilidade’ é destacada pelos gestores principalmente em função da rápida evolução das tecnologias I5.0, das diversas possibilidades de implementação e demandas da manufatura. Os gestores consideram ser responsáveis pela definição da tecnologia a ser implementada, devendo considerar o melhor potencial desempenho a ser obtido, alinhado com as necessidades técnicas da produção e com a estratégia do negócio.

Mudanças organizacionais rápidas e constantes geradas pela transformação tecnológica são destacadas na literatura, que reforça a importância do papel dos gestores no contexto de mudança desta transformação (ABDULLAH; SOFYAN, 2022). Há um impacto no papel dos gestores em termos de responsabilidade e liderança, exigindo a capacidade de adaptação rápida e flexibilidade para equilibrar as mudanças tecnológicas, adaptar as equipes e a estrutura organizacional (KOLOT *et al.*, 2022; ALEKHINA; PARAKHINA; BORIS, 2020).

Os gestores passam a ser constantemente desafiados a dominar competências ligadas às tecnologias em contínua evolução (KOLOT *et al.*, 2022; Van LAAR; Van DEURSEN; Van DIJK, 2022), desenvolvendo conhecimentos e habilidades técnicas específicas, além do desenvolvimento de novos papeis comportamentais na liderança das equipes e gerenciamento dos recursos tecnológicos (Van LAAR; Van DEURSEN; Van DIJK, 2022; WERITZ, 2022).

Os gestores indicam que as diferentes tecnologias, assim como a evolução constante de suas versões, proporcionam atualizações constantes das melhores oportunidades relacionadas à implementação tecnológica. Mercados e clientes também passam gerar mudanças mais frequentes de requisitos e exigir alterações mais urgentes na produção planejada. Estes aspectos resultam em um contexto dinâmico de mudanças, que requer dos gestores adaptabilidade e flexibilidade para avaliar, decidir e redirecionar constantemente os processos, tecnologias, pessoas e demais recursos relacionados.

"A velocidade no avanço das tecnologias é um fator ... o que funciona bem hoje, pode estar ultrapassado amanhã." (Gerente de Divisão - M1)

Os gestores destacam ainda que a implementação gradual de tecnologias disruptivas em sistemas produtivos tradicionais para a geração de resultados inéditos é correspondente a processos regulares de inovação, o que requer dos gestores a capacidade de validar conceitos desenvolvidos e confirmar o potencial atingimento dos resultados esperados. Tal processo de inovação também requer dos gestores adaptabilidade e flexibilidade na adequação dos projetos de implementação, até que estes se mostrem alinhados ao objetivo pretendido.

"Nem sempre as tecnologias planejadas serão aplicáveis e bem-sucedidas." (Gerente Industrial – F2)

O desenvolvimento dos gestores para a I5.0 requer então a flexibilidade e adaptabilidade ao novo, entretanto, experiências anteriores acumuladas em diferentes funções ou setores, podem contribuir para o bom desempenho dos mesmos no contexto de mudança relacionado (LI; YANG; MENG, 2024).

Reforçando a importância do grupo de competências 'Motivacionais' para o engajamento dos trabalhadores no processo de adoção e operação colaborativa com novas tecnologias, os gestores destacam que a competência relacionada à 'Liderança', avaliada dentro desse grupo, representa o meio para a transferência da intenção dos gestores e da organização aos colaboradores e equipes no contexto da I5.0.

A liderança dos gestores no contexto de transformação tecnológica requer uma atuação assertiva na aplicação estratégica das tecnologias e orientação de equipes inovadoras de trabalho para a criação de novos valores para as empresas (GURBAXANI; DUNKLE, 2019; TUMBAS; BERENTE; Vom BROCKE, 2018). Características tradicionais de liderança podem não ser suficientes no contexto dinâmico de mudanças tecnológicas, requerendo mais intensidade na atuação dos gestores em termos de comunicação, suporte, relações humanas, pensamento crítico, e incentivo para a inovação e criatividade na interação com a capacidade tecnológica (ÇALLI *et al.*, 2022; Van LAAR; Van DEURSEN; Van DIJK, 2022).

Os gestores consideram que devem exercer um papel orientador para a adoção e operação das tecnologias, devendo também aproveitar as oportunidades tecnológicas para facilitar a comunicação com os liderados. A liderança deve combinar capacidades técnicas dos indivíduos com tecnologias e processos adequados, orientando para o estabelecimento de um equilíbrio entre desafios e conhecimentos existentes.

"Um papel de liderança alinhada às possibilidades tecnológicas pode garantir a motivação dos trabalhadores e o equilíbrio entre desafios e conhecimento relacionados." (Líder Organizacional – M3)

Os gestores mencionam que muitas vezes lideram indivíduos e equipes com conhecimento técnico relevante sobre as tecnologias a serem implementadas, mas que o sucesso de novas implementações também está ligado ao planejamento e execução das inserções tecnológicas planejadas, podendo impactar nos objetivos e resultados esperados. O desenvolvimento de uma competência de liderança alinhada ao contexto da transformação tecnológica é apontado como aspecto moderador entre as expectativas de melhor desempenho pela implementação tecnológica e potenciais resultados desfavoráveis em um primeiro momento. Nesse caso a liderança adequada pode atuar para eliminar possíveis frustrações nas equipes e motivar para correções e realinhamentos necessários.

O papel de liderança dos gestores na I5.0 também é indicada na literatura como elemento de equilíbrio das oportunidades e expectativas tecnológicas, devendo atuar para reduzir as pressões relacionadas (BENDIG *et al.*, 2022). Características de liderança em contextos tecnológicos também requerem a capacidade de percepção e compreensão adequadas para a tomada de decisão, o autodirecionamento e autogestão das responsabilidades, o autocontrole e o pensamento racional (VAIDYA; PRASAD; MANGIPUDI, 2020).

A competência motivacional relacionada à 'Modelagem de Papel Comportamental', é indicada em menor nível de importância (4,9%). Entretanto, os gestores analisam que tal competência pode ser importante se combinada com outras competências motivacionais, como no caso de 'Adaptabilidade & Flexibilidade' e 'Liderança', e até mesmo com competências técnicas, gerenciais ou sociais.

Os gestores acreditam que o atingimento dos objetivos de implementação tecnológica pelas equipes não pode ser obtido somente pelo reconhecimento do comportamento compatível do gestor, mas que atuações mais ativas, de liderança por exemplo, são essenciais para uma orientação coordenada durante a transformação tecnológica.

Os gestores podem exercer influência comportamental nas pessoas envolvidas na transformação tecnológica, gerando motivação das equipes para a interação com as tecnologias, e modelo para as novas relações e estratégias de operações (OGBEIBU *et al.*, 2022; MALIK *et al.*, 2021).

O desenvolvimento de papéis comportamentais mais adequados ao contexto também são apontados como dependentes do avanço das organizações e dos gestores para uma maior

maturidade digital, sendo também entendido como uma consequência da estratégia de implementação tecnológica.

"... e um melhor desenvolvimento de papel comportamental alinhado é esperado a partir da evolução da maturidade da empresa para o novo contexto." (Líder Organizacional – M3)

No grupo das competências 'Técnicas', identificado no resultado geral como sendo o segundo grupo mais importante (27,3%), destacam-se como mais importantes as competências relacionadas à 'Legal & Ético' (22,1%) e 'Análise de Dados' (19,5%).

Aspectos legais e éticos são apontados como tendo uma relação estreita com o uso das tecnologias. Os gestores destacam a capacidade avançada de geração de dados pelas tecnologias digitais. Tal capacidade possibilita a geração de ativos de conhecimento importantes para a organização, implicando em uma preocupação quanto a forma de manipulação e utilização dos dados pelos usuários.

A capacidade de geração de grande volume de dados e informações no contexto I5.0 é reconhecida, suportando os gestores na tomada de decisão e nas rotinas gerenciais, e gerando novos conhecimentos e oportunidade para as empresas (HU *et al.*, 2024; WERITZ, 2022). A dependência de tais dados e informações, assim como dos próprios recursos tecnológicos deve então aumentar, destacando a importância da Segurança Digital e do uso responsável das informações geradas (ROŽANEC *et al.*, 2023). Os gestores devem orientar os aspectos legais e éticos na obtenção e uso de dados e nas relações homem-máquina (GROSSE *et al.*, 2023; ROŽANEC *et al.*, 2023).

Requisitos de conformidade digital (*compliance*), são destacados pelos gestores como cada vez mais rigorosos em termos de proteção e uso de dados. Esse cenário demanda dos gestores certa priorização no desenvolvimento da competência relacionada ao 'Legal e Ético'. Estes devem tratar tais preocupações durante a análise e implementação técnica das tecnologias, planejar e garantir a segurança de dados, informações e conhecimentos organizacionais, além de orientar os usuários para a utilização em acordo das tecnologias.

"Um dos desafios, principalmente no uso de dados está relacionado à forma como eles são utilizados." (Gerente de Divisão – M1)

Os gestores indicam ainda que o uso de dados de forma responsável e ética deve ser considerado tanto em contextos produtivos, quanto na relação com o cliente, onde eventuais dados gerados por produtos durante a relação com o cliente final sejam protegidos e utilizados para benefícios dos clientes ou da melhoria dos produtos e seus processos. No Brasil, como exemplo, iniciativas como da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais - LGPD (BRASIL,

2018), reforçam a necessidade de que os gestores estejam capacitados e tecnicamente comprometidos com os aspectos legais e éticos da proteção e uso de dados.

Reforçando a importância dos dados no contexto digital, o desenvolvimento da competência técnica relacionada à ‘Análise de Dados’ é destacado pelos gestores em vista de uma melhor capacidade de aproveitamento do potencial tecnológico para a tomada de decisão.

Gerentes industriais precisam ser capazes de entender, analisar e aplicar os grandes volumes de dados gerados pelas tecnologias digitais (WERITZ, 2022), para suportar ações estratégicas internas e externas ao negócio (HU *et al.*, 2024).

Os gestores consideram que a capacidade técnica adequada dos gestores para a análise e interpretação de dados pode gerar benefícios de desempenho, prover melhores soluções de problemas e tornar a empresa mais rápida, resiliente e flexível. A capacidade técnica de análise de dados é então considerada fundamental para os gestores na transformação tecnológica, para uma tomada de decisão mais assertiva, imediata e baseada em fatos.

“O uso das tecnologias e dados como meio para tomada de decisão pode tornar a empresa mais ágil ... então análise de dados é essencial.” (Gerente de Divisão – M1)

Os gestores indicam também que a dependência da análise de dados pode variar em função do nível de maturidade digital das empresas. Em certos casos, tecnologias digitais estão implementadas, porém, não há uma interconexão de máquinas e equipamentos que permita o uso dos dados em tempo real pelos próprios recursos tecnológicos. Em outros casos, não há um recurso integrador que receba e analise automaticamente dados de diversos equipamentos de um sistema produtivo para o gerenciamento automático de alterações que possam resultar em melhora de desempenho. Nestes casos, a capacidade crítica e analítica dos gestores é apontada como fundamental para o sucesso da transformação tecnológica.

A relação entre a maturidade tecnológica das empresas com a capacidade de análise e uso de dados também é indicada na literatura. O avanço tecnológico permite maior capacidade na geração, manipulação e análise dos dados, mas a competência do gestor para a utilização dos dados disponíveis de forma eficiente também pode facilitar a implementação tecnológica e contribuir para o avanço desta maturidade (ÇALLI *et al.*, 2022). No entanto, a maturidade tecnológica não depende somente da capacidade de uso dos resultados gerados pelos recursos tecnológicos, mas também de uma adaptação da organização para uma nova cultura tecnológica de manufatura (HU *et al.*, 2024; LI; YANG; MENG, 2024).

Ainda sobre o grupo de competências digitais ‘Técnicas’, as competências relacionadas à ‘Mídia Social’ (4,3%) e ‘Plataformas Digitais de Investimentos e Financiamento’ (9,1%)

foram julgadas com menos importância que as demais. Os gestores indicam que o domínio destas competências pode contribuir para um bom desempenho de gestão, mas que em contextos industriais mais dinâmicos de manufatura e, principalmente, onde a maturidade tecnológica ainda é percebida em nível de implementação inicial, competências técnicas mais relacionadas ao tipo de tecnologia em implementação e ao uso de tais tecnologias (como no caso da análise e uso de dados) ainda são mais relevantes e prioritários.

O nível de capacidade e intensidade tecnológica das empresas é reconhecido como influenciador para as prioridades de adaptação, assim como para os tipos de competência a serem desenvolvidas, observando as demandas de desempenho mais urgentes, a complexidade produtiva, requisitos de infraestrutura, o conhecimento organizacional e as capacidades humanas existentes (NWANKPA; DATTA, 2017).

O resultado para o grupo de competências ‘Gerenciais’ destacou como mais relevantes (em maior nível de importância), as competências relacionadas à ‘Delegação de Autoridade’ (20,9%), ‘Solução de Problemas’ (20,0%) e ‘Gestão do Conhecimento’ (15,8%).

A complexidade dos sistemas produtivos e as diferentes tecnologias a serem potencialmente implementadas, assim como o avanço constante destas tecnologias, requerem um nível de domínio técnico e atualização constante. Os gestores apontam que este cenário dinâmico inviabiliza o domínio aprofundado dos gestores de todas as competências técnicas envolvidas, ou potenciais tecnologias, para um controle amplo, em níveis mais específicos e detalhados, das ações em um contexto de transformação tecnológica. Esse aspecto é indicado como o principal motivador para a percepção de prioridade da competência relacionada à ‘Delegação de Autoridade’.

A demanda pelo domínio dos diversos conceitos e conhecimentos na relação com diferentes tecnologias requer o desenvolvimento de gestores digitais capazes de delegar autoridade para equipes e indivíduos com diferentes especialidades e competências digitais, para o desempenho de atividades, papéis e responsabilidades no contexto I5.0 (HU *et al.*, 2024).

Os gestores reforçam que a impossibilidade do domínio constante de todas as tecnologias e ações em um contexto I5.0 pode constituir uma barreira para o desempenho esperado, o que torna vital a distribuição da competência técnica e do controle de ações entre os indivíduos e equipes envolvidas. O gestor deve então desenvolver de forma mais urgente a capacidade de identificar potenciais talentos nas equipes, promover a capacitação e o nivelamento técnico necessários e distribuir adequadamente as ações tecnológicas da empresa, delegando a autoridade necessária e exercendo um papel orientador de liderança.

A delegação de autoridade também é apontada como um meio para que os gestores criem um vínculo mais estreito entre as equipes e tecnologias, reforçando também o comprometimento dos indivíduos com a implementação tecnológica. Também é entendida como favorecedora à atuação dos gestores, ao ponto que permite a descentralização das ações e da tomada de decisão no contexto tecnológico.

"A delegação de autoridade é importante, pois torna-se mais necessária no contexto tecnológico a descentralização da tomada de decisão, com a criação de mais autonomias individuais" (Gerente Industrial – F2)

Os gestores podem se beneficiar de maior inclusão e comprometimento com a implementação tecnológica, promovendo a delegação de autoridade para equipes e indivíduos com diferentes especialidades (HU et al., 2024; ALEKHINA; PARAKHINA; BORIS, 2020).

Os gestores indicam uma grande expectativa quanto à possibilidade de suporte das tecnologias nos processos e métodos de solução de problemas com maior embasamento técnico e confiabilidade. Sistemas complexos de manufatura imprimem uma rotina constante de problemas desafiadores. Esse aspecto é indicado como um motivador para que os gestores tenham um melhor entendimento das possibilidades tecnológicas para maior rapidez e segurança na superação dos desafios de manufatura em um contexto I5.0, destacando o desenvolvimento da competência digital gerencial relacionada à 'Solução de Problemas' como uma das prioridades.

Os recursos tecnológicos podem otimizar tarefas mais operacionais, permitindo maior foco dos gestores para a solução de problemas mais complexos. O desenvolvimento de competência para a solução de problemas demanda dos gestores a capacidade de entendimento dos desafios no contexto tecnológico e requer maior capacidade criativa e inovativa, habilidade de aprendizado contínuo e pensamento crítico de forma a aproveitar o suporte e oportunidades geradas pelas tecnológicas para o desenvolvimento de melhores soluções (NADEAK *et al*., 2021; NURTANTO; FAWAID; SOFYAN, 2020).

Sobre a competência relacionada à 'Gestão do Conhecimento', os gestores mencionam que há uma preocupação para que o conhecimento tácito individual seja convertido em conhecimento explícito a serem aproveitados na configuração e uso de novas tecnologias. Uma provável mudança nas atividades e funções dos colaboradores sugere aos gestores a necessidade de garantir que conhecimentos técnicos específicos sobre os produtos e processos não sejam perdidos e que possam ser reutilizados pelas tecnologias implementadas.

O conhecimento organizacional existente é considerado importante tanto no processo de implementação de novas tecnologias, onde pode contribuir para a configuração dos elementos tecnológicos, quanto para os processos de inovação requeridos na I5.0 (LI; YANG; MENG, 2024; HU *et al.*, 2024).

