



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia Química

ALESSANDRO RODRIGUES FRIAS

**INDÚSTRIA 4.0: UM PANORAMA DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL
NAS INDÚSTRIAS DE PAPEL E CELULOSE NO BRASIL**

***INDUSTRY 4.0: A PERSPECTIVE OF THE DIGITAL
TRANSFORMATION IN THE PULP AND PAPER MILLS IN BRAZIL***

**CAMPINAS
2019**

ALESSANDRO RODRIGUES FRIAS

**INDÚSTRIA 4.0: UM PANORAMA DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS
INDÚSTRIAS DE PAPEL E CELULOSE NO BRASIL**

***INDUSTRY 4.0: A PERSPECTIVE OF THE DIGITAL TRANSFORMATION IN
THE PULP AND PAPER MILLS IN BRAZIL***

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Química.

Thesis presented to the College of Chemical Engineering of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Chemical Engineering.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Vasconcelos da Silva

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO ALESSANDRO RODRIGUES FRIAS E ORIENTADO PELO PROF. DR. FLÁVIO VASCONCELOS DA SILVA.

**CAMPINAS
2019**

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

F91i Frias, Alessandro Rodrigues, 1977-
Indústria 4.0: um panorama da transformação digital nas indústrias de papel e celulose no Brasil / Alessandro Rodrigues Frias. – Campinas, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Flávio Vasconcelos da Silva.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química.

1. Indústria 4.0. 2. Inovações tecnológicas - Gestão. 3. Indústria de celulose. 4. Papel - Indústria. I. Silva, Flávio Vasconcelos da, 1971-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Química. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Industry 4.0: a perspective of the digital transformation in the pulp and paper mills in Brazil

Palavras-chave em inglês:

Industry 4.0

Technological innovations - Management

Pulp industry

Paper industry

Área de concentração: Engenharia Química

Titulação: Doutor em Engenharia Química

Banca examinadora:

Flávio Vasconcelos da Silva [Orientador]

Song Won Park

Afonso Henrique Teixeira Mendes

Marco Antonio Coghi

Tarcisio Soares Siqueira Dantas

Data de defesa: 28-08-2019

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Química

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-5479-8054>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/5326443282090152>

Folha de Aprovação da Defesa de Tese de Doutorado defendida por Alessandro Rodrigues Frias aprovada em 28 de agosto de 2019 pela banca examinadora constituída pelos seguintes doutores:

Prof. Dr. Flávio Vasconcelos da Silva (Orientador)
FEQ / UNICAMP

Dr. Song Won Park
USP / Depto de Engenharia Química

Dr. Afonso Henrique Teixeira Mendes
Centre Consultoria, Engenharia e Treinamento Ltda

Dr. Marco Antonio Coghi
FGV / São Paulo

Dr. Tarcisio Soares Siqueira Dantas
UNICAMP / FEQ

ATA da Defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

DEDICATÓRIA

À minha família.

As mulheres da minha vida: **Mirela** minha esposa e amiga, eterno amor, fortaleza, presente de Deus e Nossa Senhora. **Maria Gabriela** minha filha, milagre, benção e graça que foi enviada por Deus para ser motivo de alegria e Ágape (amor incondicional) na minha vida. **Nilda Maria** (*in memoriam*) minha mãe, intercessora, exemplo de humildade e generosidade.

Aos meus queridos filhos **Pedro** (*in memoriam*) e **João Paulo** (*in memoriam*), pérolas preciosas que foram uma das maiores alegrias da minha vida aqui na terra.

"O futuro da igreja e da humanidade depende da família."

São João Paulo II

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, proteção, sabedoria, compaixão, misericórdia e fortaleza.

À minha esposa, Mirela, pela compreensão, paciência, oração e por ter abdicado a convivência em família durante todos estes anos. Peço perdão pela minha ausência.

À minha filha, Maria Gabriela, por ser presença de Deus e Nossa Senhora em minha vida, pelo amor Ágape durante seus 7 anos de vida e seu jeito único de ser (minha inspiração).

Ao Prof. Dr. Flávio Vasconcelos da Silva, orientador e grande amigo. Obrigado pelo apoio e parceria durante todos estes anos. Saiba que você é uma raridade no meio acadêmico.

Ao Prof. Dr. Marco Coghi (FGV), uma das principais referências nacionais em Gerenciamento de Projetos e grande responsável pelo redirecionamento da minha Tese.

Aos professores Dra. Ieda Kanashiro Makiya e Dr. Francisco Ignácio Giocondo César (FCA – UNICAMP). Obrigado pela oportunidade, incentivo e transferência de conhecimento.

A todos os colegas, professores e funcionários da FEQ – UNICAMP, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

À ABTCP (Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel), pelo apoio e parceria neste trabalho de pesquisa. Agradeço em especial a Viviane Nunes e Joice Fujita.

Ao Ronaldo Ribeiro (CENIBRA), pelo apoio, orientação e exemplo de profissional na indústria e no meio acadêmico.

Ao André Kakehasi (Comissão Técnica de Automação – ABTCP), pela amizade, apoio, parceria e por ter sido a pessoa chave para realização da pesquisa *survey*.

A todos os profissionais das indústrias de Celulose e Papel que responderam o questionário da pesquisa *survey* e contribuíram com o sucesso deste trabalho.

A Oji Papéis Especiais Ltda., pela oportunidade e apoio nesta jornada.

Ao Márcio Moretto, pelo apoio na estratificação dos dados da pesquisa *survey* utilizando ferramentas de Tabela Dinâmica do Excel. Muito obrigado pelas dicas e ensinamentos.

Ao Mestre Sr. Sheik Rashid. Muito obrigado pela oportunidade de trabalharmos juntos e também por todos os ensinamentos. Meu grande incentivador.

"Comece fazendo o que é necessário. Depois o que é possível. E de repente você estará fazendo o impossível."

São Francisco de Assis

RESUMO

A Indústria 4.0 (I4.0 ou Transformação Digital) pode ser entendida como a integração da digitalização à atividade industrial, ou seja, sensores e equipamentos conectados em rede, possibilitando a fusão entre o mundo real e virtual (sistemas ciberfísicos). Esta Transformação Digital está sendo responsável pela 4ª Revolução Industrial e possui três pilares que integrados constituem o alicerce da I4.0 dentro das indústrias, são eles: Sistemas de Automação, Sistemas de Informação e Sistemas Ciberfísicos. Este conceito surgiu na Alemanha e o foco principal da *Industrie 4.0* está no chão de fábrica da indústria de manufatura, porém, o termo Indústria 4.0 (*Industry 4.0*) ou Transformação Digital é mais abrangente, sendo aplicado a cadeia de valor e não somente nas indústrias de processos discretos (manufatura), mas também nas indústrias de processos contínuos. O método utilizado neste trabalho consiste em uma pesquisa bibliográfica exploratória e uma pesquisa *survey* por meio de um questionário que foi utilizado com objetivo de obter o posicionamento do setor de Celulose e Papel (C&P) sobre nível de automação, utilização das Tecnologias Habilitadoras e visão sobre o Profissional do Futuro. Este trabalho apresenta os resultados da primeira pesquisa *survey* UNICAMP / ABTCP (Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel) sobre a Transformação Digital nas indústrias brasileiras de C&P. A pesquisa em questão foi realizada com Executivos, Gerentes, Coordenadores, Consultores, Supervisores, Engenheiros e diversos Especialistas buscando avaliar o entendimento e ações destas indústrias para a Transformação Digital. Com os resultados apresentados foi possível obter uma macrovisão deste importante segmento do mercado nacional com relação a I4.0, ou seja, teve-se informações básicas, porém importantes, sobre o nível de automação e integração entre Tecnologia de Automação (TA) e Tecnologia da Informação (TI), assim como a utilização das Tecnologias Habilitadoras para a Transformação Digital e a formação do Profissional 4.0. A pesquisa *survey* mostrou que existem *gaps*, que os mesmos precisam ser tratados para melhorar o nível de automação das plantas e consequentemente aumentar a integração com os Sistemas de Informação. Além disso, existe também uma carência de profissionais especializados no mercado de trabalho. Sendo assim, os resultados desta pesquisa permitirão priorizar ações para a Transformação Digital nas indústrias brasileiras de C&P e também preparar os profissionais para a jornada 4.0.

Palavras-chave: Indústria 4.0, transformação digital, celulose e papel.

ABSTRACT

Industry 4.0 (I4.0 or Digital Transformation) can be understood as the integration of the digitization to the industrial activity, that is, sensors and equipment connected in network, allowing the fusion between the real and virtual world (Cyber-Physical Systems). This Digital Transformation is being responsible for the 4th Industrial Revolution and has three pillars that integrated constitute a foundation within the industries, they are: Automation Systems, Information Systems and Cyber-physical Systems. This concept, called Industrie 4.0, was introduced in Germany and the main focus of Industrie 4.0 is on the shop floor of the manufacturing industry, however, the term Industry 4.0 or Digital Transformation is more embracing, being applied in the value chain and not only in the discrete process industries (manufacturing), but also in the continuous process industries. The method used in this thesis consists of an exploratory bibliographical research and a research survey through a questionnaire that was used to obtain the positioning of the Pulp and Paper (P&P) sector on level of automation, use of the Enabling Technologies and vision on the Professional of the Future. This thesis presents the results of the first survey UNICAMP / ABTCP (Brazilian Technical Association of Pulp and Paper) on Digital Transformation in Brazilian P&P industries. The research in question was carried out with Executives, Managers, Coordinators, Consultants, Supervisors, Engineers and several P&P industry specialists to assess the understanding and actions of these industries for Digital Transformation. With the results presented, it was possible to obtain a macrovision of this important segment of the national market in relation to I4.0, that is, basic but important information about the level of automation and integration between Automation Technology (AT) and Information Technology (IT), as well as the use of Enabling Technologies for Digital Transformation and Professional 4.0 qualification. The survey research has shown that there are gaps, that they need to be treated to improve the level of automation of plants and consequently increase integration with Information Systems. In addition, there is also a shortage of professionals specialized in the labor market. Therefore, the results of this research will allow prioritize actions for Digital Transformation in Brazilian P&P industries and also prepare professionals for the journey 4.0.

Keywords: Industry 4.0, digital transformation, pulp and paper.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Processo de Fabricação de Celulose. | 35 |
| Figura 2 – Processo de Fabricação de Papel - PNI..... | 36 |
| Figura 3 – Processo de Fabricação de Papel - PI..... | 37 |
| Figura 4 – Convergência de tecnologias para a Indústria 4.0 (Adaptado de STEVAN JÚNIOR et al., 2018). | 38 |
| Figura 5 – Pirâmide de Automação com 6 camadas. | 39 |
| Figura 6 – I4.0: integração e convergência para a nuvem (Adaptado de STEVAN JÚNIOR et al., 2018). | 40 |
| Figura 7 – Integração Vertical e Horizontal. | 43 |
| Figura 8 – Transição da indústria brasileira (Adaptado de STEVAN JÚNIOR et al., 2018)... | 44 |
| Figura 9 – Resultado da análise de citação das tecnologias habilitadoras nos 72 artigos classificados como atividade econômica industrial..... | 52 |
| Figura 10 – Revoluções industriais (MDIC, 2018). | 54 |
| Figura 11 – Resultados do Índice Global de Competitividade da Manufatura (MDIC, 2018). | 55 |
| Figura 12 – Participação do setor de transformação industrial no PIB (%) 1985 - 2016 (MDIC, 2018). | 55 |
| Figura 13 – Resultados do Índice Global de Inovação (MDIC, 2018). | 56 |
| Figura 14 – Produtividade, Coeficiente de Exportação e Taxa de Inovação - 2014 (CNI, 2017). | 58 |
| Figura 15 – Participação do <i>e-commerce</i> e tendências (FARINHA E SILVA et al., 2018). .. | 59 |
| Figura 16 – Produção global de papel por tipo de papel (FARINHA E SILVA et al., 2018). | 60 |
| Figura 17 – Produção global de papel por região (FARINHA E SILVA et al., 2018). | 60 |

| | |
|--|----|
| Figura 18 – Produção brasileira de papel no período 2000-2017 (FARINHA E SILVA et al., 2018)..... | 61 |
| Figura 19 – Produção brasileira de papel por tipo entre 2000-2017 (FARINHA E SILVA et al., 2018)..... | 61 |
| Figura 20 – Consumo global da classe média no período 2015-2030 (FARINHA E SILVA et al., 2018)..... | 62 |
| Figura 21 – Consumo global de celulose por tipo até 2030 (FARINHA E SILVA et al., 2018). | 62 |
| Figura 22 – Maiores produtores mundiais de celulose (FARINHA E SILVA et al., 2018).... | 62 |
| Figura 23 – Produção brasileira de celulose por tipo entre 1995-2017 (FARINHA E SILVA et al., 2018)..... | 63 |
| Figura 24 – Evolução da produção e os destinos da celulose brasileira (FARINHA E SILVA et al., 2018). | 63 |
| Figura 25 – Produção brasileira e consumo <i>per capita</i> de papel (FARINHA E SILVA et al., 2018)..... | 63 |
| Figura 26 – Quantidade de entrevistados por tipo de indústria. | 80 |
| Figura 27 – Classificação das indústrias por número de colaboradores..... | 81 |
| Figura 28 – Classificação das indústrias por faturamento anual. | 81 |
| Figura 29 – Quantidade de entrevistados das indústrias por cargo. | 82 |
| Figura 30 – Quantidade de entrevistados por setor da indústria..... | 82 |
| Figura 31 – Nível de investimento em tecnologias da Indústria 4.0 – (C&P)..... | 84 |
| Figura 32 – Nível de investimento em tecnologias da empresa – (C&P)..... | 85 |
| Figura 33 – Nível de investimento em treinamentos para I4.0 – (C&P). | 86 |
| Figura 34 – Tempo de retorno para investimentos em I4.0 – (C&P). | 86 |
| Figura 35 – Departamento com maior investimento em I4.0 – (C&P). | 87 |

| | |
|---|-----|
| Figura 36 – Nível de digitalização nas empresas – (C&P)..... | 89 |
| Figura 37 – Nível de digitalização nas empresas – (C)..... | 90 |
| Figura 38 – Nível de digitalização nas empresas – (PI)..... | 90 |
| Figura 39 – Nível de digitalização nas empresas – (PNI)..... | 90 |
| Figura 40 – Integração TI/TA na empresa – (C&P)..... | 91 |
| Figura 41 – Integração TI/TA na empresa – (C)..... | 92 |
| Figura 42 – Integração TI/TA na empresa – (PI)..... | 92 |
| Figura 43 – Integração TI/TA na empresa – (PNI)..... | 92 |
| Figura 44 – Nível de integração vertical das empresas – (C&P)..... | 93 |
| Figura 45 – Nível de integração vertical das empresas – (C)..... | 94 |
| Figura 46 – Nível de integração vertical das empresas – (PI)..... | 94 |
| Figura 47 – Nível de integração vertical das empresas – (PNI)..... | 94 |
| Figura 48 – Tecnologias habilitadoras em uso nas empresas – (C&P)..... | 95 |
| Figura 49 – Armazenagem dos dados das empresas – (C&P)..... | 96 |
| Figura 50 – Quantidade de profissionais de TI nas empresas – (C&P)..... | 97 |
| Figura 51 – Quantidade de profissionais de TI nas empresas – (C)..... | 98 |
| Figura 52 – Quantidade de profissionais de TI nas empresas – (PI)..... | 98 |
| Figura 53 – Quantidade de profissionais de TI nas empresas – (PNI)..... | 98 |
| Figura 54 – Utilização de ERP nas empresas – (C&P)..... | 101 |
| Figura 55 – Utilização de software para PCP nas empresas – (C&P)..... | 102 |
| Figura 56 – Nível de integração horizontal das empresas – (C&P)..... | 103 |
| Figura 57 – Nível de integração horizontal das empresas – (C)..... | 104 |
| Figura 58 – Nível de integração horizontal das empresas – (PI)..... | 104 |
| Figura 59 – Nível de integração horizontal das empresas – (PNI)..... | 104 |
| Figura 60 – Nível de automação das empresas – (C&P)..... | 107 |

| | |
|--|-----|
| Figura 61 – Nível de automação das empresas – (C). | 107 |
| Figura 62 – Nível de automação das empresas – (PI). | 108 |
| Figura 63 – Nível de automação das empresas – (PNI). | 109 |
| Figura 64 – Integração TI/TA nas empresas – (C&P). | 109 |
| Figura 65 – Integração TI/TA nas empresas – (C). | 110 |
| Figura 66 – Integração TI/TA nas empresas – (PI). | 110 |
| Figura 67 – Integração TI/TA nas empresas – (PNI). | 110 |
| Figura 68 – Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (C&P). | 111 |
| Figura 69 – Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (C). | 112 |
| Figura 70 – Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (PI). | 113 |
| Figura 71 – Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (PNI). | 113 |
| Figura 72 – Protocolos de comunicação utilizados nas empresas – (C&P). | 114 |
| Figura 73 – Protocolo de comunicação mais utilizado nas empresas – (C&P). | 115 |
| Figura 74 – Sistemas de automação e controle utilizados nas empresas – (C&P). | 116 |
| Figura 75 – Quantidade de profissionais de automação nas empresas – (C&P). | 117 |
| Figura 76 – Quantidade de profissionais de automação nas empresas – (C). | 117 |
| Figura 77 – Quantidade de profissionais de automação nas empresas – (PI). | 117 |
| Figura 78 – Quantidade de profissionais de automação nas empresas – (PNI). | 118 |
| Figura 79 – Utilização do MES nas empresas – (C&P). | 121 |
| Figura 80 – Utilização do ERP nas empresas – (C&P). | 122 |
| Figura 81 – Coleta automática de dados de processo nas empresas – (C&P). | 123 |
| Figura 82 – Coleta automática de dados de máquinas nas empresas – (C&P). | 123 |
| Figura 83 – Nível de integração de dados coletados nas empresas – (C&P). | 124 |
| Figura 84 – Tecnologias habilitadoras da I4.0 aplicáveis nas empresas – (C&P). | 127 |
| Figura 85 – Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (C&P). | 128 |

| | |
|---|-----|
| Figura 86 – Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (C)..... | 128 |
| Figura 87 – Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (PI)..... | 129 |
| Figura 88 – Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (PNI)..... | 130 |
| Figura 89 – Implementação da Indústria 4.0 nas empresas – (C&P). | 130 |
| Figura 90 – Nível de envolvimento das lideranças com a I4.0 – (C&P)..... | 131 |
| Figura 91 – Ameaças para a Indústria 4.0 no Brasil – (C&P). | 132 |
| Figura 92 – Conhecimento no Decreto Nº 9.319/18 – (C&P)..... | 133 |
| Figura 93 – Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 – (C&P). | 135 |
| Figura 94 – Conhecimento do profissional 4.0 em TI e TA – (C&P). | 136 |
| Figura 95 – Disponibilidade de profissional 4.0 no mercado – (C&P). | 137 |
| Figura 96 – Instituições de ensino e a formação do profissional 4.0 – (C&P)..... | 138 |
| Figura 97 – Profissional 4.0 preparado para o mercado – (C&P). | 138 |
| Figura 98 – Responsável pela formação do profissional 4.0 – (C&P). | 139 |
| Figura 99 – Quadro Síntese - Tabela comparativa entre os tipos de indústrias do setor C&P. | 141 |
| Figura 100 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C&P).. | 142 |
| Figura 101 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C). | 143 |
| Figura 102 – Estratificação: Nível de Automação (C) – Grandes Empresas. | 144 |
| Figura 103 – Estratificação: Nível de Automação (C) – Médias Empresas..... | 144 |
| Figura 104 – Estratificação: Nível de Automação (C) – Pequenas Empresas..... | 145 |
| Figura 105 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PI). | 146 |
| Figura 106 – Estratificação: Nível de Automação (PI) – Grandes Empresas. | 146 |
| Figura 107 – Estratificação: Nível de Automação (PI) – Médias Empresas. | 147 |
| Figura 108 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PNI). .. | 148 |
| Figura 109 – Estratificação: Nível de Automação (PNI) – Grandes Empresas..... | 148 |

| | |
|--|-----|
| Figura 110 – Estratificação: Nível de Automação (PNI) – Médias Empresas. | 149 |
| Figura 111 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C&P).. | 150 |
| Figura 112 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C). | 151 |
| Figura 113 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (C) – Grandes Empresas..... | 151 |
| Figura 114 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (C) – Médias Empresas. | 152 |
| Figura 115 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (C) – Pequenas Empresas. | 153 |
| Figura 116 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PI). | 153 |
| Figura 117 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PI) – Grandes Empresas..... | 154 |
| Figura 118 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PI) – Médias Empresas. | 155 |
| Figura 119 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PNI). .. | 155 |
| Figura 120 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PNI) – Grandes Empresas..... | 156 |
| Figura 121 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PNI) – Médias Empresas. | 157 |
| Figura 122 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C&P).. | 158 |
| Figura 123 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C). | 158 |
| Figura 124 – Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C)..... | 159 |
| Figura 125 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C) – Grandes Empresas..... | 160 |
| Figura 126 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C) – Médias Empresas..... | 160 |
| Figura 127 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C) – Pequenas Empresas. | 161 |
| Figura 128 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PI). | 162 |
| Figura 129 – Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI)..... | 162 |
| Figura 130 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI) – Grandes Empresas. | 163 |

| | |
|--|-----|
| Figura 131 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI) – Médias Empresas..... | 164 |
| Figura 132 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI) – Pequenas Empresas. | 164 |
| Figura 133 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PNI).. | 165 |
| Figura 134 – Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PNI)..... | 166 |
| Figura 135 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PNI) – Grandes Empresas. | 166 |
| Figura 136 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PNI) – Médias Empresas..... | 167 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 – Tecnologias Digitais (Adaptado de CNI, 2016). | 31 |
| Tabela 2 – Uso de tecnologias digitais com foco em processos (CNI, 2016). | 32 |
| Tabela 3 – Uso de tecnologias digitais com foco em desenvolvimento (CNI, 2016). | 32 |
| Tabela 4 - Análise e Seleção de Tecnologias Habilitadoras..... | 52 |
| Tabela 5 - Análise de citação das tecnologias habilitadoras em 72 artigos..... | 53 |
| Tabela 6 – Nível de confiança e Valor Z - SurveyMonkey..... | 77 |
| Tabela 7 - Classificação das indústrias por número de colaboradores..... | 80 |
| Tabela 8 - Classificação das indústrias por faturamento anual. | 81 |
| Tabela 9 – Tecnologias habilitadoras em uso nas empresas – (C&P)..... | 95 |
| Tabela 10 - Nível de automação das empresas – (C&P). | 106 |
| Tabela 11 - Nível de automação das empresas – (C). | 107 |
| Tabela 12 - Nível de automação das empresas – (PI)..... | 108 |
| Tabela 13 - Nível de automação das empresas – (PNI)..... | 108 |
| Tabela 14 - Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (C&P). | 111 |
| Tabela 15 - Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (C)..... | 112 |
| Tabela 16 - Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (PI)..... | 112 |
| Tabela 17 - Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (PNI)..... | 113 |
| Tabela 18 – Protocolos de comunicação utilizados nas empresas – (C&P)..... | 114 |
| Tabela 19 - Sistemas de automação e controle utilizados nas empresas – (C&P). | 116 |
| Tabela 20 – Tecnologias habilitadoras da I4.0 aplicáveis nas empresas – (C&P)..... | 126 |
| Tabela 21 - Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (C&P)..... | 127 |
| Tabela 22 - Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (C)..... | 128 |
| Tabela 23 - Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (PI)..... | 129 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 24 - Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (PNI)..... | 129 |
| Tabela 25 - Nível de envolvimento das lideranças com a I4.0 – (C&P). | 131 |
| Tabela 26 – Ameaças para a Indústria 4.0 no Brasil – (C&P)..... | 132 |
| Tabela 27 – Disponibilidade de profissional 4.0 no mercado – (C&P)..... | 137 |
| Tabela 28 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C&P).... | 143 |
| Tabela 29 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C). | 143 |
| Tabela 30 - Estratificação: Nível de Automação (C) – Grandes Empresas..... | 144 |
| Tabela 31 - Estratificação: Nível de Automação (C) – Médias Empresas. | 145 |
| Tabela 32 - Estratificação: Nível de Automação (C) – Pequenas Empresas..... | 145 |
| Tabela 33 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PI). | 146 |
| Tabela 34 - Estratificação: Nível de Automação (PI) – Grandes Empresas..... | 147 |
| Tabela 35 - Estratificação: Nível de Automação (PI) – Médias Empresas. | 147 |
| Tabela 36 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PNI). | 148 |
| Tabela 37 - Estratificação: Nível de Automação (PNI) – Grandes Empresas..... | 149 |
| Tabela 38 - Estratificação: Nível de Automação (PNI) – Médias Empresas. | 149 |
| Tabela 39 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C&P).... | 150 |
| Tabela 40 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C). | 151 |
| Tabela 41 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (C) – Grandes Empresas..... | 152 |
| Tabela 42 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (C) – Médias Empresas. | 152 |
| Tabela 43 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (C) – Pequenas Empresas. | 153 |
| Tabela 44 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PI). | 154 |
| Tabela 45 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PI) – Grandes Empresas..... | 154 |
| Tabela 46 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PI) – Médias Empresas..... | 155 |
| Tabela 47 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PNI). | 156 |
| Tabela 48 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PNI) – Grandes Empresas. | 156 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 49 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PNI) – Médias Empresas..... | 157 |
| Tabela 50 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C&P).... | 158 |
| Tabela 51 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C). | 159 |
| Tabela 52 - Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C). | 159 |
| Tabela 53 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C) – Grandes Empresas..... | 160 |
| Tabela 54 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C) – Médias Empresas..... | 161 |
| Tabela 55 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C) – Pequenas Empresas. | 161 |
| Tabela 56 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PI). | 162 |
| Tabela 57 - Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI). | 163 |
| Tabela 58 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI) – Grandes Empresas. | 163 |
| Tabela 59 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI) – Médias Empresas..... | 164 |
| Tabela 60 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI) – Pequenas Empresas. | 165 |
| Tabela 61 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PNI). | 165 |
| Tabela 62 - Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PNI). | 166 |
| Tabela 63 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PNI) – Grandes Empresas. | 167 |
| Tabela 64 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PNI) – Médias Empresas..... | 167 |
| Tabela 65 – Verificação da Hipótese - H1 para as Indústrias de Celulose (Geral). | 168 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 66 – Verificação da Hipótese – H2 para as Indústrias de Papel – PI (Geral). | 169 |
| Tabela 67 – Verificação da Hipótese – H2 para as Indústrias de Papel – PNI (Geral). | 169 |
| Tabela 68 – Verificação da Hipótese – H3 para as Indústrias de Celulose (Geral). | 170 |
| Tabela 69 – Verificação da Hipótese – H3 para as Indústrias de Papel – PI (Geral). | 171 |
| Tabela 70 – Verificação da Hipótese – H3 para as Indústrias de Papel – PNI (Geral). | 171 |
| Tabela 71 – Verificação da Hipótese – H4 para as Indústrias de Celulose (Geral). | 172 |
| Tabela 72 – Verificação da Hipótese – H4 para as Indústrias de Papel – PI (Geral). | 172 |
| Tabela 73 – Verificação da Hipótese – H4 para as Indústrias de Papel – PNI (Geral). | 173 |
| Tabela 74 – Verificação da Hipótese – H1 para as Grandes Empresas de Celulose. | 174 |
| Tabela 75 – Verificação da Hipótese – H1 para as Médias Empresas de Celulose. | 174 |
| Tabela 76 – Verificação da Hipótese – H1 para as Pequenas Empresas de Celulose. | 175 |
| Tabela 77 – Verificação da Hipótese – H2 para as Grandes Empresas de Papel – PI. | 176 |
| Tabela 78 – Verificação da Hipótese – H2 para as Médias Empresas de Papel – PI. | 176 |
| Tabela 79 – Verificação da Hipótese – H2 para as Grandes Empresas de Papel – PNI. | 177 |
| Tabela 80 – Verificação da Hipótese – H2 para as Médias Empresas de Papel – PNI. | 177 |
| Tabela 81 – Verificação da Hipótese – H3 para as Grandes Empresas de Celulose. | 178 |
| Tabela 82 – Verificação da Hipótese – H3 para as Médias Empresas de Celulose. | 179 |
| Tabela 83 – Verificação da Hipótese – H3 para as Pequenas Empresas de Celulose. | 179 |
| Tabela 84 – Verificação da Hipótese – H3 para as Grandes Empresas de Papel – PI. | 180 |
| Tabela 85 – Verificação da Hipótese – H3 para as Médias Empresas de Papel – PI. | 180 |
| Tabela 86 – Verificação da Hipótese – H3 para as Grandes Empresas de Papel – PNI. | 181 |
| Tabela 87 – Verificação da Hipótese – H3 para as Médias Empresas de Papel – PNI. | 181 |
| Tabela 88 – Verificação da Hipótese – H4 para as Grandes Empresas de Celulose. | 182 |
| Tabela 89 – Verificação da Hipótese – H4 para as Médias Empresas de Celulose. | 182 |
| Tabela 90 – Verificação da Hipótese – H4 para as Pequenas Empresas de Celulose. | 183 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 91 – Verificação da Hipótese – H4 para as Grandes Empresas de Papel – PI. | 183 |
| Tabela 92 – Verificação da Hipótese – H4 para as Médias Empresas de Papel – PI. | 184 |
| Tabela 93 – Verificação da Hipótese – H4 para as Pequenas Empresas de Papel – PI. | 184 |
| Tabela 94 – Verificação da Hipótese – H4 para as Grandes Empresas de Papel – PNI. | 185 |
| Tabela 95 – Verificação da Hipótese – H4 para as Médias Empresas de Papel – PNI. | 185 |
| Tabela 96 – Tabela Comparativa: Verificação das Hipóteses nas Indústrias de C&P. | 186 |

LISTA DE ABREVIATURAS (Português)

| | |
|---------|---|
| ABDI | Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial |
| ABTCP | Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel |
| BNDES | Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social |
| C | Fábrica de Celulose |
| C&P | Celulose e Papel |
| CLP | Controlador Lógico Programável |
| CNI | Confederação Nacional da Indústria |
| GTI 4.0 | Grupo de Trabalho para a Indústria 4.0 |
| I4.0 | Indústria 4.0 |
| IA | Inteligência Artificial |
| IEL | Instituto Euvaldo Lodi |
| IHM | Interface Homem Máquina |
| IPC | Indústrias de Processo Contínuo |
| IPD | Indústrias de Processo Discreto |
| MDIC | Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços |
| OCDE | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico |
| PCP | Planejamento e Controle de Produção |
| PI | Fábrica de Papel Integrado com Celulose |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PNI | Fábrica de Papel Não Integrado com Celulose |
| RA | Realidade Aumentada |
| ROB | Receita Operacional Bruta |
| RV | Realidade Virtual |
| SDCD | Sistema Digital de Controle Distribuído |
| TA | Tecnologia de Automação |
| TH | Tecnologias Habilitadoras |
| TI | Tecnologia da Informação |

LISTA DE ABREVIATURAS (Inglês)

| | |
|--------|---|
| APC | <i>Advanced Process Control</i> |
| BHKP | <i>Bleached Hardwood Kraft Pulp</i> |
| BI | <i>Business Intelligence</i> |
| CEO | <i>Chief Executive Officer</i> |
| CPD | <i>Continuing Professional Development</i> |
| CPS | <i>Cyber-Physical Systems</i> |
| ERP | <i>Enterprise Resource Planning</i> |
| ID | <i>Identity</i> |
| IIoT | <i>Industrial Internet of Things</i> |
| IoS | <i>Internet of Services</i> |
| IoT | <i>Internet of Things</i> |
| IP | <i>Internet Protocol</i> |
| LPB | <i>Liquid Packaging Board</i> |
| MES | <i>Manufacturing Execution System</i> |
| M2M | <i>Machine to Machine</i> |
| OPC UA | <i>OPC Unified Architecture</i> |
| OPC | <i>OLE for Process Control</i> |
| PC | <i>Personal Computer</i> |
| PIMS | <i>Plant Information Management System</i> |
| QCS | <i>Quality Control System</i> |
| RPA | <i>Robotic Process Automation</i> |
| S&OP | <i>Sales and Operations Planning</i> |
| SCADA | <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> |
| WIS | <i>Web Inspection System</i> |
| WMS | <i>Web Monitoring System</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|-------------|
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES..... | x |
| LISTA DE TABELAS..... | xvii |
| LISTA DE ABREVIATURAS..... | xxii |
| 1 INTRODUÇÃO | 27 |
| 1.1 Objetivos | 29 |
| 1.1.1 Objetivo Geral..... | 29 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos..... | 29 |
| 1.2 Hipóteses | 30 |
| 1.2.1 Hipótese 1 – Influência do nível de automação nas indústrias de celulose.. | 30 |
| 1.2.2 Hipótese 2 – Influência do nível de automação nas indústrias de papel..... | 30 |
| 1.2.3 Hipótese 3 – Integração padronizada entre TA e TI | 30 |
| 1.2.4 Hipótese 4 – Conhecimento das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 | 30 |
| 1.3 Motivação do trabalho | 31 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 34 |
| 2.1 Fundamentação Teórica | 34 |
| 2.1.1 Indústrias de Celulose e Papel..... | 34 |
| 2.1.2 Automação | 38 |
| 2.1.3 Indústria 4.0..... | 40 |
| 2.1.4 Tecnologias Habilitadoras..... | 44 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 48 |
| 3.1 Transformação Digital e Tecnologias Habilitadoras | 48 |
| 3.2 Transformação Digital no Brasil | 54 |
| 3.3 Um panorama das indústrias de C&P no Brasil..... | 59 |
| 3.3.1 O papel da Indústria 4.0 nas indústrias de C&P..... | 65 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.4 | Estratégias do governo brasileiro para a Indústria 4.0 | 66 |
| 3.4.1 | Jornada 4.0 | 66 |
| 3.4.2 | Sistema Nacional para a Transformação Digital..... | 68 |
| 3.5 | Governança na Indústria 4.0 | 69 |
| 3.6 | Profissional 4.0: O profissional do futuro | 70 |
| 4 | METODOLOGIA | 72 |
| 4.1 | Pesquisa Bibliográfica Exploratória | 72 |
| 4.2 | Pesquisa <i>Survey</i> | 73 |
| 4.2.1 | Finalidades da Pesquisa <i>Survey</i> | 73 |
| 4.2.2 | Modelos da Pesquisa <i>Survey</i> | 73 |
| 4.2.3 | Amostragem da Pesquisa <i>Survey</i> | 73 |
| 4.2.4 | Variáveis da Pesquisa <i>Survey</i> | 74 |
| 4.2.5 | Coleta de dados da Pesquisa <i>Survey</i> | 74 |
| 4.2.6 | Análise de dados da Pesquisa <i>Survey</i> | 75 |
| 4.2.7 | Questionário da Pesquisa <i>Survey</i> | 75 |
| 4.2.8 | Taxa de Resposta da Pesquisa <i>Survey</i> | 77 |
| 4.2.9 | Pesquisa <i>Survey</i> – Indústria 4.0..... | 78 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 80 |
| 5.1 | Parte 1: Perfil da empresa e do profissional entrevistado | 80 |
| 5.2 | Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital – Setores | 84 |
| 5.2.1 | Setor: Presidência / Diretoria | 84 |
| 5.2.2 | Setor: TI – Tecnologia da Informação | 89 |
| 5.2.3 | Setores: Vendas e Planejamento das Operações (S&OP) e Logística | 101 |
| 5.2.4 | Setor: Manutenção e Engenharia – Automação | 106 |
| 5.2.5 | Setor: Produção | 121 |
| 5.3 | Parte 3: Conceituação sobre Transformação Digital – Geral | 126 |
| 5.3.1 | Tecnologias habilitadoras..... | 126 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 5.3.2 | Engajamento da empresa em Indústria 4.0..... | 127 |
| 5.3.3 | Implementação da Indústria 4.0 | 130 |
| 5.3.4 | Nível de envolvimento da liderança da empresa em Indústria 4.0..... | 131 |
| 5.3.5 | Ameaças para Indústria 4.0 no Brasil..... | 131 |
| 5.3.6 | Decreto Nº 9.319/18: Sistema Nacional para a Transformação Digital..... | 132 |
| 5.4 | Parte 4: Profissional 4.0 | 135 |
| 5.4.1 | Conhecimento dos profissionais de automação em Indústria 4.0 | 135 |
| 5.4.2 | Conhecimentos em TI e TA | 136 |
| 5.4.3 | Disponibilidade de profissionais no mercado | 136 |
| 5.4.4 | Instituições de Ensino..... | 137 |
| 5.4.5 | Profissional 4.0 pronto para o mercado..... | 138 |
| 5.4.6 | Formação de profissional 4.0 | 139 |
| 5.5 | Análise dos Resultados..... | 141 |
| 5.5.1 | Pesquisa <i>Survey</i> | 141 |
| 5.5.2 | Hipóteses | 142 |
| 6 | CONCLUSÃO..... | 187 |
| 7 | SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS..... | 188 |
| 8 | REFERÊNCIAS | 189 |
| | APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA <i>SURVEY</i>..... | 202 |
| | APÊNDICE B – PESQUISA <i>SURVEY</i>: <i>GOOGLE FORMS</i> | 217 |
| | APÊNDICE C – CARTA CONVITE DA PESQUISA <i>SURVEY</i> | 226 |
| | ANEXO A – DECRETO Nº 9.319/18 | 227 |

1 INTRODUÇÃO

Como as indústrias de papel e celulose brasileiras estão se preparando para a Transformação Digital (4ª Revolução Industrial)?

Segundo Schwab (2016), temos um grande desafio que é entender a nova revolução tecnológica, pois trata-se de uma transformação da humanidade, ou seja, a quarta revolução industrial é diferente de tudo aquilo que a humanidade já experimentou, pois irá mudar a maneira que vivemos e trabalhamos. Segundo Schwab, a indústria 4.0 não é apenas sistemas e máquinas inteligentes conectados. “O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos” e “ao permitir fábricas inteligentes, a quarta revolução industrial cria um mundo onde sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível. Isso permite a total personalização de produtos e a criação de novos modelos operacionais” (SCHWAB, 2016, p.11 e 16).

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) realizou uma pesquisa em 2016 chamada “Sondagem Especial – Indústria 4.0”, aquela pesquisa apresentou as tecnologias digitais como pré-condições para o avanço da Indústria 4.0 no Brasil, pois são base para implementação das tecnologias habilitadoras na Transformação Digital. Outro ponto importante obtido naquela pesquisa foi a falta de trabalhador qualificado, sendo considerada como a principal barreira que dificulta a adoção de tecnologias digitais. Foi destacado também que para acelerar a adoção de tecnologias digitais no Brasil, o governo deve priorizar investimentos no desenvolvimento da infraestrutura digital (banda larga e sensores), assim como investir em novos modelos de educação (CNI, 2016).

Em 2017, alguns especialistas de empresas fornecedoras de tecnologias para as indústrias de celulose e papel (C&P) disseram que a indústria do futuro estará sustentada sobre um tripé formado por tecnologia, pessoas e gestão (MARTIN, 2017). Segundo Daniel Schuck, diretor de Produto Global OPP Andritz, “[...] as novas tecnologias irão automatizar o trabalho cognitivo e repetitivo de forma a focarmos os nossos esforços em atividades de análise e tomada de decisão” (MARTIN, 2017). Schuck destacou também que as pessoas deverão aprender a pensar, pois será mais importante do que aprender algo em particular e que atualmente 30% a 40% dos alunos universitários estudam algo que será inútil no futuro (MARTIN, 2017).

Segundo Passos (2018), o Brasil acompanha à distância o processo de evolução tecnológica, chamado Indústria 4.0 ou Transformação Digital. Esta Quarta Revolução Industrial tem origem na integração de tecnologias já conhecidas, como por exemplo: Inteligência Artificial, Impressão 3D, *Big Data*, Computação em Nuvem, Internet das Coisas (IoT), entre outras. Em países desenvolvidos, como Alemanha, Estados Unidos, França, Inglaterra e Japão, a Transformação Digital ocorre por meio de uma agenda, incluindo estudos, políticas públicas e a participação de empresas, universidades e governos. O Brasil corre o risco de tornar-se vítima do colonialismo tecnológico e para tentar evitar isso, serão necessárias estratégias envolvendo toda a sociedade, com políticas industriais focadas em inovação, apoio contínuo à pesquisa, educação inovadora para às crianças e jovens brasileiros, integração das empresas brasileiras à economia internacional e abertura das fronteiras comerciais buscando criar mais conexões com a economia global (PASSOS, 2018).

Em 2018, executivos e especialistas de empresas fornecedoras de tecnologias para as indústrias de C&P contribuíram com informações importantes sobre a realidade da Indústria 4.0. De acordo com Hjalmar Fugmann, presidente da Voith Paper América do Sul, “[...] a 4ª Revolução Industrial pode ser caracterizada por quatro tecnologias-chave: *Big Data*, Inteligência Artificial, Internet Industrial das Coisas (IIoT) e Simulação / Realidade Mista (*Digital Twin*)” (MARTIN, 2018). Segundo Daniel Schuck, vice-presidente de Tecnologia OPP – APO da Andritz, “Focar no tema Indústria 4.0 pode nos limitar a pensar somente na fábrica. O termo Transformação Digital é mais apropriado, pois nos faz pensar em aplicar este tipo de tecnologia em todos os aspectos do negócio, visto que as tecnologias são similares e podem ser utilizadas para melhorar diversos processos” (MARTIN, 2018).

Para responder à questão acima que originou este trabalho, primeiramente foi realizada uma pesquisa exploratória sobre o tema em questão e posteriormente, tendo em vista a relevância do tema deste trabalho para as indústrias e universidades, foi realizada uma pesquisa *survey* com profissionais das indústrias de celulose e papel no Brasil. Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo principal apresentar um panorama da Transformação Digital nas indústrias brasileiras de C&P, assim como uma visão sobre o Profissional 4.0, também chamado de profissional do futuro.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho de pesquisa é avaliar o nível de automação das indústrias de papel e celulose no Brasil, assim como diagnosticar o entendimento e ações destas indústrias para a Transformação Digital.

1.1.2 Objetivos Específicos

Considerando o objetivo geral do trabalho, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Avaliar o nível de integração entre Tecnologia de Automação (TA) e Tecnologia da Informação (TI) nas Indústrias de C&P;
- ✓ Esclarecer quais tecnologias habilitadoras da I4.0 são aplicáveis nas indústrias de C&P;
- ✓ Avaliar o nível de integração vertical e horizontal das Indústrias de C&P;
- ✓ Obter uma visão do setor de C&P sobre o Profissional do Futuro.

1.2 Hipóteses

1.2.1 Hipótese 1 – Influência do nível de automação nas indústrias de celulose

- **H1:** As indústrias brasileiras de celulose possuem um alto nível de automação, contribuindo assim para um menor investimento para a Transformação Digital.

1.2.2 Hipótese 2 – Influência do nível de automação nas indústrias de papel

- **H2:** As indústrias brasileiras de papel **não** possuem um alto nível de automação, exigindo assim maior investimento para a Transformação Digital.

1.2.3 Hipótese 3 – Integração padronizada entre TA e TI

- **H3:** As indústrias de papel e celulose brasileiras **não** possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação).

1.2.4 Hipótese 4 – Conhecimento das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0

- **H4:** Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras **não** possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0.

1.3 Motivação do trabalho

Qual o nível de automação e quais tecnologias habilitadoras podem ser utilizadas para a Transformação Digital (4ª Revolução Industrial) nas indústrias brasileiras de C&P?

Antes de responder à questão acima que originou a primeira pesquisa *survey* UNICAMP / ABTCP sobre a Transformação Digital nas Indústrias Brasileiras de Celulose e Papel (C&P) é importante destacar a motivação desta pesquisa. A Confederação Nacional da Indústria (CNI) realizou em 2016 uma sondagem especial com 2.225 empresas (sendo 910 pequenas, 815 médias e 500 grandes). Aquela pesquisa revelou que 42% das empresas brasileiras desconheciam a importância das tecnologias digitais (incluindo Automação Digital) para a competitividade da indústria e 46% das empresas que participaram da pesquisa não utilizavam ou não sabiam se utilizavam alguma das tecnologias digitais (Tabela 1). Outros resultados destacados naquela pesquisa foram as classificações dos setores, onde o setor de Celulose e Papel (C&P) ocupou a 9ª posição no uso de tecnologias digitais com foco em processo (Tabela 2) e a 10ª posição no uso de tecnologias digitais com foco em desenvolvimento (Tabela 3).

Tabela 1 – Tecnologias Digitais (Adaptado de CNI, 2016).

| Tecnologias Digitais | |
|----------------------|---|
| 1 | Automação digital sem sensores |
| 2 | Automação digital com sensores para controle de processo |
| 3 | Monitoramento e controle remoto da produção com sistemas do tipo MES e SCADA |
| 4 | Automação digital com sensores com identificação de produtos e condições operacionais, linhas flexíveis |
| 5 | Sistemas integrados de engenharia para desenvolvimento de produtos e manufatura de produtos |
| 6 | Manufatura aditiva, prototipagem rápida ou impressão 3D |
| 7 | Simulações/análise de modelos virtuais (Elementos Finitos, Fluidodinâmica Computacional, etc.) para projeto e comissionamento |
| 8 | Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>Big Data</i>) |
| 9 | Utilização de serviços em nuvem associados ao produto |
| 10 | Incorporação de serviços digitais nos produtos (“Internet das Coisas” ou <i>Product Service Systems</i>) |

Tabela 2 – Uso de tecnologias digitais com foco em processos (CNI, 2016).

| Posição | Setor | % |
|---------|--|----|
| 1 | Equip. de informática, eletrônicos e ópticos | 43 |
| 1 | Coque, derivados do petróleo e biocombustíveis | 43 |
| 3 | Metalurgia | 42 |
| 4 | Máquinas, aparelhos e materiais elétricos | 36 |
| 4 | Produtos de material plástico | 36 |
| 6 | Produtos têxteis | 35 |
| 6 | Químicos (exceto HPPC) | 35 |
| 6 | Veículos automotores | 35 |
| 9 | Celulose e papel | 34 |
| 10 | Alimentos | 32 |

(1) HPPC – Sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal.

Tabela 3 – Uso de tecnologias digitais com foco em desenvolvimento (CNI, 2016).

| Posição | Setor | % |
|---------|--|----|
| 1 | Equip. de informática, eletrônicos e ópticos | 41 |
| 2 | Máquinas, aparelhos e materiais elétricos | 40 |
| 3 | Veículos automotores | 36 |
| 4 | Máquinas e equipamentos | 35 |
| 5 | Produtos diversos | 28 |
| 6 | Calçados e suas partes | 24 |
| 7 | Produtos de metal | 22 |
| 7 | Metalurgia | 22 |
| 7 | Móveis | 22 |
| 10 | Produtos de material plástico | 21 |
| 10 | Celulose e papel | 21 |

Outra pesquisa importante realizada pela CNI em 2017, mostrou que as Indústrias de Processo Contínuo – IPC, dentre elas as Indústrias de Celulose e Papel, foram diagnosticadas como setores com maior produtividade e maior capacidade para adoção das tecnologias, sendo estas indústrias classificadas com maior potencial para liderar a adoção de tecnologias (CNI, 2017).

Os resultados apresentados nas pesquisas realizadas pela CNI em 2016 e 2017, motivaram este trabalho, pois as tecnologias digitais são pré-condições para o avanço da Indústria 4.0 no Brasil e as Indústrias de Celulose e Papel foram classificadas como um dos setores com maior produtividade e maior capacidade para adoção destas tecnologias.

Além das pesquisas da CNI acima descritas, este trabalho foi motivado também pela opinião de especialistas das principais empresas fornecedoras de tecnologias para as indústrias de celulose e papel (C&P). De acordo com estes especialistas, a Indústria 4.0 aponta caminhos para chegar à fábrica do futuro, onde máquinas inteligentes e comunicação entre processos serão o novo padrão das fábricas de C&P. Foram destacadas algumas tecnologias habilitadoras da Transformação Digital, tendo como pré-requisito desejado uma plataforma de automação integrada na qual facilitaria a implementação e utilização de *Big Data* e Inteligência Artificial (IA) para modelagem de dados utilizando redes neurais artificiais e mineração de dados para auxiliar o controle do processo industrial e tomada de decisões gerenciais estratégicas. Além disso, a análise de dados em tempo real poderá evitar paradas imprevistas no processo ou prever falhas, através da interação com o operador ou ação automática sem a interferência humana. Nesta mesma linha, a computação cognitiva será importante na questão de retenção de conhecimento humano por meio da análise das ações dos operadores nas malhas de controle das plantas, tornando-se assim uma ferramenta importante na gestão do conhecimento. Outra tecnologia destacada pelos especialistas foi a IIoT (*Industrial Internet of Things*), pois permitirá que os profissionais de manutenção utilizem dispositivos móveis e portáteis no campo para solucionar problemas por meio de realidade virtual e aumentada (MARTIN, 2017a).

Sendo assim, o presente trabalho buscou apresentar o nível de automação e quais tecnologias habilitadoras podem ser utilizadas para a Transformação Digital nas indústrias brasileiras de C&P, além de avaliar a utilização de tecnologias digitais nos processos e desenvolvimento deste importante segmento industrial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fundamentação Teórica

Neste trabalho a fundamentação teórica teve a premissa de apresentar os tipos de indústrias de C&P e os processos de fabricação, a evolução histórica e importância da automação para a Transformação Digital, assim como os principais conceitos da Indústria 4.0 e suas tecnologias habilitadoras. Os conceitos abaixo descritos foram obtidos por meio de uma pesquisa bibliográfica exploratória, contribuindo assim para o entendimento desta revolução disruptiva, chamada Indústria 4.0.

2.1.1 Indústrias de Celulose e Papel

Segundo Castro (2009) as indústrias de celulose e papel são divididas em três categorias:

Indústrias de Celulose: fabricantes exclusivos de celulose;

Indústrias de Papel Integrada com Celulose: fabricantes de papel e celulose;

Indústrias de Papel Não Integrada com Celulose: fabricantes exclusivos de papel.

Neste trabalho os tipos de indústrias acima descritos foram classificados como: **C** (Fábrica de Celulose), **PI** (Fábrica de Papel Integrada com Celulose) e **PNI** (Fábrica de Papel Não Integrada com Celulose).

A cadeia de produção de celulose e papel no Brasil pode ser resumida em três etapas:

Florestal: cultivo de mudas, plantio e colheita de árvores (eucalipto ou pinus);

Celulose: produção de celulose;

Papel: produção de papel.

A principal matéria prima do papel é a celulose extraída de madeira e pode ser classificada por tipo de fibra (curta = eucalipto e longa = pinus). A fibra curta é originada de folhosas (como o eucalipto) e a longa de coníferas (como o pinus), onde cada fibra tem propriedades que as tornam mais adequadas à fabricação de determinados tipos de papéis. O processo de fabricação de celulose pode ser químico, semiquímico e de alto rendimento, determinando assim o rendimento da madeira e qualidade da celulose (VIDAL e HORA, 2012).

2.1.1.1 Processo de Fabricação de Celulose

O processo de fabricação de celulose (Figura 1) é composto pelas seguintes etapas:

- 1) Descascamento da madeira;
- 2) Picagem e obtenção dos cavacos;
- 3) Extração das fibras por cozimento;
- 4) Lavagem e depuração das fibras;
- 5) Branqueamento da celulose;
- 6) Secagem;
- 7) Enfardamento.



Figura 1 – Processo de Fabricação de Celulose.

No Brasil, cerca de 81% do processamento de madeira é realizado pelo processo *Kraft*, pois dentre as vantagens pode-se destacar os ciclos mais curtos de cozimento e produção de pastas de alto rendimento (CASTRO, 2009).

Segundo Vidal e Hora (2012), as principais categorias de celulose *kraft* são:

Celulose *kraft* branqueada de fibra curta: produzida por meio de processo químico;

Celulose *kraft* branqueada de fibra longa: produzida por meio de processo químico;

Celulose *kraft* não branqueada: geralmente produzida a partir de fibra longa.

2.1.1.2 Processo de Fabricação de Papel

O processo de fabricação de papel (Figura 2) é composto pelas seguintes etapas:

- 1) Preparação da massa;
- 2) Envio da massa para a máquina de papel;
- 3) Distribuição uniforme da massa sobre a mesa plana;
- 4) Drenagem mecânica na seção das prensas;
- 5) Secagem da folha nos cilindros secadores;
- 6) Calandragem da folha para uniformizar a lisura e espessura;
- 7) Enrolamento da folha em bobinas (rolos jumbo).



Figura 2 – Processo de Fabricação de Papel - PNI.

O processo de fabricação de papel pode ser realizado por meio de uma planta integrada (Figura 3), ou seja, uma máquina de papel que utiliza celulose branqueada transferida diretamente por uma tubulação que interliga a fábrica de celulose com o fábrica de papel, não sendo necessário o processo de secagem e enfardamento.



Figura 3 – Processo de Fabricação de Papel - PI.

De acordo com Vidal e Hora (2012), os papéis podem ser classificados em:

Papel imprensa: destinado à impressão de jornais e revistas;

I&E (imprimir e escrever): podem ser revestidos ou não revestidos e fabricados com celulose química ou pasta mecânica;

Papelão ondulado: é utilizado na produção de embalagens e variam de qualidade de acordo com as fibras, ou seja, quando fabricado com fibras virgens tem maior qualidade e resistência e quando fabricado com fibras recicladas a qualidade é inferior;

Papel kraft: é uma mistura de celulose de fibra curta e fibra longa e pode servir como matéria prima para o papelão ondulado;

Papel cartão: é fabricado a partir de múltiplas camadas e utilizado principalmente em embalagens de bens de consumo imediato;

Papel tissue: é utilizado para fins sanitários, como por exemplo: o papel higiênico, papel toalha e guardanapo de papel.

Além dos papéis acima descritos existem outros tipos, com destaque para os papéis especiais, como por exemplo o **papel térmico (thermal paper)** que é um papel sensível ao calor. O sistema de impressão para este tipo de papel não requer tinta, ou seja, a imagem é obtida através de uma impressora térmica.

2.1.2 Automação

Em meados de 1960, durante a Terceira Revolução Industrial, surgiu a Automação nas indústrias por meio dos Controladores Lógicos Programáveis (CLP). Desde então, ocorreu uma transformação no chão de fábrica onde o principal responsável foi a Automação Eletrônica (CLP, Robôs e Redes Industriais). A evolução continuou com a utilização de Sistemas de Supervisão, PC Industrial e Novos Protocolos de Comunicação Industrial (IEC-61158). Em paralelo com a evolução da Tecnologia de Automação (TA), a Tecnologia da Informação (TI) também evoluiu e atualmente existe uma convergência (Figura 4) entre estas tecnologias para a Indústria 4.0 (STEVAN JÚNIOR et al., 2018).

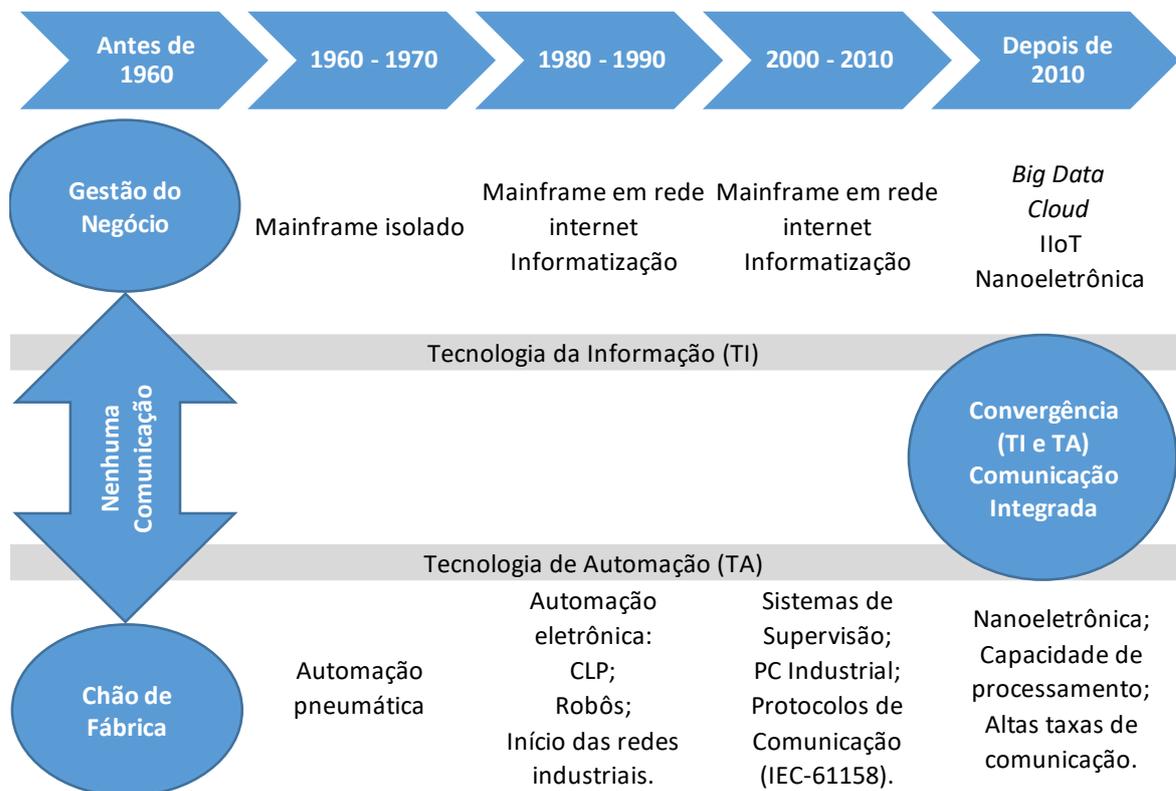


Figura 4 – Convergência de tecnologias para a Indústria 4.0 (Adaptado de STEVAN JÚNIOR et al., 2018).

Com o surgimento da Automação, os protocolos de comunicação baseados em sistemas pneumáticos (3-15 PSI) começaram a ser substituídos por protocolos de comunicação analógica (4-20 mA).

As redes industriais têm como objetivo principal a comunicação entre os equipamentos e os controladores (CLP) e mesmo com a existência do padrão Ethernet para as redes de computadores desde a década de 1970, este padrão só começou a ser utilizado nas redes de comunicação de automação industrial nas décadas de 1980 e 1990, sendo denominadas como comunicação digital. Após a década de 1990, surgiram vários protocolos de comunicação industrial, como por exemplo: FieldBus, Ethernet Industrial e Wireless Industrial (STEVAN JÚNIOR et al., 2018).

Para melhor compreensão das camadas de automação e consequentemente determinar o nível de automação de uma planta industrial, foi utilizada uma pirâmide (Figura 5) com várias camadas iniciando com a base (Dispositivos de campo) até o topo da pirâmide (Gestão do Negócio), porém, para representar a nova estrutura que será composta por Sistemas Ciberfísicos, não podemos pensar somente nas camadas tradicionais, pois, as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 permitem uma integração entre as camadas (Figura 6), na qual existe uma convergência para nuvem (STEVAN JÚNIOR et al., 2018).

Segundo Pereira et al., (2018), a Tecnologia de Automação pode contribuir para aumentar a atividade econômica e mitigar impactos ambientais, quando empregada na Indústria 4.0 ou Transformação Digital.



Figura 5 – Pirâmide de Automação com 6 camadas.

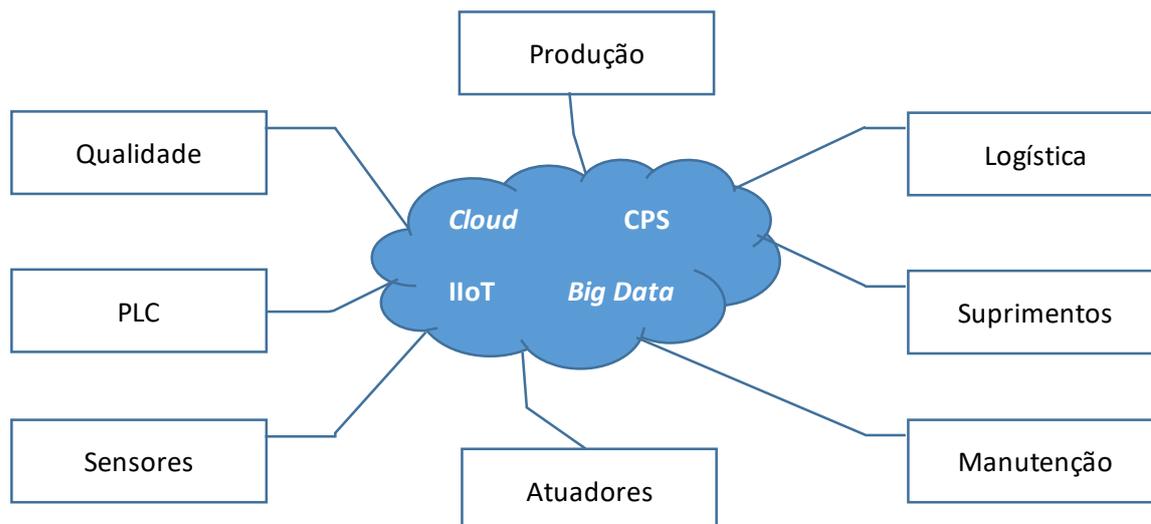


Figura 6 – I4.0: integração e convergência para a nuvem (Adaptado de STEVAN JÚNIOR et al., 2018).

2.1.3 Indústria 4.0

A Indústria 4.0 (ou Transformação Digital) pode ser entendida como a integração da digitalização à atividade industrial, ou seja, sensores e equipamentos conectados em rede, possibilitando a fusão entre o mundo real e virtual (CNI, 2016a).

Segundo Schwab (2016), a palavra “revolução” significa mudança abrupta e radical. Ela ocorre principalmente com o surgimento de novas tecnologias, sendo percebida por meio de alterações nas estruturas sociais e nos sistemas econômicos. Atualmente estamos vivendo a quarta revolução industrial, que surge após a consolidação da automação, ou seja, está baseada na revolução digital (internet, sensores, inteligência artificial e aprendizagem automática).

Este conceito, também chamado de *Industrie 4.0*, surgiu na Alemanha para que as indústrias alemãs pudessem manter a liderança no mercado global de fabricantes de equipamentos (integrando tecnologias da informação e comunicação) e também para tornar-se fornecedor líder de tecnologias inteligentes de fabricação (KAGERMANN et al., 2013).

Segundo Kagermann et al., (2013), a Indústria 4.0 tem potencial para:

- ✓ Flexibilidade e tomada de decisão otimizada;
- ✓ Produtividade e eficiência de recursos;
- ✓ Criar oportunidades de valor através de novos serviços;
- ✓ Responder à mudança demográfica no ambiente de trabalho;
- ✓ Equilíbrio do trabalho e vida social para os empregados.

O foco principal da *Indústria 4.0* está no chão de fábrica da indústria de manufatura, porém, o termo Indústria 4.0 (I4.0) ou Transformação Digital é mais abrangente, sendo aplicado a cadeia de valor e não somente nas indústrias de processos discretos (manufatura), mas também nas indústrias de processos contínuos. Esta Transformação Digital está sendo responsável pela 4ª Revolução Industrial e possui três pilares que integrados constituem um alicerce dentro das indústrias, são eles: Sistemas de Automação, Sistemas de Informação e Sistemas Ciberfísicos.

De acordo com Stevan Júnior et al., (2018), a integração é essencial para a Indústria 4.0, pois os sistemas irão interagir entre si em toda a cadeia, ou seja, os processos de fabricação serão conectados verticalmente com os processos de negócios internos das fábricas e conectados horizontalmente desde o pedido de compra até a entrega do produto (Figura 7).

Segue abaixo as definições de integração vertical e horizontal:

Integração Vertical: integra de ponta-a-ponta os diferentes níveis hierárquicos (atuador, sensor, controle, fabricação, gerenciamento de produção e planejamento) (KAGERMANN et al., 2013);

Integração Horizontal: integra de ponta-a-ponta as diferentes etapas dos processos de planejamento de negócios, fabricação e logística (KAGERMANN et al., 2013).

Dada a importância da integração vertical e horizontal para a Indústria 4.0, as empresas devem possuir os Sistemas de Gestão da Manufatura (MES – *Manufacturing Execution System*) e Gestão Empresarial (ERP – *Enterprise Resources Planning*), porém, não basta ter somente os *softwares* de Planejamento de Recursos do Empreendimento (ERP) e Sistema de Execução da Manufatura (MES) instalados e funcionando isoladamente, os mesmos devem trabalhar integrados. Segundo Berti (2010), o MES surgiu para preencher uma lacuna existente entre o chão de fábrica e o ERP, eliminando a troca manual de informações entre os níveis de automação e o nível de ERP, ou seja, o MES deve integrar a produção com a gestão empresarial.

Segue abaixo as definições e os conceitos básicos de **MES** (*Manufacturing Execution System*) e de **ERP** (*Enterprise Resources Planning*):

MES: significa Sistema de Execução de Manufatura e é responsável pelo gerenciamento do processo de produção. “Tem a capacidade de consolidar o planejamento da produção e mapear o controle em todas as etapas do chão-de-fábrica, envolvendo a automação e administração da produção” (GAMA, 2009).

O MES “é um sistema de controle para gerenciamento e monitoramento de estoque em processo em um chão-de-fábrica e mantém registro de todas as informações de produção em tempo real, recebendo dados atualizados de máquinas, robôs e empregados” (BERTI, 2010).

ERP: significa Planejamento de Recursos Empresariais e integra em um único sistema os principais processos de uma empresa, como: finanças, RH, manufatura, cadeia de suprimentos, serviços, contratos entre outros (SAP, 2019).

O ERP pode ser definido também como “uma plataforma de software desenvolvida para integrar os diversos departamentos de uma empresa, facilitando o fluxo das informações entre todos os processos da organização como vendas, financeiro, gerenciamento de projetos, logística, controladoria e recursos humanos” (CAPELLI, 2014).

Além dos processos acima descritos, o ERP abrange módulos nas áreas de planejamento, contabilidade, gestão de estoque e manutenção (BERTI, 2010). O ERP é utilizado como apoio à tomada de decisão, integrando os setores por meio de uma base de dados única (OLIVEIRA, 2008).

Segundo Stevan Júnior et al., (2018), “a Indústria 4.0 visa ter um sistema de produção com máquinas e equipamentos inteligentes e integrados para gerar maior eficiência, desempenho, conforto e segurança”. As principais vantagens com a Transformação Digital podem ser resumidas em: virtualização do sistema, operação em tempo real, descentralização, orientação a serviços, modularidade na manufatura e integração das operações. Além disso, estima-se que poderá ter melhorias no processo, como: redução (dos custos operacionais e de manutenção, desperdícios e consumo de energia) e aumento (de segurança, bem-estar do trabalhador, qualidade do produto e personalização). Para obter os benefícios esperados com a I4.0 é necessário: compreender o conceito de I4.0 e seus impactos; analisar e avaliar o nível de automação; ter a prática de otimização de processos; realizar a convergência de dados da cadeia produtiva; e implantar tecnologias habilitadoras da I4.0 (STEVAN JÚNIOR et al., 2018).

Para que as indústrias brasileiras possam iniciar o processo de transformação digital será necessário atualizar as plantas que estão em operação desde a década de 1950 até as atuais, alterando a forma de produção com novas tecnologias de fabricação, incorporando novas capacidades de TI para gerenciamento e segurança de dados, ou seja, iniciar a utilização da Internet das Coisas (IoT) no ambiente fabril e com isso, integrar máquinas, sistemas de armazenamento e instalações de produção, o chamado *Cyber-Physical Systems* (CPS), ou seja, a integração do mundo físico com o virtual (STEVAN JÚNIOR et al., 2018).