Uma vez que a implementação tecnológica também depende do nível de conhecimento digital existente na empresa (TUMBAS; BERENTE; Vom BROCKE, 2018), os gestores devem dominar a capacidade de uso das novas tecnologias para administrar de forma eficaz os ativos de conhecimento da empresa, disseminar informações e experiências, e promover a cultura de aprendizagem e compartilhamento de conhecimentos importantes na integração entre pessoas e tecnologias (HU *et al.*, 2024; FIRK *et al.*, 2022).

Também há uma expectativa de que recursos tecnológicos modernos favoreçam a criação de novos conhecimentos e o processo de inovação. Os gestores esperam que tais recursos possam atingir esta expectativa e prover novas capacidades de gerenciamento e aproveitamento dos conhecimentos da empresa. A competência relacionada à ‘Gestão do Conhecimento’ no contexto da I5.0 é considerada importante e requer o desenvolvimento de novas relações entre os gestores e tecnologias capazes de favorecer o uso estratégico do conhecimento.

“As novas tecnologias são esperadas a facilitar a gestão do conhecimento e a transformação do conhecimento tácito em explicito.” (Líder de Desenvolvimento – M1)

Os gestores manifestam ainda a preocupação em gerenciar novos conhecimentos resultantes da própria implementação tecnológica, como por exemplo, o conhecimento necessário para a operação, supervisão ou manutenção das novas tecnologias.

“... é necessário ainda, gerenciar os novos conhecimentos sobre a operação e manutenção da tecnologia implementada.” (Gerente de Divisão – M1)

A competência relacionada ao ‘Pensamento Empreendedor’ (3,9%) é percebida em menor nível de importância no grupo competências ‘Gerenciais’. Os gestores indicam que a motivação para a implementação de novas tecnologias parte da necessidade de solucionar problemas e melhorar o desempenho de processos produtivos e produtos existentes. Principalmente para gestores mais engajados com o desempenho dos sistemas produtivos, não é comum a aquisição e implementação de novas tecnologias tendo a criação de novos produtos ou oportunidades de negócios como motivador.

"A implementação tecnológica em um primeiro momento se dá pelo desejo é resolver um problema ou melhorar o desempenho ... não há uma visão ou foco na criação de produtos ou negócios." (Gerente Industrial – F2)

A mentalidade empreendedora está relacionada com a identificação de oportunidades atreladas a inserção das novas tecnologias, capazes de gerar inovação e novos valores para as empresas (ALRAJA; HUSSEIN; AHMED, 2021; DZWIGOL *et al.*, 2020). É uma das competências indicadas pelo Fórum Mundial de Fabricação para a indústria do futuro (BREQUE *et al.*, 2021), no entanto, objetivos mais voltados para a melhoria da eficiência produtiva e de processos já existentes, obtendo a promoção de automatização de tarefas, melhor interação com clientes e fornecedores, ou maiores retornos financeiros imediatos, são geralmente priorizados em uma implementação tecnológica inicial (SZÁSZ *et al.*, 2020; ABUBAKAR *et al.*, 2019).

Melhorias de produto e processo são muitas das vezes implementadas de forma incremental no setor automotivo, tornando o pensamento empreendedor e o domínio de competências relacionadas menos importante em um primeiro momento. Gestores industriais de produtos e negócios já consolidados, como geralmente ocorre no setor automotivo, possuem menos autonomia para iniciativas de empreendedorismo. Entretanto, os gestores indicam que em áreas mais específicas, como de desenvolvimento de produtos ou *Marketing*, a competência relacionada ao 'Pensamento Empreendedor' em novos contextos tecnológicos, pode ter um nível de importância maior.

O grupo de competências 'Sociais' (17,8%), é identificado com menos importância na agregação geral. Esse resultado é orientado principalmente pelo julgamento dos Fornecedores, que indicam um baixo nível de importância para este grupo (15,2%).

Demandas em relação às questões técnicas, de infraestrutura, capacitação e engajamento das equipes, e solução de problemas da rotina de manufatura são apontadas como mais urgentes nos fornecedores. Os gestores indicam que a percepção de prioridade em relação a competências técnicas, motivacionais e gerenciais está ligada ao tipo de rotina produtiva dos fornecedores e à níveis de transformação tecnológicas mais iniciais, mas reconhecem o potencial das competências digitais 'Sociais' no estabelecimento de relações mais humanas e para a obtenção de melhores resultados das equipes de trabalho.

"As competências digitais sociais não são entendidas como mais importantes pela ótica de resultados práticos e técnicos mais imediatos" (Líder de Produção – F4)

Há também uma percepção de que competências sociais podem ser desenvolvidas de forma mais natural pelos gestores ao longo da implementação tecnológica, por exemplo, por meio do processo de engajamento dos indivíduos e equipes.

A compreensão das interações sociais e o domínio de competências sociais adequadas pelos gestores pode contribuir para o gerenciamento das interações existentes entre indivíduos e equipes (ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022; VAIDYA; PRASAD; MANGIPUDI, 2020). Oportunidades geradas por tecnologias de interação social e comunicação podem ser aproveitadas para o entendimento do significado do comportamento social e das interações sociais dentro da empresa, facilitando também interação dos gestores com as equipes para o estímulo ao engajamento tecnológico e à inovação (HENDERIKX; STOFFERS, 2023; OGBEIBU *et al.*, 2022).

Embora o grupo de competências ‘Sociais’ tenha recebido um baixo nível de importância atribuída em relação aos outros grupos, é possível também identificar o nível de importância das competências específicas dentro deste grupo, destacando as competências relacionadas à ‘Relações Intergeracionais’ (17,6%), ‘Comunicação’ (17,4%) com maior nível de importância.

A integração de indivíduos de diferentes gerações é considerada pelos gestores como uma realidade comum no setor automotivo. Entretando, há uma percepção de que as diferenças de cultura tecnológica de cada geração são mais destacadas com a implementação da I5.0. Colaboradores provenientes de gerações mais antigas, com conhecimentos técnicos tradicionais e grande experiência nas rotinas com equipamentos e processos convencionais devem interagir com gerações mais novas, que em alguns casos, nasceram e cresceram em uma era mais digitalizada, de internet rápida, programação avançada e equipamentos (ex.: *smartphones*, computadores, *tablets*) com capacidade avançada de processamento e conectividade.

Os gestores devem desenvolver a capacidade de entender os pontos fortes de diferentes gerações e combinar as aspirações individuais de equipes multigeracionais, com o direcionamento estratégico dos talentos para um melhor desempenho na implementação e operação tecnológica (ZULU; SAAD; GLEDSON, 2023; BREQUE *et al.*, 2021).

O conhecimento de processos tradicionais de manufatura continua relevante. Colaboradores com maior experiência são apontados como vitais na configuração das tecnologias para a realização de tarefas antes realizadas pelas pessoas, assim como para a supervisão das novas operações com a integração das tecnologias digitais. No entanto, novas gerações muitas vezes apresentam aptidão natural para o domínio e manipulação das tecnologias digitais, como por exemplo, no desenvolvimento de atividades de programação ou inovação com o uso do potencial tecnológico.

"... e funcionários de gerações mais novas, possuem uma aptidão mais natural para a interação com novas tecnologias... por exemplo, nas atividades de programação ou inovação." (Gerente de Divisão – M1)

A capacidade de gerenciamento da interação entre as diferentes gerações é então apontada pelos gestores como importante e destacada como sendo uma oportunidade para a obtenção de melhores resultados na atuação das equipes, combinando as melhores capacidades tecnológicas geracionais existentes e aplicando diferentes perspectivas em novos sistemas produtivos com a integração de diferentes tecnologias.

A 'Comunicação' é destacada pelos gestores em virtude da complexidade na implementação e operação dos sistemas de manufatura que integram as tecnologias I5.0. A comunicação é percebida ainda como um meio tradicional de transferência dos objetivos organizacionais e da gestão às equipes, mas com maior destaque no contexto da I5.0, onde os gestores precisam motivar as pessoas para uma nova cultura tecnológica.

Novas tecnologias podem auxiliar na promoção de práticas de comunicação no contexto da I5.0 e contribuir para a interação dos indivíduos, assim como para fortalecer a sinergia entre as equipes, gerando confiança e cooperação para um melhor desempenho (HU et al., 2024). Recursos digitais, como no caso de novas mídias sociais, podem auxiliar na integração de grupos interpessoais por meio de processos de comunicação mais modernos e dinâmicos (ALRAJA; HUSSEIN; AHMED, 2021, GFRERER *et al.*, 2021).

As tecnologias digitais oferecem também novas oportunidades de comunicação (por meio de mídias, sistemas organizacionais integrados, *intranet*, nuvem, aplicativos e programas) que os gestores acreditam ser capazes de facilitar a interação com indivíduos e equipes. Há uma expectativa de que essa melhor interação possa também promover um melhor desempenho quanto ao atingimento dos objetivos esperados pela gestão.

"As tecnologias digitais apresentam oportunidades que podem ser interessantes para o melhor desempenho na comunicação entre os gestores e as equipes." (Gerente Industrial – F2)

Em uma outra vertente, os gestores estabelecem a comunicação em estreita relação com aspectos de criação, transferência ou compartilhamento de dados, informação e conhecimento, que podem impactar nos processos de inovação, considerados importantes no contexto I5.0.

É possível observar também uma inversão relevante de prioridades quando analisando Montadoras e Fornecedores separadamente. Enquanto gestores dos fornecedores atribuem maior destaque para a competência relacionada à 'Comunicação' (21,3%), gestores das

montadoras atribuem nível de importância relativamente alto para a competência relacionada à ‘Relações Intergeracionais’ (28,8%) em relação às demais.

Os gestores indicam que a importância das ‘Relações Intergeracionais’ nas montadoras é alinhada com uma maior maturidade tecnológica, mas também com questões mais humanas relacionadas à sustentabilidade. Programas ou práticas voltadas para o ESG (Governança Ambiental, Social e Corporativa) por exemplo, muitas vezes mais robustas em grandes multinacionais, imprimem uma maior preocupação nos gestores das montadoras para as relações humanas.

“Estratégias ESG como exemplo, podem reforçar a necessidade de fortalecimento das relações intergeracionais.” (Líder de Desenvolvimento – M1)

Há uma diversidade natural de gerações nas montadoras, mas programas de inserção de talentos (Ex.: programas *Trainee*) de gerações mais novas também impulsionam a necessidade de desenvolvimento da capacidade dos gestores em lidar com diferentes gerações. Os gestores também acreditam que a integração de diferentes gerações também pode trazer benefícios de desempenho (ex.: em processos de inovação).

A implementação da I5.0 também traz preocupações em relação à possíveis mudanças no mercado de trabalho, exigindo dos gestores a capacidade de integrar rapidamente talentos de diferentes gerações e com diferentes perspectivas ao propósito e estratégia de transformação tecnológica da empresa (BREQUE *et al.*, 2021).

A novas oportunidades geradas no mercado de trabalho, em razão da revolução tecnológica, também são mencionadas pelos gestores e trazem preocupações quanto a um possível aumento de rotatividade de colaboradores, o que passa a demandar maior flexibilidade para lidar com novas equipes e mesclas de gerações.

No caso dos fornecedores, o destaque para a competência digital social relacionada à ‘Comunicação’ é gerado principalmente por estruturas organizacionais e de pessoal mais enxutas. Os gestores indicam que o dinamismo nas mudanças tecnológicas e uma maior urgência nos fornecedores para avanços de adequação, em paralelo com questões técnicas ainda em fase de superação, motivam uma maior percepção de importância para capacidades comunicacionais mais alinhadas ao momento de transição.

“... e as empresas são geralmente mais enxutas ... com uma necessidade de comunicação mais rápida, em razão de demandas mais urgentes geradas pelos clientes.” (Gerente Industrial – F2)

A cadeia produtiva da indústria automotiva enfrenta desafios relacionados às mudanças de mercado, aumento da variedade de produtos, mudanças de regulamentação, surgimento de novas tecnologias que impactam nos produtos e processos de produção, e aumento de competitividade, o que demanda a adaptação das empresas à novas estratégias e podem afetar temporariamente o desempenho organizacional (NAYAL *et al.*, 2022; LIN *et al.*, 2018). Fornecedores são afetados e precisam adaptar contextos específicos em termos de tipo de produto, processo, variedade e volume produtivo às novas tendências (GHADGE *et al.*, 2022).

Os gestores dos fornecedores também desempenham um papel de maior contato com os principais clientes (montadoras), tendo a responsabilidade de traduzir demandas técnicas rotineiramente mais urgentes às equipes. A necessidade contínua para uma comunicação eficaz também traz aos gestores a expectativa de que novas tecnologias digitais sejam capazes de aumentar as capacidades comunicacionais.

Ainda no grupo de competências digitais 'Sociais', as competências relacionadas à 'Inteligência Emocional' (17,2%) e 'Resolução de Conflitos' (14,8%) se destacam no resultado geral do setor, demonstrando proximidade de importâncias com as competências mais prioritárias. O domínio destas competências é indicado pelos gestores como um meio potencial para reduzir a pressão, ansiedade ou estresse causados por aspectos que podem ser mais evidenciados em um contexto de transformação tecnológica, como o excesso de informação ou uma maior demanda por resultados, que podem afetar a qualidade de vida dos colaboradores ou contribuir para doenças ocupacionais.

"O excesso de informações, ou a pressão por resultados favorecem para destacar estas competências" (Gerente Industrial – F2)

Gestores mais capacitados mentalmente e emocionalmente para motivar e gerencias as interações entre as pessoas envolvidas na transformação tecnológica podem se beneficiar de ações mais engajadas e alinhadas com as estratégias da organização (JACKSON; DUNN-JENSEN, 2021; VAIDYA; PRASAD; MANGIPUDI, 2020).

Os gestores entendem que o desenvolvimento de competências em termos de 'Inteligência Emocional' e 'Resolução de Conflitos' pode suportar uma gestão mais alinhada com os desafios emocionais dos indivíduos no contexto de transformação tecnológica. O gestor deve ser capaz de entender e administrar as relações no ambiente de trabalho, atuando como mediador promovendo ambientes de trabalho mais saudáveis, também na relação com as tecnologias. Há também uma expectativa dos gestores de que as tecnologias digitais possam

facilitar as interações sociais com as equipes durante a liderança de indivíduos com personalidade ou momento emocional distintos.

"A questão da saúde mental e do bom ambiente de trabalho se tornaram fundamentais para o garantir o alto rendimento dos funcionários." (Gerente de Divisão – M1)

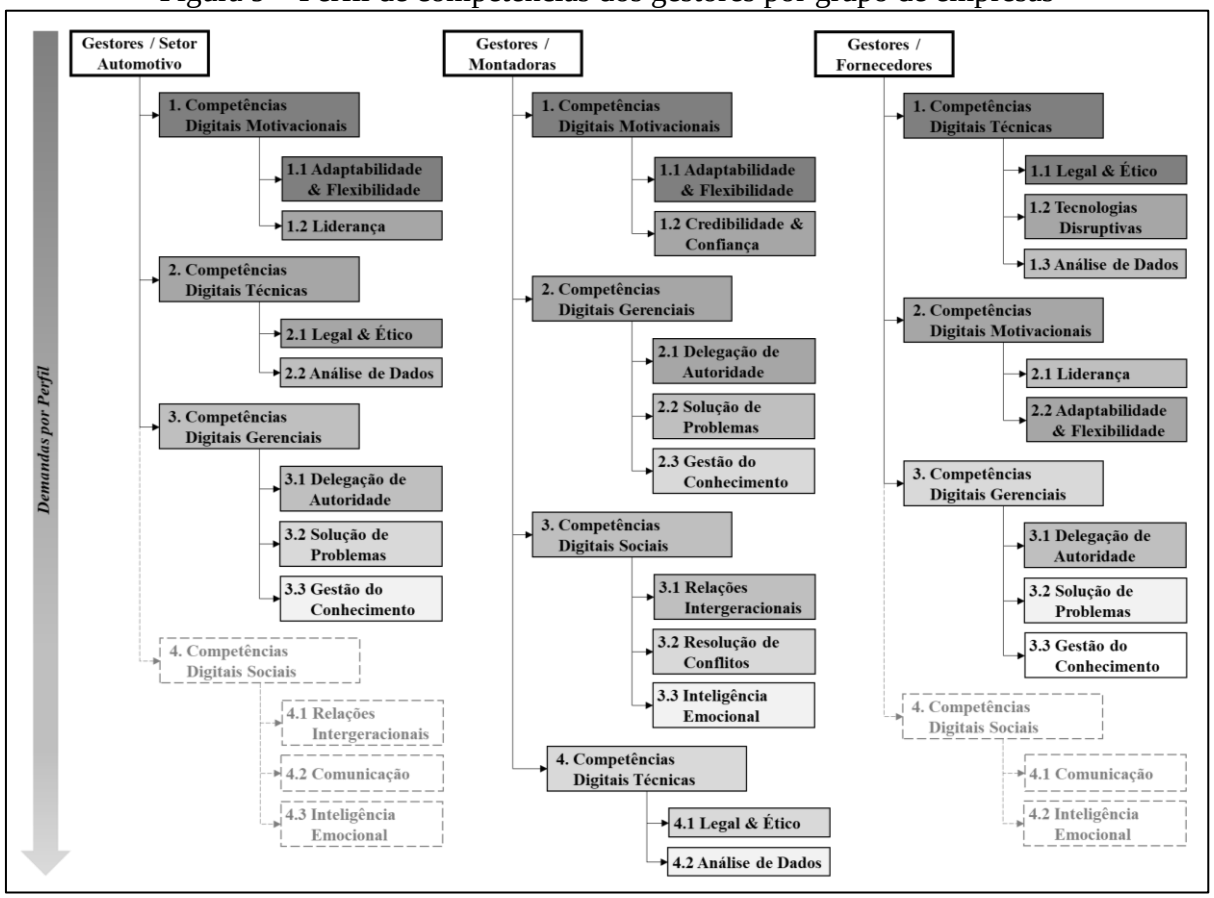
'Diversidade & Relações Interculturais' (5,9%), 'Empatia' (6,7%) e 'Envolvimento & Empoderamento' (7,6%) são percebidos em menor nível importância dentro do grupo das competências digitais 'Sociais'. Os gestores mencionam que há um esforço das empresas em implementar políticas capazes de fortalecer aspectos relacionados à estas competências, principalmente em montadoras ou fornecedores de maior estrutura. No entanto, há uma expectativa de que as competências sociais no geral, no contexto I5.0, sejam desenvolvidas de forma mais natural, por meio da liderança e engajamento dos colaboradores.