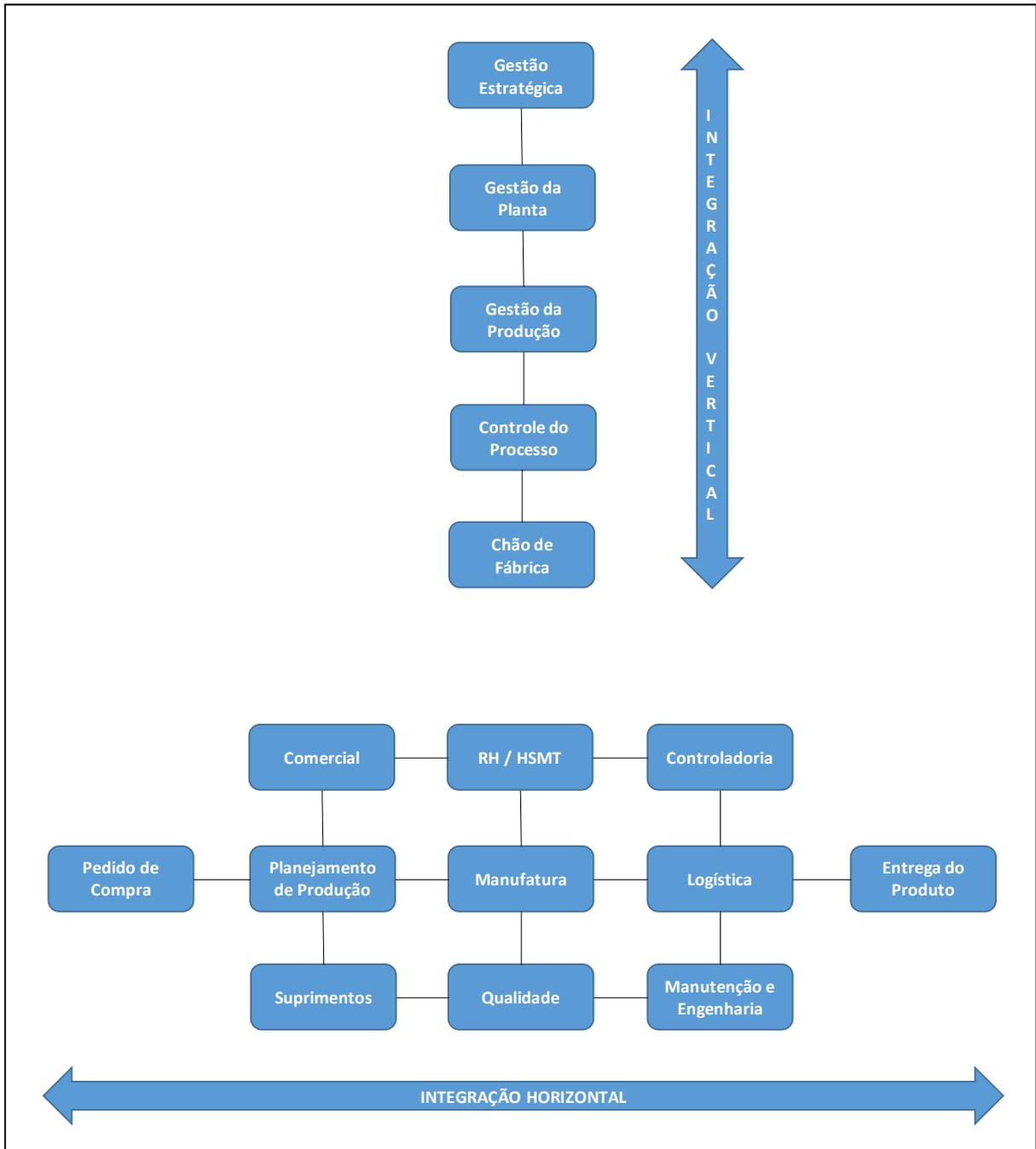


Figura 7 – Integração Vertical e Horizontal.

Atualmente existe uma convergência de redes de comunicação na indústria, com o aumento da utilização dos barramentos baseados em IP (*Internet Protocol*), preservando as características do protocolo Ethernet. Com isso, torna-se acessível a utilização do conceito Internet das Coisas (IoT) e permitirá uma convergência natural para algumas fábricas (Figura 8) ou até mesmo uma oportunidade de transição “saltando” diretamente para Indústria 4.0 (STEVAN JÚNIOR et al., 2018).

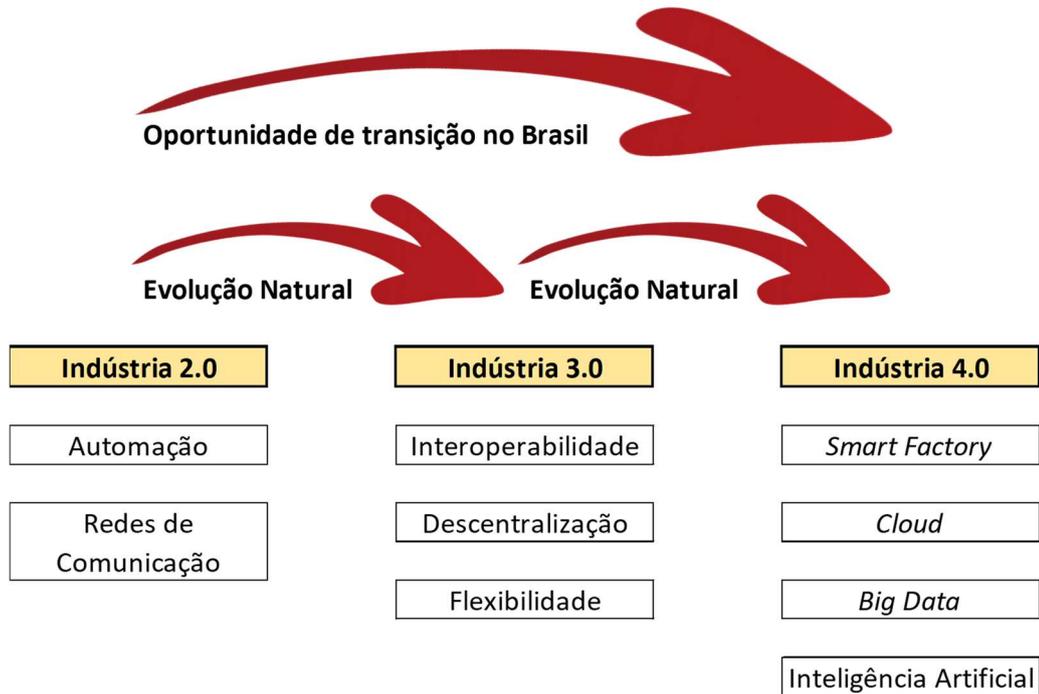


Figura 8 – Transição da indústria brasileira (Adaptado de STEVAN JÚNIOR et al., 2018).

2.1.4 Tecnologias Habilitadoras

Schwab (2016), fundador e presidente executivo do Fórum Econômico Mundial, foi um dos precursores da Indústria 4.0 e apresentou as principais tecnologias do mundo digital associadas à Transformação Digital.

As tecnologias habilitadoras são apresentadas por Schwab (2016) como impulsionadores tecnológicos da 4ª Revolução Industrial, sendo divididas em três categorias: **Física** (Veículos Autônomos, Impressão em 3D, Robótica Avançada e Novos Materiais), **Digital** (Internet das Coisas ou *Internet of Things* – IoT) e **Biológica** (Biologia Sintética).

Outras tecnologias também são destacadas por Schwab (2016), como: *Big Data*, Segurança Cibernética, Inteligência Artificial e Realidade Aumentada.

Dentre as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, foram selecionadas as principais tecnologias com aplicabilidade em indústrias de processos contínuos e que serão tratadas neste trabalho. Segue abaixo as definições destas tecnologias:

2.1.4.1 *Big Data*

“*Big Data* são dados com maior variedade que chegam em volumes crescentes e com velocidade cada vez maior. Isso é conhecido como os três Vs: Volume, Velocidade e Variedade”. “Simplificando, *Big Data* é um conjunto de dados maior e mais complexo, especialmente de novas fontes de dados. Esses conjuntos de dados são tão volumosos que o software tradicional de processamento de dados simplesmente não consegue gerenciá-los. Mas esses enormes volumes de dados podem ser usados para resolver problemas de negócios que você não conseguiria resolver antes” (ORACLE, 2019).

Big Data pode ser definido como: “centrais de armazenamento e tratamento de grandes bases de dados” (CNI, 2017).

2.1.4.2 **Computação em Nuvem**

“A computação em nuvem é o fornecimento, através da Internet, de recursos de TI virtualizados. É a computação como serviço, fornecida sob demanda, com pagamento conforme o uso, por meio de uma plataforma de serviços na nuvem, que não é um lugar, mas um método de gerenciar os recursos de TI substituindo máquinas locais e *data centers* particulares por uma infraestrutura virtual” (HP, 2019).

Computação em Nuvem pode ser definida como: “infraestrutura com capacidade de grande armazenamento de dados” (CNI, 2017).

2.1.4.3 **Inteligência Artificial**

“Inteligência artificial (IA) é um campo da ciência da computação em que máquinas realizam tarefas como a mente humana, tais como aprender e raciocinar. O termo inteligência artificial representa um conjunto de *software*, lógica, computação e disciplinas filosóficas que visa fazer com que os computadores realizem funções que se pensava ser exclusivamente humanas, como perceber o significado em linguagem escrita ou falada, aprender, reconhecer expressões faciais e assim por diante” (HP, 2019).

Inteligência Artificial pode ser definida como: “sistemas que desenvolvem, por meio de dados, capacidade para tomada de decisão autônoma em diferentes situações” (CNI, 2017).

2.1.4.4 Internet dos Serviços (IoS)

“A visão da “IoS” é permitir que os fornecedores de serviços ofereçam seus serviços pela Internet. Dependendo do possível grau de digitalização, os serviços podem ser oferecidos e demandados em todo o mundo. A Internet de Serviços consiste em participantes, uma infraestrutura para serviços, modelos de negócios e os próprios serviços. Os serviços são oferecidos e combinados em serviços de valor agregado por vários fornecedores; eles são comunicados aos usuários e aos consumidores e são acessados por eles por meio de vários canais” (BUXMANN et al., 2009).

Internet dos Serviços (IoS): “permite que fornecedores de serviços ofereçam seus serviços pela Internet” (HERMMAN, 2015).

2.1.4.5 Internet das Coisas (IoT)

“A Internet das Coisas, ou IoT, refere-se a grupos de dispositivos digitais, tais como sensores industriais, que coletam e transmitem dados pela Internet. A IoT é composta apenas por sensores e outros dispositivos inteligentes. Entre seus usos estão a captação de dados operacionais de sensores remotos em plataformas de petróleo, a coleta de dados climáticos e o controle de termostatos inteligentes” (HP, 2019).

Internet das Coisas (IoT) pode ser definida como: “máquinas e bens de consumo com sistemas que permitem conexão à internet” (CNI, 2017).

2.1.4.6 Realidade Aumentada

“A Realidade Aumentada (RA) é denominada como uma tecnologia, ou extensão ou uma especialização de sistemas de Realidade Virtual (RV). Elas se diferem basicamente pelo ambiente criado: totalmente artificial e híbrido - artificial e real” (ACIOLY, 2016).

Realidade Aumentada pode ser definida como: “utilização da computação para o aperfeiçoamento da percepção humana por meio de objetos virtuais. Com a Realidade Aumentada, as informações relevantes podem ser diretamente adicionadas ao campo de visão do trabalhador. Isso é possível com plataformas móveis, como: *smartphones*, *tablets* e *smartglasses*” (GORECKY, et al., 2014).

2.1.4.7 Robótica Avançada

A Robótica Avançada é caracterizada pela superação de tarefas rígidas (uso de robôs confinados às tarefas rigidamente controladas, como por exemplo: na indústria automotiva) e interação (uso de robôs para uma ampla gama de tarefa, como por exemplo: na agricultura de precisão e na enfermagem). “Os avanços dos sensores capacitam os robôs a compreender e responder melhor ao seu ambiente e empenhar-se em tarefas variadas; por exemplo, as tarefas domésticas. Ao contrário do passado, quando eles precisavam ser programados por uma unidade autônoma, os robôs podem agora acessar informações remotas através da nuvem e assim se conectar a uma rede de outros robôs” (SCHAWB, 2016).

Robótica Avançada pode ser definida como: “máquinas e equipamentos com sistemas de comunicação integrados e com conexão remota, dotados de flexibilidade na execução de tarefas programadas” (CNI, 2017).

2.1.4.8 Segurança Cibernética

“É o conjunto de políticas, processos e ferramentas de *hardware* e *software*, que se encarregam de proteger a privacidade, a disponibilidade e a integridade das informações e dos sistemas de uma rede” (CISCO, 2019).

Segurança Cibernética pode ser definida como: “proteção de dados e serviços em sistemas (digitais) contra uso indevido. Como por exemplo: acesso não autorizado, modificação ou destruição” (KAGERMANN et al., 2013).

2.1.4.9 Simulação Virtual

“A simulação virtual permite que os usuários executem diversos cenários e hipóteses que tornarão suas tomadas de decisão mais assertivas, como, por exemplo, auxiliar nas decisões de *Make-Or-Buy* (Fazer ou Comprar), aquisição de novos equipamentos, expansão de plantas produtivas, dentre outras, sem afetar os processos existentes e até mesmo validar conceitos novos e inovadores” (SIEMENS, 2019).

Simulação Virtual pode ser definida como: “software capaz de simular o uso das tecnologias citadas nos ambientes fabris” (CNI, 2017).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Transformação Digital e Tecnologias Habilitadoras

A Transformação Digital, também chamada de Indústria 4.0 ou *Industrie 4.0*, surgiu na Alemanha e segundo Schwab (2016), por meio de um termo cunhado em 2011 na feira de Hannover que descreve a quarta revolução industrial como sendo um mundo onde sistemas físicos e virtuais de fabricação permitirão personalização de produtos e novos modelos operacionais.

Segundo Kagermann et al., (2013), as três revoluções que antecederam a I4.0 resultaram da mecanização, eletricidade e TI (Tecnologia da Informação), sendo que a Eletrônica junto com a TI possibilitou o aumento da Automação nos processos de fabricação. A Indústria 4.0 está baseada na IoT (*Internet of Things*) e IoS (*Internet of Services*), ou seja, em CPS (*Cyber-Physical Systems*) que é o centro das Fábricas Inteligentes (KAGERMANN et al., 2013).

Kagermann et al., (2013) mostraram também em seu trabalho outras tecnologias habilitadoras, como: *Big Data*, Segurança Cibernética, Computação em Nuvem e Simulação Virtual. Dentre estas tecnologias são destacados alguns pontos importantes sobre a Segurança Cibernética. São eles:

- 1) Estratégias, arquiteturas e padrões integrados de segurança e proteção;
- 2) IDs exclusivos e seguros para produtos, processos e máquinas;
- 3) Uma estratégia de migração da I3.0 para a I4.0;
- 4) Soluções de segurança e proteção fáceis de usar;
- 5) Segurança e proteção em um contexto de gerenciamento de negócios;
- 6) Proteção segura contra pirataria de produtos;
- 7) Treinamento e CPD (*Continuing Professional Development*);
- 8) “Construção Comunitária” para proteção de dados da I4.0.

Schwab (2016) descreve a Internet das Coisas (IoT) como sendo uma das principais pontes entre as aplicações físicas e digitais. Além desta importante tecnologia habilitadora, as demais apresentadas nesta revisão bibliográfica são tão importantes quanto, pois são os impulsionadores tecnológicos da 4ª Revolução Industrial.

Brettel et al., (2014) apresentaram uma perspectiva da indústria 4.0 abordando a virtualização, a descentralização e a construção de redes para a manufatura, destacando as tecnologias IoT, IoS, Computação em Nuvem e Simulação Virtual.

A Deloitte (2014) mostrou em seu trabalho os desafios e soluções para a transformação digital, assim como o uso de tecnologias exponenciais como: IoT, IoS, Segurança Cibernética, Computação em Nuvem, *Big Data*, Inteligência Artificial e Robótica Avançada.

Blanchet et al., (2014) apresentaram um trabalho sobre a quarta revolução industrial na Europa. Foram apresentadas algumas tecnologias que podem contribuir para o sucesso da Indústria 4.0 no continente europeu, entre elas: IoT, Segurança Cibernética, Computação em Nuvem e *Big Data*.

Hermann et al., (2015) fizeram uma revisão de literatura sobre a *Industrie 4.0* na Alemanha, com destaque para as tecnologias habilitadoras: IoT, IoS, Computação em Nuvem e *Big Data*.

A VDMA (2015), apresentou um trabalho prático com soluções para aplicações industriais e por meio do Fórum *Industrie 4.0*, desenvolveu recomendações de ações viáveis para a indústria alemã de engenharia mecânica. Em relação as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, são citadas as seguintes tecnologias: IoT, IoS, Computação em Nuvem, *Big Data* e Simulação Virtual.

A McKinsey & Company (2015), apresentou uma pesquisa sobre a digitalização na indústria de manufatura. Nesta pesquisa foram abordados tópicos sobre tecnologias digitais disruptivas, eficácia operacional, maneira de fazer negócios e bases para uma transformação digital que capture as oportunidades das tecnologias da Indústria 4.0. Neste trabalho foram citadas várias tecnologias habilitadoras, entre elas: IoT, Computação em Nuvem, *Big Data*, Inteligência Artificial, Robótica Avançada, Realidade Aumentada e Simulação Virtual.

Rubmann et al., (2015), mostraram algumas tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 com foco no futuro da produtividade e crescimento nas indústrias de manufatura. Dentre estas tecnologias, foram citadas: IoT, Segurança Cibernética, Computação em Nuvem, *Big Data*, Robótica Avançada, Realidade Aumentada e Simulação Virtual.

Posada et al., (2015), apresentaram a computação visual como sendo a principal tecnologia de habilitação para *Industrie 4.0* e Internet industrial. Neste artigo foram citadas

outras tecnologias, como: IoT, IoS, Segurança Cibernética, Computação em Nuvem, *Big Data*, Realidade Aumentada e Simulação Virtual.

Est e Kool (2015), desenvolveram um trabalho sobre visões e *insights* da ciência sobre a relação entre tecnologia e emprego. Neste trabalho foram citadas as seguintes tecnologias: IoT, Computação em Nuvem, *Big Data*, Inteligência Artificial, Robótica Avançada, Realidade Aumentada e Simulação Virtual.

Dorst et al., (2016), elaboraram um relatório sobre os resultados da plataforma *Industrie 4.0* e estratégia de implementação. Neste trabalho foram citadas as tecnologias habilitadoras: IoT, IoS, Segurança Cibernética, Computação em Nuvem, *Big Data*, Realidade Aumentada e Simulação Virtual.

No roteiro alemão de normalização da Indústria 4.0 desenvolvido por DIN / DKE / VDE (2016), são citadas as seguintes tecnologias habilitadoras: IoT, IoS, Segurança Cibernética, Computação em Nuvem, *Big Data*, Inteligência Artificial, Realidade Aumentada e Simulação Virtual.

Stock e Seliger (2016), apresentaram algumas tecnologias no artigo sobre as oportunidades de manufatura sustentável na Indústria 4.0, dentre elas: IoT, IoS, Computação em Nuvem, *Big Data* e Inteligência Artificial.

Smit et al., (2016), mostraram em seu trabalho algumas tecnologias habilitadoras, como: IoT, IoS, Segurança Cibernética, Computação em Nuvem, *Big Data*, Inteligência Artificial e Simulação Virtual.

A CNI (2017) apresentou as principais tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, como sendo: IoT, *Big Data*, Impressão 3D, Computação em Nuvem, Sensores e Atuadores, Novos Materiais, Sistemas de Simulação, Sistemas de Conexão Máquina-Máquina, Infraestrutura de Comunicação, Manufatura Híbrida, Robótica Avançada e Inteligência Artificial.

Segundo Cheron e Ahmed (2018), a IA vem apresentando um enorme potencial de crescimento e atualmente existem diversas aplicações nas áreas de negócios e manufatura, destacando as seguintes vantagens: a capacidade de automatizar funções de trabalho para melhorar a eficiência da fabricação, melhorar os processos de negócios nas cadeias de suprimento de transporte e logística, prever desempenho e comportamento, aumento de receita, reconhecimento de padrões e interpretação de *Big Data*.

Para Villemuer e Ahmed (2016) diversas indústrias adotaram e vem adotando a computação em nuvem e isto está revolucionando as operações de TI e de negócios, pois plataformas e serviços em nuvem oferecem vários benefícios, como redução de custos e implantação mais rápida de aplicativos, porém faz-se necessário um escopo maior de gerenciamento de identidades e controles de segurança. Com isso, outra tecnologia habilitadora chamada de Segurança Cibernética torna-se imprescindível para atender os requisitos de segurança.

A Indústria 4.0 é definida pela CNI (2016a) como a integração da digitalização à atividade industrial e tal integração é demonstrada acima com as tecnologias habilitadoras, ou seja, a IA depende de *Big Data* que por sua vez depende da Computação em Nuvem e que obrigatoriamente utilizará a Segurança Cibernética. Sendo assim, a Transformação Digital tornar-se-á realidade a partir do momento que existir a integração das tecnologias habilitadoras.

Os trabalhos de Lydon (2016) e Stevan Júnior et al., (2018) destacaram 9 tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. São elas: *Big Data*, Computação em Nuvem, Manufatura Aditiva, IoT, Realidade Aumentada, Robôs Autônomos, Segurança Cibernética, Simulação e Integração de Sistemas.

Com a fundamentação teórica e a revisão bibliográfica foi possível obter um embasamento sobre os principais conceitos da Indústria 4.0 (ou Transformação Digital), assim como das tecnologias habilitadoras e a importância da automação dentro deste contexto. Como resultado da revisão de literatura, foram obtidas 17 tecnologias habilitadoras e destas 17 foram selecionadas 9 tecnologias com maior aplicação em Indústrias de Processos Contínuos – IPC (Tabela 4). A seleção destas tecnologias habilitadoras teve como referência os trabalhos de Lydon (2016) e Stevan Júnior et al., (2018), que apresentaram 9 tecnologias como pilares da Indústria 4.0, porém, as tecnologias Manufatura Aditiva (Impressão 3D) e Integração de Sistemas (M2M) possuem uma melhor aplicação nas Indústrias de Processos Discretos – IPD e com isso foram selecionadas as tecnologias Inteligência Artificial e IoS (*Internet of Services*) para substituir Manufatura Aditiva (Impressão 3D) e Integração de Sistemas (M2M) devido a importância da **Inteligência Artificial** na opinião de especialistas do setor de C&P que motivaram este trabalho (MARTIN, 2017a) e também porque segundo Kagermann et al., (2013) a Indústria 4.0 está baseada em IoT (*Internet of Things*) e **IoS** (*Internet of Services*).

Tabela 4 - Análise e Seleção de Tecnologias Habilitadoras.

| TECNOLOGIAS HABILITADORAS - TH | | | |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| REVISÃO DE LITERATURA (17 TH) | LYDON, 2016 | STEVAN JÚNIOR et al., 2018 | SELEÇÃO (9 TH) - IPC |
| <i>Big Data</i> | <i>Big Data</i> | <i>Big Data</i> | <i>Big Data</i> |
| Biologia Sintética | | | |
| Computação em Nuvem | Computação em Nuvem | Computação em Nuvem | Computação em Nuvem |
| Impressão 3D (Manufatura Aditiva) | Manufatura Aditiva | Manufatura Aditiva | |
| Infraestrutura de Comunicação | | | |
| Inteligência Artificial | | | Inteligência Artificial |
| IoS (<i>Internet of Services</i>) | | | IoS (<i>Internet of Services</i>) |
| IoT (<i>Internet of Things</i>) | IoT (<i>Internet of Things</i>) | IoT (<i>Internet of Things</i>) | IoT (<i>Internet of Things</i>) |
| Manufatura Híbrida | | | |
| Novos Materiais | | | |
| Realidade Aumentada | Realidade Aumentada | Realidade Aumentada | Realidade Aumentada |
| Robótica Avançada | Robôs Autônomos | Robôs Autônomos | Robótica Avançada |
| Segurança Cibernética | Segurança Cibernética | Segurança Cibernética | Segurança Cibernética |
| Sensores e Atuadores | | | |
| Simulação Virtual | Simulação | Simulação | Simulação Virtual |
| Sistemas de Conexão Máquina-Máquina (M2M) | Integração de Sistemas | Integração de Sistemas | |

Para avaliar a relevância destas 9 tecnologias habilitadoras selecionadas para compor o questionário da pesquisa *survey* deste trabalho, foi utilizada uma análise bibliométrica sobre a Indústria 4.0 realizada por César et al., (2018), que por meio de um tratamento e análise de dados obteve 97 artigos para o referencial teórico da pesquisa bibliométrica e dentre todas as análises realizadas foram identificadas as principais atividades econômicas envolvidas na Indústria 4.0, onde a indústria é o principal foco e aplicação. Com isso, foram analisados os 72 artigos classificados como atividade econômica industrial (Tabela 5), onde foi verificado pelo menos uma citação de cada uma das 9 tecnologias habilitadoras nestes artigos e como resultado tem-se as tecnologias habilitadoras e a quantidade de artigos que as mesmas foram citadas (Figura 9).

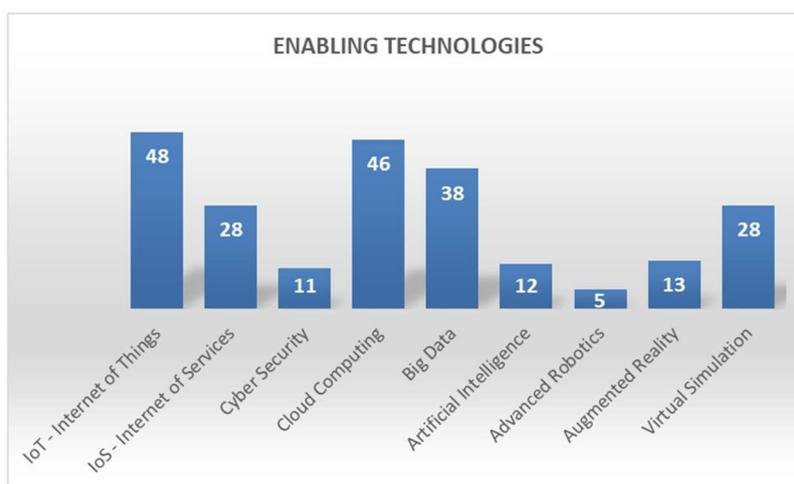


Figura 9 – Resultado da análise de citação das tecnologias habilitadoras nos 72 artigos classificados como atividade econômica industrial.

Tabela 5 - Análise de citação das tecnologias habilitadoras em 72 artigos.

| AUTHOR / YEAR | ENABLING TECHNOLOGIES | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-----|----------------|-----------------|----------|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--|
| | IoT | IoS | Cyber Security | Cloud Computing | Big Data | Artificial Intelligence | Advanced Robotics | Augmented Reality | Virtual Simulation | |
| 1 - WEIDMULLER GLOBAL INDUSTRY MANAGEMENT (2012). | ✓ | | | | | | | | | |
| 2 - KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. (2013). | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| 3 - ANDERL, R. (2014). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 4 - BLEICHER, F. (2014). | ✓ | ✓ | | | | | | | | |
| 5 - BRETTEL, M. et al. (2014). | ✓ | ✓ | | ✓ | | | | | ✓ | |
| 6 - DELOITTE (2014). | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| 7 - DRATH, R.; HORCH, A. (2014). | | | | ✓ | | | | | | |
| 8 - GORECKY, D. et al. (2014). | | | | | | | | ✓ | | |
| 9 - HENG, S. (2014). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 10 - PAELKE, V. (2014). | | | | | | | | ✓ | | |
| 11 - PLEWA, N. (2014). | ✓ | | | | | | | | | |
| 12 - BLANCHET, J. et al. (2014). | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| 13 - SCHUH, G. et al. (2014). | ✓ | | | ✓ | | | | | ✓ | |
| 14 - SCHUH, G. et al. (2014a). | | | | | | | | | ✓ | |
| 15 - SHROUF, F.; ORDIERES, J.; MIRAGLIOTTA, G. (2014). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 16 - VARGHESE, A.; TANDUR, D. (2014). | ✓ | | | ✓ | | | | | | |
| 17 - YEN, C. T. et al. (2014). | | | | ✓ | | | | | | |
| 18 - ADEYERI, M. D.; MAPOFU, K.; ADNUGA, O. (2015). | | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| 19 - ADOLPHS, P. (2015). | ✓ | | | | | | | | ✓ | |
| 20 - AICHHOLZER, G. et al. (2015). | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| 21 - ALBRECHT, J. et al. (2015). | | | | | | | | | ✓ | |
| 22 - BAGHERI, B. et al. (2015). | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 23 - BAUER, W. et al. (2015). | ✓ | ✓ | | | | | | | | |
| 24 - BUHR, D. (2015). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | | | |
| 25 - CAO, B. et al. (2015). | | | | | ✓ | | | | | |
| 26 - EST, R.; KOOL, L. (2015). | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 27 - FALLER, C.; FELDMULLER, D. (2015). | | | | ✓ | | | | | ✓ | |
| 28 - GAUB, H. (2015). | | | | ✓ | | | | | | |
| 29 - GERLITZ, L. (2015). | ✓ | | | | | | | | | |
| 30 - HERMANN, M.; PENTEK, T. (2015). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 31 - ICA – International Controller Association (2015). | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| 32 - KOCH, V. et al. (2015). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 33 - KOLBERG, D.; ZUBHLKE, D. (2015). | | | | | | ✓ | | ✓ | | |
| 34 - LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H. A. (2015). | | | | | ✓ | | | | | |
| 35 - LESSEL, P.; MULLER, M.; KRUGER, A. (2015). | | | | | | | | | | |
| 36 - LI, X. et al. (2015). | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | |
| 37 - LUKAC, D. (2015). | ✓ | | | ✓ | | | | | | |
| 38 - MAZAK, A.; HUEMER, C. (2015). | | | | | | | | | | |
| 39 - McKinsey & Company (2015). | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 40 - PAVLOV, V.; KNOCH, S.; DERU, M. (2015). | | | | | ✓ | | | | | |
| 41 - PEREZ, F. et al. (2015). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 42 - POSADA, J. et al., (2015). | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | |
| 43 - ROSENDAHL, R. et al. (2015). | | | | | | | | | | |
| 44 - RUBMANN, M. et al. (2015). | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 45 - SALDIVAR, A. A. F. et al. (2015). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| 46 - SCHEUERMANN, C.; VERCLAS, S.; BRUEGGE, B. (2015). | | | | | | | | | | |
| 47 - SCHLECHTENDAHL, J. et al. (2015). | | | | ✓ | | | | | | |
| 48 - SCHLEIPEN, M. et al. (2015). | ✓ | ✓ | | | | | | | | |
| 49 - SHAFIQ, S. I. et al. (2015). | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | |
| 50 - SILVA, R. M.; SANTOS FILHO, D. J.; MIYAGE, P. E. (2015). | | | | ✓ | | | | | | |
| 51 - SOMMER, L. (2015). | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| 52 - STORK, A. (2015). | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | |
| 53 - TORO, C.; BARANDIARAN, I.; POSADA, J. (2015). | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 54 - VDMA (2015). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| 55 - WAHL, M. (2015). | ✓ | ✓ | | | | | | | | |
| 56 - WAN, J.; CAI, H.; ZHOU, K. (2015). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| 57 - WOLTER, M. I. et al. (2015). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| 58 - ZHOU, K. LIY, T.; ZHOU, L. (2015). | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| 59 - BRETTEL, M.; KLEIN, M.; FRIEDERICHSEN, N. (2016). | | | | | | | | | | |
| 60 - CHENG, F. T. et al. (2016). | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 61 - DIN / DKE / VDE (2016). | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| 62 - DORST, W. et al. (2016). | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | |
| 63 - EROL, S.; SCHUMACHER, A.; SHINH, W. (2016). | ✓ | | | | | | | | | |
| 64 - GRANGEL-GONZALEZ, I. et al. (2016). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 65 - IVANOV, D. et al. (2016). | | | | | | | | | | |
| 66 - LANGMANN, R.; ROJAS-PENA, L. R. (2016). | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| 67 - MOSTERMAN, P. J.; ZANDER, J. (2016). | ✓ | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| 68 - PFEIFFER, T. et al. (2016). | | | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | |
| 69 - SMIT, J. et al. (2016). | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| 70 - STOCK, T.; SELIGER, G. (2016). | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| 71 - WANG, S. et al. (2016). | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| 72 - WANG, S. et al. (2016a). | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |

3.2 Transformação Digital no Brasil

Desde 1780 com a primeira revolução industrial (mecânica), passando pela segunda (elétrica) e terceira (automação) tivemos respectivamente a produção em massa, as linhas de montagem, a eletricidade e a tecnologia da informação (Figura 10), ou seja, tivemos desenvolvimento econômico e dos trabalhadores. Com a quarta revolução industrial (inteligência artificial, *big data* entre outras tecnologias), teremos um impacto mais profundo e exponencial com a fusão do mundo físico, digital e biológico (MDIC, 2018).



Figura 10 – Revoluções industriais (MDIC, 2018).

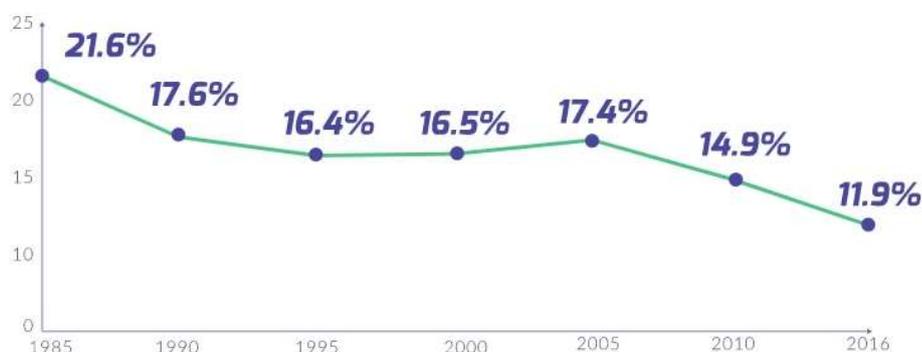
Com a Indústria 4.0 as empresas brasileiras terão vários impactos em relação a produtividade, a redução de custos, o controle de processos, a customização da produção, entre outros. O alvo principal será a redução de custos para que nossas indústrias sejam mais competitivas e segundo o levantamento da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a estimativa anual de redução de custos industriais no Brasil, com a utilização dos conceitos da Indústria 4.0, poderá ser de R\$ 72 bilhões/ano. Esta redução será composta por ganhos de eficiência (R\$ 34 Bilhões/ano), redução nos custos de manutenção de máquinas (R\$ 31 Bilhões/ano) e redução no consumo de energia (R\$ 7 Bilhões/ano) (MDIC, 2018).

Os resultados apresentados nos últimos anos mostram que o setor industrial brasileiro precisa ser mais competitivo, pois o Brasil caiu da 5ª posição em 2010 para 69ª posição em 2016 no índice global de competitividade da manufatura (Figura 11). Além disso a participação do setor da indústria de transformação no Produto Interno Bruto (PIB) reduziu de 21,6% em 1985 para 11,9% em 2016 (Figura 12). Para superar as questões de competitividade e participação do setor industrial no PIB, a inovação deverá ser uma palavra-chave dentro das indústrias. Neste quesito o Brasil precisa melhorar muito, pois nos últimos anos vem “caindo” no *ranking* de eficiência em inovação, conforme aponta o índice global de inovação (Figura 13) que avalia critérios de performance em crescimento da produtividade, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, educação, exportações de produtos de alta tecnologia, entre outros (MDIC, 2018).

| <i>Posição</i> | <i>País</i> | <i>Pontos</i> |
|----------------|---------------|---------------|
| 1º | China | 100 pts |
| 2º | EUA | 99,5 pts |
| 3º | Alemanha | 93,9 pts |
| 4º | Japão | 80,4 pts |
| 5º | Coreia do Sul | 76,7 pts |
| 6º | Reino Unido | 75,8 pts |
| 69º | Brasil | 46,2 pts |

Fonte: Deloitte e Council on Competitiveness (2016)

Figura 11 – Resultados do Índice Global de Competitividade da Manufatura (MDIC, 2018).



Fonte: Confederação Nacional da Indústria (CNI)

Figura 12 – Participação do setor de transformação industrial no PIB (%) 1985 - 2016 (MDIC, 2018).

| <i>Posição</i> | <i>País</i> | <i>Pontos</i> |
|----------------|---------------|---------------|
| 1º | Suíça | 67,6 pts |
| 2º | Suécia | 63,8 pts |
| 3º | Países Baixos | 63,3 pts |
| 4º | EUA | 61,4 pts |
| 5º | Reino Unido | 60,8 pts |
| 6º | Dinamarca | 58,7 pts |
| 7º | Cingapura | 58,6 pts |
| 8º | Finlândia | 58,4 pts |
| 69º | Brasil | 33,1 pts |

Fonte: Universidade Cornell, INSEAD e OMPI (2017)

Figura 13 – Resultados do Índice Global de Inovação (MDIC, 2018).

Na análise setorial da indústria brasileira realizada pela CNI (2017), a competitividade dos setores industriais foi medida por meio da Produtividade, Coeficiente de Exportação e Taxa de Inovação, sendo estes setores separados em dois segmentos:

Indústrias de Processo Contínuo (IPC): “processo produtivo com interrupções mínimas, produção por meio de mistura, separação, conformação ou reações físico-químicas. Setores: indústria extrativa; coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis; química; farmoquímica e farmacêutica; de produtos alimentícios; bebidas; fumo; papel e celulose; minerais não-metálicos; metalurgia; impressão e reprodução de gravações” (CNI, 2017).

Indústrias de Processo Discreto (IPD): “processo produtivo dividido em etapas de usinagem, soldagem, montagem, entre outras, de partes e componentes. Setores: indústria têxtil; vestuário; calçados; fabricação de artigos de borracha e plástico; produtos de metal; equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos; máquinas, aparelhos e materiais elétricos; máquinas e equipamentos; veículos automotores, reboques e carrocerias; outros equipamentos de transporte; móveis; madeira; produtos diversos” (CNI, 2017).

A Produtividade e o Coeficiente de Exportação determinaram quatro grupos utilizados para análise de competitividade. São eles:

Grupo A: “é constituído por setores industriais com maior potencial para serem os líderes na adoção das tecnologias, com maior proporção relativa de maior produtividade e alto coeficiente de exportação. Esses setores tendem a ter maior capacidade para adoção e precisarão das tecnologias para se manterem competitivos” (CNI, 2017).

Grupo B: “também pode ser considerado com elevado potencial para liderar esse processo. São setores com alta taxa de produtividade, mas com baixos coeficientes de exportação. Eles sustentam sua posição no mercado interno devido à taxa de produtividade, mas não conseguem refletir a competitividade no mercado internacional” (CNI, 2017).

Grupo C: “estão os setores com baixa taxa de produtividade e alto coeficiente de exportação. Apesar da baixa taxa de produtividade, eles apresentam competitividade nas exportações dada por outras vantagens, como disponibilidade de recursos naturais. Esses setores podem traçar estratégias graduais, com menor urgência relativa aos outros grupos, devido à vantagem estabelecida no mercado” (CNI, 2017).

Grupo D: “estão os setores mais sujeitos a sofrerem com a nova onda tecnológica. As empresas desse grupo correm o maior risco, pois têm produtividade e coeficiente de exportação relativamente baixos. Em curto prazo, as empresas podem continuar a produzir devido ao seu conhecimento do mercado e à sua tradição empresarial. Contudo, elas seriam cada vez mais empurradas para um segmento de mercado mais tradicional, em que a concorrência entre as empresas será mais forte. Esse é o grupo que reúne a grande maioria dos setores, o que mostra um grande desafio para a indústria brasileira” (CNI, 2017).

Os resultados da análise setorial de competitividade das Indústrias de Processo Contínuo - IPC e Indústrias de Processo Discreto - IPD (Figura 14), demonstraram uma concentração no **Grupo D** com maior número de setores das IPD, sendo estas classificadas pelo tamanho das “bolhas” como baixa produtividade e valores de baixo coeficiente de exportação. Somente cinco setores foram diagnosticados como **Grupo A** e todos pertencem as IPC (CNI, 2017).

Com esta análise setorial foi possível mapear as indústrias de processos contínuos e discretos, onde mesmo a Indústria 4.0 “nascendo” dentro das indústrias de manufatura, as mesmas estão mais vulneráveis em relação as tecnologias e correm maior risco devido a baixa produtividade e coeficiente de exportação, sendo estes setores um grande desafio para a indústria brasileira. No entanto, as IPC são setores com maior potencial para adoção das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, tendo maior produtividade e alto coeficiente de exportação. Dentro deste grupo de IPC estão as indústrias de celulose e papel, que possuem maior produtividade, sendo as indústrias de papel “forte” no mercado interno e o alto coeficiente de exportação “puxado” pelas plantas de celulose.

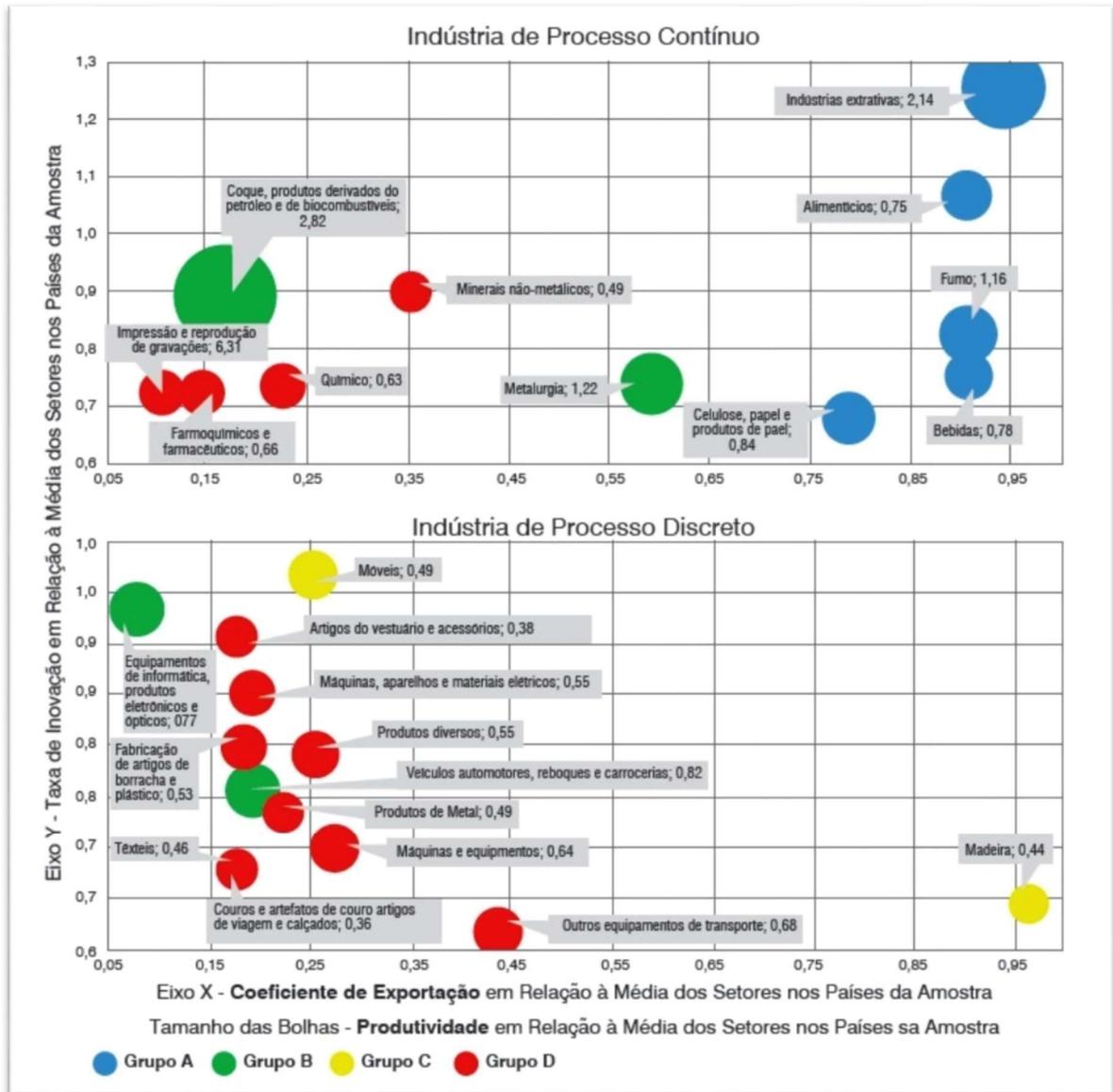


Figura 14 – Produtividade, Coeficiente de Exportação e Taxa de Inovação - 2014 (CNI, 2017).

3.3 Um panorama das indústrias de C&P no Brasil

Segundo Farinha e Silva et al., (2018), existem algumas tendências no mercado global de C&P, dentre elas o consumo global de papéis gráficos apresentou uma tendência de declínio nos últimos anos devido a digitalização e a redução de *marketing* nas mídias impressas, porém, o crescimento da classe média, a urbanização nos mercados em desenvolvimento e a expansão do *e-commerce* (Figura 15) irão aumentar o consumo de papéis *tissue* e embalagens, compensando assim o declínio no consumo dos papéis gráficos (Figuras 16 e 17). O *e-commerce* representará aproximadamente 20% de crescimento anual até 2020, atingindo um valor global estimado em US\$ 3,9 trilhões (FARINHA E SILVA et al., 2018).

O Brasil é o maior produtor de papéis da América do Sul e este mercado tem uma previsão de crescimento a uma taxa de 2% a.a. (ao ano) no período de 2017-2030. No período entre 2000 e 2017 houve um crescimento médio da produção brasileira de papel de 2,3% a.a. e em 2017 a produção de papel no Brasil foi de 10,5 milhões de toneladas, conforme mostrado nas Figuras 18 e 19 (FARINHA E SILVA et al., 2018).



Figura 15 – Participação do *e-commerce* e tendências (FARINHA E SILVA et al., 2018).

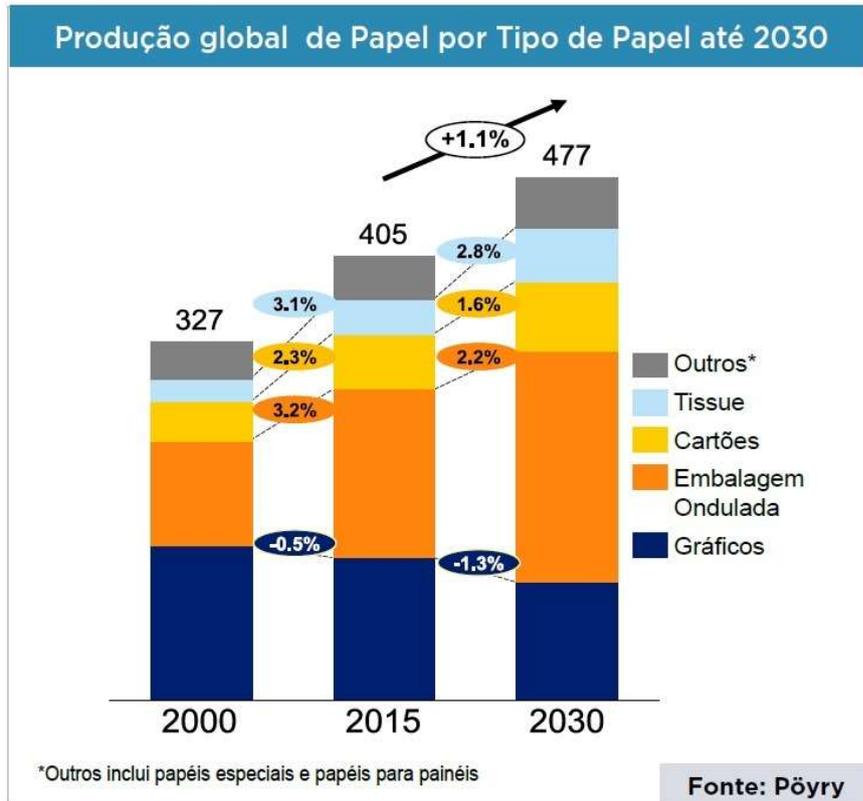


Figura 16 – Produção global de papel por tipo de papel (FARINHA E SILVA et al., 2018).

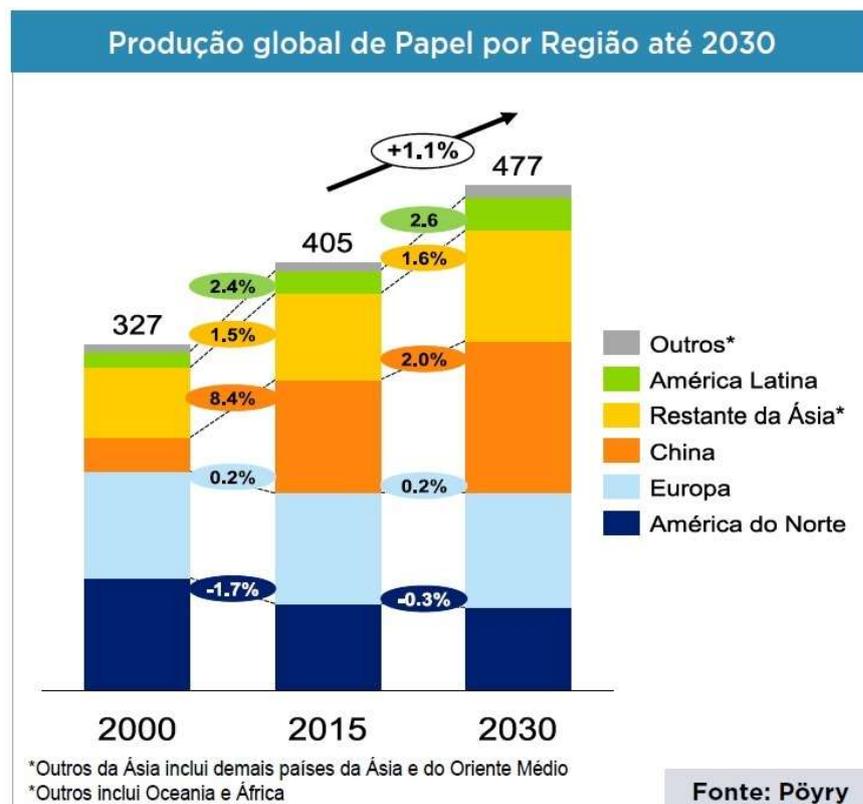


Figura 17 – Produção global de papel por região (FARINHA E SILVA et al., 2018).

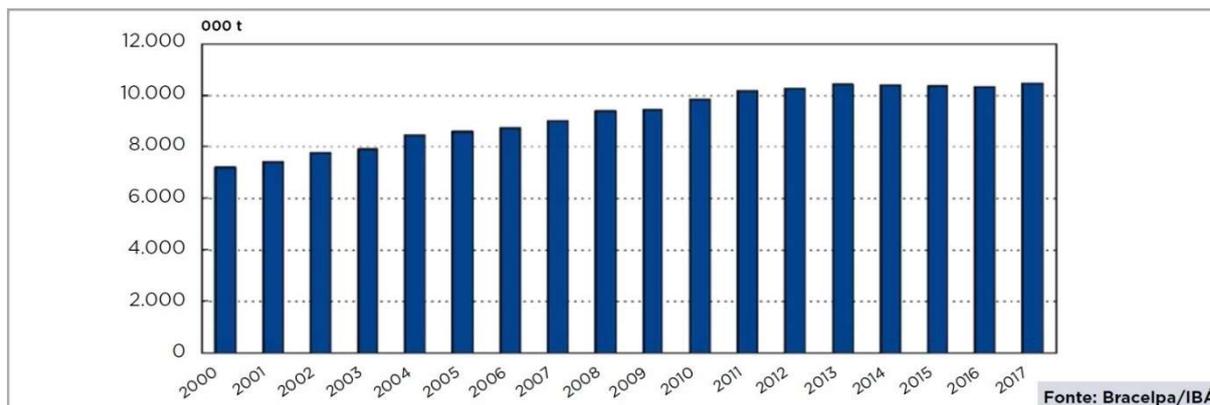


Figura 18 – Produção brasileira de papel no período 2000-2017 (FARINHA E SILVA et al., 2018).

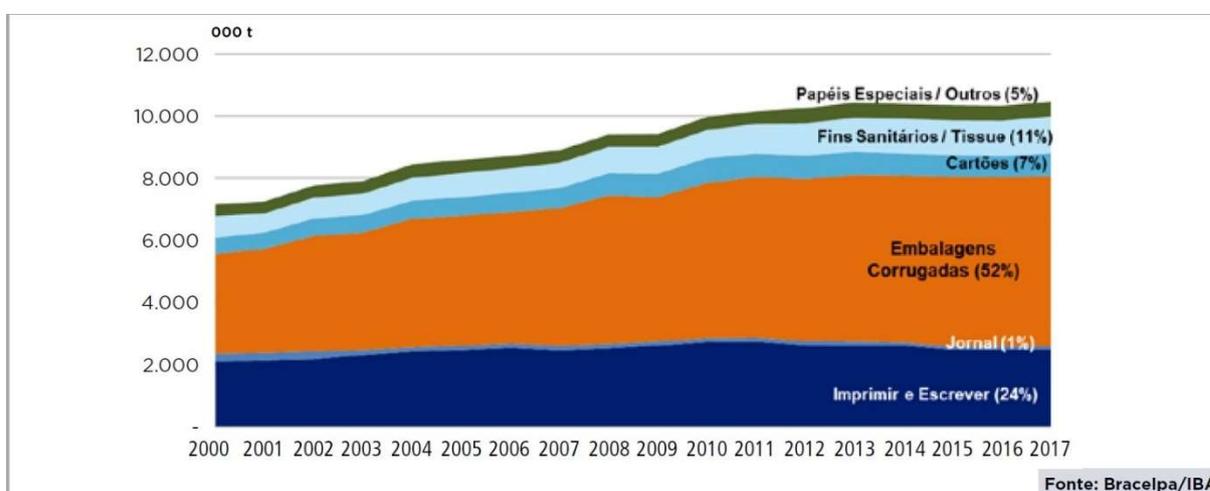
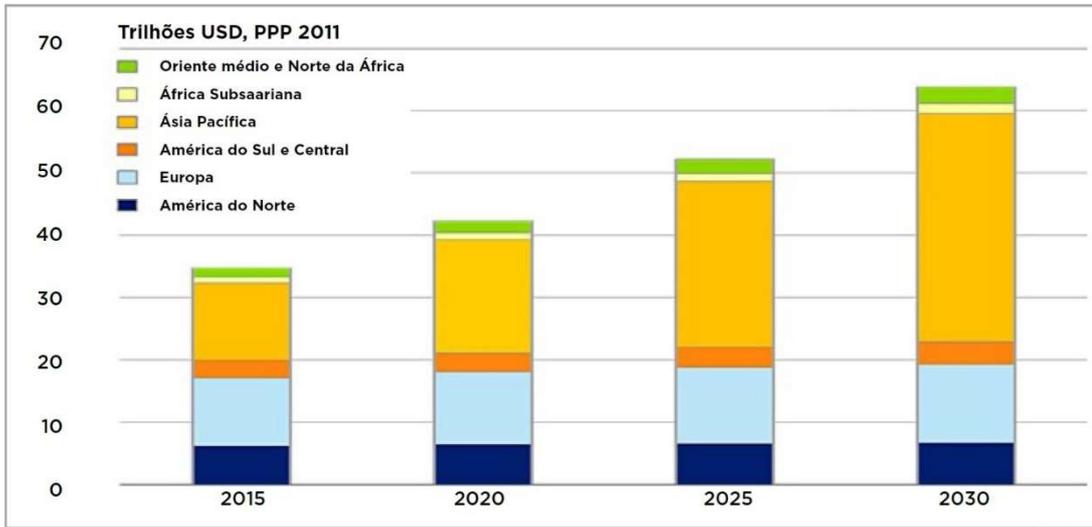


Figura 19 – Produção brasileira de papel por tipo entre 2000-2017 (FARINHA E SILVA et al., 2018).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) apresentou uma evolução do poder aquisitivo da classe média global (Figura 20) e isto trará um aumento no consumo, definindo assim o futuro da indústria no curto e médio prazo, porém, estima-se que o maior percentual da expansão do mercado de papel ocorrerá na Ásia e com isso haverá um impacto positivo no mercado global de celulose (Figura 21). O Brasil atualmente é o maior produtor de celulose de fibra curta BHKP (*Bleached Hardwood Kraft Pulp*) e as empresas brasileiras ocupam lugar de destaque no cenário mundial (Figura 22). Isto deve-se a competitividade de custo da celulose de eucalipto produzida no Brasil, que fez com que a produção total em 2017 atingisse a marca de 19,5 milhões de toneladas, como mostrado nas Figuras 23 e 24 (FARINHA E SILVA et al., 2018).



Fonte: OCDE

Figura 20 – Consumo global da classe média no período 2015-2030 (FARINHA E SILVA et al., 2018).

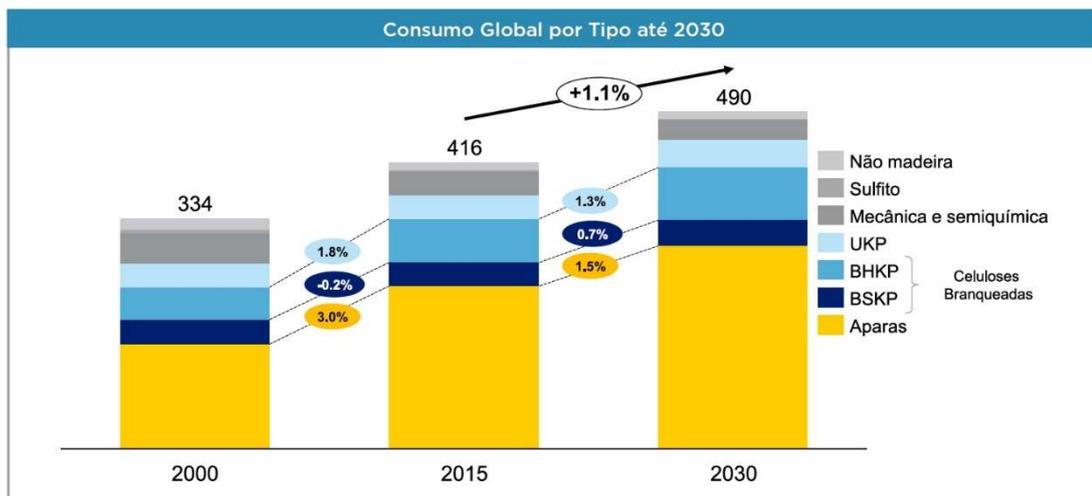
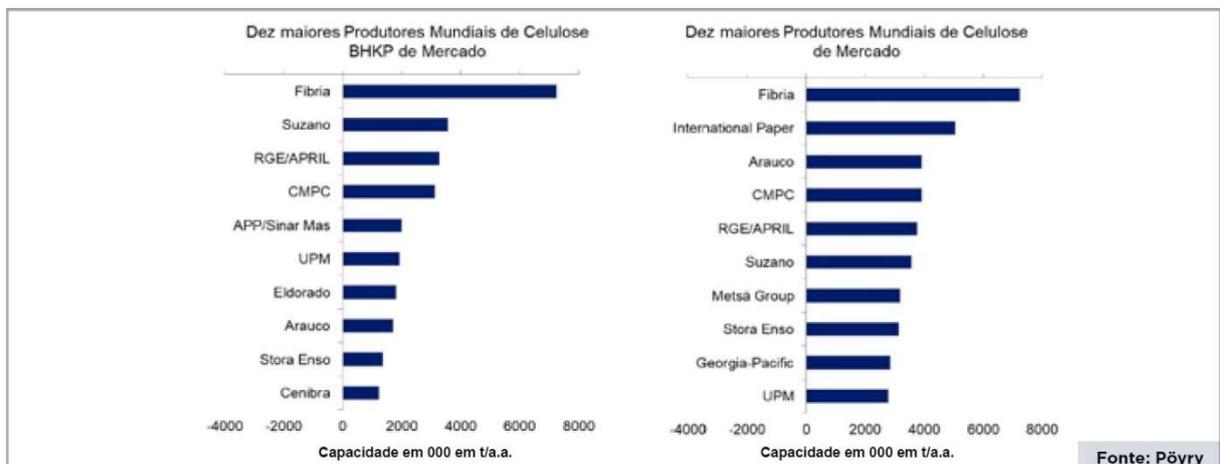


Figura 21 – Consumo global de celulose por tipo até 2030 (FARINHA E SILVA et al., 2018).



Fonte: Pöyry

Figura 22 – Maiores produtores mundiais de celulose (FARINHA E SILVA et al., 2018).

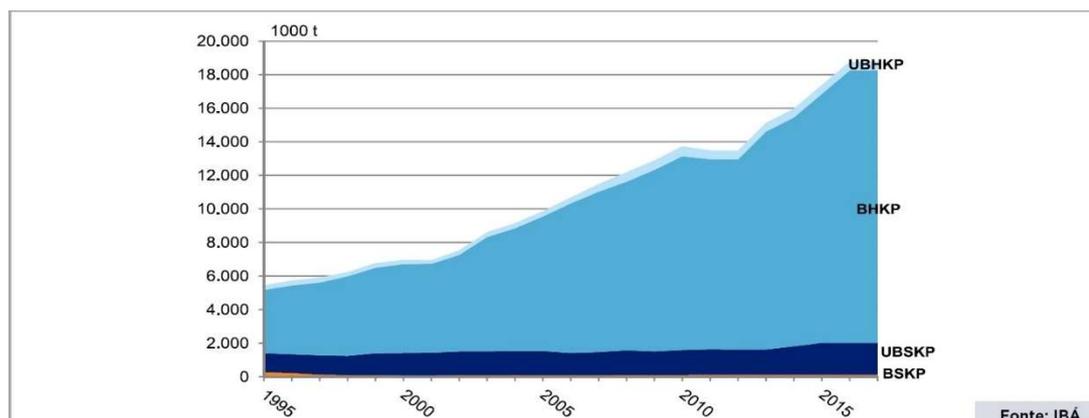


Figura 23 – Produção brasileira de celulose por tipo entre 1995-2017 (FARINHA E SILVA et al., 2018).

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Produção | 10.352 | 11.180 | 11.998 | 12.697 | 13.315 | 14.164 | 13.992 | 13.977 | 15.129 | 16.465 | 17.370 | 18.773 | 19.422 |
| Importação | 310 | 326 | 292 | 325 | 359 | 412 | 392 | 411 | 430 | 416 | 407 | 357 | 211 |
| Exportação | 5.441 | 6.161 | 6.484 | 7.040 | 8.229 | 8.375 | 8.478 | 8.513 | 9.430 | 10.614 | 11.528 | 12.901 | 13.199 |
| Consumo aparente | 5.221 | 5.345 | 5.906 | 5.982 | 5.445 | 6.201 | 5.906 | 5.897 | 6.129 | 6.249 | 5.228 | 6.229 | 6.504 |

Fonte: IBA

Figura 24 – Evolução da produção e os destinos da celulose brasileira (FARINHA E SILVA et al., 2018).

O consumo de papel *per capita* no Brasil teve seu principal crescimento no período de 2005 a 2011 vindo a recuar um pouco nos últimos anos (Figura 25). Quando comparado com Estados Unidos, Canadá, Japão e Europa, o Brasil tem um consumo *per capita* muito inferior e com isso tem oportunidade de crescimento nos próximos anos. Com foco na produtividade e inovação, as principais empresas brasileiras (Suzano e Klabin) mantêm centros avançados de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) e plantas pilotos para desenvolvimento de novos produtos e otimização de processos (FARINHA E SILVA et al., 2018).

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Produção | 8.315 | 8.558 | 8.807 | 9.065 | 9.329 | 9.602 | 9.882 | 10.260 | 10.444 | 10.397 | 10.357 | 10.335 | 10.471 |
| Consumo aparente | 7.328 | 7.702 | 8.099 | 8.755 | 8.505 | 9.406 | 9.562 | 9.781 | 9.852 | 9.813 | 9.165 | 8.920 | 9.115 |
| Importação | 770 | 967 | 1.097 | 1.328 | 1.085 | 1.502 | 1.455 | 1.396 | 1.274 | 1.262 | 866 | 688 | 758 |
| Exportação | 2.039 | 1.990 | 2.006 | 1.982 | 2.008 | 2.074 | 2.052 | 1.875 | 1.866 | 1.846 | 757 | 2.103 | 2.114 |
| Consumo <i>per capita</i> (Kg/hab) | 39 | 41 | 44 | 46 | 44 | 49 | 50 | 50 | 49 | 48 | 44 | 43 | 43 |

Fonte: Bracelpa/IBA

Figura 25 – Produção brasileira e consumo *per capita* de papel (FARINHA E SILVA et al., 2018).

De acordo com Farinha e Silva et al., (2018), os principais desafios e oportunidades para a indústria papelreira no Brasil ao longo desta década são:

- 1) “Crescimento sustentável do mercado interno de papéis *tissue* (principalmente no Nordeste e no Centro-Oeste do Brasil)”;
- 2) “Novas fábricas de *tissue* em todo o Brasil. Tendência para a fabricação de *jumbo rolls*, integrada com a produção de celulose”;
- 3) “Potencial processo de consolidação”;
- 4) “Crescimento sustentável e consolidação do mercado de papéis corrugados para embalagens”;
- 5) “Maior presença no Brasil de empresas globais no segmento de *tissue* e papéis corrugados”;
- 6) “Consolidação de parques produtores de embalagens de papel nas regiões Nordeste e Centro-Oeste”;
- 7) “Crescimento do mercado de cartões”;
- 8) “Aumento da exportação de papéis *kraftliner* e cartões LPB (*Liquid Packaging Board*)”.

De acordo com Funchal (2019), estima-se que a produtividade do setor de celulose será de aproximadamente 1.150 ton/trabalhador em 2019 e 66 ton/trabalhador no setor de papel no mesmo período. Com estes números tem-se uma relação importante para análise de custos no processo de fabricação, auxiliando a decisão estratégica das companhias. Funchal destaca que “[...] a mão de obra, que é um fator de produção assim como insumos e capital, deve ser objeto de constante análise, com o objetivo de estabelecer uma constante evolução positiva entre produção/trabalhador. Só o aumento da competitividade e produtividade permitem às empresas permanecer ativas no mercado cada vez mais acirrado” (FUNCHAL, 2019).

3.3.1 O papel da Indústria 4.0 nas indústrias de C&P

As indústrias de C&P no Brasil buscam continuamente o aumento da produtividade e redução dos custos operacionais para se manterem competitivas frente as ameaças globalizadas. Dentro deste contexto, tem-se o seguinte questionamento: Como a Indústria 4.0 e suas tecnologias habilitadoras poderão contribuir com os resultados das empresas de C&P?

De acordo com André Kakehasi, coordenador da Comissão Técnica (CT) de Automação da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP) e gerente regional de Vendas da Valmet, “a Indústria 4.0 tende a mudar a realidade dos parques fabris dos produtores de celulose e papel de forma muito positiva, alcançando diferentes objetivos e áreas dentro do processo. Entre tais mudanças, podemos destacar maior segurança humana, necessidade de profissionais mais qualificados, aumento no nível de investimento em tecnologia, aumento significativo da quantidade e qualidade de dados e informações disponíveis para tomadas de decisão mais rápidas e precisas”. Kakehasi destacou também que “[...] as evoluções previstas proporcionarão uma maior disponibilidade de equipamentos, refletindo em maior eficiência de processo, menor tempo de manutenção e uma produção enxuta, otimizada e flexível. O aumento da interação e integração inteligente de diferentes áreas e setores de um parque fabril, como logística, produção, manutenção, suprimentos e vendas, é mais uma mudança esperada para o curto e médio prazos” (MARTIN, 2019).