"As empresas têm empregado esforços para evoluir em questões sociais do ambiente de trabalho que se relacionam com estas competências" (Líder de Desenvolvimento – M1)

Os gestores também entendem já possuir certo domínio destas competências e acreditam que o fortalecimento das mesmas deve ocorrer ao longo da transformação tecnológica. Há uma percepção de que as relações sociais possuem conexão com a cultura dos indivíduos e das empresas, e que possivelmente serão impactados pela entrada de novas tecnologias.

A Figura 9 ilustra uma síntese dos perfis de competências dos gestores do setor automotivo. É possível observar que o equilíbrio no nível de importância estabelecido pelas montadoras apresenta um perfil com demandas de desenvolvimento pessoal para os quatro grupos de competências digitais (em ordem de prioridade: motivacionais, gerenciais, sociais e técnicas).

Figura 9 – Perfil de competências dos gestores por grupo de empresas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Também é possível observar na Figura 9, a inversão de prioridades estabelecida entre montadoras e fornecedores em vista de diferentes níveis estruturais e de maturidade tecnológica.

Embora o resultado para as montadoras apresente um nível relevante de importância para os quatro grupos de competências, desafios técnicos, estruturais e de implementação são melhores superados pelos gestores e considerados como em nível mais avançado de maturidade, determinando uma maior percepção de prioridade para as competências motivacionais e gerenciais.

Competências sociais, mesmo em menor relevância (Tabela 4), são indicadas como a terceira prioridade no desenvolvimento dos gestores, enquanto competências técnicas, mais destacadas nos resultados gerais e de fornecedores, são, no caso das montadoras, indicadas como a última prioridade.

Fornecedores indicam um maior desafio na superação dos desafios técnicos, estruturais e de implementação. Há uma maior priorização das competências técnicas, porém, as

competências motivacionais são percebidas em níveis de importância muito próximos (Tabela 4).

Por fim, as competências gerenciais são indicadas também em nível relevante de importância, considerada pelos gestores como capazes de suportar as ações dos gestores nos desafios de adaptação técnica e engajamento das equipes.

De forma geral, os resultados da aplicação AHP e das discussões indicaram que os gestores consideram as competências e grupos de competências analisadas pertinentes ao contexto dos gestores do setor, mas os níveis de importância atribuídos devem ser levados em conta.

A Tabela 5 apresenta resultados de julgamentos por função, considerando dois níveis de gestor (*Top* e *Middle Managers*). O nível denominado como '*Top Managers*' é integrado por respondentes identificados nos dados de caracterização (Tabela 3) como Diretores e Gerentes ocupando funções de gestão organizacional estratégica (alta gestão), enquanto o nível denominado como '*Middle Managers*' é integrado por Supervisores, Coordenadores e Líderes (incluído engenheiros e especialistas), ocupando funções de liderança técnica-operacional, a frente de programas internos de transformação tecnológica ou processos em fase de adaptação e transformação tecnológica.

É possível observar na Tabela 5, que ambos os níveis de gestores, '*Top*' e '*Middle Managers*', julgam os grupos de competências 'Técnicas', 'Gerenciais' e 'Motivacionais' como relevantes (>23,0% nas agregações em cada nível). Assim como no resultado indicado pela agregação geral por plantas (Montadoras e Fornecedores), é possível observar que o grupo de competências 'Motivacionais' é destacado pelos dois níveis de gestores, sendo julgado com importância relevante por '*Top Managers*' (34,8%) e '*Middle Managers*' (26,7%).

No entanto, observa-se uma diferença na ordem de prioridade apresentada pelos dois níveis. O grupo de competências 'Motivacionais' é destacado como o mais importante pelos '*Top Managers*' (prioridade). Há um entendimento de que os '*Top Managers*' ocupem a principal função de definição das estratégias da empresa e de direcionamento das equipes para a transformação tecnológica, o que demanda uma relação mais estreita com as pessoas envolvidas, que devem ser engajadas com a nova cultura tecnológica, para que haja sucesso na aceitação, implementação e operação colaborativa com as tecnologias.

Tabela 5 – Resumo dos resultados dos julgamentos por função

(continua)

Critérios e Alternativas (Competências)		% Prioridades por Função (1) (2)					% Agregação (2)	
		Top Managers		*Middle Managers*			*Top Managers*	*Middle Managers*
		Diretor	Gerente	Supervisor	Coordenador	Líder/ Engenheiro/ Especialista		
Respondentes #		9	61	3	5	31	70	39
Digitais Técnicas		23,1	24,6	32,9	47,9	26,4	23,8	35,7
Digitais Gerenciais		22,7	27,7	33,4	22,2	23,8	25,2	26,5
Digitais Sociais		15,2	17,2	4,9	13,4	14,9	16,2	11,1
Digitais Motivacionais		39,1	30,5	28,8	16,5	34,9	34,8	26,7
Digitais Técnicas	Tecnologias Disruptivas	24,4	13,8	17,9	10,7	19,0	19,1	15,9
	Mídia Social	4,5	4,0	4,2	2,1	5,4	4,2	3,9
	Segurança Digital	17,5	13,5	29,4	12,2	11,8	15,5	17,8
	Análise de Dados	15,4	19,3	5,5	41,7	27,3	17,3	24,8
	Tecnologia da Informação	11,3	14,5	18,8	16,4	13,5	12,9	16,2
	Plataformas Digitais de Investimentos e Financiamento	6,3	10,3	5,5	7,9	7,3	8,3	6,9
	Legal & Ético	20,7	24,7	18,8	9,0	15,6	22,7	14,5
Digitais Gerenciais	Gestão do Conhecimento	14,1	12,4	24,3	33,2	15,6	13,3	24,4
	Inovação Digital	7,7	5,8	2,8	18,8	9,2	6,8	10,3
	Análise Estratégica & Inteligência	16,3	5,3	1,1	15,2	8,1	10,8	8,1
	Pensamento Empreendedor	5,9	3,3	4,9	10,2	4,6	4,6	6,6
	Conscientização Baseada no Cliente	11,0	5,1	0,9	8,4	8,6	8,0	6,0
	Tomada de Decisão	6,9	7,7	2,6	5,5	8,8	7,3	5,6
	Gestão de Recursos	8,3	10,3	9,7	2,9	7,5	9,3	6,7
	Solução de Problemas	10,8	26,4	45,5	4,9	14,2	18,6	21,6
	Delegação de Autoridade	18,9	23,7	8,1	0,9	23,5	21,3	10,8

Tabela 5 – Resumo dos resultados dos julgamentos por função

(conclusão)

	Critérios e Alternativas (Competências)	% Prioridades por Função (1) (2)					% Agregação (2)	
		Top Managers		*Middle Managers*				
		Diretor	Gerente	Supervisor	Coordenador	Líder/ Engenheiro/ Especialista	*Top Managers*	*Middle Managers*
Respondentes #		9	61	3	5	31	70	39
Digitais Sociais	Comunicação	20,8	15,9	12,6	24,0	14,3	18,3	16,9
	Empatia	3,8	5,8	16,1	7,8	6,5	4,8	10,1
	Trabalho em Equipe	13,6	9,3	12,3	5,1	13,3	11,5	10,2
	Diversidade & Relações Interculturais	7,3	6,6	4,1	1,0	7,7	6,9	4,3
	Envolvimento & Empoderamento	14,1	8,7	15,2	2,6	6,8	11,4	8,2
	Inteligência Emocional	15,8	18,5	15,7	9,1	17,6	17,1	14,2
	Resolução de Conflitos	14,6	19,4	19,1	16,3	14,5	17,0	16,6
	Relações Intergeracionais	10,0	16,0	4,9	34,1	19,3	13,0	19,4
Digitais Motivacionais	Liderança	22,4	21,9	42,2	27,0	19,1	22,1	29,4
	Influência & Persuasão	17,8	9,4	9,1	6,6	16,0	13,6	10,6
	Autodisciplina & Autoconfiança	17,6	7,3	2,1	13,5	8,4	12,4	8,0
	Coragem & Assunção de Riscos	10,2	7,9	3,8	9,5	8,2	9,1	7,2
	Modelagem de Papel Comportamental	5,2	6,2	4,4	3,9	6,7	5,7	5,0
	Credibilidade & Confiança	12,7	14,8	7,9	12,0	11,1	13,8	10,4
	Adaptabilidade & Flexibilidade	14,1	32,4	30,3	27,5	30,6	23,3	29,5

Fonte: Produção do próprio autor.

(1) Os resultados de cada planta são gerados pelo método *Aggregating individual judgments*-AIJ (SAATY, 1988; RAMANATHAN; GANESH, 1994) que consolida os dados, considerando a agregação de cada julgamento individual, por meio de cálculo da média geométrica, gerando um julgamento do grupo. A consistência dos resultados também é considerada com base no AHP-*Incomplete Pairwise* (HARKER, 1987).

(2) Os resultados gerais são gerados pelo método *Aggregating Individual Priorities*-AIP (ISHIZAKA; NEMERY, 2013; FORMAN; PENIWATI, 1998) que consolida os dados das plantas automotivas, considerando a agregação das prioridades obtidas para cada planta, por meio de cálculo da média aritmética, gerando uma síntese dos resultados gerais de todas as empresas.

Paralelo aos aspectos tecnológicos, a expectativa dos '*Top Managers*' quanto a uma vital liderança das pessoas envolvidas, coloca estes gestores em um papel de agente motivador. Os gestores indicam que o sucesso da implementação tecnológica é dependente da liderança adequada e do engajamento das pessoas envolvidas, imprimindo uma maior percepção de urgência para o desenvolvimento das capacidades motivacionais no contexto da I5.0.

"Gestores nessas funções irão direcionar e estimular a transformação tecnológica." (Gerente Industrial – F2)

Os gestores indicam que barreiras tecnológicas podem ser mais facilmente entendidas, viabilizando as ações para superá-las. De outra forma, o entendimento dos limites individuais e das práticas adequadas de liderança, configuram um maior desafio para os gestores em níveis hierárquicos mais altos e reforçam a demanda por competências digitais 'Motivacionais'.

Embora o grupo de competências 'Motivacionais' seja também indicado como relevante pelos '*Middle Managers*' (segunda maior prioridade), estes julgam o grupo de competências 'Técnicas' em nível de prioridade consideravelmente maior que os outros (35,7%). Frente a questões mais operacionais, as competências técnicas são mais valorizadas por estes gestores, que lidam diretamente com a implementação e configuração das tecnologias. Há uma percepção de que o desenvolvimento de competências técnicas por estes gestores é mandatório para a liderança operacional das equipes.

Os gestores entendem que '*Middle Managers*' realizam um papel mais tático do que estratégico. São mais focados em problemas mais imediatos e urgentes, em ações de curto prazo e com demandas de solução de problemas mais rápidos. Há uma percepção de que o domínio técnico traz mais segurança aos liderados. Desta forma, os *middle managers* também precisam dominar mais os aspectos técnicos para a obtenção de respeito e comprometimento dos colaboradores mais operacionais.

"... e para os middle managers é então mais necessário entender as questões técnicas para conseguir orientar os times." (Líder Organizacional - M3)

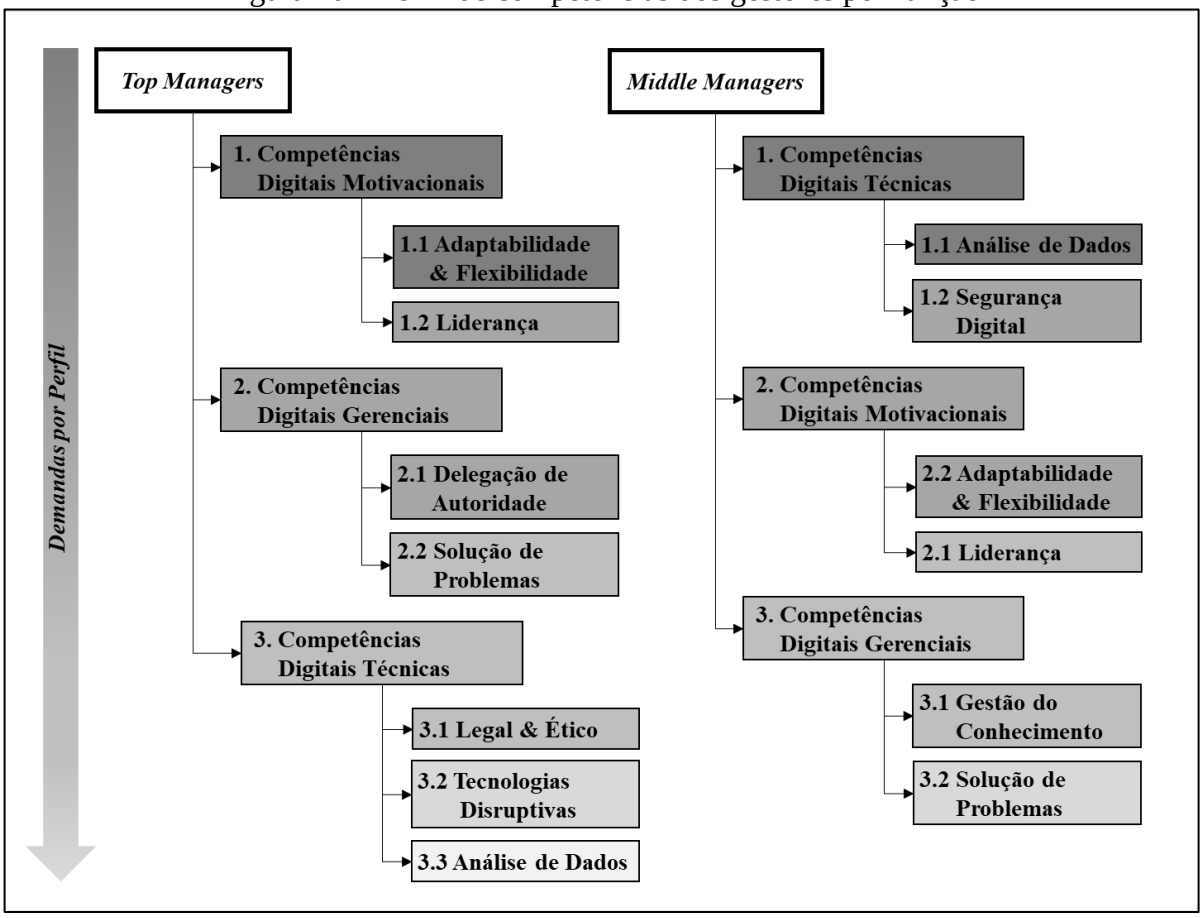
O desenvolvimento de competências digitais 'Técnicas' pelos *middle managers* também relacionadas com as expectativas de carreira no contexto da I5.0. Os gestores acreditam que o domínio técnico de novas tecnologias tende a se tornar cada vez mais um diferencial de base para a formação e experiência destes profissionais. Desta forma, o domínio técnico é entendido como um facilitador não só para a manutenção em um mercado de trabalho industrial mais dinâmico, mas também para o avanço pessoal na ocupação de funções de gestão e níveis hierárquicos mais altos e estratégicos nas organizações.

A Figura 10 ilustra uma síntese dos perfis de competências dos gestores por função. É possível observar a inversão de prioridade atribuídas por *top* e *middle managers*.