Segundo Felipe Floriani, diretor de *Services* da Valmet América do Sul, “[...] diversos conceitos da Indústria 4.0 já vêm sendo aplicados no mercado de celulose e papel, a exemplo de *Big Data*, *Analytics*, *Cloud Computing* e Simulações”. Estas tecnologias habilitadoras estão contribuindo para tomadas de decisões mais assertivas, melhoria da eficiência e otimização da operação das plantas. Floriani disse também que “[...] o próximo passo será ampliar a aplicação de conceitos de computação cognitiva, sistemas autônomos e realidade aumentada para atingirmos resultados ainda mais expressivos” (MARTIN, 2018).

Na opinião de Tales Ribeiro, especialista em Industrial Internet Solutions da Valmet América do Sul, com a aplicação de conceitos da Indústria 4.0 tem-se a possibilidade de obter ganhos, ou seja, “[...] na indústria de celulose e papel, a otimização de processos tem potencial real de melhorias relacionadas ao consumo de químicos, à geração de efluentes, às emissões atmosféricas, ao consumo de energia, à segurança dos processos e do trabalho entre outros, atuando nas mais diversas etapas da cadeia produtiva” (MARTIN, 2018).

3.4 Estratégias do governo brasileiro para a Indústria 4.0

3.4.1 Jornada 4.0

O governo brasileiro liderado pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) definiu em conjunto com setor produtivo brasileiro estratégias empresariais e políticas públicas como medidas rumo à Indústria 4.0. Estas medidas foram estruturadas no que foi chamado de Jornada para a Indústria 4.0 e deverão ser utilizadas pelas empresas brasileiras nesta caminhada rumo a transformação digital (MDIC, 2018).

As indústrias brasileiras precisam ser mais competitivas para superar os desafios da Indústria 4.0. Neste sentido, o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), criaram uma Agenda 4.0 para ajudar as empresas nesta jornada 4.0 (MDIC, 2018). Segue abaixo as premissas desta agenda:

- 1) “Fomentar iniciativas que facilitem e habilitem o investimento privado, haja vista a nova realidade fiscal do país”;
- 2) “Propor agenda centrada no industrial/empresário, conectando instrumentos de apoio existentes, permitindo uma maior racionalização e uso efetivo, facilitando o acesso dos demandantes, levando o maior volume possível de recursos para a ponta”;
- 3) “Testar, avaliar, debater e construir consensos por meio da validação de projetos-piloto, medidas experimentais, operando com neutralidade tecnológica”;
- 4) “Equilibrar medidas de apoio para pequenas e médias empresas com grandes companhias”.

O MDIC criou em 2017 um Grupo de Trabalho para a Indústria 4.0 (GTI 4.0) constituído por mais de 50 instituições representativas (governo, empresas, sociedade civil organizada, etc). Foram definidas medidas rumo à I4.0, sendo estruturadas a partir do conceito de Jornada para a Indústria 4.0, que visa contribuir para a transformação das empresas em direção à Indústria 4.0 (MDIC, 2018). Esta jornada da indústria para o 4.0 está dividida em 10 medidas dentro dos seguintes tópicos:

- 1) **Conhecimento:** compreensão dos conceitos.
 - ✓ 1ª - Difusão do conteúdo;
 - ✓ 2ª - Auto avaliação;

- 2) **Protótipo:** conhecer os parceiros tecnológicos/negócios.
 - ✓ 3ª - HUB 4.0 (Plataforma de Serviço);
 - ✓ 4ª - “B+P 4.0” (Brasil mais produtivo 4.0);
 - ✓ 5ª - Test Beds (Fábricas do Futuro);
 - ✓ 6ª - Conexão Startup/Indústria 4.0;

- 3) **Requisito:** ter um bom time e regras.
 - ✓ 7ª - Talentos (Mercado de Trabalho e Educação 4.0);
 - ✓ 8ª - Regras do Jogo (Definir as regras legais para o mundo 4.0);

- 4) **Incentivos:** investimentos em soluções 4.0.
 - ✓ 9ª - Financiabilidade (Parcerias com bancos públicos e privados);

- 5) **Alianças Estratégicas:** um país mais integrado à economia global.
 - ✓ 10ª - Conexão Global (Comércio Internacional 4.0).

Dentre as medidas elaboradas pelo MDIC (2018), o tópico **Requisito**, que contempla ter um bom time e regras, destaca a sétima medida que se refere a talentos (mercado de trabalho e educação 4.0). A transformação digital (ou I4.0) já está impactando o mercado de trabalho, demandas e ofertas por profissionais 4.0 e faz-se necessário entender as demandas do mercado, mapear competências, requalificar os trabalhadores e preparar as novas gerações para o mundo 4.0 (MDIC, 2018). Dentro deste contexto, a Agenda Brasil 4.0 está trabalhando em:

- 1) Formatar um modelo nacional de competências para a Indústria 4.0;
- 2) Atrelar o modelo nacional de competências para a Indústria 4.0 na educação pública e privada;
- 3) Modelar “Fundo” para robotização e re-treinamento de trabalhadores;
- 4) Treinamento de 1,5 mil professores e 10 mil alunos de educação profissional e tecnológica em Indústria 4.0;
- 5) Implantar até 100 laboratórios voltados à I4.0 na rede de educação profissional e tecnológica.

3.4.2 Sistema Nacional para a Transformação Digital

No dia 21 de março de 2018, o Presidente da República do Brasil sancionou o Decreto Nº 9.319 que institui o Sistema Nacional para a Transformação Digital (SinDigital) e estabelece a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital).

O Decreto Nº 9.319/18 (ANEXO A) em seu artigo 1º que intitui o SinDigital que é composto pela E-Digital, tem eixos temáticos e estrutura de governança na qual o inciso 1º descreve que a E-Digital tem por objetivo aproveitar o potencial das tecnologias digitais e promoção do desenvolvimento econômico e social, assim como inovação e aumento de competitividade, produtividade, emprego e renda no Brasil. O inciso 2º apresenta os eixos temáticos da E-Digital, como sendo: eixos habilitadores e eixos de transformação digital.

3.4.2.1 Eixos habilitadores – E-Digital

Os eixos habilitadores da E-Digital são compostos por:

- ✓ Infraestrutura e acesso às tecnologias de informação e comunicação;
- ✓ Pesquisa, desenvolvimento e inovação;
- ✓ Confiança no ambiente digital;
- ✓ Educação e capacitação profissional;
- ✓ Dimensão Internacional.

3.4.2.2 Eixos de transformação digital – E-Digital

Os eixos de transformação digital da E-Digital são compostos por:

- 1) Transformação digital da economia;
 - 1.1 Economia baseada em dados;
 - 1.2 Um Mundo de Dispositivos Conectados;
 - 1.3 Novos Modelos de Negócio.
- 2) Cidadania e Transformação Digital do Governo.

3.5 Governança na Indústria 4.0

Segundo Fernandes et al., (2018), a Governança de Tecnologia é um subconjunto da Governança Corporativa e teve origem devido aos controles internos e riscos empresariais existentes após os grandes escândalos financeiros mundiais das décadas de 80 e 90. A Governança é diferente de Gestão, ou seja, ela é responsável por planejar, construir, executar e monitorar as atividades estabelecidas pelo Corpo de Governança da Organização.

A Governança de TI garante que objetivos de uma organização sejam alcançados por meio de avaliação e monitoramento de desempenho. Sendo a TA (Tecnologia de Automação) um dos pilares para a Transformação Digital e dada a importância do avanço da automação na manufatura juntamente com as tecnologias habilitadoras (IoT, *Big Data*, IA, entre outras), faz-se necessário governar também a TA, ou seja, ter uma Governança de TA com objetivo de alinhamento de estratégia e redução dos riscos de continuidade da operação de uma planta ou linha de processo em uma organização. A Governança de TA tem a função de avaliar, dirigir e monitorar a aplicação e gestão da TA nas indústrias (FERNANDES et al., 2018).

Segundo Schuh et al., (2017), os Sistemas de Informação dentro da Indústria 4.0 são responsáveis pela integração e processamento das informações. Dentro do eixo integração, a TI tem um papel importante junto com a TA, que é a Integração Vertical e Horizontal. Esta integração fornecerá dados que deverão ser analisados e gerenciados, ou seja, ferramentas de TI serão estritamente necessárias, começando com cibersegurança. Dentro deste contexto faz-se necessário ter uma Governança de Dados.

A TA exigirá uma Governança integrada aos processos decisórios da organização, pois a mesma tem um papel importante para a estratégia da empresa. A Governança de TA deve possuir um modelo robusto de decisão e supervisão de investimentos, onde os programas e projetos de TA devem ser cuidadosamente gerenciados e avaliados. Os ativos de automação (sensores, servidores, equipamentos de comunicação, *software*, controladores lógicos programáveis, entre outros) deverão ser monitorados por meio de uma Arquitetura de Automação atualizada para garantir a continuidade dos serviços de TA, tendo em vista a alta relevância destes ativos que são responsáveis pelo armazenamento e processamento das informações dentro de um ambiente de Indústria 4.0. A Governança de TA terá um papel importante para uma empresa tornar-se 4.0, pois irá alinhar a TA à estratégia corporativa, seguindo o exemplo da já consagrada Governança de TI (FERNANDES et al., 2018).

3.6 Profissional 4.0: O profissional do futuro

Segundo Schwab (2016), “os seres humanos possuem uma incrível capacidade de adaptação e inventividade. Mas o importante aqui é o tempo e o alcance em que o efeito capitalizador consegue suplantar o efeito destruidor e a velocidade dessa substituição”.

Com o advento da quarta revolução industrial, a substituição do trabalho será inevitável. Algumas categorias de trabalho, em especial aquelas que envolvem o trabalho mecânico repetitivo e o trabalho manual de precisão, serão automatizadas. Já o trabalho de outros profissionais, como por exemplo: advogados, médicos, jornalistas, analistas financeiros e bibliotecários, poderá ser automatizado parcial ou completamente (SCHWAB, 2016).

As novas tecnologias de automação e informação já estão alterando o emprego e irão impactar o trabalho em um futuro breve, pois estão incorporadas na transformação digital que está ocorrendo no mundo. Para Schwab (2016), a fusão das tecnologias digitais, físicas e biológicas irá aumentar o trabalho e a cognição humana. Sendo assim, os governos, indústrias e instituições de ensino precisarão capacitar os profissionais por meio de novos modelos de formação acadêmica que preparem profissionais para trabalhar de forma colaborativa com máquinas conectadas e inteligentes (SCHWAB, 2016).

De acordo com Prifti et al., (2017), a I4.0 influenciará nossos ambientes de trabalho de forma significativa, pois irá modificar os processos de compra, produção, fabricação, vendas e manutenção, incluindo conceitos como manufatura inteligente, manutenção inteligente, além de alto grau de automação e integração em todos os processos da empresa. Essa transformação do ambiente de trabalho mudará os perfis de trabalho, pois a força de trabalho será substituída em grande parte por processos automatizados e isso exigirá que os funcionários recebam uma ampla gama de competências (PRIFTI et al., 2017).

Os funcionários do futuro, independentemente de sua posição, devem trazer um alto nível de competências comportamentais porque o trabalho na I4.0 será interconectado e competências como trabalho interdisciplinar, colaboração, comunicação e trabalho em equipe terão um papel especial (PRIFTI et al., 2017).

Segundo Zippel (2018), a Transformação Digital permitirá que as indústrias de processos sejam inovadoras, flexíveis, orientadas a dados e ágeis. Isto será possível através da combinação dos sistemas de automação existentes com as tecnologias habilitadoras, que são a base para melhorar a disponibilidade de informações e tomada de decisões. Esta transformação permitirá que os profissionais usem a criatividade, inovação, imaginação e intuição para otimizar processos, trabalhem para aumentar lucros, reduzir custos e minimizar riscos nas indústrias de processos, porém, será necessário ter funcionários altamente treinados para trabalhar com as novas tecnologias e análise de dados. Uma sinergia entre profissionais experientes que conhecem os processos e profissionais qualificados para utilizar as novas tecnologias, permitirá um ambiente colaborativo e conseqüentemente uma transformação gradual nas indústrias de processos (ZIPPEL, 2018).

Com a Indústria 4.0 vários cargos desaparecerão e outros serão criados, porém, as indústrias deverão priorizar a retenção dos funcionários experientes pelo simples motivo de possuírem conhecimento do processo de fabricação. Apesar de vários cargos deixarem de existir com a 4ª Revolução Industrial, principalmente os repetitivos, alguns continuarão importantes e outros serão fundamentais nesta Transformação Digital. Dentre estes cargos importantes e fundamentais, destaca-se aqueles com perfil de trabalho em TI (Especialista em Informática, Programador PLC, Programador de Robôs, Engenheiro de Software, Analista de Dados e Especialista em Cibersegurança) e também aqueles com perfil de trabalho na Produção (Técnico em Eletrônica, Técnico em Automação, Técnico de Produção e Engenheiro de Manufatura). O profissional do futuro, também chamado de Profissional 4.0, deverá ter as seguintes competências: Autonomia, Responsabilidade, Flexibilidade, Comunicatividade, Pensamento Analítico/Lógico, Solução de Problemas, Confiabilidade e Cooperação. Além destas competências comportamentais, a competência linguística (Idiomas: Inglês) continuará sendo muito importante para os profissionais do futuro (BENEŠOVÁ e TUPA, 2017).

4 METODOLOGIA

O método utilizado neste trabalho é composto por uma pesquisa bibliográfica exploratória sobre a Transformação Digital, Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0 e o Profissional 4.0, além de uma pesquisa *survey* que foi realizada com profissionais das indústrias brasileiras de C&P para diagnosticar o entendimento e ações destas indústrias para a Transformação Digital e o Profissional 4.0.

4.1 Pesquisa Bibliográfica Exploratória

Segundo Jung (2004), pesquisa é um processo que permite um pesquisador adquirir conhecimento com a finalidade de responder um questionamento, resolver um problema ou satisfazer uma necessidade.

Silva e Menezes (2005) descrevem o significado de pesquisa de uma forma simples como sendo procurar respostas para as indagações propostas ou de uma forma mais completa como sendo um conjunto de ações para encontrar a solução de um problema.

Uma pesquisa bibliográfica tem a finalidade de conhecer as diferentes formas de contribuição científica sobre determinado assunto. Um estudo bibliográfico normalmente é realizado em bibliotecas, universidades e principalmente por meio de acervos virtuais disponíveis na *Internet* (JUNG, 2004).

O método utilizado neste trabalho consiste em uma pesquisa bibliográfica exploratória, onde foram utilizadas algumas referências bibliográficas sobre o tema em questão, sendo consultadas as seguintes bases de dados para a pesquisa científica: *Web of Science*, *Scopus* e *Science Direct*. Foram utilizadas também outras duas bases para pesquisa: *Scholar Google* e *Google*. A busca das publicações nas bases de dados ficou restrita no idioma inglês e português. O artigo intitulado: “*Industry 4.0: A bibliometric analysis and guidelines for future research perspectives*” (CÉSAR et al., 2018) serviu como base para análise da relevância das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 selecionadas para a pesquisa *survey*.

4.2 Pesquisa *Survey*

A pesquisa bibliográfica exploratória apresentou os principais conceitos da Transformação Digital, assim como das tecnologias habilitadoras e a importância da automação e do profissional 4.0 dentro deste contexto. Isto permitiu elaborar um questionário (APÊNDICE A) que foi utilizado na pesquisa *Survey* (APÊNDICE B).

A pesquisa *Survey* é um tipo de pesquisa que examina uma amostra da população e alguns aspectos podem caracterizar este tipo de pesquisa, como por exemplo: finalidade, modelo, amostragem, variáveis, coleta e análise de dados (BABBIE, 1999 apud MARTINS e FERREIRA, 2011).

4.2.1 Finalidades da Pesquisa *Survey*

Existem três finalidades para uma pesquisa *Survey* (Descrição, Explicação e Exploração) e neste trabalho foi utilizada a finalidade de **Exploração**, que tem por objetivo uma investigação inicial sobre o tema proposto e apresentar dados para trabalhos futuros (BABBIE, 1999 apud MARTINS e FERREIRA, 2011).

4.2.2 Modelos da Pesquisa *Survey*

Basicamente existem dois modelos de pesquisa *Survey* (Interseccional e Longitudinal) e neste trabalho foi utilizado o modelo **Interseccional**, cuja principal característica é a coleta de dados de uma população por meio de um questionário durante um intervalo de tempo (BABBIE, 1999 apud MARTINS e FERREIRA, 2011).

4.2.3 Amostragem da Pesquisa *Survey*

Existem dois tipos básicos de amostragem em uma pesquisa *Survey* (Probabilística e Não-probabilística) e neste trabalho foi utilizada a amostragem **Probabilística**, pois todos os membros da população tiveram a mesma oportunidade de serem selecionados para a amostra (BABBIE, 1999 apud MARTINS e FERREIRA, 2011).

4.2.4 Variáveis da Pesquisa *Survey*

As variáveis podem ser caracterizadas em uma pesquisa *Survey* por: Natureza (Quantitativa discreta, quantitativa contínua, qualitativa nominal, qualitativa ordinal e sequência temporal), Escalas (Nominal, ordinal, intervalar e proporcional) e Plano de Análise (Variável dependente, independente e de controle). Neste trabalho foram utilizadas variáveis de natureza **Qualitativa Nominal** e **Qualitativa Ordinal**. As escalas utilizadas foram: **Escala Nominal** e **Escala Ordinal** (PEREIRA, 1999 apud MARTINS e FERREIRA, 2011).

Com relação ao Plano de Análise, foi utilizada a identificação apresentada por Nakayama (2017) onde a questão principal da pesquisa foi utilizada para determinar as variáveis. A questão que originou esta pesquisa *Survey* foi a seguinte: **Qual o nível de automação e quais tecnologias habilitadoras podem ser utilizadas para a Transformação Digital (4ª Revolução Industrial) nas indústrias brasileiras de C&P?**

Analisando a questão acima descrita tem-se as seguintes variáveis:

- 1) Variável Independente:
 - ✓ Transformação Digital.
- 2) Variável de Controle:
 - ✓ Indústrias brasileiras de C&P.
- 3) Variáveis Dependentes:
 - ✓ Nível de Automação;
 - ✓ Tecnologias Habilitadoras.

4.2.5 Coleta de dados da Pesquisa *Survey*

Existem dois instrumentos de coleta de dados em uma pesquisa *Survey* (Questionário auto-administrado e Entrevista estruturada) e neste trabalho foi utilizado o **Questionário auto-administrado** devido as suas vantagens, como por exemplo: menor custo financeiro e tempo de aplicação. Além disso, foi utilizado neste trabalho o pré-teste com objetivo de melhorar o instrumento da pesquisa, utilizando a mesma plataforma que foi aplicada a pesquisa *Survey* (*Google Forms*) e a seleção de profissionais adequados para responderem o questionário em ambiente de teste (BABBIE, 1999 apud MARTINS e FERREIRA, 2011).

4.2.6 Análise de dados da Pesquisa *Survey*

Para analisar os dados coletados na pesquisa *Survey*, sendo as variáveis qualitativas e escalas (nominal ou ordinal), recomenda-se preferencialmente representações visuais gráficas ao invés de formas narrativas e neste trabalho foram utilizados gráficos (Tipo: Pizza e Colunas) para análise dos dados (PEREIRA, 1999 apud MARTINS e FERREIRA, 2011).

4.2.7 Questionário da Pesquisa *Survey*

A pesquisa *Survey* foi realizada por meio de um questionário, sendo o mesmo elaborado em 4 partes para obter o perfil das empresas e dos profissionais entrevistados, conceituação sobre Transformação Digital na visão de departamentos específicos das indústrias de celulose e papel, assim como fazer um levantamento dos profissionais do futuro.

O questionário elaborado para a pesquisa em questão foi do tipo fechado com perguntas de resposta única, de seleção múltipla e em escala ordinal e nominal. Para obter os resultados esperados, a pesquisa *survey* foi realizada por meio de uma parceria entre a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP). A pesquisa em questão foi realizada com Executivos, Gerentes, Coordenadores, Consultores, Supervisores, Engenheiros e diversos Especialistas das indústrias de C&P que trabalham nas áreas de Presidência / Diretoria, Produção, Vendas e Planejamento das Operações (*S&OP - Sales and Operations Planning*), Manutenção e Engenharia – Automação, Logística e TI.

No total foram 43 perguntas divididas nos 5 setores acima descritos. A organização das perguntas em 4 (quatro) partes teve os seguintes propósitos:

- ✓ **Parte 1** (Perfil da Empresa e do Profissional Entrevistado): foi composta por 5 (cinco) perguntas com objetivo de mapear os tipos das empresas de C&P quanto ao tipo, tamanho e faturamento. Outro ponto importante foi o mapeamento dos profissionais que participaram da pesquisa quanto aos cargos e departamentos.
- ✓ **Parte 2** (Conceituação sobre Transformação Digital – Setores): foi composta por 5 (cinco) perguntas no setor de Presidência/Diretoria com foco em mapear nível de investimentos em tecnologias, treinamentos e tempo de retorno dos investimentos em Indústria 4.0; 6 (seis) perguntas no setor de TI para avaliar digitalização e integração vertical nas empresas; 3 (três) perguntas no setor de

Vendas e Planejamento das Operações (*S&OP - Sales and Operations Planning*) para verificar utilização de softwares de planejamento e controle, assim como integração horizontal nas empresas; 7 (sete) perguntas no setor de Manutenção/Engenharia - Automação para análise dos sistemas, protocolos de comunicação, nível de automação e integração TA/TI; 5 (cinco) perguntas no setor de produção para avaliar utilização de ERP, MES e coleta de dados de máquinas/processo.

- ✓ **Parte 3** (Conceituação sobre Transformação Digital – Geral): foi composta por 6 (seis) perguntas com objetivo de mapear uso das tecnologias habilitadoras, nível de envolvimento/engajamento e ameaças da Indústria 4.0 no Brasil.
- ✓ **Parte 4** (Profissional 4.0): foi composta por 6 (seis) perguntas com foco em mapear conhecimento, disponibilidade e formação dos profissionais das indústrias de C&P.

Com objetivo de mitigar a falta de entendimento sobre a pesquisa *Survey*, foi elaborada uma carta convite (APÊNDICE C) contendo, além do objetivo da pesquisa e *link* de acesso ao questionário, outro *link* para acessar um vídeo do SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, intitulado: “O que é a Indústria 4.0?”. Desta forma os profissionais das empresas de C&P puderam tomar conhecimento dos conceitos básicos sobre a Indústria 4.0 antes de responderem o questionário. Segue abaixo o *link* deste vídeo do SENAI – São Paulo que apresenta os principais conceitos da Indústria 4.0 (4ª Revolução Industrial):

<https://www.youtube.com/watch?v=3ixQQ4elwm0>

Outro ponto importante desta pesquisa *Survey* é o anonimato dos profissionais e empresas que responderam o questionário. A carta convite foi enviada para os profissionais das empresas de C&P conforme a base de dados da ABTCP, porém, a configuração do questionário no *Google Forms* não permitiu identificar os respondentes e sua respectivas empresas, garantindo assim a confidencialidade da pesquisa. Desta forma as únicas informações disponíveis sobre as empresas e profissionais, se restringem ao perfil das empresas (Celulose, Papel – PI e Papel – PNI) e dos profissionais entrevistados (cargo e departamento).

4.2.8 Taxa de Resposta da Pesquisa *Survey*

De acordo com a SurveyMonkey (2018), nem todo entrevistado que recebe um questionário irá respondê-lo e a porcentagem de pessoas que respondem um questionário quando o recebem é chamada de Taxa de Resposta. Para calcular a taxa de resposta faz-se necessário calcular o número de respondentes necessários (ou tamanho da amostra) e isto dependerá do nível de confiança e margem de erro. Para melhor compreensão a SurveyMonkey (2018a) apresenta as seguintes definições:

- 1) **População:** “O grupo inteiro sobre o qual você está interessado em tirar conclusões”.
- 2) **Amostra:** “O grupo que responderá ao questionário”.
- 3) **Margem de erro (e):** “informa a probabilidade de erro de uma medição. É um percentual que descreve a probabilidade de as opiniões e o comportamento da amostra pesquisada se desviarem daqueles da população total”.
- 4) **Nível de confiança (Z):** “informa o nível de confiabilidade de uma medição. Padrões comuns utilizados por pesquisadores são 90%, 95% e 99% (Tabela 6). O Valor Z é o número de desvios padrão a que uma proporção está distante da média”.
- 5) **Valor percentual (p):** “porcentagem de uma amostra que optou por uma determinada resposta”. E para um questionário que será aplicado pela primeira vez é recomendado que o valor percentual (p) seja de 0,5, pois terá uma “estimativa de tamanho de amostra que não é muito conservadora nem muito ampla”.

Tabela 6 – Nível de confiança e Valor Z - SurveyMonkey.

| Nível de confiança | Valor Z |
|--------------------|---------|
| 90% | 1,65 |
| 95% | 1,96 |
| 99% | 2,58 |

Segundo a SurveyMonkey (2018), para uma pesquisa *survey* que utiliza um questionário *online*, uma taxa de resposta entre 20 e 30% é considerada altamente eficiente e uma taxa de resposta de 10 a 15% seria uma estimativa mais segura ou conservadora.

4.2.9 Pesquisa *Survey* – Indústria 4.0

O questionário utilizado neste trabalho foi disponibilizado através do *Google Forms* para um grupo de 689 profissionais (Base de dados da ABTCP), onde 221 destes profissionais responderam o questionário. Para avaliar se a Taxa de Resposta desta pesquisa *survey* é representativa, foram utilizadas as definições e equações apresentadas pela SurveyMonkey (2018a) para cálculo de Tamanho de Amostra e População.

A equação abaixo apresentada por SurveyMonkey (2018a) é utilizada para calcular o Tamanho da Amostra (Ta).

$$\frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Onde:

N = Tamanho da população.

e = Margem de erro (valor decimal).

Z = Nível de confiança (Valor Z).

p = Valor percentual (valor decimal).

Considerando os valores abaixo:

$$N = 689$$

$$e = 0,05$$

$$Z = 1,96$$

$$p = 0,5$$

Tem-se:

$$Ta = 247$$

Segundo a SurveyMonkey (2018a), para calcular se o número de pessoas necessárias para responder um questionário com base em uma taxa de resposta esperada, utiliza-se a seguinte equação para calcular a Quantidade de Respondentes Necessários (QRN):

$$\frac{NR}{\%TR} \times 100$$

Onde:

NR= Número de respondentes necessários.

%TR = % de taxa de resposta esperado.

Considerando os valores abaixo:

NR = 221

QRN= 689

Tem-se:

%TR = 32%

De acordo com a SurveyMonkey (2018), uma taxa de resposta entre 20 e 30% é considerada altamente eficiente, porém, o tamanho da amostra (T_a) para uma margem de erro de 5% e nível de confiança de 95% para esta pesquisa *survey*, foi calculada e demonstrada acima como sendo 247. Neste trabalho a taxa de resposta (%TR) foi de 32% com um tamanho de amostra (T_a) de 221, ou seja, é considerada altamente eficiente, superando os 30% apresentado pela SurveyMonkey.

Utilizando a equação acima descrita para cálculo do Tamanho da Amostra (T_a), foi calculada a margem de erro para a pesquisa *survey* em questão.

Considerando os valores abaixo:

$N = 689$

$T_a = 221$

$Z = 1,96$

$p = 0,5$

Tem-se:

$e = 0,054$

Com isso, a margem de erro calculada para a pesquisa *survey* deste trabalho, mantendo o nível de confiança em 95% ($Z = 1,96$), foi de 5,4%. Com os resultados apresentados de Taxa de Resposta, Margem de Erro e Nível de Confiança conclui-se que a pesquisa *survey* foi eficiente e os resultados do questionário são válidos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo traz os principais resultados obtidos por meio do questionário utilizado na pesquisa *survey*, sendo os mesmos segmentados em 4 partes.

5.1 Parte 1: Perfil da empresa e do profissional entrevistado

Esta primeira parte da pesquisa tem como objetivo avaliar o perfil das empresas e dos profissionais entrevistados. A partir da participação de 221 profissionais foi possível classificar a quantidade de profissionais por tipo de indústria, sendo as mesmas separadas em Celulose (C), Papel - Integrado com Celulose (PI) e Papel - Não Integrado com Celulose (PNI). Considerando os 221 respondentes tem-se: C = 95 (43%), PI = 71 (32%) e PNI = 55 (25%), conforme apresentado na Figura 26.

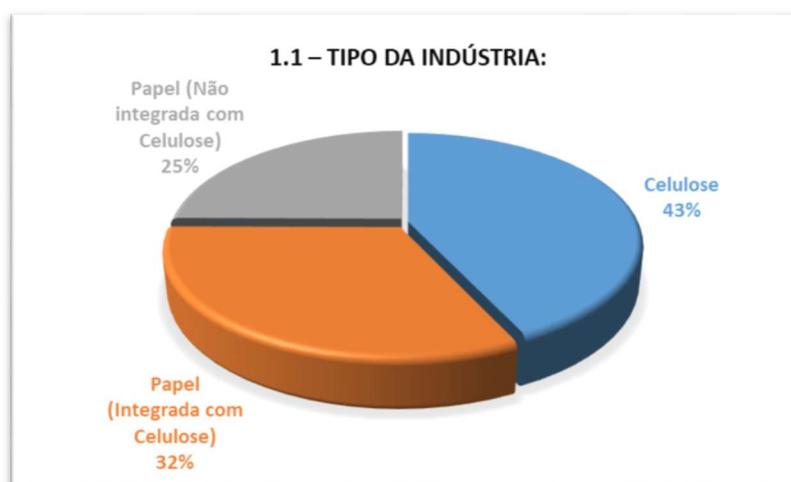


Figura 26 – Quantidade de entrevistados por tipo de indústria.

As indústrias foram classificadas por quantidade de colaboradores em Pequena (P), Média (M) e Grande (G), conforme Tabela 7. Por meio dos 221 respondentes tem-se: P = 4 (2%), M = 24 (11%) e G = 193 (87%), conforme apresentado na Figura 27.

Tabela 7 - Classificação das indústrias por número de colaboradores.

| 1.2 – Indústrias / Número de Colaboradores: | Qtde |
|--|------------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 193 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 24 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 4 |
| Total Geral | 221 |

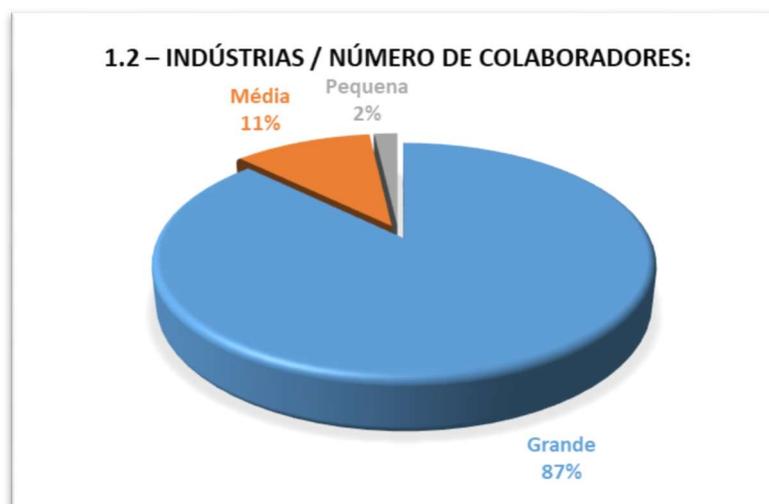


Figura 27 – Classificação das indústrias por número de colaboradores.

As indústrias foram classificadas também por faturamento anual em Pequena (P), Média (M) e Grande (G), conforme Tabela 8. Considerando os 221 respondentes tem-se: P = 6 (3%), M = 37 (17%) e G = 178 (80%), conforme apresentado na Figura 28.

Tabela 8 - Classificação das indústrias por faturamento anual.

| 1.3 – Indústrias / Faturamento Anual: | Qtde |
|---|-------------|
| Grande (Receita Operacional Bruta Anual (ROB): Maior que R\$ 300 milhões – Fonte: BNDES) | 178 |
| Média (Receita Operacional Bruta Anual (ROB): Maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões – Fonte: BNDES) | 37 |
| Pequena (Receita Operacional Bruta Anual (ROB): Maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões – Fonte: BNDES) | 6 |
| Total Geral | 221 |

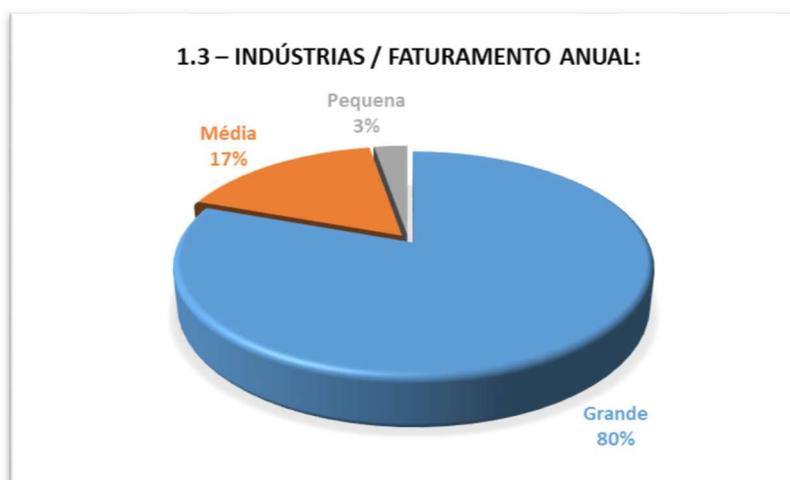


Figura 28 – Classificação das indústrias por faturamento anual.

Outros resultados obtidos foram os cargos dos profissionais pela quantidade de entrevistados (Figura 29).



Figura 29 – Quantidade de entrevistados das indústrias por cargo.

Dentre os setores dos 221 profissionais que responderam esta pesquisa obteve-se a seguinte participação: Manutenção e Engenharia – Automação (90 = 41%), Produção (71 = 32%), S&OP e Logística (25 = 11%), Presidência / Diretoria (18 = 8%) e TI (17 = 8%), conforme apresentado na Figura 30.



Figura 30 – Quantidade de entrevistados por setor da indústria.

5.1.1.1 Parte 1: Análise dos resultados

Nesta primeira parte da pesquisa *survey* foi avaliado o perfil da empresa e do profissional entrevistado.

Dentre os 221 respondentes, obteve-se a maior participação de profissionais das fábricas de celulose com 43%, contribuindo assim para uma participação maior de grandes empresas, com 87% delas classificadas como grande referente a quantidade de profissionais (acima de 500 profissionais) e 80% como grande referente ao faturamento anual (Receita Operacional Bruta maior que R\$ 300 milhões).

Considerando o total de entrevistados, o perfil do profissional pode ser classificado como nível Diretoria/Gerência (34%), nível Coordenadores/Consultores/Supervisores (35%) e nível Especialistas/Engenheiros/Técnicos (31%). Destes profissionais entrevistados, a maior participação foi do setor de Manutenção e Engenharia – Automação (41%), seguido dos profissionais da produção (32%).

Os resultados obtidos neste levantamento de perfil mostraram um equilíbrio tanto no tipo de indústria quanto no nível de profissionais entrevistados, pois além dos 43% entrevistados de celulose, foram 32% entrevistados das fábricas de papel integrada com celulose e 25% das fábricas de papel não integrada com celulose. Como o objetivo principal era fazer um diagnóstico do nível de automação e entendimento sobre a Transformação Digital, a participação de 41% de profissionais de automação dos setores de manutenção e engenharia foi crucial para atender ao objetivo proposto.

O mercado de C&P brasileiro é formado por pequenas, médias e grandes empresas, porém, o setor de celulose brasileiro é conduzido principalmente por grandes empresas que fizeram com que o Brasil conseguisse o posto de maior produtor mundial de celulose de fibra curta e para atingir esta importante marca, a participação de empresas como Fibria e Suzano foi fundamental, tanto é que devido a importância deste mercado houve a fusão do grupo Fibria e Suzano em 2018, criando um dos maiores grupos deste setor em nível global e a consolidação de líder global na produção de celulose para mercado. Sendo assim, esta pesquisa *survey* avaliou o principal nicho de C&P, ou seja, a maioria dos respondentes são de grandes empresas e das indústrias de celulose.

As próximas etapas desta pesquisa *survey* abordaram a conceituação sobre Transformação Digital e o Profissional 4.0.

5.2 Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital – Setores

A segunda parte da pesquisa consiste em realizar uma conceituação sobre a Transformação Digital nos setores de Presidência / Diretoria, TI, S&OP e Logística, Manutenção e Engenharia – Automação e Produção das indústrias de C&P.

5.2.1 Setor: Presidência / Diretoria

No setor de Presidência / Diretoria foram selecionadas as questões de investimentos em tecnologias e treinamento para a Indústria 4.0, tendo a participação de 18 respondentes divididos em C = 5 (28%), PI = 5 (28%) e PNI = 8 (44%). A conceituação deste setor foi realizada por meio de 5 perguntas conforme descritas abaixo.

5.2.1.1 Nível de investimento em tecnologias da Indústria 4.0

O primeiro questionamento realizado para o setor de Presidência e Diretoria das indústrias de C&P foi relacionado a investimento em tecnologias da I4.0. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes (Figura 31).

Pergunta 2.1.1: Qual o nível de investimento em tecnologias da Indústria 4.0 na empresa?

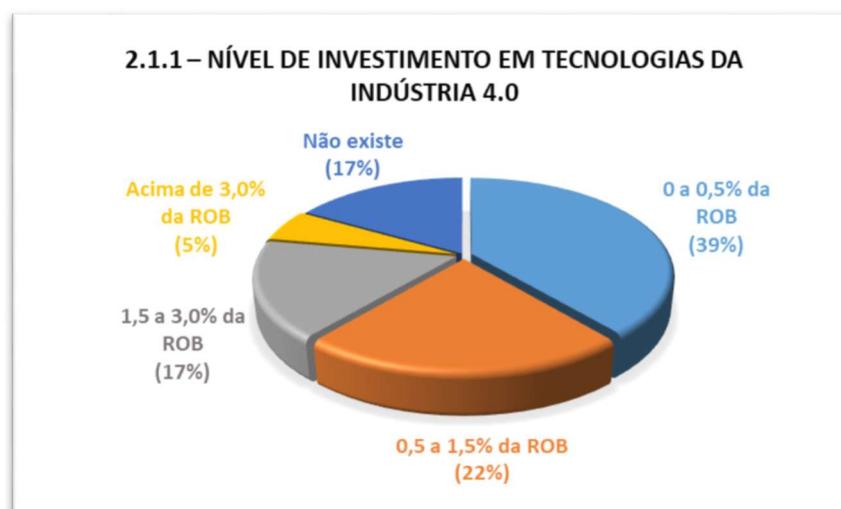


Figura 31 – Nível de investimento em tecnologias da Indústria 4.0 – (C&P).

5.2.1.2 Nível de investimento em tecnologias da empresa

O segundo questionamento realizado para o setor de Presidência e Diretoria das indústrias de C&P foi relacionado a investimento em tecnologias da empresa. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes (Figura 32).

Pergunta 2.1.2: Qual o nível de investimento em tecnologia da empresa de forma geral?

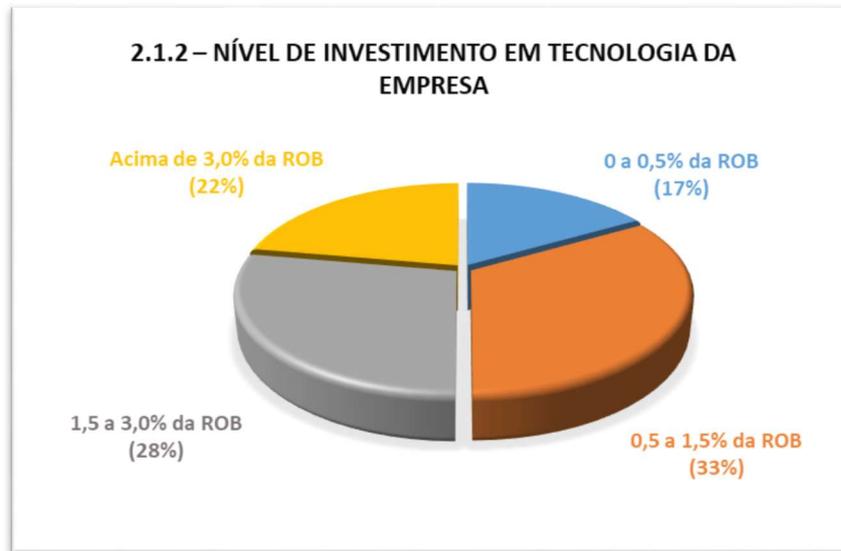


Figura 32 – Nível de investimento em tecnologias da empresa – (C&P).

5.2.1.3 Nível de investimento em treinamento

O terceiro questionamento realizado para o setor de Presidência e Diretoria das indústrias de C&P foi relacionado a investimento em treinamentos da Indústria 4.0. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes (Figura 33).

Pergunta 2.1.3: Qual o nível de investimento para treinamento em Indústria 4.0 da empresa?



Figura 33 – Nível de investimento em treinamentos para I4.0 – (C&P).

5.2.1.4 Tempo de retorno esperado para investimento em Indústria 4.0

O quarto questionamento realizado para o setor de Presidência e Diretoria das indústrias de C&P foi relacionado ao tempo de retorno para investimentos em Indústria 4.0. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes (Figura 34).

Pergunta 2.1.4: Qual o tempo de retorno esperado para investimentos em Indústria 4.0?



Figura 34 – Tempo de retorno para investimentos em I4.0 – (C&P).

5.2.1.5 Investimento para desenvolvimento da Indústria 4.0

O quinto questionamento realizado para o setor de Presidência e Diretoria das indústrias de C&P foi relacionado a qual área da empresa está recebendo e/ou receberá o maior investimento da Indústria 4.0. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes (Figura 35).

Pergunta 2.1.5: Qual a área que está recebendo e/ou receberá o maior investimento para desenvolvimento da Indústria 4.0?



Figura 35 – Departamento com maior investimento em I4.0 – (C&P).

5.2.1.6 Parte 2 - Setor (Presidência / Diretoria): Análise dos resultados

Nesta segunda parte da pesquisa *survey* foi realizada uma avaliação sobre a Transformação Digital no setor Presidência/Diretoria, com foco em investimentos na I4.0.

A CNI (2018) realizou um estudo sobre investimentos em Indústria 4.0 e os resultados mostraram que desde a pesquisa “Sondagem Especial – Indústria 4.0” realizada em 2016 houve um crescimento na quantidade de grandes empresas que utilizam tecnologias digitais e que irão investir em tecnologias associadas à Indústria 4.0. Os investimentos estão concentrados em empresas que já utilizam pelo menos uma das tecnologias digitais e destas empresas quase todas (96%) investirão em tecnologias digitais.

Esta pesquisa *survey* mostrou que 83% dos entrevistados das empresas de C&P disseram que existe investimento em tecnologias da Indústria 4.0 e 100% dos respondentes disseram que existe investimento em tecnologia da empresa de forma geral.

Segundo a CNI (2016), a principal barreira externa que dificulta a adoção de tecnologias digitais é a falta de trabalhador qualificado e para vencer esta barreira é necessário investir em treinamentos de qualificação.

Com relação ao nível de investimento em tecnologias e treinamentos, a maioria dos entrevistados responderam que os investimentos variam de 0 a 1,5% da ROB (Receita Operacional Bruta) e o tempo de retorno esperado para investimentos em I4.0 é de 5 anos. Considerando que a maioria dos respondentes são de grandes empresas onde o ROB é acima de R\$ 300 milhões, os investimentos serão a partir de R\$ 4,5 milhões.

Outra questão abordada nesta pesquisa foi sobre qual departamento está ou estará recebendo o maior investimento para desenvolvimento da I4.0 e a maioria dos entrevistados responderam que é o departamento de produção/manufatura. A CNI (2018) apresentou resultados importantes sobre o foco de investimentos em tecnologias digitais, onde a maioria das empresas (79%) também planejam investir em tecnologias digitais no processo de produção/gestão dos negócios. Vale destacar que o investimento na produção/manufatura é imprescindível para o negócio, porém, para o desenvolvimento da Indústria 4.0, o investimento em toda a cadeia será fundamental neste processo de Transformação Digital.

5.2.2 Setor: TI – Tecnologia da Informação

No setor de TI foram selecionadas as questões de digitalização, integração TI/TA, integração vertical, iniciativas em I4.0, armazenagem de dados e quantidade de profissionais de TI nas empresas de C&P, tendo a participação de 17 profissionais divididos em C = 10 (58,8%), PI = 2 (11,8%) e PNI = 5 (29,4%). A conceituação deste setor foi realizada por meio de 6 perguntas conforme descritas abaixo.

5.2.2.1 Nível de digitalização

O primeiro questionamento realizado para o setor de TI das indústrias de C&P foi relacionado ao nível de digitalização das empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados inicialmente com as respostas obtidas por todos os respondentes (Celulose e Papel), conforme mostrado na Figura 36 e posteriormente estratificados por tipo de indústria, ou seja, foram divididos em Celulose (C), Papel Integrado com Celulose (PI) e Papel Não Integrado com Celulose (PNI) para um melhor entendimento dos resultados, conforme mostrado nas Figuras 37, 38 e 39.

Pergunta 2.2.1: Qual o nível de digitalização da empresa?

1. Celulose e Papel:

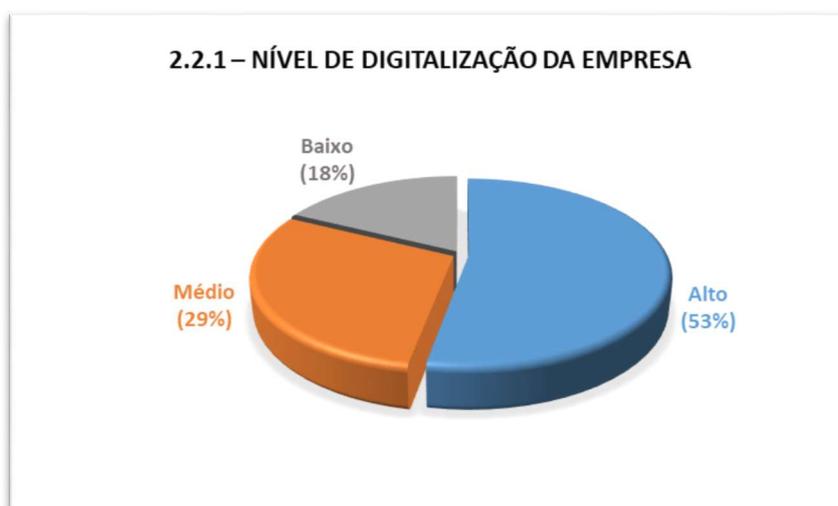


Figura 36 – Nível de digitalização nas empresas – (C&P).

2. Celulose (C):

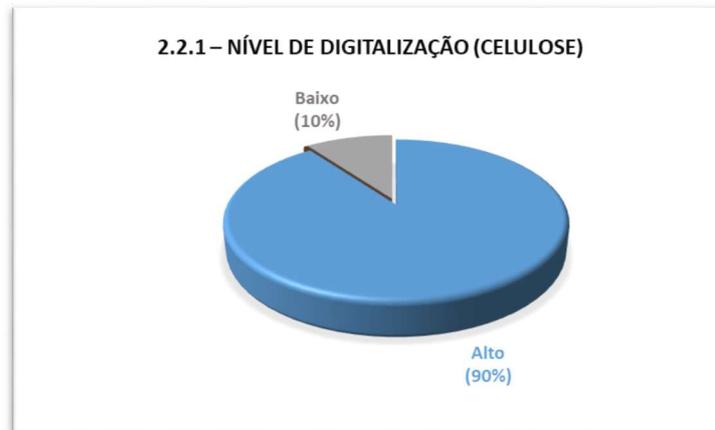


Figura 37 – Nível de digitalização nas empresas – (C).

3. Papel Integrado com Celulose (PI):

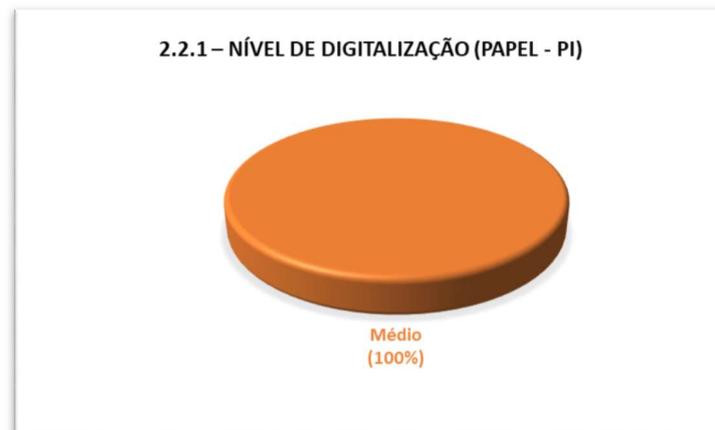


Figura 38 – Nível de digitalização nas empresas – (PI).

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):

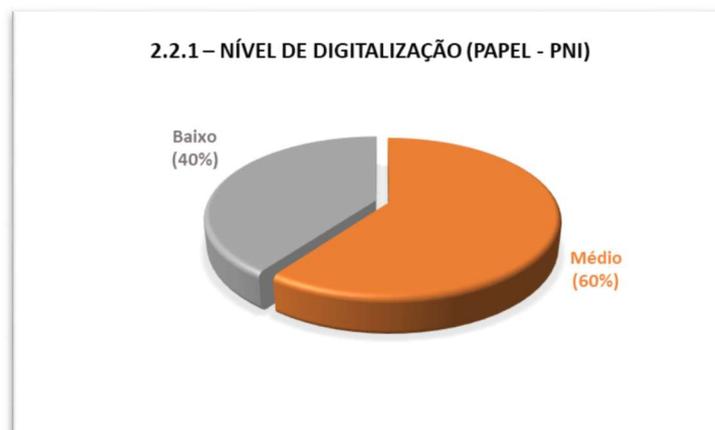


Figura 39 – Nível de digitalização nas empresas – (PNI).

5.2.2.2 Integração TI/TA

O segundo questionamento realizado para o setor de TI das indústrias de C&P foi relacionado a integração padronizada entre TI/TA nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados inicialmente com as respostas obtidas por todos os respondentes (Celulose e Papel), conforme mostrado na Figura 40 e posteriormente estratificados por tipo de indústria, ou seja, foram divididos em Celulose (C), Papel Integrado com Celulose (PI) e Papel Não Integrado com Celulose (PNI) para um melhor entendimento dos resultados, conforme mostrado nas Figuras 41, 42 e 43.

Pergunta 2.2.2: Existe uma integração padronizada entre TI/TA na sua empresa?

1. Celulose e Papel:



Figura 40 – Integração TI/TA na empresa – (C&P).

2. Celulose (C):



Figura 41 – Integração TI/TA na empresa – (C).

3. Papel Integrado com Celulose (PI):

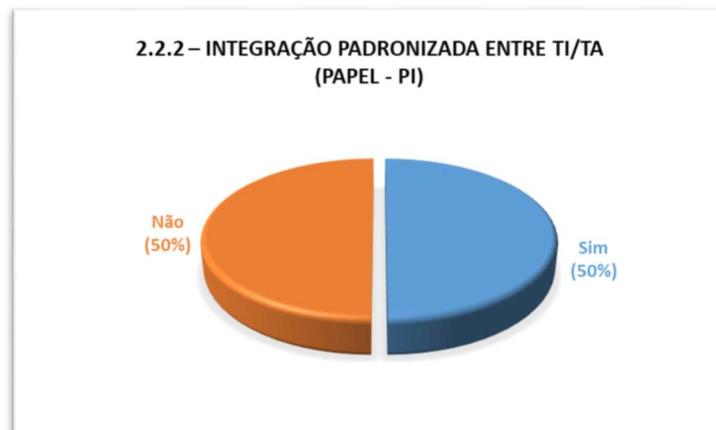


Figura 42 – Integração TI/TA na empresa – (PI).

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):

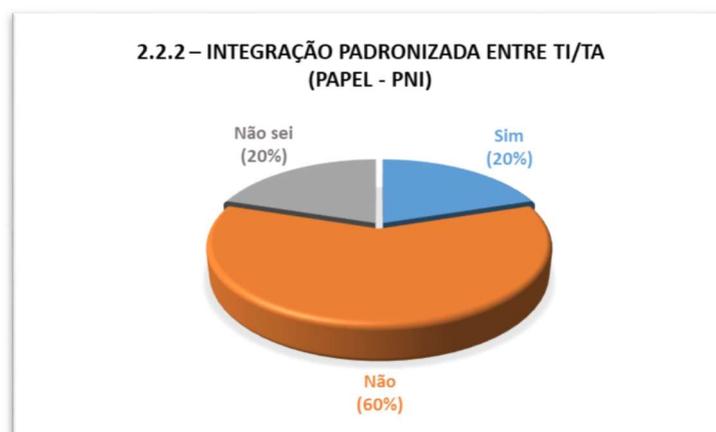


Figura 43 – Integração TI/TA na empresa – (PNI).

5.2.2.3 Nível de integração vertical

O terceiro questionamento realizado para o setor de TI das indústrias de C&P foi relacionado o nível de integração vertical das empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados inicialmente com as respostas obtidas por todos os respondentes (Celulose e Papel), conforme mostrado na Figura 44 e posteriormente estratificados por tipo de indústria, ou seja, foram divididos em Celulose (C), Papel Integrado com Celulose (PI) e Papel Não Integrado com Celulose (PNI) para um melhor entendimento dos resultados, conforme mostrado nas Figuras 45, 46 e 47.

Pergunta 2.2.3: Qual o nível de integração vertical da empresa?

1. Celulose e Papel:

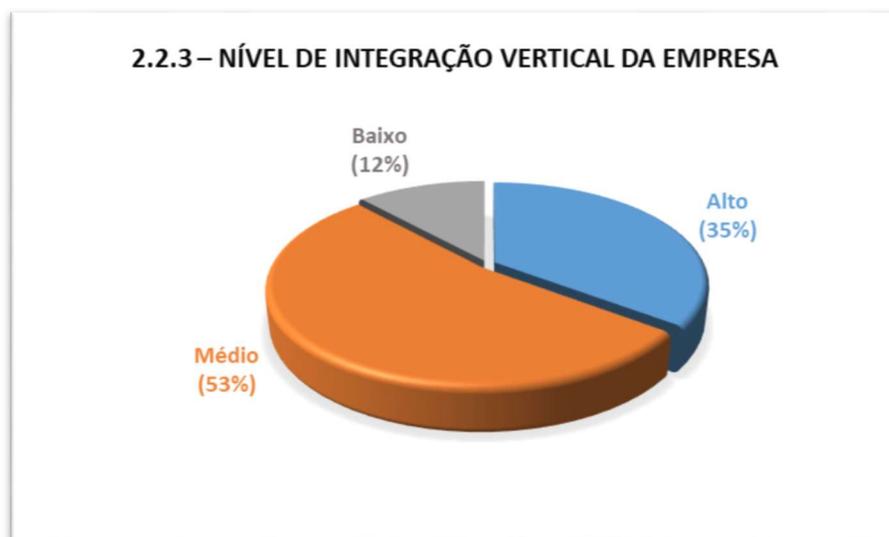


Figura 44 – Nível de integração vertical das empresas – (C&P).

2. Celulose (C):

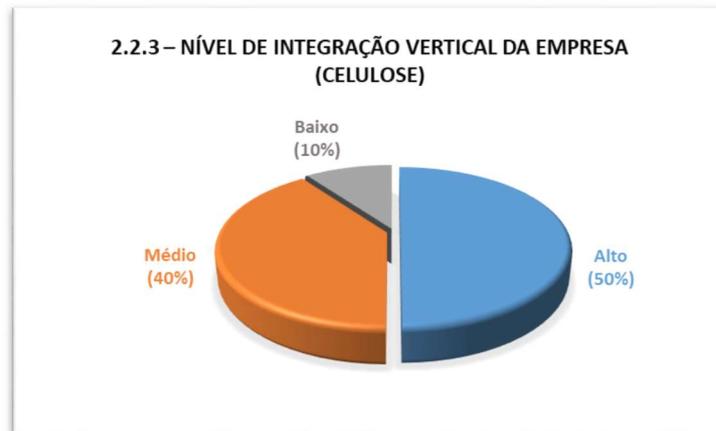


Figura 45 – Nível de integração vertical das empresas – (C).

3. Papel Integrado com Celulose (PI):

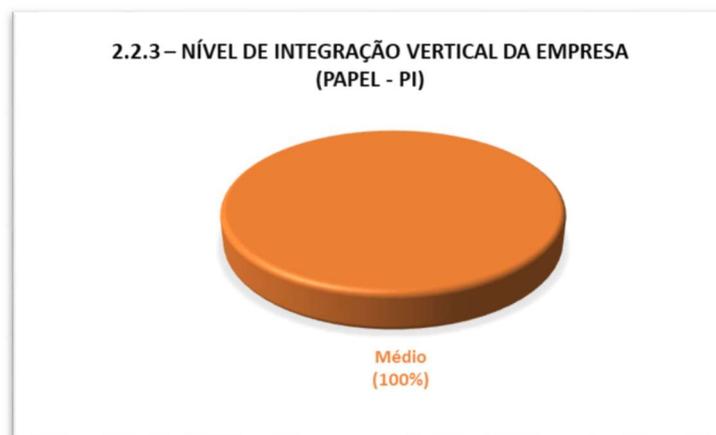


Figura 46 – Nível de integração vertical das empresas – (PI).

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):

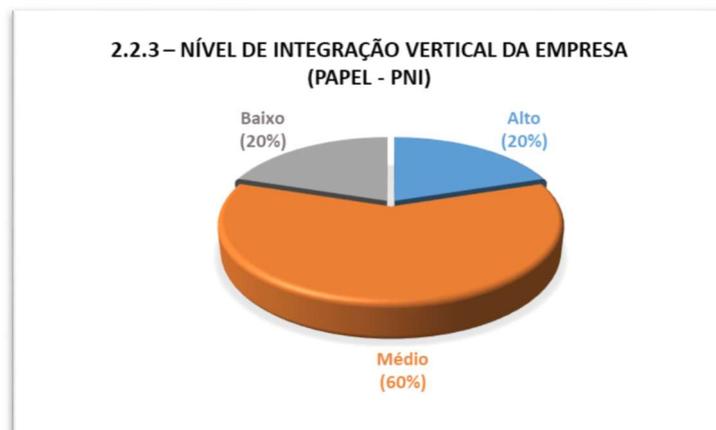


Figura 47 – Nível de integração vertical das empresas – (PNI).

5.2.2.4 Iniciativas em Indústria 4.0

O quarto questionamento realizado para o setor de TI das indústrias de C&P foi relacionado as iniciativas que as empresas estão tomando em relação as tecnologias habilitadoras. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 48 e Tabela 9.

Pergunta 2.2.4: Quais iniciativas já estão sendo tomadas pela sua empresa?

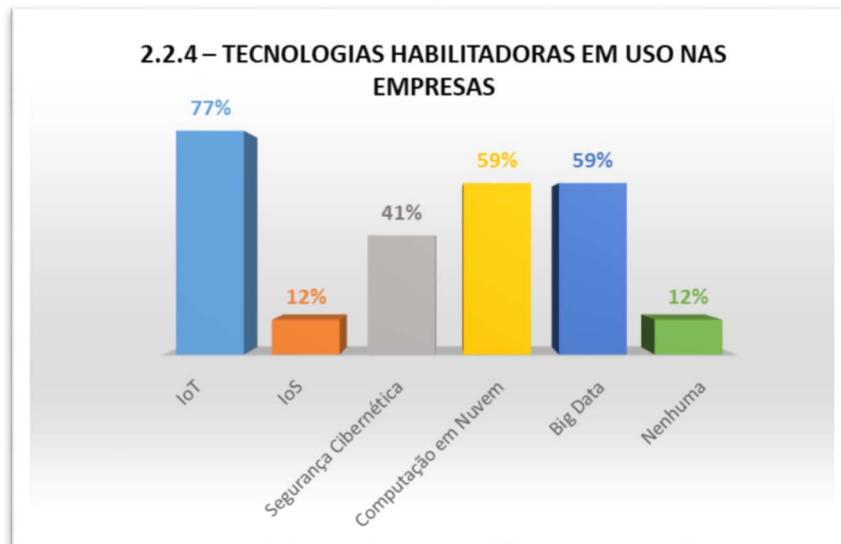


Figura 48 – Tecnologias habilitadoras em uso nas empresas – (C&P).

Tabela 9 – Tecnologias habilitadoras em uso nas empresas – (C&P).

| 2.2.4 – Tecnologias habilitadoras em uso nas empresas | Qtde | (%) |
|---|------|-----|
| IoT - <i>Internet of Things</i> | 13 | 77% |
| IoS - <i>Internet of Service</i> | 2 | 12% |
| Segurança Cibernética | 7 | 41% |
| Computação em Nuvem | 10 | 59% |
| <i>Big Data</i> | 10 | 59% |
| Nenhuma | 2 | 12% |

Nota: A soma das respostas supera 100% devido possibilidade de múltipla escolha.

5.2.2.5 Armazenagem de dados

O quinto questionamento realizado para o setor de TI das indústrias de C&P foi relacionado a solução de armazenagem dos dados das empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 49.

Pergunta 2.2.5: Qual é a solução de armazenagem dos dados da empresa?

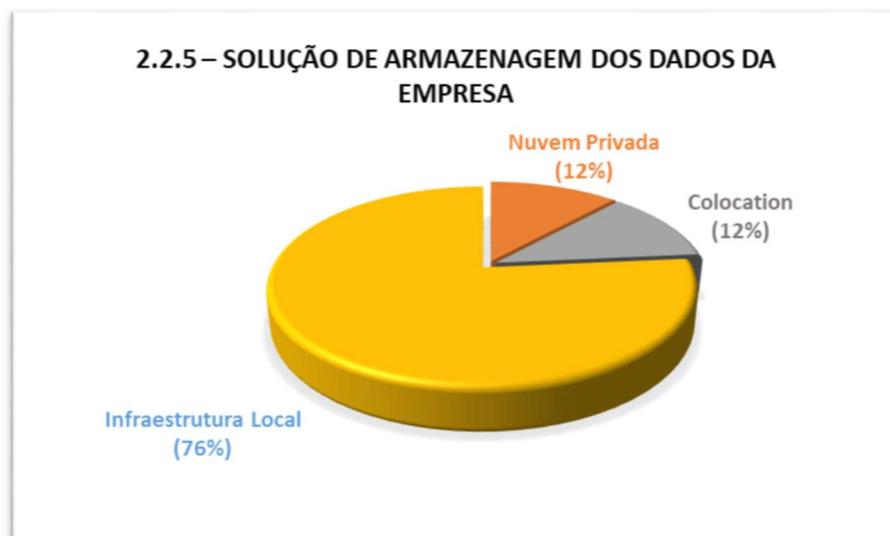


Figura 49 – Armazenagem dos dados das empresas – (C&P).

5.2.2.6 Quantidade de profissionais de TI

O sexto questionamento realizado para o setor de TI das indústrias de C&P foi relacionado a quantidade de profissionais de TI nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados inicialmente com as respostas obtidas por todos os respondentes (Celulose e Papel), conforme mostrado na Figura 50 e posteriormente estratificados por tipo de indústria, ou seja, foram divididos em Celulose (C), Papel Integrado com Celulose (PI) e Papel Não Integrado com Celulose (PNI) para um melhor entendimento dos resultados, conforme mostrado nas Figuras 51, 52 e 53.

Pergunta 2.2.6: A quantidade de profissionais de TI (Técnicos, Tecnólogos e Bacharelados) na empresa é:

1. Celulose e Papel:



Figura 50 – Quantidade de profissionais de TI nas empresas – (C&P).

2. Celulose (C):



Figura 51 – Quantidade de profissionais de TI nas empresas – (C).

3. Papel Integrado com Celulose (PI):



Figura 52 – Quantidade de profissionais de TI nas empresas – (PI).

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):



Figura 53 – Quantidade de profissionais de TI nas empresas – (PNI).

5.2.2.7 Parte 2 - Setor (TI): Análise dos resultados

Nesta segunda parte da pesquisa *survey* foi realizada também uma avaliação sobre a Transformação Digital no setor de Tecnologia da Informação (TI), abordando os seguintes tópicos: digitalização, integração TI/TA, integração vertical, iniciativas em I4.0, armazenagem de dados e profissionais de TI.

Segundo a CNI (2016), a Transformação Digital no Brasil dependerá do maior conhecimento, por parte das empresas, sobre os ganhos com a digitalização na produtividade, flexibilização e customização da produção. As indústrias brasileiras utilizam a digitalização com foco na melhoria de processos, ou seja, no aumento da eficiência e produtividade. No entanto, sabendo do posicionamento do Brasil no quesito competitividade, a digitalização deve ser aplicada em todas as dimensões. Nesta pesquisa *survey* os resultados mostraram que a maioria dos respondentes (53%) consideram que as empresas possuem um nível alto de digitalização, sendo este resultado “puxado” por 90% dos profissionais das empresas de celulose. A maioria dos profissionais das empresas de papel, disseram que o nível é médio.

De acordo com a CNI (2016), o uso da automação para identificação de produtos e condições operacionais é o caminho natural da digitalização no processo produtivo. Para que isto ocorra deve existir uma integração vertical consistente nas empresas e conseqüentemente uma integração entre Tecnologia de Automação (TA) e Tecnologia da Informação (TI). Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram que a maioria dos respondentes (53%) disseram que existe uma integração padronizada entre TI e TA nas indústrias de C&P, sendo este resultado obtido por 70% dos profissionais das empresas de celulose e 50% dos profissionais das empresas de papel integrado com celulose, porém, para 60% dos profissionais das empresas de papel não integrado com celulose a integração TI/TA não existe. Já o nível de integração vertical das indústrias de C&P foi classificado como sendo médio pela maioria dos respondentes (53%).

Outra questão avaliada nesta pesquisa foi sobre iniciativas das empresas de C&P em Indústria 4.0 e os resultados mostraram que dentre as tecnologias habilitadoras apresentadas para os profissionais de TI das indústrias de C&P as três principais são: IoT (77%), Computação em Nuvem (59%) e *Big Data* (59%). O trabalho da CNI (2018) realizado com grandes empresas sobre utilização de tecnologias digitais apresentou como resultado as mesmas tecnologias acima descritas, porém na seguinte ordem: *Big Data* (21%), Computação em Nuvem (16%) e IoT (11%).

Na questão sobre armazenagem de dados, os profissionais de TI das indústrias de C&P apresentaram a seguinte utilização: infraestrutura local (76%), nuvem privada (12%) e *colocation* (12%). Com estes resultados observa-se que a maioria das empresas de C&P são conservadoras quando se trata de armazenagem de dados, ou seja, utilizam servidores e *storages* existentes nas próprias empresas ao invés de utilizar serviços de armazenagem em nuvem.

Outro ponto importante foi a questão sobre a quantidade de profissionais de TI nas empresas. A maioria dos respondentes (59%) disseram que as empresas possuem acima de 10 profissionais de TI (Técnicos, Tecnólogos e Bacharelados), porém, este resultado foi “puxado” pelos profissionais das empresas de celulose que representam 59% dos respondentes do setor de TI e também pelos profissionais das empresas de papel integrado com celulose que representam 12% dos respondentes do setor de TI. Já a maioria dos profissionais das empresas de papel não integrado com celulose (80%) disseram que estas empresas possuem de 6 a 10 profissionais de TI e estes profissionais representam 29% dos respondentes do setor de TI.

5.2.3 Setores: Vendas e Planejamento das Operações (S&OP) e Logística

Nos setores de Vendas e Planejamento das Operações (S&OP – *Sales and Operations Planning*) e Logística foram selecionadas as questões de utilização de software ERP (*Enterprise Resource Planning*), de software para Planejamento e Controle de Produção – PCP e nível de integração horizontal das empresas de C&P, tendo a participação de 25 profissionais divididos em C = 4 (16%), PI = 9 (36%) e PNI = 12 (48%). A conceituação destes setores foi realizada por meio de 3 perguntas conforme descritas abaixo.