Em vista de um papel de liderança mais estratégica e voltada para relações pessoais, as competências digitais 'Motivacionais' são destacadas como a maior prioridade para o perfil de desenvolvimento dos '*Top Managers*'. Competências gerenciais e técnicas, embora indicadas como relevantes, são percebidas em menor nível de importância na sequência.

Motivados por um papel mais tático, envolvido com ações diretas de implementação e operação das tecnologias, com foco na rotina de manufatura e demandas de soluções mais rápidas para os problemas operacionais, as competências digitais 'Técnicas' são destacadas no perfil de desenvolvimento de '*Middle Managers*'. Competências motivacionais e gerenciais, embora apontadas como relevantes, são indicadas na sequência, com uma menor percepção de importância relacionada.

Figura 10 – Perfil de competências dos gestores por função



Fonte: Elaborado pelo autor.

O nível de relação/experiência dos gestores com as novas/principais tecnologias I5.0 também é considerado na análise dos resultados (Tabela 6).

Tabela 6 – Resumo dos resultados dos julgamentos por relação gestor/tecnologias

(continua)

Critérios e Alternativas (Competências)		% Prioridades por Perfil de Relação Gestor x Tecnologias I5.0 (1) (2)								
		Apenas Conhece			*Tem contato*			*Domina e é capaz de implementar e disseminar*		
		De 1 a 3 tecnologias	*De 4 a 6 tecnologias*	*De 7 a 9 tecnologias*	*De 1 a 3 tecnologias*	*De 4 a 6 tecnologias*	*De 7 a 9 tecnologias*	*De 1 a 3 tecnologias*	*De 4 a 6 tecnologias*	*De 7 a 9 tecnologias*
Respondentes #		1	1	10	12	37	15	25	6	2
Digitais Técnicas		7,1	70,0	14,9	31,1	21,7	35,3	25,8	55,5	32,0
Digitais Gerenciais		50,0	10,0	24,2	26,2	32,8	21,5	36,0	15,6	27,1
Digitais Sociais		7,1	3,3	17,8	14,6	17,4	10,6	13,4	4,6	4,6
Digitais Motivacionais		35,7	16,7	43,2	28,1	28,1	32,6	24,8	24,3	36,3
Digitais Técnicas	Tecnologias Disruptivas	9,9	5,1	15,0	16,2	21,7	11,1	17,8	8,5	23,1
	Mídia Social	1,4	1,7	6,2	4,5	6,3	2,7	3,8	1,6	2,9
	Segurança Digital	9,9	8,5	10,5	17,7	11,3	9,5	13,6	6,9	17,2
	Análise de Dados	9,9	42,4	21,6	19,1	18,7	27,5	22,5	28,8	17,2
	Tecnologia da Informação	9,9	6,1	10,4	15,8	13,1	16,1	16,1	12,8	17,2
	Plataformas Digitais de Investimentos e Financiamento	29,6	30,3	7,9	9,0	7,5	10,2	10,6	14,6	2,9
	Legal & Ético	29,6	6,1	28,3	17,7	21,4	23,0	15,7	26,7	19,5
Digitais Gerenciais	Gestão do Conhecimento	27,3	0,6	10,4	15,6	15,8	15,3	6,6	24,5	2,7
	Inovação Digital	27,3	0,1	4,4	6,6	8,7	10,4	6,9	29,1	7,2
	Análise Estratégica & Inteligência	9,1	0,4	15,1	7,8	7,0	7,4	7,2	8,1	7,2
	Pensamento Empreendedor	9,1	0,1	6,6	3,9	3,4	3,0	3,9	3,4	3,2
	Conscientização Baseada no Cliente	3,0	0,3	9,7	6,6	3,4	9,6	9,3	2,5	25,4
	Tomada de Decisão	3,0	2,1	7,5	9,0	7,2	5,0	6,6	3,7	9,6
	Gestão de Recursos	9,1	10,7	7,0	8,3	10,1	8,5	13,2	6,4	9,6
	Solução de Problemas	3,0	75,0	16,5	20,7	20,9	17,3	23,3	5,9	25,4
	Delegação de Autoridade	9,1	10,7	22,8	21,3	23,7	23,6	23,0	16,3	9,6

Tabela 6 – Resumo dos resultados dos julgamentos por relação gestor/tecnologias

(conclusão)

	Critérios e Alternativas (Competências)	% Prioridades por Perfil de Relação Gestor x Tecnologias I5.0 (1) (2)								
		Apenas Conhece			*Tem contato*			*Domina e é capaz de implementar e disseminar*		
		De 1 a 3 tecnologias	*De 4 a 6 tecnologias*	*De 7 a 9 tecnologias*	*De 1 a 3 tecnologias*	*De 4 a 6 tecnologias*	*De 7 a 9 tecnologias*	*De 1 a 3 tecnologias*	*De 4 a 6 tecnologias*	*De 7 a 9 tecnologias*
Respondentes #		1	1	10	12	37	15	25	6	2
Digitais Sociais	Comunicação	6,6	2,8	16,1	18,4	18,2	13,8	16,0	11,1	17,9
	Empatia	1,3	0,4	5,8	7,3	6,8	4,4	8,6	5,2	6,8
	Trabalho em Equipe	6,6	2,8	9,3	15,8	11,5	10,5	13,0	9,0	17,9
	Diversidade & Relações Interculturais	1,3	0,4	2,6	6,2	7,2	5,8	5,9	3,8	17,9
	Envolvimento & Empoderamento	6,6	2,0	3,9	7,6	9,8	8,1	9,0	9,1	8,0
	Inteligência Emocional	33,2	10,2	17,8	13,8	17,4	15,7	18,0	9,1	6,8
	Resolução de Conflitos	11,1	71,1	13,4	12,6	15,9	17,8	13,4	13,8	17,9
	Relações Intergeracionais	33,2	10,2	31,1	18,4	13,3	23,8	16,0	39,1	6,8
Digitais Motivacionais	Liderança	64,1	78,1	21,3	22,6	22,0	20,3	21,0	20,4	16,0
	Influência & Persuasão	12,8	11,2	6,2	19,4	10,8	8,7	16,6	7,4	16,0
	Autodisciplina & Autoconfiança	4,3	2,2	3,4	11,2	8,4	11,1	8,1	11,7	7,1
	Coragem & Assunção de Riscos	0,9	0,4	5,5	6,5	8,9	10,4	9,7	12,0	16,0
	Modelagem de Papel Comportamental	2,6	3,1	5,3	4,1	7,3	6,4	5,8	6,4	7,1
	Credibilidade & Confiança	2,6	0,6	19,6	12,7	11,4	13,8	12,8	8,6	18,9
	Adaptabilidade & Flexibilidade	12,8	4,4	38,7	23,5	31,2	29,3	25,9	33,4	18,9

Fonte: Produção do próprio autor.

(1) Os resultados de cada planta são gerados pelo método *Aggregating individual judgments*-AIJ (SAATY, 1988; RAMANATHAN; GANESH, 1994) que consolida os dados, considerando a agregação de cada julgamento individual, por meio de cálculo da média geométrica, gerando um julgamento do grupo. A consistência dos resultados também é considerada com base no AHP-*Incomplete Pairwise* (HARKER, 1987).

(2) Os resultados gerais são gerados pelo método *Aggregating Individual Priorities*-AIP (ISHIZAKA; NEMERY, 2013; FORMAN; PENIWATI, 1998) que consolida os dados das plantas automotivas, considerando a agregação das prioridades obtidas para cada planta, por meio de cálculo da média aritmética, gerando uma síntese dos resultados gerais de todas as empresas.

Considerando o resumo dos resultados dos julgamentos dos gestores em termos de relação com as novas tecnologias (Tabela 6), é possível observar que independentemente do nível de relação dos gestores com as principais tecnologias, competências digitais ‘Técnicas’, ‘Gerenciais’ e ‘Motivacionais’ são destacadas. A ordem de prioridade se alterna nos diferentes níveis de relação.

A competência técnica é mais indicada como prioritária por parte das relações estabelecidas, porém, competências gerenciais e técnicas são priorizadas em alguns casos e indicadas como também relevantes, mesmo onde competências digitais técnicas são destacadas.

Os gestores entendem que a priorização do tipo de competência digital a ser desenvolvida, é mais dependente do tipo de função exercida pelo gestor, papel a ser desempenhado ou objetivos pretendidos no contexto da I5.0, do que do tipo de relação já existente com potenciais tecnologias relacionadas.

Como exemplo, o gestor pode possuir maior entendimento ou domínio dos recursos tecnológicos, mas se sua função for estratégica, em níveis hierárquicos mais altos, e seu objetivo for a condução das pessoas para o engajamento na transformação tecnológica, as competências digitais ‘Motivacionais’ podem ser priorizadas. De outra forma, gestores em níveis mais operacionais, independente do domínio ou relação com potências tecnologias, devem atribuir maior importância para as competências digitais ‘Técnicas’.

Os resultados da Tabela 6 também indicam uma menor importância atribuída às competências digitais ‘Sociais’. Os gestores também acreditam que independentemente do nível de relação com as tecnologias, competências sociais são esperadas a contribuir para um melhor desempenho de gestão, mas há uma expectativa de que práticas sociais sejam desenvolvidas de forma mais natural ao longo do processo de transformação tecnológica, não sendo estas consideradas como uma prioridade mais urgente para o desenvolvimento dos gestores.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve o objetivo de definir perfis de competências para gestores na implementação da I5.0 no setor automotivo do Brasil, considerando empresas montadoras e seus subfornecedores na cadeia de suprimentos, com diferentes níveis de complexidade nas operações produtivas e programas formais de implementação de tecnologias relacionadas à I5.0 em andamento, tomando como base a percepção de gestores integrantes do nível tático e estratégico, envolvidos com a implementação, gestão ou utilização de novas tecnologias em suas rotinas como gestor, estando estes envolvidos com a estratégia de transformação tecnológica das empresas e o uso desta estratégia para a obtenção de vantagem competitiva ou melhoria de desempenho organizacional.

Os processos dinâmicos de inovação exigidos no contexto da I5.0 podem ser influenciados pelo desenvolvimento das competências individuais capazes de influenciar o poder do gestor e a capacidade de estimular a criação de novos valores para o negócio (HU *et al*., 2024; OGBEIBU *et al*., 2022) e integrar o conhecimento digital organizacional na orientação de atividades inovadoras (LI; YANG; MENG, 2024). Os gestores neste contexto possuem então um papel integrador em relacionar e usar o conhecimento tecnológico digital existente disponível na organização para gerar melhores resultados operacionais (WANG *et al.*, 2024; FIRK *et al*., 2022).

A pesquisa analisou a percepção de 109 gestores, em 31 empresas do setor automotivo do Brasil, sendo 11 montadoras de automóveis e 20 fornecedores diretos, fabricantes de partes e subconjuntos, para entendimento dos perfis de prioridades em termos de desenvolvimento de competências destes profissionais. Uma estrutura de competências digitais ‘Técnicas’, ‘Gerenciais’, ‘Sociais’ e ‘Motivacionais’, adaptada de Gagné-Pratte, Mosconi e Jorge (2022), foi avaliada com base na percepção de prioridade de importância atribuída pelos gestores.

A questão de pesquisa proposta nesta tese, orientou a identificação das prioridades em termos de perfis de competências para o desenvolvimento de gestores de montadoras e fornecedores. Em relação aos objetivos específicos da tese, o primeiro objetivo (desenvolver um modelo de avaliação multicritério baseado em competências para gestores na implementação da I5.0) foi atingido considerando o modelo AHP-IPC desenvolvido e aplicado (conforme protocolo quantitativo, detalhado na Etapa B.2). O modelo apresentou capacidade de captação da percepção dos atores envolvidos (gestores) para cálculo de prioridades relativas dos fatores analisados (competências).

O segundo objetivo específico (identificar a percepção dos gestores da indústria automotiva quanto ao nível relativo de importância das competências do modelo multicritério) foi atingido com a submissão do instrumento de coleta de dados (Apêndice A) aos 109 gestores participantes da pesquisa para a avaliação das competências do modelo, permitindo a identificação das percepções individuais.

O terceiro objetivo específico (determinar a relevância das competências avaliadas para grupos de gestores da indústria automotiva) foi atingido por meio da combinação e análise crítica dos resultados quantitativos e qualitativos, permitindo a determinação das competências relevantes em ordem de prioridade, para a definição de perfis de competências dos grupos de gestores estudados.

De forma geral, os gestores consideram as competências analisadas pertinentes ao contexto dos gestores do setor. A agregação dos resultados de montadoras e fornecedores indica que competências 'Motivacionais', 'Gerenciais' e 'Técnicas' possuem relevância no desenvolvimento dos gestores do setor, porém, uma inversão de prioridades, atribuída aos diferentes níveis estruturais e de maturidade tecnológica das empresas, é percebida quando analisando os perfis prioritários de montadoras e fornecedores separadamente.

No caso das montadoras, há um equilíbrio no nível de importância dos quatro grupos de competências. O perfil de demandas para o desenvolvimento dos gestores é indicado com prioridade para as competências 'Motivacionais' e 'Gerenciais', mas competências 'Sociais' e 'Técnicas' também são indicadas em nível relevante de importância na sequência. Desafios técnicos, estruturais e de implementação são melhor superados pelos gestores das montadoras, que consideram suas organizações em níveis mais avançados de maturidade, justificando a maior percepção de prioridade para as competências 'Motivacionais' e 'Gerenciais'.

Em razão de um maior desafio na superação dos desafios técnicos, estruturais e de implementação, uma maior priorização das competências 'Técnicas' é indicada pelos fornecedores, mas com competências 'Motivacionais' sendo percebidas em níveis de importância muito próximos. Competências 'Gerenciais' também são identificadas em nível relevante de importância nos fornecedores e indicadas como capazes de suportar as ações dos gestores nos desafios de adaptação técnica e engajamento das equipes.

Os resultados também permitiram a identificação de perfis de competências dos gestores por tipo de função, onde se observa uma inversão das prioridades atribuídas por *top* e *middle managers*. Em vista de um papel de liderança mais estratégica e voltada para relações pessoais, competências digitais 'Motivacionais' são destacadas como a maior

prioridade para o perfil de desenvolvimento dos '*Top Managers*', com competências 'Gerenciais' e 'Técnicas' percebidas em menor nível de importância na sequência.

Motivados por um papel mais tático, envolvido com ações diretas de implementação e operação das tecnologias, com foco na rotina de manufatura e demandas por soluções mais rápidas dos problemas operacionais, as competências digitais 'Técnicas' são destacadas no perfil de desenvolvimento de '*Middle Managers*', com competências 'Motivacionais' e 'Gerenciais' indicadas na sequência, porém, com uma menor percepção de importância relacionada.

Considerando o nível de relação dos gestores com as principais tecnologias, independentemente do nível da relação em termos de conhecimento, contato ou domínio, competências digitais 'Técnicas' são mais destacadas, mas 'Gerenciais' e 'Motivacionais' também são competências importantes no suporte das ações dos gestores. Nesse caso, a competência digital a ser desenvolvida, é mais dependente do tipo de função exercida pelo gestor no contexto da I5.0, do que do tipo de relação já existente com potenciais tecnologias relacionadas.

Os resultados gerais do trabalho também indicam que competências digitais 'Sociais', são esperadas a serem desenvolvidas de forma mais natural ao longo do processo de transformação tecnológica, não sendo consideradas como uma prioridade mais urgente para o desenvolvimento dos gestores, mas que podem contribuir para um melhor desempenho de gestão.

5.1 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS

A forma como a estrutura de competências 'Técnicas', 'Gerenciais', 'Sociais' e 'Motivacionais' interagem com a percepção de importância de gestores que estão envolvidos diretamente no processo de transformação tecnológica, de empresas com diferentes níveis de complexidade produtiva e maturidade tecnológica, constitui contribuição para a teoria de desenvolvimento humano na implementação da I5.0 sustentável. A caracterização de competências é elemento crítico para a formação dos gestores e pode influenciar na implementação da I5.0, na obtenção do desempenho esperado e no desenvolvimento das empresas (SHIRISH *et al*., 2023; ZHANG *et al*., 2022; WERITZ, 2022).

A compreensão das perspectivas dos gestores contribui para o entendimento de como se dá a relação das funções de gestão frente às mudanças esperadas com a I5.0 (ZAPADKA; HANELT; FIRK, 2022; ZHANG *et al*., 2022). A tese ajuda no entendimento desta relação,

estabelecendo a forma pela qual as demandas de capacitação para a I5.0 podem ser geradas e como a maturidade tecnológica, o contexto e a complexidade industrial podem influenciar em tais demandas.

A tese indica ainda como as funções são impactadas pelas mudanças e como perfis de competência podem se alterar dinamicamente em função de prioridades geradas pelo momento e avanço do processo de implementação da I5.0. As formas de implementação tecnológica centrada no aspecto humano, requer o entendimento de como as funções são alteradas e de como competências prioritárias para capacitação são geradas (LI; YANG; MENG, 2024; SHIRISH *et al*., 2023).