5.2.3.1 Utilização de ERP

O primeiro questionamento realizado para os setores de Vendas e Planejamento das Operações (S&OP) e Logística das indústrias de C&P foi relacionado a utilização de software ERP (*Enterprise Resource Planning*) nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 54.

*Pergunta 2.3.1: A empresa que você trabalha utiliza ERP
(Enterprise Resource Planning)?*



Figura 54 – Utilização de ERP nas empresas – (C&P).

5.2.3.2 Utilização de software para planejamento e controle de produção – PCP

O segundo questionamento realizado para os setores de Vendas e Planejamento das Operações (S&OP) e Logística das indústrias de C&P foi relacionado a utilização de software para planejamento e controle de produção – PCP nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 55.

Pergunta 2.3.2: A empresa que você trabalha utiliza Software para Planejamento e Controle de Produção - PCP?

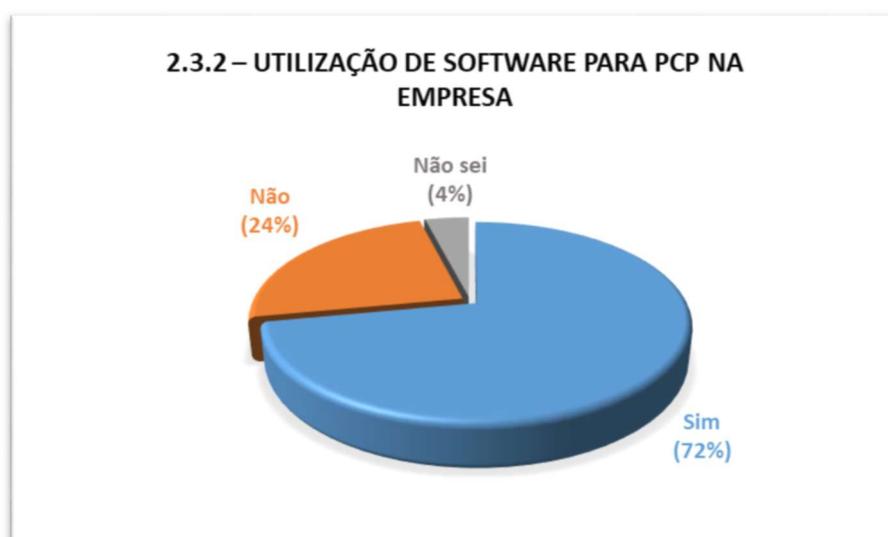


Figura 55 – Utilização de software para PCP nas empresas – (C&P).

5.2.3.3 Nível de integração horizontal

O terceiro questionamento realizado para os setores de Vendas e Planejamento das Operações (S&OP) e Logística das indústrias de C&P foi relacionado ao nível de integração horizontal das empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados inicialmente com as respostas obtidas por todos os respondentes (Celulose e Papel), conforme mostrado na Figura 56 e posteriormente estratificados por tipo de indústria, ou seja, foram divididos em Celulose (C), Papel Integrado com Celulose (PI) e Papel Não Integrado com Celulose (PNI) para um melhor entendimento dos resultados, conforme mostrado nas Figuras 57, 58 e 59.

Pergunta 2.3.3: Qual o nível de integração horizontal da empresa?

1. Celulose e Papel:

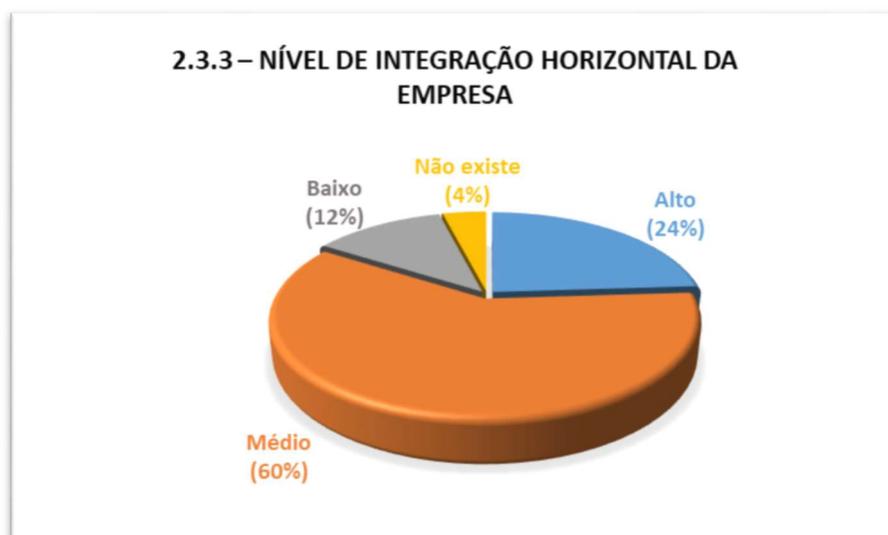


Figura 56 – Nível de integração horizontal das empresas – (C&P).

2. Celulose (C):



Figura 57 – Nível de integração horizontal das empresas – (C).

3. Papel Integrado com Celulose (PI):

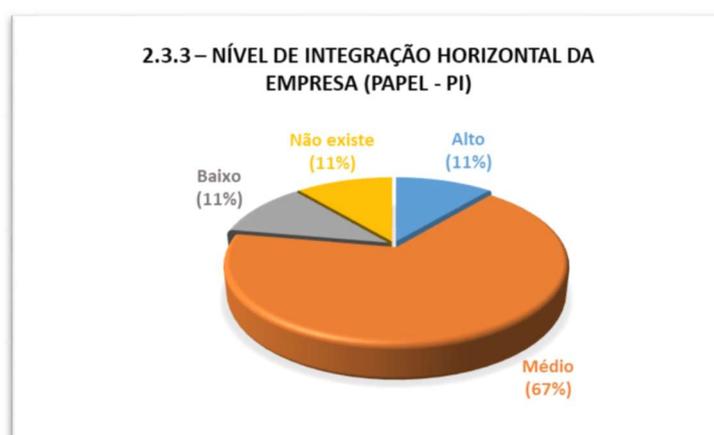


Figura 58 – Nível de integração horizontal das empresas – (PI).

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):

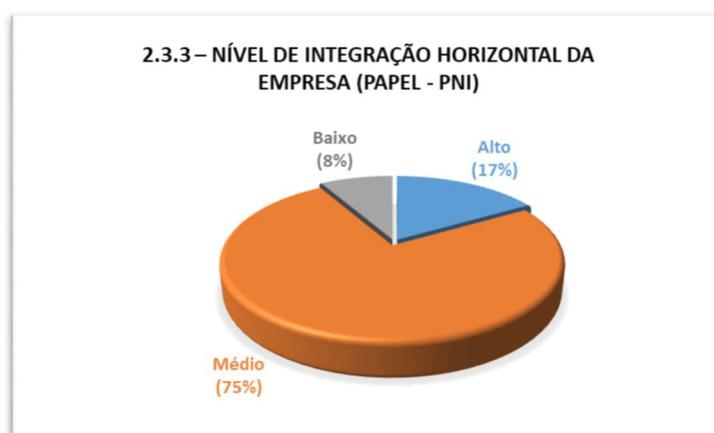


Figura 59 – Nível de integração horizontal das empresas – (PNI).

5.2.3.4 Parte 2 - Setor (S&OP e Logística): Análise dos resultados

Nesta segunda parte da pesquisa *survey* foi realizada também uma avaliação sobre a Transformação Digital nos setores Vendas e Planejamento das Operações (S&OP – *Sales and Operations Planning*) e Logística, abordando os seguintes tópicos: utilização de ERP (*Enterprise Resource Planning*), de software para Planejamento e Controle de Produção – PCP e nível de integração horizontal das empresas de C&P.

Segundo Capelli (2014), o ERP (*Enterprise Resource Planning*) ou Planejamento de Recursos Empresariais é “uma plataforma de software desenvolvida para integrar os diversos departamentos de uma empresa, facilitando o fluxo das informações entre todos os processos da organização”. Sendo assim, o ERP torna-se uma ferramenta importante dentro de uma empresa e nesta pesquisa *survey* os resultados mostraram que a maioria dos profissionais das indústrias de C&P (68%) disseram que as empresas utilizam ERP, porém, 24% dos profissionais disseram que as empresas não utilizam e isto tem um impacto direto na integração vertical e horizontal de uma empresa.

A outra questão que os profissionais dos setores de S&OP e Logística responderam foi sobre a utilização de software para Planejamento e Controle de Produção – PCP, onde a maioria dos respondentes (72%) disseram que utilizam software para PCP, porém, 24% dos profissionais disseram que as empresas não utilizam este tipo de software e isto tem um impacto direto no planejamento e controle da produção.

Segundo Stevan Júnior et al., (2018), a integração é essencial para a Indústria 4.0, pois os sistemas irão interagir entre si em toda a cadeia e os processos de fabricação serão conectados horizontalmente desde o pedido de compra até a entrega do produto. Nesta pesquisa *survey* os resultados obtidos mostraram que a maioria dos respondentes (60%) disseram que o nível de integração horizontal das indústrias de C&P é médio, sendo este resultado obtido por 67% dos profissionais das empresas de papel integrado com celulose e 75% dos profissionais das empresas de papel não integrado com celulose. Já o nível de integração horizontal das indústrias de celulose foi classificado como sendo alto pela maioria dos respondentes (75%).

5.2.4 Setor: Manutenção e Engenharia – Automação

No setor de Manutenção e Engenharia - Automação foram selecionadas as questões de nível de automação, integração TI/TA, protocolos de comunicação, sistemas de controle e quantidade de profissionais de Automação nas empresas de C&P, tendo a participação de 90 profissionais divididos em C = 46 (51,1%), PI = 33 (36,7%) e PNI = 11 (12,2%). A conceituação deste setor foi realizada por meio de 7 perguntas conforme descritas abaixo.

5.2.4.1 Nível de Automação

O primeiro questionamento realizado para o setor de Manutenção e Engenharia – Automação das indústrias de C&P foi relacionado ao nível de automação das empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados inicialmente com as respostas obtidas por todos os respondentes (Celulose e Papel), conforme mostrado na Tabela 10 e Figura 60. Posteriormente os resultados foram estratificados por tipo de indústria, ou seja, foram divididos em Celulose (C), Papel Integrado com Celulose (PI) e Papel Não Integrado com Celulose (PNI) para um melhor entendimento dos resultados, conforme mostrado nas Tabelas (11, 12 e 13) e Figuras (61, 62 e 63).

Pergunta 2.4.1: Qual o nível de automação da empresa?

1. Celulose e Papel:

Tabela 10 - Nível de automação das empresas – (C&P).

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa | Qtde |
|---|-------------|
| Nível 06 – Gestão do Negócio (<i>BI – Business Intelligence</i>) | 17 |
| Nível 05 – Gerenciamento corporativo (<i>ERP - Enterprise Resource Planning</i>) | 26 |
| Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (<i>MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System</i>) | 30 |
| Nível 03 – Supervisão (<i>SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM</i>) | 8 |
| Nível 02 – Controle de processo (<i>PLC, SDCD</i>) | 9 |
| Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | 0 |
| Total Geral | 90 |

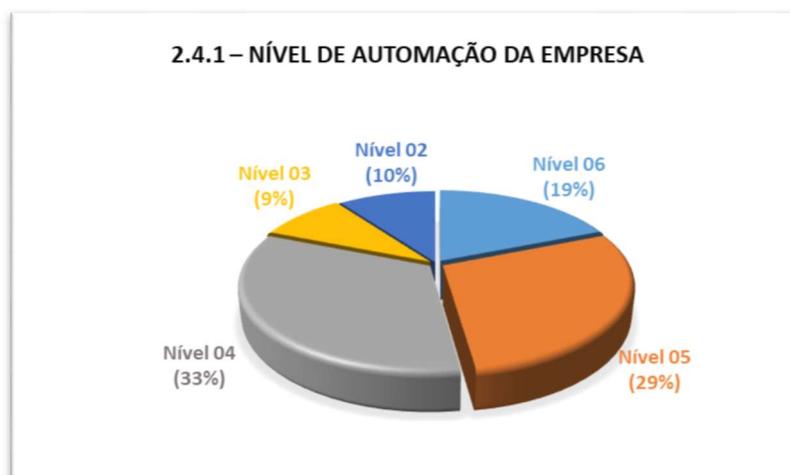


Figura 60 – Nível de automação das empresas – (C&P).

2. Celulose (C):

Tabela 11 - Nível de automação das empresas – (C).

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa (Celulose) | Qtde |
|---|-----------|
| Nível 06 – Gestão do Negócio (<i>BI – Business Intelligence</i>) | 15 |
| Nível 05 – Gerenciamento corporativo (<i>ERP - Enterprise Resource Planning</i>) | 13 |
| Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (<i>MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System</i>) | 12 |
| Nível 03 – Supervisão (<i>SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM</i>) | 2 |
| Nível 02 – Controle de processo (<i>PLC, SDCD</i>) | 4 |
| Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | 0 |
| Total Geral | 46 |

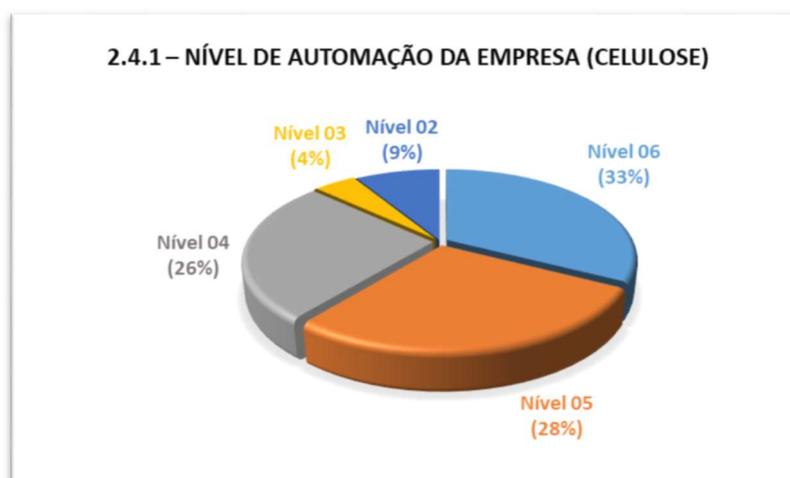


Figura 61 – Nível de automação das empresas – (C).

3. Papel Integrado com Celulose (PI):

Tabela 12 - Nível de automação das empresas – (PI).

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa (Papel - PI) | Qtde |
|---|-----------|
| Nível 06 – Gestão do Negócio (<i>BI – Business Intelligence</i>) | 2 |
| Nível 05 – Gerenciamento corporativo (<i>ERP - Enterprise Resource Planning</i>) | 10 |
| Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (<i>MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System</i>) | 13 |
| Nível 03 – Supervisão (<i>SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM</i>) | 5 |
| Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | 3 |
| Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | 0 |
| Total Geral | 33 |

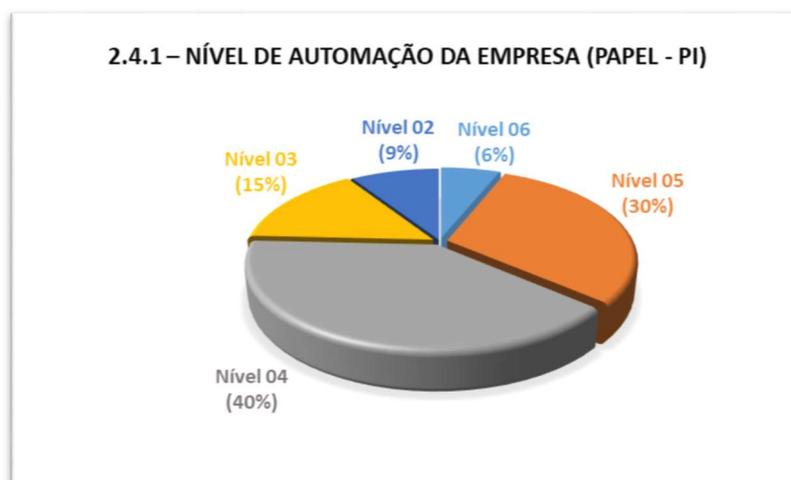


Figura 62 – Nível de automação das empresas – (PI).

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):

Tabela 13 - Nível de automação das empresas – (PNI).

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa (Papel - PNI) | Qtde |
|---|-----------|
| Nível 06 – Gestão do Negócio (<i>BI – Business Intelligence</i>) | 0 |
| Nível 05 – Gerenciamento corporativo (<i>ERP - Enterprise Resource Planning</i>) | 3 |
| Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (<i>MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System</i>) | 5 |
| Nível 03 – Supervisão (<i>SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM</i>) | 1 |
| Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | 2 |
| Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | 0 |
| Total Geral | 11 |

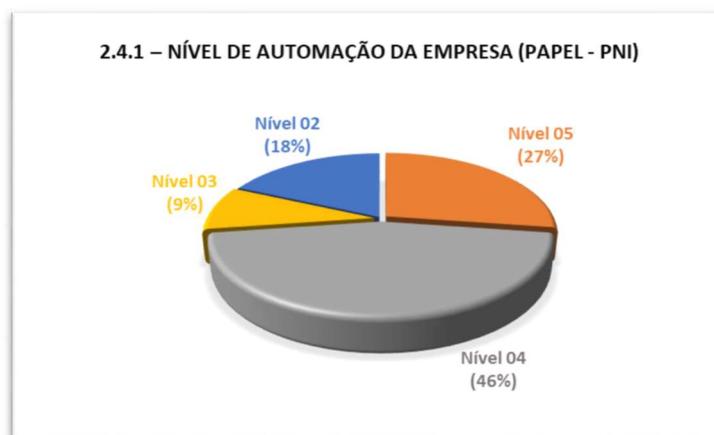


Figura 63 – Nível de automação das empresas – (PNI).

5.2.4.2 Integração TI/TA

O segundo questionamento realizado para o setor de Manutenção e Engenharia – Automação das indústrias de C&P foi relacionado a integração padronizada entre TI e TA nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados inicialmente com as respostas obtidas por todos os respondentes (Celulose e Papel), conforme mostrado na Figura 64 e posteriormente estratificados por tipo de indústria, ou seja, foram divididos em Celulose (C), Papel Integrado com Celulose (PI) e Papel Não Integrado com Celulose (PNI) para um melhor entendimento dos resultados, conforme mostrado nas Figuras (65, 66 e 67).

Pergunta 2.4.2: Existe uma integração padronizada entre TI/TA na sua empresa?

1. Celulose e Papel:



Figura 64 – Integração TI/TA nas empresas – (C&P).

2. Celulose (C):

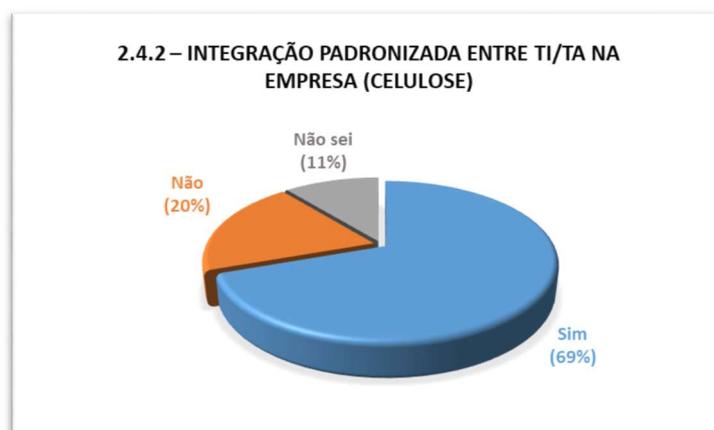


Figura 65 – Integração TI/TA nas empresas – (C).

3. Papel Integrado com Celulose (PI):

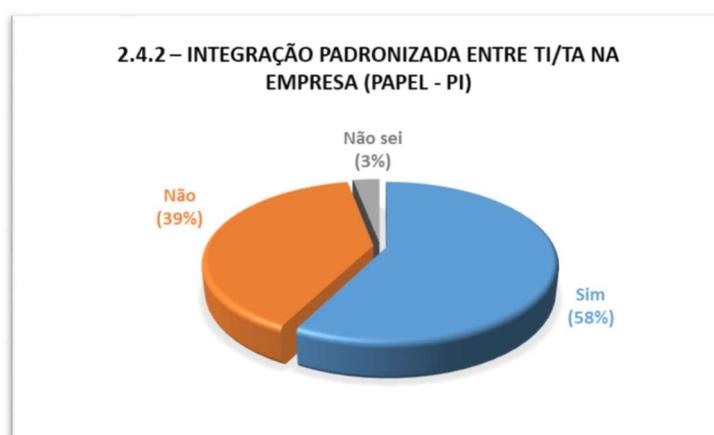


Figura 66 – Integração TI/TA nas empresas – (PI).

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):

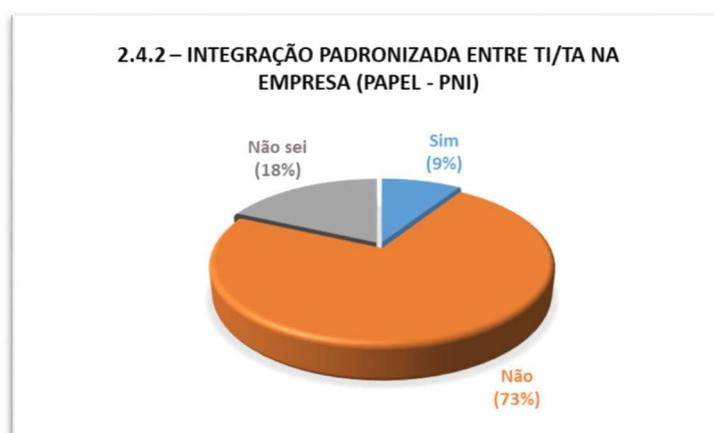


Figura 67 – Integração TI/TA nas empresas – (PNI).

5.2.4.3 Classificação da integração Automação e TI

O terceiro questionamento realizado para o setor de Manutenção e Engenharia – Automação das indústrias de C&P foi relacionado a classificação da integração entre Automação e TI nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados inicialmente com as respostas obtidas por todos os respondentes (Celulose e Papel), conforme mostrado na Tabela 14 e Figura 68. Posteriormente os resultados foram estratificados por tipo de indústria, ou seja, foram divididos em Celulose (C), Papel Integrado com Celulose (PI) e Papel Não Integrado com Celulose (PNI) para um melhor entendimento dos resultados, conforme mostrado nas Tabelas (15, 16 e 17) e Figuras (69, 70 e 71).

Pergunta 2.4.3: Como você classifica a integração entre Automação e TI na sua empresa?

1. Celulose e Papel:

Tabela 14 - Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (C&P).

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa | Qtde |
|--|-----------|
| Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 14 |
| Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | 24 |
| Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 39 |
| Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 13 |
| Total Geral | 90 |

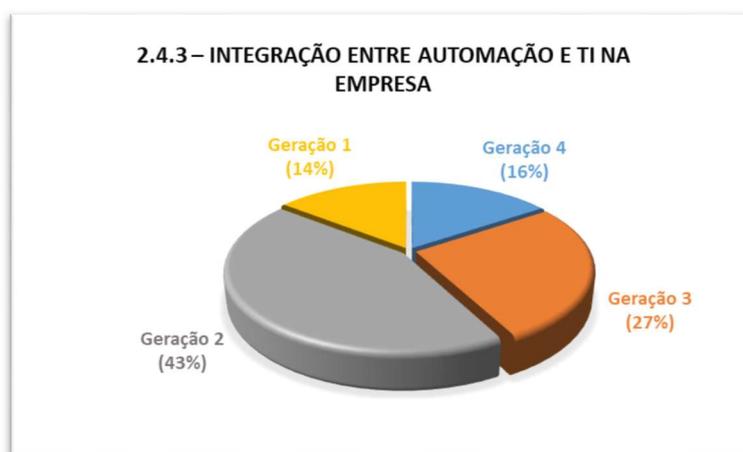


Figura 68 – Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (C&P).

2. Celulose (C):

Tabela 15 - Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (C).

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa (Celulose) | Qtde |
|--|-------------|
| Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 10 |
| Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | 19 |
| Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 14 |
| Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 3 |
| Total Geral | 46 |

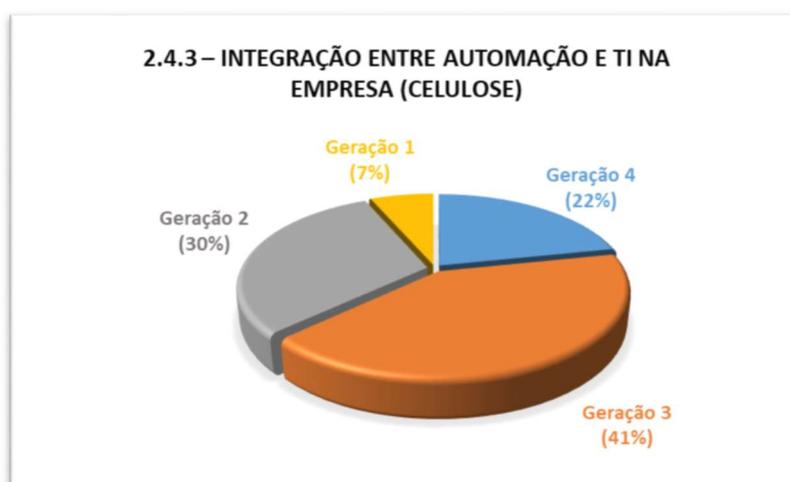


Figura 69 – Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (C).

3. Papel Integrado com Celulose (PI):

Tabela 16 - Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (PI).

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa (Papel - PI) | Qtde |
|--|-------------|
| Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 4 |
| Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | 4 |
| Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 20 |
| Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 5 |
| Total Geral | 33 |

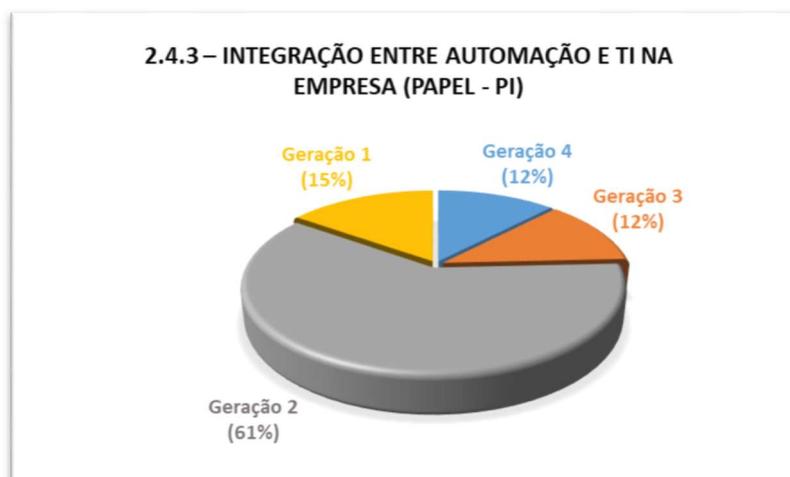


Figura 70 – Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (PI).

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):

Tabela 17 - Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (PNI).

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa (Papel - PNI) | Qtde |
|--|-------------|
| Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 0 |
| Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | 1 |
| Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 5 |
| Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 5 |
| Total Geral | 11 |

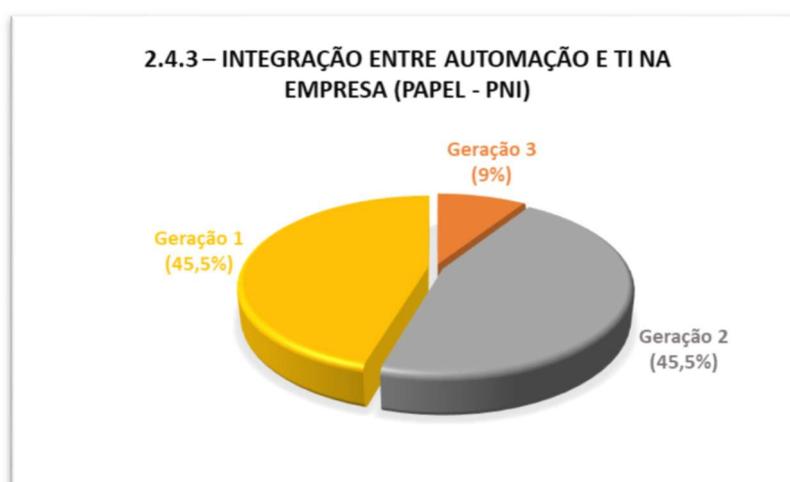


Figura 71 – Classificação da integração entre Automação e TI nas empresas – (PNI).

5.2.4.4 Protocolos de comunicação

O quarto questionamento realizado para o setor de Manutenção e Engenharia – Automação das indústrias de C&P foi relacionado aos protocolos de comunicação utilizados nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Tabela 18 e Figura 72.

Pergunta 2.4.4: Quais são os protocolos de comunicação utilizados na empresa?

1. Celulose e Papel:

Tabela 18 – Protocolos de comunicação utilizados nas empresas – (C&P).

| 2.4.4 – Protocolos de comunicação utilizados na empresa | Qtde | (%) |
|---|------|-----|
| Comunicação 4-20mA | 84 | 93% |
| HART | 78 | 87% |
| WirelessHART | 23 | 26% |
| FOUNDATION Fieldbus | 24 | 27% |
| PROFIBUS DP/PA | 78 | 87% |
| PROFINET | 34 | 38% |
| Ethernet-IP | 75 | 83% |
| Modbus | 66 | 73% |
| OPC | 67 | 74% |
| OPC UA | 15 | 17% |
| EtherCAT | 9 | 10% |
| DeviceNet | 44 | 49% |
| ControlNet | 25 | 28% |

Nota: A soma das respostas supera 100% devido possibilidade de múltipla escolha.

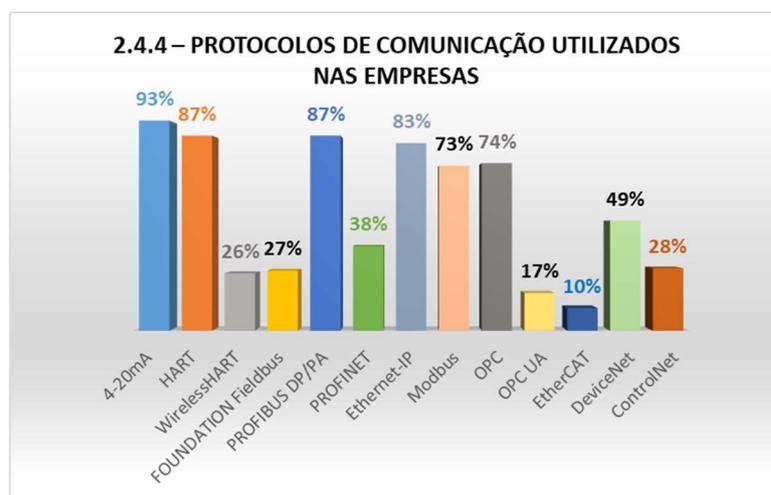


Figura 72 – Protocolos de comunicação utilizados nas empresas – (C&P).

5.2.4.5 Protocolo de comunicação mais utilizado

O quinto questionamento realizado para o setor de Manutenção e Engenharia – Automação das indústrias de C&P foi relacionado ao protocolo de comunicação mais utilizado nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 73.

Pergunta 2.4.5: Dentre os protocolos de comunicação apresentados abaixo, qual é o mais utilizado na empresa que você trabalha?

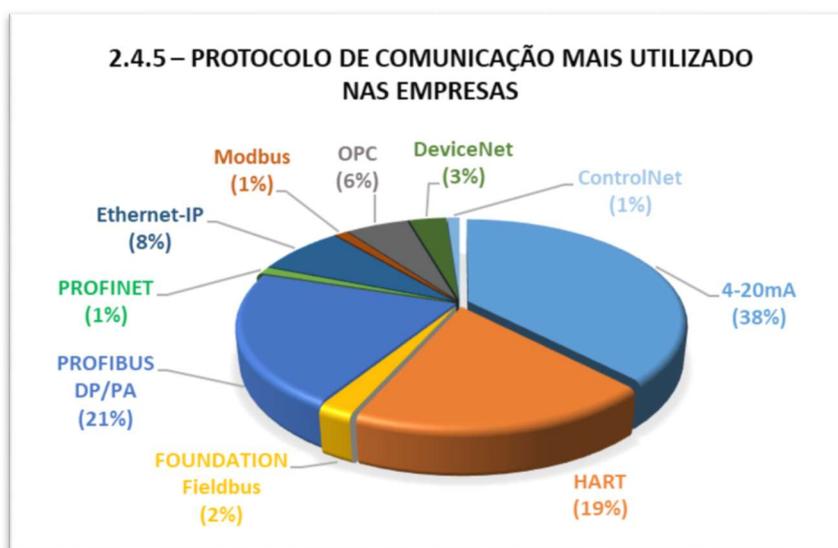


Figura 73 – Protocolo de comunicação mais utilizado nas empresas – (C&P).

5.2.4.6 Sistemas de Automação e Controle

O sexto questionamento realizado para o setor de Manutenção e Engenharia – Automação das indústrias de C&P foi relacionado aos sistemas de automação e controle utilizados nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Tabela 19 e Figura 74.

Pergunta 2.4.6: Quais dos sistemas abaixo são utilizados na empresa que você trabalha?

Tabela 19 - Sistemas de automação e controle utilizados nas empresas – (C&P).

| 2.4.6 – Sistemas utilizados nas empresas | Qtde | (%) |
|--|------|-----|
| SDCD | 86 | 96% |
| Sistema de Gestão de Ativos | 54 | 60% |
| QCS - <i>Quality Control System</i> (Scanners: Gramatura, Umidade,...) | 82 | 91% |
| Controle CD - Controle Transversal (Gramatura, Umidade,...) | 63 | 70% |
| APC - <i>Advanced Process Control</i> (Controle Avançado) | 59 | 66% |
| WIS - <i>Web Inspection System</i> (Sistema Detector de Defeitos) | 47 | 52% |
| WMS - <i>Web Monitoring System</i> (Sistema de Câmeras) | 57 | 63% |
| PIMS - <i>Plant Information Management System</i> | 71 | 79% |

Nota: A soma das respostas supera 100% devido possibilidade de múltipla escolha.