A importância da competência 'Motivacional' é destacada de forma geral nos resultados, indicando que o engajamento das equipes é aspecto relevante para a implementação da I5.0 e que reflete preocupação aos gestores. A tese contribui para a compreensão da competência 'Motivacional' como mecanismo pelo qual os gestores podem acessar e engajar os indivíduos e equipes para a implementação tecnológica. Competências específicas como da 'Adaptabilidade e Flexibilidade' e 'Liderança' podem atribuir aos gestores maior capacidade de relacionamento humano para promover as mudanças necessárias para uma nova cultura produtiva. O destaque da competência 'Motivacional', no que tange aos aspectos da I5.0, reforça a necessidade da centralidade humana, que paralela às questões técnicas e tecnológicas, continuará sendo relevante para o desenvolvimento industrial.

A relação entre infraestrutura organizacional e maturidade tecnológica com perfis prioritários de competências é apontada. De forma geral, a tese contribui para a teoria com a introdução de uma abordagem de perfis dinâmicos de competências, que variam conforme o nível de infraestrutura já implementada para a tecnologia e a maturidade tecnológica de cada empresa. No caso de montadoras, a infraestrutura e maturidade são indicadas como mais avançadas. Há também um acesso mais rápido ou avançado às tecnologias disruptivas e à mão de obra técnica necessária para sua implementação e operação. Nesse tipo de contexto, os perfis de competência tendem a ser mais equilibrados em termos de prioridade. Questões técnicas são superadas mais facilmente e os gestores podem desempenhar um papel mais voltado para a relação humanas, com maior prioridade para competências 'Motivacionais', 'Gerenciais' e 'Sociais'. De outra forma, em subfornecedores com infraestrutura e maturidade tecnológicas em desenvolvimento, competências 'Técnicas' podem ser priorizadas para o domínio das tecnologias em um primeiro momento. Em termos de I5.0, a relação entre o entendimento do contexto atual da

organização, e da percepção dos profissionais envolvidos, mostrou-se relevante para que o planejamento da transformação tecnológica permita o desenvolvimento de uma indústria mais resiliente, preparada para mudanças constantes e fenômenos inesperados, e sustentável, capaz de se adaptar e se manter ao longo do tempo.

A relação entre funções estratégicas e táticas/operacionais com perfis prioritários de competências também constitui uma contribuição, indicando como perfis de competência para os gestores na I5.0 são influenciados pelo papel exercido pela gestão. Gestores em níveis de gestão mais altos (*Top managers*) podem influenciar na geração de perfis mais alinhados competências 'Motivacionais' em função de um papel mais voltado para a liderança das pessoas para a transformação tecnológica, enquanto gestores em níveis de gestão mais focados em operações e processos técnicos ou produtivos (*Middle Managers*) influenciam em perfis mais alinhados à priorização das competências técnicas, consideradas como mais demandas para a solução de problemas e tomada de decisão nas rotinas de implementação e operação das tecnologias.

5.2 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

A tese indica perfis específicos de competências prioritárias para montadoras e fornecedores do setor automotivo. De forma prática, os perfis identificados oferecem orientações para profissionais de Recursos Humanos e gestores, para o desenvolvimento de planos de capacitação que considerem as prioridades em acordo com o contexto das empresas. Tais orientações possuem implicações se relacionam com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 (ONU, 2024), mais diretamente com o ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico), ao passo que prevê o desenvolvimento de profissionais com perfis de competências mais alinhados às novas oportunidades de trabalho e capazes de conduzir o setor industrial para maior geração de valor e crescimento econômico, com o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), uma vez que estes profissionais serão responsáveis pelo desenvolvimento industrial e terão participação ativa nos processos de inovação, e com o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), considerando que o desenvolvimento industrial focado no ser humano e alinhado aos preceitos da I5.0 contribuirá para negócios mais resilientes e sustentáveis, capazes de gerar valor para as comunidades em prazos mais longos.

Os resultados indicam aspectos a serem levados em conta durante o levantamento das demandas de capacitação dos gestores. A percepção ou expectativa do gestor deve ser

observada, considerando a importância dada a cada competência ou grupo de competências, assim como as razões motivadoras de tais importâncias. Aspectos do contexto ou momento da implementação tecnológica também devem ser observados, como a infraestrutura tecnológica existente e o nível de maturidade tecnológica da empresa.

A tese apresenta características específicas do setor automotivo, pertinentes às montadoras ou aos fornecedores, como o tipo de relação com os clientes, que são observados influenciando o perfil atual demandado para cada contexto.

O instrumento aplicado na análise da percepção dos gestores (AHP) quanto à estrutura de competências e o procedimento metodológico desenvolvido na tese também oferece modelo prático para o diagnóstico de profissionais de Recursos Humanos quanto aos perfis de competências demandados na implementação da I5.0.

O desenvolvimento de planos de capacitação mais alinhados às demandas reais de cada contexto industrial possui implicações práticas para a obtenção de resultados mais rápidos durante a implementação e operação na I5.0, impactando também para a obtenção do desempenho esperado.

5.3 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS

Em termos de análise teórica, a literatura revisada neste trabalho se limitou aos artigos obtidos nas bases de dados Scopus e *Web of Science*, tendo também como limitadores os grupos de palavras-chave adotados, os períodos explorados e demais critérios de inclusão e exclusão adotados. Pesquisas futuras devem considerar a expansão e atualização dos períodos de busca. A inclusão de novas palavras-chave também deve ser considerada, tomando como base estudos bibliométricos atualizados e a evolução do tema ‘competências’ na I5.0.

A tese também possui limitações atreladas à estrutura de competências adotada. Os resultados são baseados na estrutura que considera as competências ‘Técnicas’, ‘Gerenciais’, ‘Sociais’ e ‘Motivacionais’, assim como nas competências específicas inseridas dentro de cada grupo, identificadas a partir da literatura. De forma geral, a estrutura aplicada possui origem na literatura relacionada, com foco nas competências de gestores na I5.0. Novos estudos teóricos ou empíricos podem identificar e confirmar a existência de outras competências, ou grupos de competências, focadas nos gestores ou em outras funções, no setor automotivo e em outros setores, que possam ser consideradas em novas análises de perfis de competências.

A função explorada (gestores) e o contexto de estudo também constituem limitações. A tese se limitou a analisar perfis de competências com base na percepção de gestores (*Top managers* e *Middle Managers*) de montadoras e fornecedores do setor automotivo. Pesquisas futuras podem considerar a análise de perfis de competências de outras funções específicas, como operadores (*Blue collar workers*), ou profissionais de áreas de suporte (manutenção, engenharia, *Supply Chain*), no setor automotivo ou em outros setores industriais, considerando também o tipo de contexto em termos de diferentes volumes de produção e variedade de produtos. Aplicações no setor de serviços (como na área de saúde) também podem constituir contribuição para o desenvolvimento humano no setor.

Em termos de método, a pesquisa adotou em sua fase quantitativa o AHP. Em face do conteúdo de cada competência (alternativa) analisada, não foram identificados indicativos de dependência ou influência existentes entre as competências em um mesmo nível, o que se alinha à premissa do método AHP quanto à independência dos elementos (alternativas ou critérios) de um mesmo nível hierárquico. Entretanto, pesquisas futuras poderiam explorar e aprofundar sobre possíveis dependências ou influências existentes, considerando também a aplicação de outros métodos de decisão com múltiplos critérios, como o *Analytic Network Process* – ANP (SAATY, 2001), alinhados à problemas desse tipo, que poderiam também servir como base de comparação aos resultados desta tese.

Por fim, a análise da estrutura de competências proposta, ou dos perfis identificados, por meio de outros procedimentos metodológicos, qualitativos ou quantitativos, que considerem também diferentes abordagens estatísticas, podem contribuir para a confirmação dos resultados desta tese ou para a identificação de novos elementos a serem considerados e novas variações de perfis de competências.

5.4 TRABALHOS PUBLICADOS

Durante o período de doutorado, análises teóricas e empíricas no contexto industrial, explorando aspectos humanos, do conhecimento de operadores e gestores, de impactos da transformação tecnológica, e de mudanças no trabalho e processos de sistemas produtivos, possibilitaram a publicação de artigos em periódicos científicos, conforme indicado no Quadro 5.

Quadro 5 – Trabalhos publicados em periódicos

Título	**Ano**	**Autores**	**Periódico**	**DOI**
Envisioning Industry 4.0 to 5.0: The Brazilian Glass Workplace	2024	RIBEIRO, V. B.; MELO, J. C.; MUNIZ JR., J.; SOUZA, F. B.; CANEVER, R. C.	The Learning Organization	10.1108/TLO-10-2023-0184
The human resources and knowledge management integrated role in industry 4.0/5.0: a human-centric operations management framework	2024	RIBEIRO, V. B.; NAKANO, D.; MUNIZ JR., J.	Production	10.1590/0103-6513.20240014
Operations Management, Sustainability & Industry 5.0: A Critical Analysis and Future Agenda	2024	GARRIDO, S.; MUNIZ JR., J.; RIBEIRO, V. B.	Cleaner Logistics and Supply Chain	10.1016/j.clscn.2024.100141
Worker knowledge sharing in the Brazilian glass sector	2024	MUNIZ JR., J.; RIBEIRO, V. B.; WINTERSBERGER, D.; CARVALHO, C. P.	Knowledge Management Research & Practice	10.1080/14778238.2024.2326550
Enabling knowledge sharing in a production context in China	2024	MUNIZ JR., J.; RIBEIRO, V. B.; HONG, J. F. L.; WINTERSBERGER, D.; SALOMON, V. A. P.	Knowledge and Process Management	10.1002/kpm.1774
Knowledge management and Industry 4.0: a critical analysis and future agenda	2022	RIBEIRO, V. B.; NAKANO, D.; MUNIZ JR., J.; OLIVEIRA, R. B.	Gestão & Produção	10.1590/1806-9649-2022v29e5222

Também ocorreram a apresentação e publicação em congressos nacionais e internacionais relevantes para o tema, entre estes:

- *International Conference on Transdisciplinary Engineering* - https://www.te2024.org.uk/
- OLKC (*Organisational Learning, Knowledge and Capabilities*) *Conference* - https://www.hv.se/en/meet-university-west/events-conferences/olkc-conference-2022/
- *International Conference on Smart Mobility and Vehicle Electrification* - https://ieomsociety.org/mobility2023/
- ICKM-CIKI (*International Conference on Knowledge Management - and Knowledge and Innovation*) - https://ickmciki2023.ufsc.br/site/
- SIMPEP (Simpósio de Engenharia de Produção) - https://www.simpep.feb.unesp.br/

Durante a pesquisa, o aluno também realizou estágio de pesquisa no Canadá, na Universidade de Sherbrooke (parceira no projeto), pelo período de 6 meses (jan.-jul./2023), com bolsa concedida pelo programa *Emerging Leaders in the Americas Program* (ELAP) do governo canadense. O doutorado foi ainda realizado no modelo ‘Sanduíche’, com um período de 8 meses de atividades na Universidade de Birmingham-UK, realizado por meio de apoio do programa CapesPrInt.

REFERÊNCIAS

ABUBAKAR, A. M.; ELREHAIL, H.; ALATAILAT, M. A.; ELÇI, A. Knowledge management, decision-making style and organizational performance. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 4, n. 2, p. 104-114, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.07.003

ABDULLAH, K. H.; SOFYAN, D. Middle managers and dilemmas in the organisation. **Asian Journal of Research in Business and Management**, v. 4, n. 2, p. 35-49, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.55057/ajrbm.2022.4.2.4

ADEL, A. Future of Industry 5.0 in society: Human-centric solutions, challenges and prospective research areas. **Journal of Cloud Computing**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s13677-022-00314-5

AHMED, W.; HIZAM, S. M.; SENTOSA, I. Digital dexterity: employee as consumer approach towards organizational success. **Human Resource Development International**, v. 25, n. 5, p. 631-641, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1080/13678868.2020.1835107

AL AMRI, T.; KHETANI, K. P.; MAREY-PEREZ, M. Towards sustainable I4. 0: key skill areas for project managers in GCC construction industry. **Sustainability**, v. 13, n. 15, p. 8121, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su13158121

ALEKHINA, E.; PARAKHINA, V.; BORIS, O. Innovative and motivational competence of leaders and its transformation in the context of digitalization. **International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing**, v. 14, p. 589-593, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.46300/9106.2020.14.75

ALRAJA, M. N.; HUSSEIN, M. A.; AHMED, H. M. S. What affects digitalization process in developing economies? An evidence from SMEs sector in Oman. **Bulletin of Electrical Engineering and Informatics**, v. 10, n. 1, p. 441-448, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.11591/eei.v10i1.2033

ANDRONAS, D.; KAMPOURAKIS, E.; PAPADOPOULOS, G.; BAKOPOULOU, K.; KOTSARIS, P. S.; MICHALOS, G.; MAKRIS, S. Towards seamless collaboration of humans and high-payload robots: An automotive case study. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 83, p. 102544, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.rcim.2023.102544

ANDRONIE, M.; LĂZĂROIU, G.; IATAGAN, M.; HURLOIU, I.; DIJMĂRESCU, I. Sustainable cyber-physical production systems in big data-driven smart urban economy: a systematic literature review. **Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 751, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su13020751

ANFAVEA. 2024. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Anuário ANFAVEA 2024. Disponível em: https://anfavea.com.br/site/anuarios-2/. Acesso em: 27 jul. 2024.

ANTONOPOULOU, H.; HALKIOPOULOS, C.; BARLOU, O.; BELIGIANNIS, G. N. Leadership types and digital leadership in higher education: behavioural data analysis from university of Patras in Greece. **International Journal of Learning, Teaching and**

Educational Research, v. 19, n. 4, p. 110–129, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.26803/ijlter.19.4.8

ANTONUCCI, Y. L.; FORTUNE, A.; KIRCHMER, M. An examination of associations between business process management capabilities and the benefits of digitalization: all capabilities are not equal. **Business Process Management Journal**, v. 27, n. 1, p. 124–144, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1108/BPMJ-02-2020-0079

BADURDEEN, F.; WIJEKOON, K.; MARKSBERRY, P. An analytical hierarchy process-based tool to evaluate value systems for lean transformations. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 1, p. 46-65, jan. 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1108/17410381111099806.

BAPTISTA, J.; STEIN, M. K.; KLEIN, S.; WATSON-MANHEIM, M. B.; LEE, J. Digital work and organisational transformation: emergent digital/human work configurations in modern organisations. **The Journal of Strategic Information Systems**, v. 29, n. 2, p. 101618, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jsis.2020.101618

BARLETTE, Y.; BAILLETTE, P. Big data analytics in turbulent contexts: towards organizational change for enhanced agility. **Production Planning & Control**, v. 33, n. 2-3, p. 105-122, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1810755

BENDIG, D.; WAGNER, R.; JUNG, C.; NÜESCH, S. When and why technology leadership enters the c-suite: an antecedents perspective on CIO presence. **The Journal of Strategic Information Systems**, v. 31, n. 1, p. 101705, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jsis.2022.101705

BISOGNI, P. G.; BRDULAK, H. M.; CANTONI, F.; NIINE, T.; ZSIFKOVITS, H. The role of European logistics association 2020 standards in facing modern industry expectations and logistics managers' competencies. **International Journal of Value Chain Management**, v. 12, n. 2, p. 171-198, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1504/IJVCM.2021.116401

BOLEK, V.; GUBOVÁ, K.; JONIAKOVÁ, Z. The Requirements for knowledge and skills of managers in ICT modified fourth industrial revolution. **Ekonomicky Casopis**, v. 69, n. 10, p. 1085-1108, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.31577/ekoncas.2021.10.05

BOZÓKI, S.; FÜLÖP, J.; RÓNYAI, L. Incomplete pairwise comparison matrices in multi-attribute decision making. *In*: IEEE - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND ENGINEERING MANAGEMENT, 2009, Hong Kong. **Anais** […]. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2009. p. 2256-2260. Disponível em: https://doi.org/10.1109/IEEM.2009.5373064.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Brasília, DF: Congresso Nacional, [2018]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13709.htm. Acesso em: 16 ago. 2024.

BREQUE, M.; De NUL, L.; PETRIDIS, A. (2021). **Industry 5.0 - Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry**. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Publications Office of the European Union.

Disponível em: https://doi.org/10.2777/308407

BUER, S. V.; STRANDHAGEN, J. O.; CHAN, F. T. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 8, p. 2924-2940, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945

ÇALLI, B. A.; ÖZŞAHIN, M.; COŞKUN, E.; RIFAT ARIK, A. Do generative leadership and digital literacy of executive management help flourishing micro and small business digital maturity? **International Journal of Organizational Leadership**, v. 11, n. 3, p. 307-332, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.33844/ijol.2022.60332

CALDERON-MONGE, E.; RIBEIRO-SORIANO, D. The role of digitalization in business and management: a systematic literature review. **Review of Managerial Science**, v. 18, n. 2, p. 449-491, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11846-023-00647-8

CARLSSON, L. Strategizing organizational capabilities for industrial digitalization–exploring managers' technological frames. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 34, n. 9, p. 20-39, 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1108/JMTM-07-2022-0252

CASSIA, A. R.; COSTA, I.; DA SILVA, V. H. C.; NETO, G. C. O. Systematic literature review for the development of a conceptual model on the relationship between knowledge sharing, information technology infrastructure and innovative capability. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 32, n. 7, p. 801-821, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1714026

CASTRO, G. D. R.; FERNÁNDEZ, M. C. G.; COLSA, Á. U. Unleashing the convergence amid digitalization and sustainability towards pursuing the sustainable development goals (SDGs): a holistic review. **Journal of Cleaner Production**, v. 280, p. 122204, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122204

CAZERI, G. T.; SANTA-EULALIA, L. A.; SERAFIM, M. P.; RAMPASSO, I. S.; ANHOLON, R. Training for managers not skilled in Industry 4.0 basis: what is the most suitable content to be covered?. **Technology Analysis & Strategic Management**, p. 1-14, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1080/09537325.2022.2131513

CHADEGANI, A. A.; SALEHI, H.; YUNUS, M. M.; FARHADI, H.; FOOLADI, M.; FARHADI, M.; EBRAHIM, N. A. A comparison between two main academic literature collections: web of science and scopus databases. **Asian Social Science**; v. 9, n. 5, p. 18-26 2013. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5539/ass.v9n5p18

CHAKA, C. Skills, competencies and literacies attributed to 4IR/Industry 4.0: scoping review. **IFLA Journal**, v. 46, n. 4, p. 369-399, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1177/0340035219896376

CHEHBI-GAMOURA, S.; DERROUICHE, R.; DAMAND, D.; BARTH, M. Insights from big data analytics in supply chain management: an all-inclusive literature review using the SCOR model. **Production Planning & Control**, v. 31, n. 5, p. 355-382, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1639839

CHEN, B.; WAN, J.; SHU, L.; LI, P.; MUKHERJEE, M.; YIN, B. Smart factory of

Industry 4.0: key technologies, application case, and challenges. **IEEE Access**, v. 6, p. 6505-6519, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2783682

CHONG, L.; RAMAKRISHNA, S.; SINGH, S. A review of digital manufacturing-based hybrid additive manufacturing processes. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 95, n. 5, p. 2281-2300, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00170-017-1345-3

DESPEISSE, M.; CHARI, A.; GONZÁLEZ CHÁVEZ, C. A.; MONTEIRO, H.; MACHADO, C. G.; JOHANSSON, B. A systematic review of empirical studies on green manufacturing: eight propositions and a research framework for digitalized sustainable manufacturing. **Production & Manufacturing Research**, v. 10, n. 1, p. 727-759, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1080/21693277.2022.2127428

DHANPAT, N.; BUTHELEZI, Z. P.; JOE, M. R.; MAPHELA, T. V.; SHONGWE, N. Industry 4.0: the role of human resource professionals. **SA Journal of Human Resource Management**, v. 18, n. 1, p. 1-11, 2020. Disponível em: https://hdl.handle.net/10520/EJC-1fa43205e3

DING, G.; LIU, H.; HUANG, Q.; GU, J. Moderating effects of guanxi and face on the relationship between psychological motivation and knowledge-sharing in China. **Journal of Knowledge Management**, v. 21, n. 5, p. 1077-1097, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1108/JKM-10-2016-0439

DIXSON-DECLÈVE, S.; BALLAND, P. A.; BRIA, F.; CHARVERIAT, C.; DUNLOP, K.; GIOVANNINI, E.; TATAJ, D.; HIDALGO, C.; HUANG, A.; ISAKSSON, D.; MARTINS, F.; MIR ROCA, M.; MORLET, A.; RENDA, A.; SCHWAAG SERGER, S. (2022). **Industry 5.0: A Transformative Vision for Europe**. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Publications Office of the European Union. Disponível em: https://doi.org/10.2777/17322

DORNELLES, J. A.; AYALA, N. F.; FRANK, A. G. Collaborative or substitutive robots? Effects on workers' skills in manufacturing activities. **International Journal of Production Research**, v. 61, n. 22, p. 7922-7955, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2240912

DOUGLAS, B. D.; EWELL, P. J.; BRAUER, M. Data quality in online human-subjects research: comparisons between MTurk, Prolific, CloudResearch, Qualtrics, and SONA. **Plos one**, v. 18, n. 3, p. e0279720, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279720

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: hit or hype? **IEEE Industrial Electronics Magazine**, v. 8, n. 2, p. 56-58, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1109/MIE.2014.2312079

DZWIGOL, H.; DZWIGOL-BAROSZ, M.; MIŚKIEWICZ, R.; KWILINSKI, A. Manager competency assessment model in the conditions of industry 4.0. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 7, n. 4, p. 2630-2644, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4(5)

EMROUZNEJAD, A.; MARRA, M. The state of the art development of AHP (1979–2017): a literature review with a social network analysis. **International Journal of**

Production Research, v. 55, n. 22, p. 6653–6675, jun. 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1334976.

EPSRC. 2018. Engineering and Physical Sciences Research Council. Manufacturing the future: standard research proposals, 2018. Disponível em: https://epsrc.ukri.org/funding/calls/ manufacturing-the-future-standard-research-proposals/. Acesso em: 28 nov. 2019.

ERCEG, V.; ZORANOVIĆ, T. Required competencies for successful digital transformation. **Ekonomika**, v. 66, n. 3, p. 47-54, 2020. Disponível em: 10.5937/ekonomika2003047E

EUROPEAN PARLIAMENT. 2016. Industry 4.0. Directorate general for internal policies, policy department a: economic and scientific policy, study for the ITRE committee, 2016. Disponível em: http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf. Acesso em: 28 nov. 2019.

FACHRUNNISA, O.; ADHIATMA, A.; AB MAJID, M. N.; LUKMAN, N. Towards SMEs' digital transformation: the role of agile leadership and strategic flexibility. **Journal of Small Business Strategy**, v. 30, n. 3, p. 65-85, 2020. Disponível em: https://libjournals.mtsu.edu/index.php/jsbs/article/view/1610

FIRK, S.; GEHRKE, Y.; HANELT, A.; WOLFF, M. Top management team characteristics and digital innovation: exploring digital knowledge and TMT interfaces. **Long Range Planning**, v. 55, n. 3, p. 102166, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.lrp.2021.102166

FORMAN, E.; PENIWATI, K. Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 108, n. 1, p. 165-169, 1998. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00244-0

FRIES, C.; FECHTER, M.; NICK, G.; SZALLER, Á.; BAUERNHANSL, T. First results of a survey on manufacturing of the future. **Procedia Computer Science**, v. 180, p. 142-149, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.137

FUNDEP. 2024. Fundação de Apoio da UFMG. Seção Mover, 2024. Disponível em: https://mover.fundep.ufmg.br/setor-automotivo-brasileiro-celebra-expansao-e-anuncia-ciclo-recorde-de-investimentos/. Acesso em: 27 jul. 2024.

FUNO, K. A.; MUNIZ JUNIOR, J.; MARINS, F. A. S. Fatores de risco em cadeia de suprimentos do setor aeroespacial: aspectos qualitativos e quantitativos. **Production**, v. 23, n. 4, p. 832-845, dec. 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0103-65132013005000016

GAGNÉ-PRATTE, L.; MOSCONI, E.; JORGE, L. F. Digital literacy for business leaders and managers. *In*: DIGITIZATION FOR THE NEXT GENERATION, INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, ICIS 2022, 2022, Copenhagen. **Proceedings** […]. Copenhagen: Association for Information Systems, 2022, p. 1-17. Disponível em: https://aisel.aisnet.org/icis2022/digit_nxt_gen/digit_nxt_gen/13. Acesso em: 03 out. 2022.

GARRIDO, S.; MUNIZ JR., J.; RIBEIRO, V. B. Operations management, sustainability & industry 5.0: a critical analysis and future agenda. **Cleaner Logistics and Supply Chain**, v. 10, p. 100141, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.clscn.2024.100141

GAUDENZI, B.; BORGHEZI, A. Managing risks in the supply chain using the AHP method. **The International Journal of Logistics Management**, v.17, n. 1, p. 114-136, jan. 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1108/09574090610663464.

GAVIRIA-MARIN, M.; MERIGO, J. M.; POPA, S. Twenty years of the journal of knowledge management: a bibliometric analysis. **Journal of Knowledge Management**, v. 22, n. 8, p. 1655–1687, dec. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1108/JKM-10-2017-0497

GFRERER, A.; HUTTER, K.; FÜLLER, J.; STRÖHLE, T. Ready or not: managers' and employees' different perceptions of digital readiness. **California Management Review**, v. 63, n. 2, p. 23–48, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1177/0008125620977487

GHADGE, A.; MOGALE, D. G.; BOURLAKIS, M.; MAIYAR, L. M.; MORADLOU, H. Link between Industry 4.0 and green supply chain management: evidence from the automotive industry. **Computers & Industrial Engineering**, v. 169, p. 108303, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108303

GHISLIERI, C.; MOLINO, M.; CORTESE, C.G. Work and Organizational Psychology Looks at the Fourth Industrial Revolution: How to Support Workers and Organizations?. **Frontiers in Psychology**, v. 9, p. 2365, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02365

GODOY, A. S. Refletindo sobre critérios de qualidade da pesquisa qualitativa. **Gestão Organizacional**, v. 3, n. 2, p. 80-89, 2005.

GONZÁLEZ-VARONA, J.; LÓPEZ-PAREDES, A.; POZA, D.; ACEBES, F. Building and development of an organizational competence for digital transformation in SMEs. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 14, n. 1, p. 15-24, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3926/jiem.3279

GOVINDAN, K. Theory building through corporate social responsibility 4.0 for achieving SDGs: A practical step toward integration of digitalization with practice-based view and social good theory. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 71, p. 2103-2120, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3155247

GRANEHEIM, U. H.; LUNDMAN, B. Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. **Nurse Education Today**, v. 24, n. 2, p. 105-112, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.nedt.2003.10.001

GROSSE, E. H.; SGARBOSSA, F.; BERLIN, C.; NEUMANN, W. P. Human-centric production and logistics system design and management: transitioning from Industry 4.0 to Industry 5.0. **International Journal of Production Research**, v. 61, n. 22, p. 7749-7759, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2246783

GTAI. 2019. Industrie 4.0. Germany trade and invest, 2019. Disponível em: https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Industries/industrie-4-0.html. Acesso em:

28 nov. 2019.

GURBAXANI, V.; DUNKLE, D. Gearing up for successful digital transformation. **MIS Quarterly Executive**, v. 18, n. 3, p. 209-220, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.17705/2msqe.00017

HARKER, P. T. Incomplete pairwise comparisons in the analytic hierarchy process. **Mathematical Modelling**, v. 9, n. 11, p. 837–848, dec. 1987. Disponível em: https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90503-3

HENDERIKX, M.; STOFFERS, J. Digital transformation and middle managers' leadership skills and behavior: a group concept mapping approach. **Frontiers in Psychology**, v. 14, p. 1147002, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1147002

HERHAUSEN, D.; MIOČEVIĆ, D.; MORGAN, R. E.; KLEIJNEN, M. H. P. The digital marketing capabilities gap. **Industrial Marketing Management**, v. 90, p. 276–290, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.07.022

HO, W. Integrated analytic hierarchy process and its applications: a literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 186, n. 1, p. 211–228, apr. 2008. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.01.004

HOLM, M. The future shop-floor operators, demands, requirements and interpretations. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 47, p. 35-42, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.03.004

HU, B.; YANG, W.; ZHANG, S.; YAN, S.; XIANG, Y. Linking the top management team transactive memory system, strategic flexibility and digital business model innovation: a dynamic capabilities perspective. **Technology Analysis & Strategic Management**, p. 1-13, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1080/09537325.2024.2321302

HUSSAIN, M.; AJMAL, M. M.; KHAN, M.; SABER, H. Competitive priorities and knowledge management: an empirical investigation of manufacturing companies in UAE. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 6, p. 791–806, jul. 2015. Disponível em: https://doi.org/ 10.1108/JMTM-03-2014-0020

ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. **Multi-Criteria Decision Analysis**: Methods and Software. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2013. 296 p.

ISHIZAKA, A.; PEARMAN, C.; NEMERY, P. AHP sort: an AHP-based method for sorting problems. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 17, p. 4767-4784, apr. 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00207543.2012.657966

IVANOV, D. The Industry 5.0 framework: viability-based integration of the resilience, sustainability, and human-centricity perspectives. **International Journal of Production Research**, v. 61, n. 5, p. 1683-1695, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2118892

JACKSON, N. C.; DUNN-JENSEN, L. M. Leadership succession planning for today's day to day transformation economy: key factors to build for competency and innovation. **Business Horizons**, v. 64, n. 2, p. 273–284, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.bushor.2020.11.008

JUHRO, S. M.; AULIA, A. F.; HADIWALUYO, D.; ALIANDRINA, D.; LAVIKA, E. The role of catalytic collaboration in leveraging transformational leadership competencies to generate sustainable innovation. **International Journal of Organizational. Leadership**, v. 9, n. 1, p. 48–66, 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3786739

KAASINEN, E.; SCHMALFUß, F.; ÖZTURK, C.; AROMAA, S.; BOUBEKEUR, M.; HEILALA, J.; HEIKKILÄ, P.; KUULA, T.; , LIINASUO, M.; MACH, S.; MEHTA, R.; PETÄJÄ, E.; WALTER, T. Empowering and engaging industrial workers with operator 4.0 solutions. **Computers & Industrial Engineering**, v. 139, p. 105678, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.052

KANG, H. S.; LEE, J. Y.; CHOI, S.; KIM, H.; PARK, J. H.; SON, J. Y.; KIM, B. H.; NOH, S. D. Smart manufacturing: past research, present findings, and future directions. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-green Technology**, v. 3, n. 1, p. 111-128, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s40684-016-0015-5

KANNAN, K. S. P. N.; GARAD, A. Competencies of quality professionals in the era of Industry 4.0: a case study of electronics manufacturer from Malaysia. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 38, n. 3, p. 839–871, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1108/IJQRM-04-2019-0124

KAPPELMAN, L.; TORRES, R.; MCLEAN, E. R.; MAURER, C.; JOHNSON, V. L.; SNYDER, M.; GUERRA, K. The 2021 SIM IT issues and trends study. **MIS Quarterly Executive**, v. 20, n. 1, p. 75-114, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.17705/2msqe.00060

KARRE, H.; HAMMER, M.; KLEINDIENST, M.; RAMSAUER, C. Transition towards an Industry 4.0 state of the lean lab at Graz university of technology. **Procedia Manufacturing**, v. 9, n. 1, p. 206-213, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.006

KITZINGER, J. Qualitative research: introducing focus groups. **BMJ**, v. 311, n. 7000, p. 299-302, 1995. Disponível em: https://doi.org/10.1136/bmj.311.7000.299

KLINGENBERG, C. O.; BORGES, M. A. V.; ANTUNES JR., J. A. V. Industry 4.0 as a data-driven paradigm: a systematic literature review on technologies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 32, n. 3, p. 570-592, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0325

KNAP-STEFANIUK, A. The skills members of multicultural teams need to succeed in Industry 5.0–the opinion of managers from Portugal, France, and Greece. **Procedia Computer Science**, v. 225, p. 1478-1485, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.136

KOLOT, A.; LOPUSHNIAK, H.; KRAVCHUK, O.; VARIS, I.; RIABOKON, I. Transferable competencies of HR manager under global socio-economic changes. **Problems and Perspectives in Management**, v. 20, n. 1, p. 322-341, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.21511/ppm.20(1).2022.27

KOLYASNIKOV, M. S.; KELCHEVSKAYA, N. R. Knowledge management strategies in companies: trends and the impact of Industry 4.0. **Upravlenec**, v. 11, n. 4, p. 82-96, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.29141/2218-5003-2020-11-4-7

LASI, H.; FETTKE, P.; KEMPER, H. G.; FELD, T.; HOFFMANN, M. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4

LAVALLE, A.; CASALE, O. Project managers are the best candidates to manage innovation. **International Journal of Advanced Corporate Learning**, v. 13, n. 1, p. 48, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3991/ijac.v13i1.12357

LEE, D. M.; DRAKE, P. R. A portfolio model for component purchasing strategy and the case study of two South Korean elevator manufacturers. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 22, p. 6651-6682, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00207540902897780

LENG, J.; SHA, W.; WANG, B.; ZHENG, P.; ZHUANG, C.; LIU, Q.; WUEST, T.; MOURTZIS, D.; WANG, L. Industry 5.0: Prospect and retrospect. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 65, p. 279–295, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.09.017

LEVA, M. C.; DEMICHELA, M.; ALBARRÁN MORILLO, C.; MODAFFARI, F.; COMBERTI, L. Optimizing Human Performance to Enhance Safety: A Case Study in an Automotive Plant. **Sustainability**, v. 15, n. 14, p. 11097, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su151411097

LI, S.; GAO, L.; HAN, C.; GUPTA, B.; ALHALABI, W.; ALMAKDI, S. Exploring the effect of digital transformation on Firms' innovation performance. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 8, n. 1, p. 100317, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100317

LI, X.; NG, X. Y. C.; ZHOU, Y.; YUEN, K. F. A ranking of critical competencies for shore-based maritime logistics executives in the digital era. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 35, n. 7, p. 919-934, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1988920

LI, H.; YANG, X.; MENG, M. Research on the relationship between CEO career variety, digital knowledge base extension, and digital transformation in the context of digital merger and acquisition: the case of China's new generation of information technology firms. **Plos One**, v. 19, n. 3, p. e0297044, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297044

LIN, D.; LEE, C. K.; LAU, H.; YANG, Y. Strategic response to Industry 4.0: an empirical investigation on the Chinese automotive industry. **Industrial Management & Data Systems**, v. 118, n. 3, p. 589-605, 2018. Disponível em: https://doi.org/ 10.1108/IMDS-09-2017-0403

LIU, Y.; DONG, J.; MEI, L.; SHEN, R. Digital innovation and performance of manufacturing firms: An affordance perspective. **Technovation**, v. 119, p. 102458, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102458

LIU, H.; ZHANG, H.; ZHANG, R.; JIANG, H.; JU, Q. Competence model of construction project manager in the digital era: the case from China. **Buildings**, v. 12, n. 9, p. 1385, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/buildings12091385

LO, B.; NAGLE, L. M.; WHITE, P.; KLEIB, M.; KENNEDY, M. A.; STRUDWICK, G. Digital and informatics competencies: requirements for nursing leaders in Canada. **Healthcare Management Forum**, v. 34, n. 6, p. 320-325, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1177/08404704211015428

LU, Y.; ZHENG, H.; CHAND, S.; XIA, W.; LIU, Z.; XU, X.; WANG, L.; QIN, Z.; BAO, J. Outlook on human-centric manufacturing towards Industry 5.0. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 62, p. 612-627, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.02.001

ŁUPICKA, A.; GRZYBOWSKA, K. Key Managerial competencies for Industry 4.0 – practitioners researchers', researchers' and students' opinions. **Logistics and Transport**, v. 3, n. 39, p. 39-46, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.26411/83-1734-2015-3-39-4-18

MADDIKUNTA, P. K. R.; PHAM, Q. V.; PRABADEVI, B.; DEEPA, N.; DEV, K.; GADEKALLU, T. R.; RUBY R.; LIYANAGE, M. Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 26, p. 100257, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257

MALIK, N.; TRIPATHI, S. N.; KAR, A. K.; GUPTA, S. Impact of artificial intelligence on employees working in Industry 4.0 led organizations. **International Journal of Manpower**, v. 43, n. 2, p. 334-354, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1108/IJM-03-2021-0173

MANESH, M. F.; PELLEGRINI, M. M.; MARZI, G.; DABIC, M. Knowledge management in the fourth industrial revolution: mapping the literature and scoping future avenues. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 68, n. 1, p. 289-300, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2963489

MARIANI, M.; BORGHI, M. Industry 4.0: a bibliometric review of its managerial intellectual structure and potential evolution in the service industries. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 149, p. 119752, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119752

MARNEWICK, C.; MARNEWICK, A. L. The demands of Industry 4.0 on project teams. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 67, n. 3, p. 941-949, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2899350

MAZUR, B.; WALCZYNA, A. Sustainable development competences of engineering students in light of the industry 5.0 concept. **Sustainability**, v. 14, n. 12, p. 7233, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su14127233

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R; MARTINS, R. A.; PUREZA, V. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012. 260 p.

MODGIL, S.; SINGH, R. K.; AGRAWAL, S. Developing human capabilities for supply chains: an industry 5.0 perspective. **Annals of Operations Research**, p. 1-31, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10479-023-05245-1

MUNIZ JR., J. **Criação de contexto favorável ao compartilhamento do conhecimento operário**: pesquisa no ambiente vidreiro. 2014. 215 f. Tese (Livre Docência em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

MUNIZ JR., J.; ERIKSSON, K. M.; VALEMTIM, M. L. P.; RAMASAMY, S.; SHOTARO, Y.; MARINS, F. A.; VOORWALD, H. J. C.; ERICSON, M.; ZHANG, Y. Challenges of engineering education 5.0 based on I4. 0: policies in Brazil, India, Japan, and Sweden. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WORK INTEGRATED LEARNING, WIL CONFERENCE, 2022, Trollhättan. **Resumos** […]. Trollhättan: University West, 2022, p. 7-9.

MUNIZ JR., J.; MOSCHETTO, G. P.; WINTERSBERGER, D. Industry 4.0 at Brazilian modular consortium: work, process and knowledge in engine supply chain. **Production**, v. 33, p. e20220074, 2023. Disponível em: https://doi.org/ 10.1590/0103-6513.20220074

MUNIZ JR., J.; NASCIMENTO, L. O.; MARTINS, H. R.; RANGEL, L. A. D. Flexibility assessment to mitigate complexity: trucks production analysis. **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v. 9, n. 1, p. 48-63, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.13033/ijahp.v9i1.404

MUNIZ JR., J.; RIBEIRO, V. B.; PRADHAN, N. Knowledge-based assessment applied to lean Brazilian toyota plants: employees' perceptions. **International Journal of Knowledge Management**, v. 17, n. 2, p. 1-22, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.4018/IJKM.2021040101

NADEAK, B.; SORMIN, E.; INDRIANTI, Y.; BAKAR, A. Y. A. Transformational capacity performance of school leaders in Indonesia. **Academy of Strategic Management Journal**, v. 20, n. 2, p. 1-15, 2021.

NAKANO, D. N.; MUNIZ JUNIOR, J. Writing the literature review for empirical papers. **Production**, v. 28, n. 1, p. 1-9, mar. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0103-6513.20170086

NAYAL, K.; RAUT, R. D.; YADAV, V. S.; PRIYADARSHINEE, P.; NARKHEDE, B. E. The impact of sustainable development strategy on sustainable supply chain firm performance in the digital transformation era. **Business Strategy and the Environment**, v. 31, n. 3, p. 845-859, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1002/bse.2921

NÚÑEZ-MERINO, M.; MAQUEIRA-MARÍN, J. M.; MOYANO-FUENTES, J.; MARTÍNEZ-JURADO, P. J. Information and digital technologies of Industry 4.0 and lean supply chain management: a systematic literature review. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 16, p. 5034-5061, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1743896

NURTANTO, M.; FAWAID, M.; SOFYAN, H. Problem based learning (PBL) in Industry 4.0: Improving learning quality through character-based literacy learning and life career skill (LL-LCS). **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1573, n. 1, p. 012006, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1573/1/012006

NWANKPA, J. K.; DATTA, P. Balancing exploration and exploitation of IT resources: the

influence of digital business intensity on perceived organizational performance. **European Journal of Information Systems**, v. 26, p. 469-488, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1057/s41303-017-0049-y

OECD. 2017. Organisation for Economic Co-operation and Development. Digital economy outlook, 2017. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/sites/6f9d3f23-pt/index.html?itemId=/content/component/6f9d3f23-pt. Acesso em: 12 aug. 2021.

OGBEIBU, S.; JABBOUR, C. J. C.; BURGESS, J.; GASKIN, J.; RENWICK, D. W. Green talent management and turnover intention: the roles of leader STARA competence and digital task interdependence. **Journal of Intellectual Capital**, v. 23, n. 1, p. 27-55, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1108/JIC-01-2021-0016

OICA. 2024. Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles. Production statistics, 2023. Disponível em: https://www.oica.net/category/production-statistics/2023-statistics/. Acesso em: 27 jul. 2024.

ONU. 2024. Organização das Nações Unidas no Brasil. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2024. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 27 set. 2024.

OPRICOVIC, S.; TZENG, G. H. Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. **European journal of operational research**, v. 156, n. 2, p. 445-455, jul. 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1

PANAGOU, S.; NEUMANN, W. P.; FRUGGIERO, F. A scoping review of human robot interaction research towards Industry 5.0 human-centric workplaces. **International Journal of Production Research**, v. 62, n. 3, p. 974-990, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2172473

PETERS, S.; CHUN, J. H.; LANZA, G. Digitalization of the automotive industry–scenarios for future manufacturing. **Manufacturing Review**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2016. Disponível em: http://hdl.handle.net/1721.1/118974

PHILIP, J.; GILLI, K.; KNAPPSTEIN, M. Identifying key leadership competencies for digital transformation: evidence from a cross-sectoral Delphi study of global managers. **Leadership & Organization Development Journal**, v. 44, n. 3, p. 392-406, 2023. Disponível em: https://doi.org/ 10.1108/LODJ-02-2022-0063

PIWOWAR-SULEJ, K. Human resources development as an element of sustainable HRM – with the focus on production engineers. **Journal of Cleaner Production**, v. 278, p. 124008, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124008

POLÁKOVÁ, M.; SULEIMANOVÁ, J. H.; MADZÍK, P.; COPUŠ, L.; MOLNÁROVÁ, I.; POLEDNOVÁ, J. Soft skills and their importance in the labour market under the conditions of Industry 5.0. **Heliyon**, v. 9, n. 8, p. e18670, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18670

POSZYTEK, P. The role of Erasmus+ project leaders' digital competences in sustaining European transnational cooperation during the COVID-19 pandemic. **Forum Scientiae Oeconomia**, v. 10, n. 1, p. 169-183, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.23762/FSO_VOL10_NO1_9

POZZI, R.; ROSSI, T.; SECCHI, R. Industry 4.0 technologies: critical success factors for implementation and improvements in manufacturing companies. **Production Planning & Control**, v. 34, n. 2, p. 139-158, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1891481

RADOVIĆ-MARKOVIĆ, M.; TOMAŠ-MISKIN, S.; MARKOVIĆ, D. Digitalization and agility of enterprises and banks: IT competencies of managers and virtual team members. **International Journal of Entrepreneurship**, v. 23, n. 4, p. 1-9, 2019. Disponível em: http://ebooks.ien.bg.ac.rs/id/eprint/1373

RAMANATHAN, R.; GANESH, L. S. Group preference aggregation methods employed in AHP: an evaluation and an intrinsic process for deriving members' weightages. **European Journal of Operational Research**, v. 79, n. 2, p. 249-265, dec. 1994. Disponível em: https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)90356-5

REA, L. M.; PARKER, R. A. **Metodologia de Pesquisa**: Do Planejamento à Execução. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

REA, L. M.; PARKER, R. A. **Selecting a representative sample. Designing and conducting survey research:** A comprehensive guide. San Francisco: John Wiley & Sons, 2005.

ROŽANEC, J. M. *et al*. Human-centric artificial intelligence architecture for industry 5.0 applications. **International journal of production research**, v. 61, n. 20, p. 6847-6872, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2138611

RIBEIRO, V. B. **Melhoria do compartilhamento do conhecimento operário:** análise no setor vidreiro. 2020. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2020.

RUINER, C.; DEBBING, C. E.; HAGEMANN, V.; SCHAPER, M.; KLUMPP, M.; HESENIUS, M. Job demands and resources when using technologies at work–development of a digital work typology. **Employee Relations: The International Journal**, v. 45, n. 1, p. 190-208, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1108/ER-11-2021-0468

SAARIKKO, T.; WESTERGREN, U. H.; BLOMQUIST, T. Digital transformation: five recommendations for the digitally conscious firm. **Business Horizons**, v. 63, n. 6, p. 825–839, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.bushor.2020.07.005

SAATY, T. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, jun. 1977. Disponível em: https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5

SAATY, T. **The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, T. What is the analytic hierarchy process? **Mathematical Models for Decision Support**, v. 48, n. 1, p. 109-12, 1988. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.bar.2010.01.002

SAATY, T. **Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process**. Pittsburgh: RWS Publications, 2001.

SANTOS, G.; SÁ, J. C.; FÉLIX, M. J.; BARRETO, L.; CARVALHO, F.; DOIRO, M.; ZGODAVOVÁ, K.; STEFANOVIĆ, M. New needed quality management skills for quality managers 4.0. **Sustainability**, v. 13, n. 11, p. 6149, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su13116149

SARTORI, J. T. D.; FREDERICO, G. F.; SILVA, H. F. N. Organizational knowledge management in the context of supply chain 4.0: a systematic literature review and conceptual model proposal. **Knowledge and Process Management**, v. 29, n. 2, p. 147-161, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1002/kpm.1682

SAWY, O.A.E.; AMSINCK, H.; KRÆMMERGAARD, P.; VINTHER, A.L. How LEGO built the foundations and enterprise capabilities for digital leadership. **MIS Quarterly Executive**, v. 15, n. 2, p. 141-166, 2016.

SCHNEIDER, P. Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field. **Review of Managerial Science**, v. 12, n. 3, p. 803-848, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11846-018-0283-2

SHAMIM, S.; CANG, S.; YU, H; LI, Y. Examining the feasibilities of Industry 4.0 for the hospitality sector with the lens of management practice. **Energies**, v. 10, n. 4, p. 499, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.3390/en10040499.

SHEN, Y.; HOERL, A. E.; MCCONNELL, W. An incomplete design in the analytic hierarchy process. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 16, n. 5, p. 121-129, may. 1992. Disponível em: https://doi.org/10.1016/0895-7177(92)90124-4

SHIRISH, A.; SRIVASTAVA, S. C.; PANTELI, N. Management and sustenance of digital transformations in the Irish microbusiness sector: examining the key role of microbusiness owner-manager. **European Journal of Information Systems**, v. 32, n. 3, p. 409-433, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1080/0960085X.2023.2166431

SOORI, M.; AREZOO, B.; DASTRES, R. Internet of things for smart factories in industry 4.0, a review. **Internet of Things and Cyber-Physical Systems**, v. 3, p. 192-204, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.04.006

SIEMENS. 2015. On the way to Industrie 4.0: the digital enterprise. Presentation, 2015. Disponível em: https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:558e2625-d63c-4567-9bb0-1553ae567ff2/presentation-e.pdf. Acesso em: 28 nov. 2019.

SINERVO, L. M.; KORK, A. A.; HASANEN, K. Challenges in curriculum development process aimed at revising the capabilities of future public financial managers. **Teaching Public Administration**, v. 41, n. 2, p. 243-256, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1177/01447394211051878

SINGH, Mahipal; GOYAT, Rekha; PANWAR, Renu. Fundamental pillars for industry 4.0 development: implementation framework and challenges in manufacturing environment. The TQM Journal, n. ahead-of-print, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1108/TQM-07-2022-0231

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: an overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 104, p. 333-339, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

SONG, S.; SHI, X.; SONG, G.; HUQ, F. A. Linking digitalization and human capital to shape supply chain integration in omni-channel retailing. **Industrial Management & Data Systems**, v. 121, n. 11, p. 2298-2317, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2020-0526

SONY, M.; NAIK, S. Industry 4.0 integration with socio-technical systems theory: a systematic review and proposed theoretical model. **Technology in Society**, v. 61, p. 101248, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101248

SUBRAMANIAN, N.; RAMANATHAN, R. A review of applications of analytic hierarchy process in operations management. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n. 1, p. 215–241, aug. 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.03.036

SZÁSZ, L.; DEMETER, K.; RÁCZ, B. G.; LOSONCI, D. Industry 4.0: a review and analysis of contingency and performance effects. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 32, n. 3, p. 667-694, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1108/JMTM-10-2019-0371

TORRES, D.; PIMENTEL, C.; MATIAS, J. C. O. Characterization of tasks and skills of workers, middle and top managers in the industry 4.0 context. **Sustainability**, v. 15, n. 8, p. 6981, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su15086981

TORTORELLA, G. L.; VERGARA, A. M. C.; GARZA-REYES, J. A.; SAWHNEY, R. Organizational learning paths based upon Industry 4.0 adoption: an empirical study with Brazilian manufacturers. **International Journal of Production Economics**, v. 219, p. 284-294, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.06.023

TRAMARICO, C. L.; SALOMON, V. A. P.; MARINS, F. A. S. Analytic hierarchy process and supply chain management: a bibliometric study. **Procedia Computer Science**, v. 55, n. 1, p. 441-450, jul. 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.005

TROMPISCH, P. Industrie 4.0 und die zukunft der arbeit. **e & i Elektrotechnik und Informationstechnik**, v. 134, n. 7, p. 370-373, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00502-017-0531-1

TUMBAS, S.; BERENTE, N.; Vom BROCKE, J. Digital innovation and institutional entrepreneurship: Chief Digital Officer perspectives of their emerging role. **Journal of Information Technology**, v. 33, n. 3, p. 188-202, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1057/s41265-018-0055-0

TUMBAS, S.; BERENTE, N.; Vom BROCKE, J. Three types of Chief Digital Officers and the reasons organizations adopt the role. **MIS Quarterly Executive**, v. 16, n. 2, p. 121-134, 2017.

USA. 2018. United States of America. National science and technology council, executive office of the president of the United States, strategy for American leadership in advanced manufacturing, 2018. Disponível em: https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/10/Advanced-Manufacturing-Strategic-Plan-2018.pdf. Acesso em: 28 nov. 2019.

VAIDYA, D. R.; PRASAD, D. K.; MANGIPUDI, D. M. R. Mental and emotional competencies of leader’s dealing with disruptive business environment-A conceptual

review. **International Journal of Management**, v. 11, n. 5, p. 366-375, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.34218/IJM.11.5.2020.036

Van LAAR, E.; Van DEURSEN, A. J.; Van DIJK, J. A. Developing policy aimed at 21st-century digital skills for the creative industries: an interview study with founders and managing directors. **Journal of Education and Work**, v. 35, n. 2, p. 195-209, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1080/13639080.2022.2036710

VELINOV, E.; MALY, M.; PETRENKO, Y.; DENISOV, I.; VASSILEV, V. The role of top management team digitalization and firm internationalization for sustainable business. **Sustainability**, v. 12, n. 22, p. 9502, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su12229502

VRCHOTA, J.; MAŘIKOVÁ, M.; ŘEHOŘ, P.; ROLÍNEK, L.; TOUŠEK, R. Human resources readiness for industry 4.0. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 6, n. 1, p. 3, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/joitmc6010003

VU, O. T. K.; ALONSO, A. D.; SOLIS, M. A. B.; GOYZUETA, S.; NGUYEN, T.; MCCLELLAND, R.; TRAN, T. D.; NGUYEN, N.; HUYNH, H. T. N.; ATAY, E. A dynamic capabilities approach of Industry 4.0: the experiences of managers operating in two emerging economies. **European Business Review**, v. 35, n. 2, p. 137-160, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1108/EBR-06-2022-0125

WANG, Q.; LIU, H.; ORE, F.; WANG, L.; HAUGE, J. B.; MEIJER, S. Multi-actor perspectives on human robotic collaboration implementation in the heavy automotive manufacturing industry-A Swedish case study. **Technology in Society**, v. 72, p. 102165, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102165

WANG, S.; WAN, J.; ZHANG, D.; LI, D.; ZHANG, C. Towards smart factory for Industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. **Computer Networks**, v. 101, p. 158-168, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.comnet.2015.12.017

WANG, B.; ZHOU, H., LI, X.; YANG, G.; ZHENG, P.; SONG, C.; YUAN, Y.; WUEST, T.; YANG, H.; WANG, L. Human digital twin in the context of Industry 5.0. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 85, p. 102626, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.rcim.2023.102626

WEHRLE, M.; LECHLER, S.; Von DER GRACHT, H. A.; HARTMANN, E. Digitalization and its impact on the future role of SCM executives in talent management – an international cross-industry delphi study. **Journal of Business Logistics**, v. 41, n. 4, p. 356–383, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jbl.12259

WERITZ, P. Hey leaders, it's time to train the workforce: critical skills in the digital workplace. **Administrative Sciences**, v. 12, n. 3, p. 94, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/admsci12030094

XIANG, W.; YU, K.; HAN, F.; FANG, L.; HE, D.; HAN, Q. L. Advanced manufacturing in Industry 5.0: A survey of key enabling technologies and future trends. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 20, n. 2, p. 1055-1068, 2023. Disponível em:

https://doi.org/10.1109/TII.2023.3274224

YANG, J.; SHI, P. Applying analytic hierarchy process in firm's overall performance evaluation: a case study in China. **International Journal of Business**, v. 7, n. 1, p. 1-18, jan. 2002. Disponível em: https://www.questia.com/library/journal/1G1-175523831/applying-analytic-hierarchy-process-in-firm-s-overall

YLITALO, A.; LAUKKA, E.; HEPONIEMI, T.; KANSTE, O. I. Primary healthcare managers' perceptions of management competencies at different management levels in digital health services: secondary analysis. **Leadership in Health Services**, v. 36, n. 2, p. 247-260, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1108/LHS-07-2022-0078

ZAPADKA, P.; HANELT, A.; FIRK, S. Digital at the edge–antecedents and performance effects of boundary resource deployment. **The Journal of Strategic Information Systems**, v. 31, n. 1, p. 101708, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jsis.2022.101708

ZHANG, W.; CHIN, T.; LI, F.; LIN, C. L.; SHAN, Y. N.; VENTIMIGLIA, F. The impact of career competence on career sustainability among Chinese expatriate managers amid digital transformation in Vietnam: the role of lifelong learning. **Frontiers in Psychology**, v. 13, p. 791636, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.791636

ZULU, S. L.; SAAD, A. M.; GLEDSON, B. Individual characteristics as enablers of construction employees' digital literacy: an exploration of leaders' opinions. **Sustainability**, v. 15, n. 2, p. 1531, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su15021531

YOUSSEF, A. B.; MEJRI, I. Linking digital technologies to sustainability through Industry 5.0: A bibliometric analysis. **Sustainability**, v. 15, n. 9, p. 7465, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su15097465

APÊNDICE A – Instrumento de Pesquisa

Introd.

Competências Digitais para Gestores do Setor Automotivo

Bem-vindo!

Estamos realizando uma pesquisa no setor automotivo e você está convidado a contribuir compartilhando sua percepção sobre as "Competências Digitais" para gestores deste setor.

O objetivo é de identificar as competências digitais para que os gestores do setor automotivo possam orientar suas organizações a prosperarem no contexto da transformação digital e Indústria 5.0. Com a sua contribuição, esta pesquisa fornecerá uma visão global das principais competências para os gestores desse setor.

Suas respostas serão mantidas de forma estritamente confidencial e nenhuma informação de identificação pessoal será coletada. Os dados coletados serão protegidos e somente os membros da equipe de pesquisa terão acesso. A sua participação nesta pesquisa é voluntária. Você é, portanto, livre para se recusar a participar. Você pode parar de responder o questionário a qualquer momento fechando a janela do seu navegador e os dados coletados anteriormente serão destruídos. Por favor, note que não há resposta certa ou errada, apenas a sua opinião é importante. Os dados serão mantidos por sete anos após a publicação dos resultados e, em seguida, serão destruídos pela equipe de pesquisa da Universidade de Sherbrooke e Unesp.

Os resultados serão divulgados por meio da publicação de artigos científicos.

Esta pesquisa é liderada por Vagner Batista Ribeiro, aluno de doutorado, sob supervisão da Professora Elaine Mosconi da Escola de Gestão da Universidade de Sherbrooke e dos Professores Jorge Muniz Jr. do Departamento de Produção da Unesp e Davi Nakano do Departamento de Produção da USP. Se você tiver alguma dúvida sobre este projeto de pesquisa, entre em contato com Vagner Batista Ribeiro por e-mail (vagner.batista.ribeiro@usherbrooke.ca) ou por telefone (+1 819-588-7948).

Terms. Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa - Letras e Ciências Humanas da Universidade de Sherbrooke (F1-LSH-9963) e o está monitorando. Se você tiver alguma dúvida ou comentário sobre seus direitos como participante deste projeto de pesquisa, não hesite em contatá-los pelo número de telefone +1 819-821-8000, ramal 62644 (ou ligação gratuita: +1 800-267-8337) ou por e-mail para o seguinte endereço: cer_lsh@USherbrooke.ca.

Ao clicar no botão "Aceito", certifico que:
• Li as informações e a condição de consentimento voluntário da página anterior;
• Eu concordo de forma voluntária e livre em participar deste projeto de pesquisa.

○ Aceito

Req1. Você ocupou funções de gerência em empresas do setor automotivo (gestor, gerente, diretor, gerente de divisão) por no mínimo 3 anos?

Sim Não
○ ○

Req2. Sua empresa possui tecnologias da Industria 5.0 implementadas? Quais?

- ☐ Simulação Digital
- ☐ Integração de Sistemas
- ☐ Computação em Nuvem
- ☐ Internet das Coisas
- ☐ Segurança Cibernética
- ☐ Realidade Aumentada
- ☐ Big Data
- ☐ Robôs Autônomos
- ☐ Impressão 3D
- ☐ Outras

Req3. Quanto às tecnologias da Industria 5.0, indique abaixo o seu nível pessoal de relação.

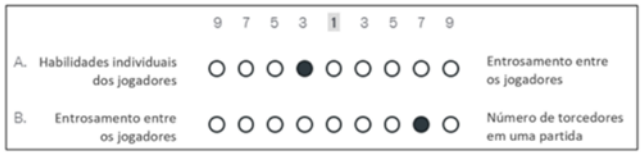
	Conheço, mas não tenho contato e não domino	Conheço e tenho contato em minhas rotinas de trabalho	Domino e sou capaz de implementar e disseminar
Simulação Digital	○	○	○
Integração de Sistemas	○	○	○
Computação em Nuvem	○	○	○
Internet das Coisas	○	○	○
Segurança Cibernética	○	○	○
Realidade Aumentada	○	○	○
Big Data	○	○	○
Robôs Autônomos	○	○	○
Impressão 3D	○	○	○

Question example.

Observe o exemplo abaixo para ajudar em suas respostas.

Exemplo: Para que um time de futebol obtenha a vitória em uma partida, indique o grau de importância para as melhores alternativas.

Intensidade da Importância	Definição (... de uma alternativa em relação a outra)
1	Igual importância
3	Pequena importância
5	Média importância
7	Grande importância
9	Excepcional importância



A. Esta resposta indica que a alternativa "Habilidades individuais dos jogadores" foi considerada como tendo baixa importância (3) em comparação com "Entrosamento entre os jogadores".
B. Esta resposta indica que a alternativa "Número de torcedores em uma partida" foi considerada como tendo grande importância (7) em comparação com "Entrosamento entre os jogadores".

Você sempre terá que comparar duas alternativas em cada linha. Quando a intensidade "1" é escolhida, significa que ambas as alternativas possuem o mesmo nível de importância. Se você considerar que uma alternativa é mais importante que a outra (você decide, a da direita ou a da esquerda), então escolha o lado de acordo com a sua opinião e atribua o quanto essa alternativa é mais importante que a outra (3, 5, 7 ou 9). Apenas uma resposta pode ser atribuída em cada linha.

Prev. orient.
A partir de agora, seu julgamento será baseado em alternativas conhecidas como Competências Digitais para gestores do setor automotivo orientarem as organizações a prosperarem no contexto da transformação digital e Indústria 5.0. Você usará a mesma escala, conforme indicado no exemplo anterior, para atribuir um grau de importância às competências digitais técnicas, gerenciais, sociais e motivacionais.

PARA RESPONDER, TENHA EM MENTE O OBJETIVO DE AVALIAR AS PRINCIPAIS COMPETÊNCIAS NECESSÁRIAS PARA GESTORES DO SETOR AUTOMOTIVO ORIENTAREM SUAS ORGANIZAÇÕES A PROSPERAR NO CONTEXTO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL E INDÚSTRIA 5.0

Q1. **Para melhor orientar sua organização a prosperar no contexto da transformação digital / Indústria 5.0, com base na escala estabelecida, compare e indique a importância relativa para as alternativas seguintes:**
Dica: passe o mouse sobre o texto das alternativas para ver a definição detalhada.

	9	7	5	3	**1**	3	5	7	9	
Competências Digitais Técnicas	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Competências Digitais Gerenciais
Competências Digitais Gerenciais	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Competências Digitais Sociais
Competências Digitais Sociais	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Competências Digitais Motivacionais

Q2. **Considerando as competências digitais técnicas para melhor orientar sua organização a prosperar no contexto da transformação digital / Indústria 5.0, compare e indique a importância relativa para as alternativas seguintes:**
Dica: passe o mouse sobre o texto das alternativas para ver a definição detalhada.

	9	7	5	3	**1**	3	5	7	9	
Tecnologias Disruptivas	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Mídia Social
Mídia Social	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Segurança Digital
Segurança Digital	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Análise de Dados
Análise de Dados	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Tecnologia da Informação (TI)
Tecnologia da Informação (TI)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Plataformas Digitais de Investimentos e Financiamento
Plataformas Digitais de Investimentos e Financiamento	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Legal & Ético

Q3. **Considerando as competências digitais gerenciais para melhor orientar sua organização a prosperar no contexto da transformação digital / Indústria 5.0, compare e indique a importância relativa para as alternativas seguintes:**
Dica: passe o mouse sobre o texto das alternativas para ver a definição detalhada.

	9	7	5	3	**1**	3	5	7	9	
Gestão do Conhecimento	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Inovação Digital
Inovação Digital	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Análise Estratégica & Inteligência
Análise Estratégica & Inteligência	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Pensamento Empreendedor
Pensamento Empreendedor	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Conscientização Baseada no Cliente
Conscientização Baseada no Cliente	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Tomada de Decisão
Tomada de Decisão	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Gestão de Recursos
Gestão de Recursos	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Solução de Problemas
Solução de Problemas	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Delegação de Autoridade

Q4. **Considerando as competências digitais sociais para melhor orientar sua organização a prosperar no contexto da transformação digital / Indústria 5.0, compare e indique a importância relativa para as alternativas seguintes:**
Dica: passe o mouse sobre o texto das alternativas para ver a definição detalhada.

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Comunicação	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Empatia
Empatia	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Trabalho em Equipe
Trabalho em Equipe	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Diversidade & Relações Interculturais
Diversidade & Relações Interculturais	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Envolvimento & Empoderamento
Envolvimento & Empoderamento	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Inteligência Emocional
Inteligência Emocional	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Resolução de Conflitos
Resolução de Conflitos	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Relações Intergeracionais

Q5. **Considerando as competências digitais motivacionais para melhor orientar sua organização a prosperar no contexto da transformação digital / Indústria 5.0, compare e indique a importância relativa para as alternativas seguintes:**
Dica: passe o mouse sobre o texto das alternativas para ver a definição detalhada.

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Liderança	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Influência & Persuasão
Influência & Persuasão	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Autodisciplina & Autoconfiança
Autodisciplina & Autoconfiança	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Coragem & Assunção de Riscos
Coragem & Assunção de Riscos	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Modelagem de Papel Comportamental
Modelagem de Papel Comportamental	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Credibilidade & Confiança
Credibilidade & Confiança	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Adaptabilidade & Flexibilidade

C1. **PERFIL DO ENTREVISTADO** (gestores)

Qual a sua idade?

[ ]

C2. Com qual gênero você se identifica?

[ ]

C3. Qual o seu nível de formação educacional?

[ ]

C4. Qual a sua área de formação?

C5. Qual a sua função atual?

C6. Quantos anos de experiência você possui no mercado de trabalho?

C7. Quantos anos de experiência você possui trabalhando na função gerencial (gestor, gerente, diretor, gerente de divisão)?

C8. Você trabalha diretamente com pessoas da área de produção?

Sim Não

C8.1. Se “Sim” foi sua resposta para a última pergunta, em que área você está trabalhando?

C9. Em que país você atua?

Q10. Qual o ano de fundação da sua empresa?

C11. Qual o número de funcionários da sua organização?

C12. Foi fácil entender as questões?

Sim Não

C13. Gostaria de deixar sugestões quanto à nossa pesquisa ou questionário? Se sim, registre sua sugestão abaixo.

Q14. Você gostaria de receber o resultado desta pesquisa? Se sim, registre seu e-mail abaixo.

APÊNDICE B – Questões direcionadoras para a entrevista "*Focus Group*"

Em nível de grupos de competências (critérios)

Q1. Por que as 'Motivacionais' são priorizadas por montadoras e fornecedores em relação as demais?

Q2. Por que os fornecedores consideram as 'Socias' como menos relevantes?

Em nível de competências 'Motivacionais' (alternativas)

Q3. Por que 'Adaptabilidade & Flexibilidade' e 'Liderança' foram destacadas entre as 'Motivacionais'?

Q4. Por que 'Modelagem de Papel Comportamental' foi julgada com menos importância que as demais?

Em nível de competências 'Técnicas' (alternativas)

Q5. Por que 'Lega e Ético' foi destacada nas competências técnicas?

Q6. Por que 'Análise de Dados' também foi destacada nas competências técnicas?

Em nível de competências 'Gerenciais' (alternativas)

Q7. Por que 'Delegação de Autoridade', 'Solução de Problemas' e 'Gestão do Conhecimento' foram destacadas nas 'Gerenciais'?

Q8. Por que 'Pensamento Empreendedor' foi julgada com menos importância que as demais?

Em nível de competências 'Sociais' (alternativas)

Q9. Por que 'Relações Intergeracionais', 'Comunicação', 'Inteligência Emocional' e 'Resolução de Conflitos' foram destacadas nas 'Sociais'?

Q10. Por que 'Diversidade & Relações Interculturais', 'Empatia' e 'Envolvimento & Empoderamento' foram julgadas com menos importância que as demais?

Q11. Por que as montadoras destacam mais 'Relações Intergeracionais'?

Q12. Por que os fornecedores destacam mais a 'Comunicação'?

Em nível de grupos de competências (critérios) – por categoria de gestor

Q13. Por que Diretores e Gerentes julgam as 'Motivacionais' como mais relevantes?

Q14. Por que Supervisores, Coordenadores e Líderes (incluí Engenheiros/Especialistas) julgam as 'Técnicas' como mais relevantes?