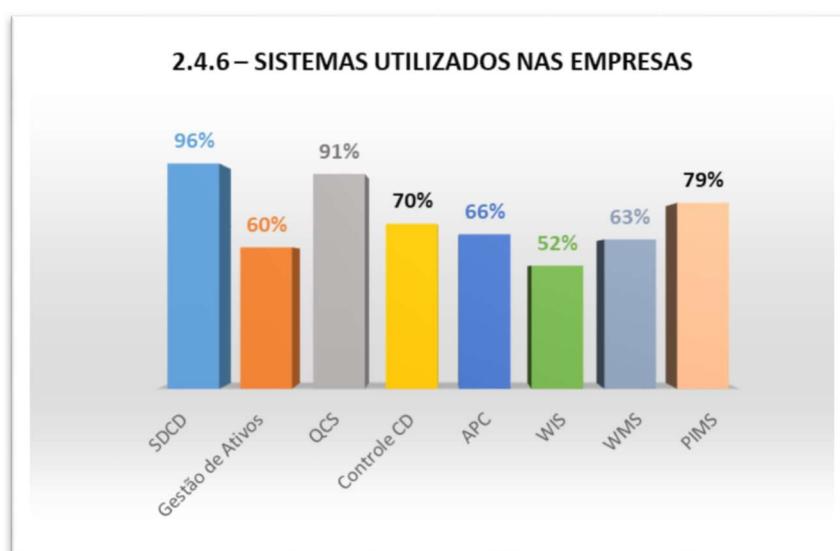


Figura 74 – Sistemas de automação e controle utilizados nas empresas – (C&P).

5.2.4.7 Quantidade de profissionais de automação

O sétimo questionamento realizado para o setor de Manutenção e Engenharia – Automação das indústrias de C&P foi relacionado a quantidade de profissionais de automação nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados inicialmente com as respostas obtidas por todos os respondentes (Celulose e Papel), conforme mostrado na Figura 75 e posteriormente estratificados por tipo de indústria, ou seja, foram divididos em Celulose (C), Papel Integrado com Celulose (PI) e Papel Não Integrado com Celulose (PNI) para um melhor entendimento dos resultados, conforme mostrado nas Figuras (76, 77 e 78).

Pergunta 2.4.7: A quantidade de profissionais de automação (Técnicos, Tecnólogos e Bacharelados) na empresa é:

1. Celulose e Papel:

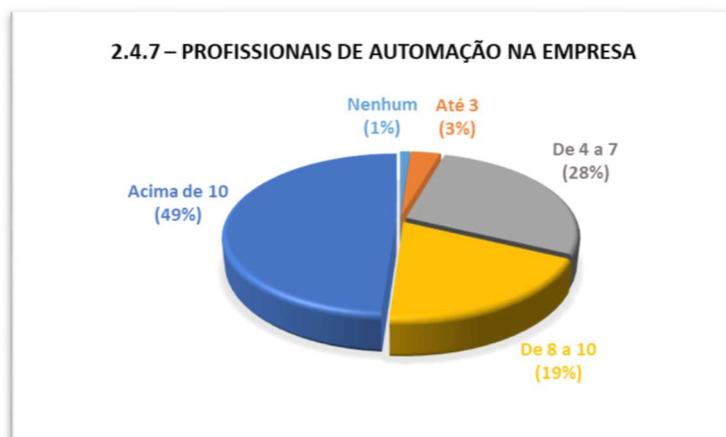


Figura 75 – Quantidade de profissionais de automação nas empresas – (C&P).

2. Celulose (C):

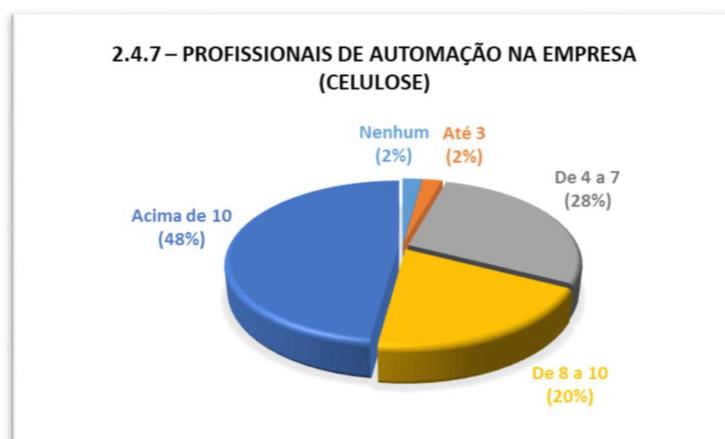


Figura 76 – Quantidade de profissionais de automação nas empresas – (C).

3. Papel Integrado com Celulose (PI):

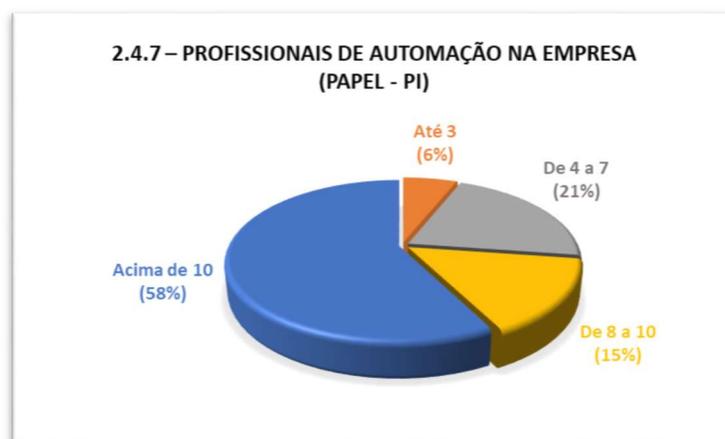


Figura 77 – Quantidade de profissionais de automação nas empresas – (PI).

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):

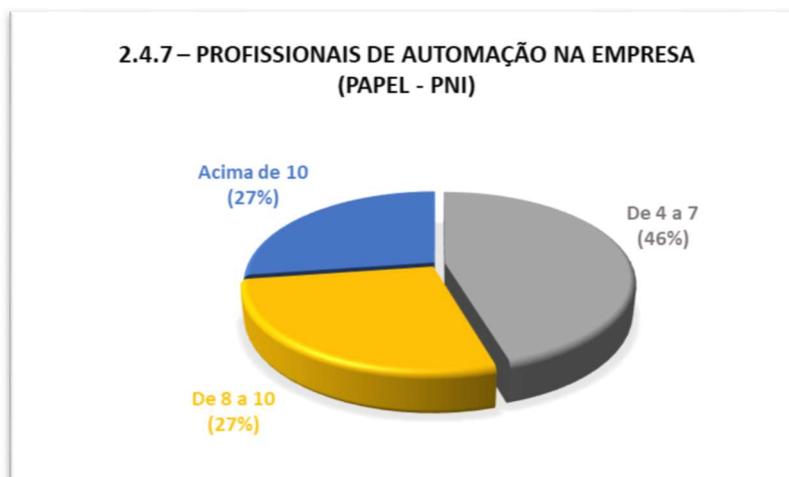


Figura 78 – Quantidade de profissionais de automação nas empresas – (PNI).

5.2.4.8 Parte 2 - Setor (Manutenção e Engenharia - Automação): Análise dos resultados

Nesta segunda parte da pesquisa *survey* foi realizada também uma avaliação sobre a Transformação Digital no setor de Manutenção e Engenharia – Automação, abordando os seguintes tópicos: nível de automação, integração TI/TA, classificação da integração Automação e TI, protocolos de comunicação, sistemas de automação/controlado e a quantidade de profissionais nas indústrias de C&P.

Com relação ao nível de automação das indústrias de celulose e papel, foi utilizada a tradicional pirâmide de automação para avaliação (Figura 5). Para melhor compreensão e determinação do nível de automação de cada planta industrial, foi utilizada uma pirâmide com 6 camadas, iniciando com a base (Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores) até o topo da pirâmide (Gestão do Negócio).

Segundo os profissionais de Automação que participaram da pesquisa, o nível de automação das indústrias de C&P está distribuído do **nível 2** (Controle de Processo) ao **nível 6** (Gestão do Negócio), sendo que **33%** destes respondentes disseram que o setor de C&P está classificado no **nível 4** (Gestão da Planta Industrial) e **29%** no **nível 5** (Gestão Corporativa), porém, somente **19%** dos respondentes classificaram as indústrias de C&P como **nível 6** (Gestão do Negócio), ou seja, utiliza BI (*Business Intelligence*). Analisando os resultados sobre o nível de automação por tipo de indústria, tem-se: nível alto (C: Nível 6 = 33%) e nível médio (PI: Nível 4 = 39% e PNI: Nível 4 = 46%).

Segundo a CNI (2016), o uso da automação para identificação de produtos e condições operacionais é o caminho natural da digitalização no processo produtivo e para que ocorra a digitalização deve existir uma integração vertical consistente nas empresas e conseqüentemente uma integração entre Tecnologia de Automação (TA) e Tecnologia da Informação (TI). Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram que a maioria dos respondentes (58%) disseram que existe uma integração padronizada entre TA/TI nas indústrias de C&P, sendo este resultado obtido por 69% dos profissionais das empresas de celulose e 58% dos profissionais das empresas de papel integrado com celulose, porém, para 38% dos profissionais de Automação das indústrias de C&P não existe uma integração padronizada entre TA/TI e este resultado foi obtido devido 73% dos profissionais das empresas de papel não integrado com celulose responderem que não existe integração TA/TI nas indústrias de PNI.

Para complementar a avaliação do nível de automação das indústrias de C&P, foi solicitado na pesquisa *survey* para que os profissionais de Automação classificassem a integração entre Automação e TI. Para avaliar esta integração foram utilizados 4 níveis de gerações digitais (G1, G2, G3 e G4) definidos pela CNI – Confederação Nacional das Indústrias por meio do IEL – Instituto Euvaldo Lodi nos relatórios sobre os Riscos e Oportunidades para o Brasil diante de Inovações Disruptivas (IEL, 2017 e IEL, 2018). O resultado obtido foi que **57%** dos respondentes classificaram a integração entre Automação e TI nas indústrias de C&P entre **G1** (Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual) e **G2** (Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas) e somente **16%** dos respondentes disseram que a integração entre Automação e TI é **G4** (Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões). Com relação ao nível de integração entre Automação e TI por tipo de indústria, tem-se: nível médio/alto (**C**: Geração 3 = 41% e Geração 4 = 22%), nível médio (**PI**: Geração 2 = 61%) e nível médio/baixo (**PNI**: Geração 2 = 46% e Geração 1 = 46%).

Foram apresentados os seguintes protocolos para os respondentes: Comunicação 4-20mA, HART, WirelessHart, Foundation Fieldbus, Profibus DP/PA, Profinet, Ethernet-IP, Modbus, OPC, OPC UA, EtherCAT, DeviceNet e ControlNet. Destes protocolos os 5 mais utilizados nas empresas de C&P foram: Comunicação 4-20mA, HART, Profibus DP/PA, Ethernet-IP e OPC.

Outra questão abordada na pesquisa *survey* foi diagnosticar qual protocolo de comunicação industrial é mais utilizado nas indústrias de C&P. Dentre os protocolos de comunicação apresentados acima, foi solicitado na pesquisa para que os profissionais de Automação indicassem qual é o mais utilizado na empresa que os mesmos trabalham e como resultado, mais de 50% dos respondentes disseram que os protocolos mais utilizados nas indústrias de C&P são **Comunicação 4-20mA (38%)** e **HART (19%)**, justificando assim os 52% dos respondentes que classificaram o nível de automação entre 2 (Controle de Processo) e 4 (Gestão da Planta Industrial). Dentre os protocolos de comunicação utilizados nas empresas de C&P, o mais utilizado é Comunicação 4/20mA.

Foram apresentados os principais sistemas de automação e controle para os respondentes: SDCD, Sistema de Gestão de Ativos, QCS (*Quality Control System*), Controle CD (Controle Transversal), APC (*Advanced Process Control*), WIS (*Web Inspection System*), WMS (*Web Monitoring System*) e PIMS (*Plant Information Management System*). Destes sistemas de automação e controle, os 3 mais utilizados nas empresas de C&P foram: SDCD, QCS e PIMS.

Outro ponto importante foi a questão sobre a quantidade de profissionais de Automação nas empresas. A maioria dos respondentes (49%) disseram que as empresas possuem acima de 10 profissionais de Automação, porém, este resultado foi “puxado” pelos profissionais das empresas de celulose que representam 51% dos respondentes de Automação e também pelos profissionais das empresas de papel integrado com celulose que representam 37% dos respondentes de Automação. Já a maioria dos profissionais das empresas de papel não integrado com celulose (46%) disseram que estas empresas possuem de 4 a 7 profissionais de Automação e estes profissionais representam 12% dos respondentes de Automação.

5.2.5 Setor: Produção

No setor de Produção foram selecionadas as questões de utilização de MES (*Manufacturing Execution System*), ERP (*Enterprise Resource Planning*), coleta automática de dados de processo, coleta automática de dados de máquinas e nível de integração de dados coletados nas empresas de C&P, tendo a participação de 71 profissionais divididos em C = 30 (43%), PI = 22 (31%) e PNI = 19 (27%). A conceituação deste setor foi realizada por meio de 5 perguntas conforme descritas abaixo.

5.2.5.1 Utilização de MES

O primeiro questionamento realizado para o setor de Produção das indústrias de C&P foi relacionado a utilização de MES (*Manufacturing Execution System*) nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 79.

*Pergunta 2.5.1: A empresa que você trabalha utiliza MES
(Manufacturing Execution System)?*



Figura 79 – Utilização do MES nas empresas – (C&P).

5.2.5.2 Utilização de ERP

O segundo questionamento realizado para o setor de Produção das indústrias de C&P foi relacionado a utilização de ERP (*Enterprise Resource Planning*) nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 80.

Pergunta 2.5.2: A empresa que você trabalha utiliza ERP (Enterprise Resource Planning)?



Figura 80 – Utilização do ERP nas empresas – (C&P).

5.2.5.3 Coleta de dados de processo

O terceiro questionamento realizado para o setor de Produção das indústrias de C&P foi relacionado a coleta automática de dados de processo nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 81.

Pergunta 2.5.3: Existe coleta automática de dados de processo?

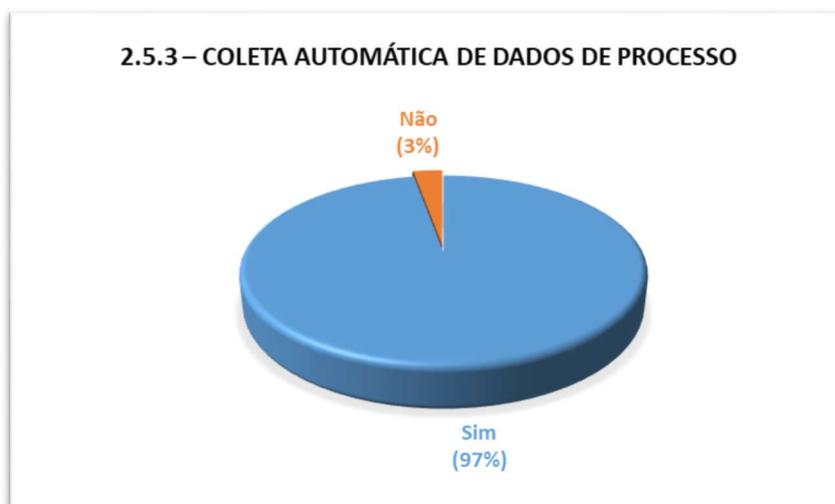


Figura 81 – Coleta automática de dados de processo nas empresas – (C&P).

5.2.5.4 Coleta de dados de máquinas

O quarto questionamento realizado para o setor de Produção das indústrias de C&P foi relacionado a coleta automática de dados de máquinas nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 82.

Pergunta 2.5.4: Existe coleta automática de dados de máquinas?

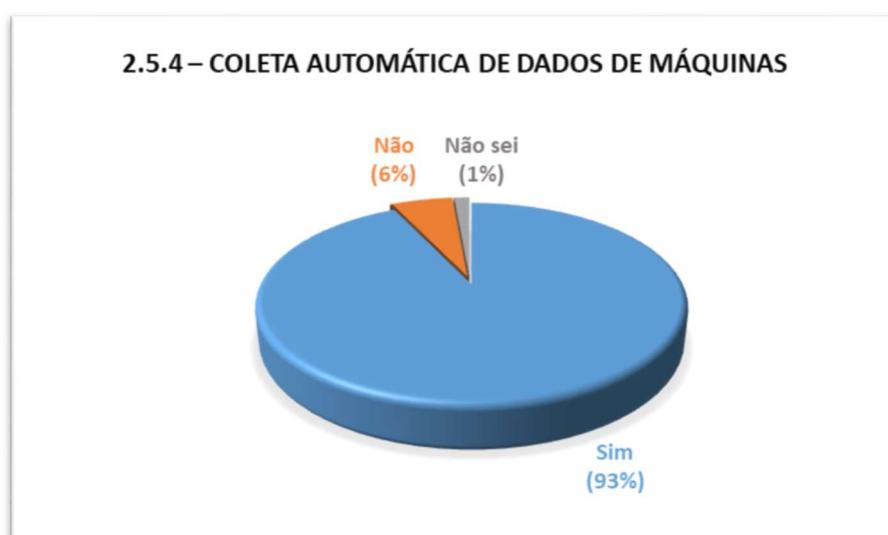


Figura 82 – Coleta automática de dados de máquinas nas empresas – (C&P).

5.2.5.5 Nível de integração de dados

O quinto questionamento realizado para o setor de Produção das indústrias de C&P foi relacionado ao nível de integração de dados coletados nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 83.

Pergunta 2.5.5: Qual nível de integração de dados coletados?

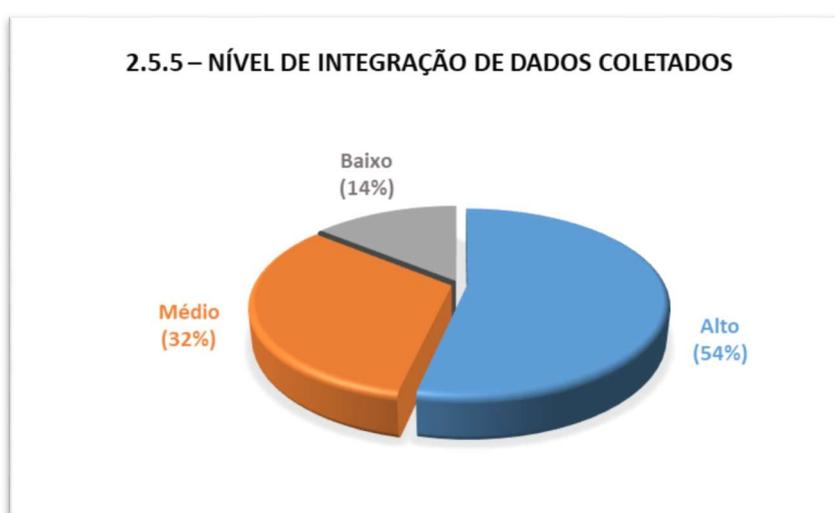


Figura 83 – Nível de integração de dados coletados nas empresas – (C&P).

5.2.5.6 Parte 2 - Setor (Produção): Análise dos resultados

Nesta segunda parte da pesquisa *survey* foi realizada também uma avaliação sobre a Transformação Digital no setor de Produção, abordando os seguintes tópicos: utilização de MES (*Manufacturing Execution System*), ERP (*Enterprise Resource Planning*), coleta automática de dados de processo, coleta automática de dados de máquinas e nível de integração de dados coletados das empresas de C&P.

Segundo Gama (2009), o MES (*Manufacturing Execution System*) é responsável pelo gerenciamento do processo de produção. Para Berti (2010) o MES “é um sistema de controle para gerenciamento e monitoramento de estoque em processo em um chão-de-fábrica e mantém registro de todas as informações de produção em tempo real, recebendo dados atualizados de máquinas, robôs e empregados”. Nesta pesquisa *survey* os resultados mostraram que a maioria

dos profissionais das indústrias de C&P (55%) disseram que as empresas utilizam MES, porém, 24% dos profissionais disseram que as empresas não utilizam esta ferramenta importante para o gerenciamento da produção.

De acordo com Capelli (2014), o ERP (*Enterprise Resource Planning*) é “uma plataforma de software desenvolvida para integrar os diversos departamentos de uma empresa, facilitando o fluxo das informações entre todos os processos da organização”. Sendo assim, o ERP torna-se uma ferramenta importante para a produção e nesta pesquisa *survey* os resultados mostraram que a maioria dos profissionais das indústrias de C&P (70%) disseram que as empresas utilizam ERP, porém, 17% dos profissionais disseram que as empresas não utilizam e isto tem um impacto direto na integração vertical e horizontal de uma empresa.

As próximas questões foram sobre coleta automática de dados de processo e máquinas. Anteriormente foi apresentado os resultados do setor de Automação sobre utilização dos sistemas de automação e controle, onde o terceiro sistema mais utilizado nas indústrias de C&P é o PIMS (*Plant Information Management System*). Este sistema é responsável pela coleta automática de dados através de interfaces (normalmente OPC) e depois armazena estes dados, tendo como função principal ser um historiador de dados (*Big Data*). Os profissionais do setor de produção responderam estas questões, onde a maioria deles disseram que existe coleta automática de dados de processo (97%) e existe coleta automática de dados de máquinas (93%).

De acordo com Stevan Júnior et al., (2018), a integração é essencial para a Indústria 4.0, pois os sistemas irão interagir entre si em toda a cadeia e os processos de fabricação serão conectados verticalmente e horizontalmente. Mesmo com os resultados acima descritos, onde as indústrias de C&P possuem coleta automática de dados de processo e máquinas, o *Big Data* não está sendo utilizado plenamente, ou seja, para que se tenha um alto nível de integração de dados coletados, os mesmos devem estar disponíveis de forma automática nos sistemas de gestão, como por exemplo no ERP. Nesta pesquisa *survey* os resultados obtidos mostraram que a maioria dos respondentes (54%) disseram que o nível de integração dos dados coletados nas indústrias de C&P é alto, porém, 32% dos profissionais disseram que o nível de integração dos dados coletados nas indústrias de C&P é médio e 14% dos profissionais disseram que o nível de integração dos dados coletados é baixo. A maioria dos respondentes disseram que existe coleta automática de dados, porém quase metade dos respondentes disseram que não existe integração, ou seja, utilização plena destes dados coletados.

5.3 Parte 3: Conceituação sobre Transformação Digital – Geral

A terceira parte da pesquisa consiste em realizar uma conceituação sobre a Transformação Digital nas indústrias de celulose e papel. Participaram desta pesquisa, profissionais dos setores de Presidência / Diretoria, TI, S&OP e Logística, Manutenção e Engenharia – Automação e Produção, sendo 221 respondentes divididos em C = 95 (43%), PI = 71 (32%) e PNI = 55 (25%). A conceituação geral foi realizada por meio de 6 perguntas conforme descritas abaixo.

5.3.1 Tecnologias habilitadoras

O primeiro questionamento realizado para os profissionais das indústrias de C&P foi relacionado a aplicação das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Tabela 20 e Figura 84.

Pergunta 3.1: Dentre as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 abaixo descritas, quais você define como sendo aplicáveis na indústria que você trabalha?

Tabela 20 – Tecnologias habilitadoras da I4.0 aplicáveis nas empresas – (C&P).

| 3.1 – Tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 aplicáveis nas empresas | Qtde | (%) |
|--|-------------|------------|
| IoT (<i>Internet of Things</i>) | 129 | 58% |
| IoS (<i>Internet of Services</i>) | 104 | 47% |
| Segurança Cibernética | 114 | 52% |
| Computação em Nuvem | 163 | 74% |
| Big Data | 144 | 65% |
| Inteligência Artificial | 117 | 53% |
| Robótica Avançada | 79 | 36% |
| Realidade Aumentada | 92 | 42% |
| Simulação Virtual | 124 | 56% |
| Nota: A soma das respostas supera 100% devido possibilidade de múltipla escolha. | | |

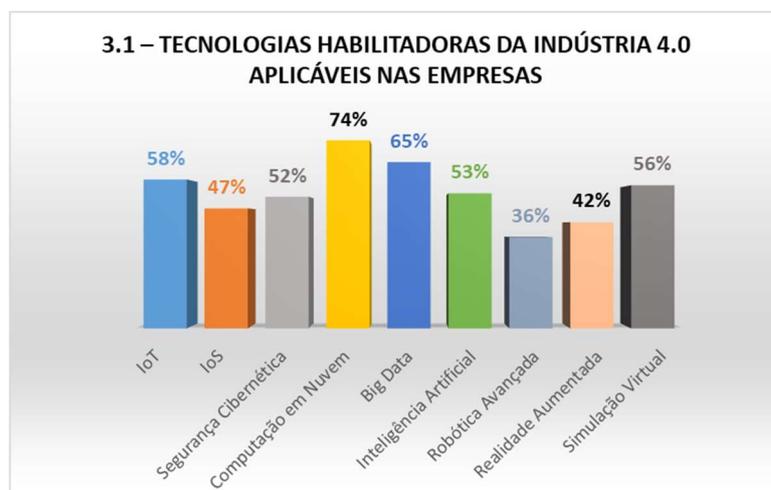


Figura 84 – Tecnologias habilitadoras da I4.0 aplicáveis nas empresas – (C&P).

5.3.2 Engajamento da empresa em Indústria 4.0

O segundo questionamento realizado para os profissionais das indústrias de C&P foi relacionado ao engajamento das empresas no desenvolvimento da Indústria 4.0. Os resultados abaixo descritos foram apresentados inicialmente com as respostas obtidas por todos os respondentes (Celulose e Papel), conforme mostrado na Tabela 21 e Figura 85. Posteriormente os resultados foram estratificados por tipo de indústria, ou seja, foram divididos em Celulose (C), Papel Integrado com Celulose (PI) e Papel Não Integrado com Celulose (PNI) para um melhor entendimento dos resultados, conforme mostrado nas Tabelas (22, 23 e 24) e Figuras (86, 87 e 88).

Pergunta 3.2: Qual o engajamento da sua empresa no desenvolvimento da Indústria 4.0?

1. Celulose e Papel:

Tabela 21 - Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (C&P).

| 3.2 – Engajamento da empresa no desenvolvimento da I4.0 | Qtde |
|--|------------|
| Alto (Diretoria ou Comitê está conduzindo a Indústria 4.0 dentro da empresa) | 79 |
| Médio (Existem alguns grupos dentro da empresa com trabalhos isolados em Indústria 4.0) | 92 |
| Baixo (Não existe nenhum trabalho de Indústria 4.0 implantado dentro da empresa) | 45 |
| Não existe | 5 |
| Total Geral | 221 |

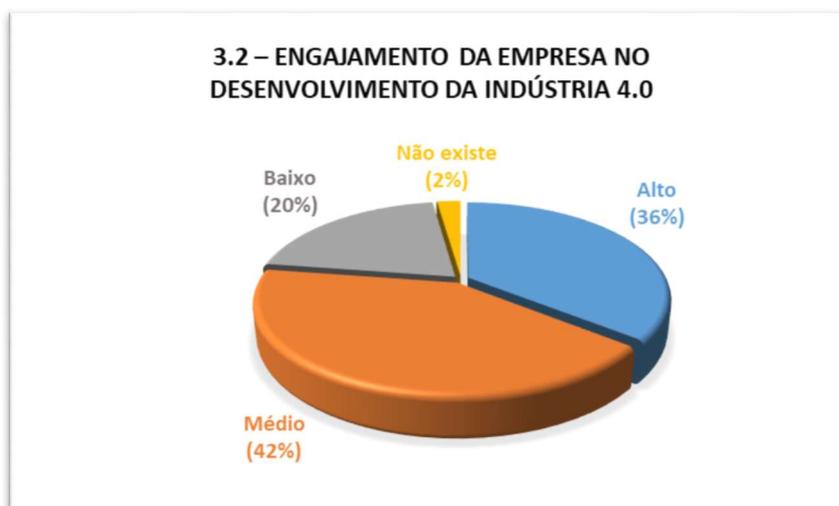


Figura 85 – Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (C&P).

2. Celulose (C):

Tabela 22 - Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (C).

| 3.2 – Engajamento da empresa no desenvolvimento da I4.0 (Celulose) | Qtde |
|--|-----------|
| Alto (Diretoria ou Comitê está conduzindo a Indústria 4.0 dentro da empresa) | 40 |
| Médio (Existem alguns grupos dentro da empresa com trabalhos isolados em Indústria 4.0) | 43 |
| Baixo (Não existe nenhum trabalho de Indústria 4.0 implantado dentro da empresa) | 10 |
| Não existe | 2 |
| Total Geral | 95 |

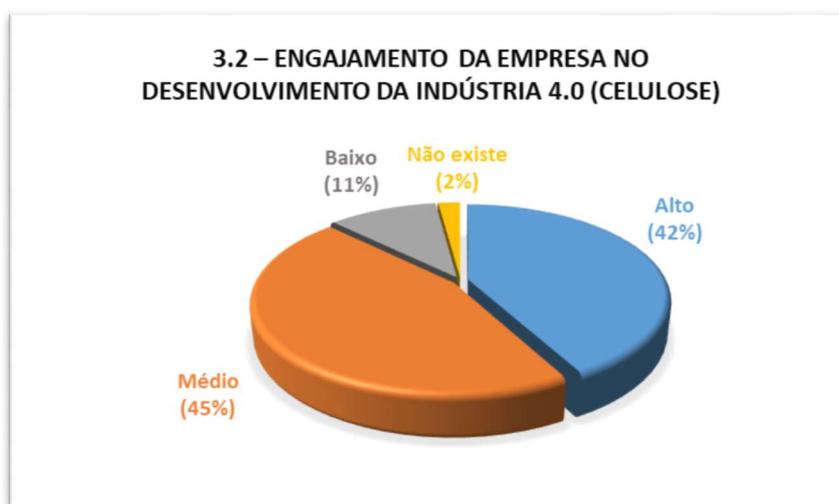


Figura 86 – Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (C).

3. Papel Integrado com Celulose (PI):

Tabela 23 - Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (PI).

| 3.2 – Engajamento da empresa no desenvolvimento da I4.0 (Papel - PI) | Qtde |
|--|-----------|
| Alto (Diretoria ou Comitê está conduzindo a Indústria 4.0 dentro da empresa) | 33 |
| Médio (Existem alguns grupos dentro da empresa com trabalhos isolados em Indústria 4.0) | 29 |
| Baixo (Não existe nenhum trabalho de Indústria 4.0 implantado dentro da empresa) | 8 |
| Não existe | 1 |
| Total Geral | 71 |

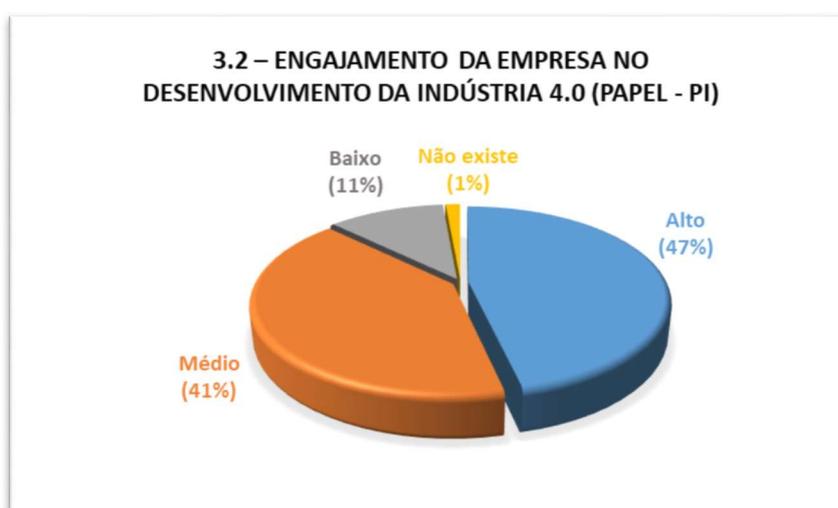


Figura 87 – Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (PI).

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):

Tabela 24 - Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (PNI).

| 3.2 – Engajamento da empresa no desenvolvimento da I4.0 (Papel - PNI) | Qtde |
|--|-----------|
| Alto (Diretoria ou Comitê está conduzindo a Indústria 4.0 dentro da empresa) | 6 |
| Médio (Existem alguns grupos dentro da empresa com trabalhos isolados em Indústria 4.0) | 20 |
| Baixo (Não existe nenhum trabalho de Indústria 4.0 implantado dentro da empresa) | 27 |
| Não existe | 2 |
| Total Geral | 55 |

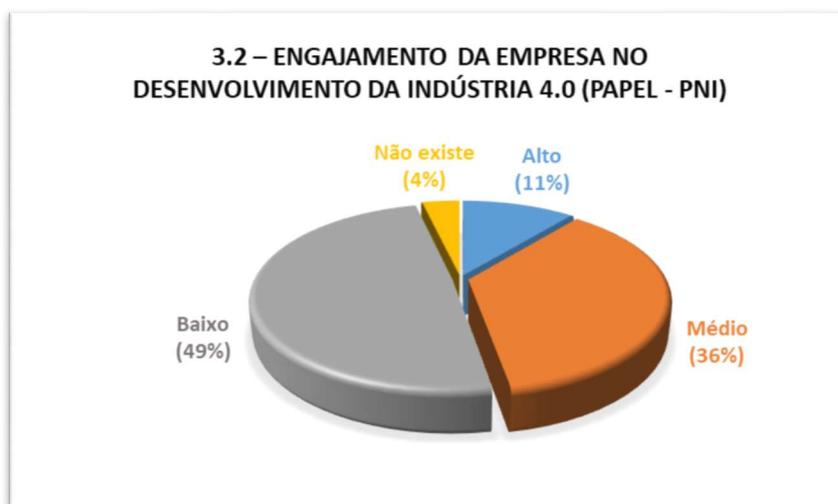


Figura 88 – Engajamento das empresas no desenvolvimento da I4.0 – (PNI).

5.3.3 Implementação da Indústria 4.0

O terceiro questionamento realizado para os profissionais das indústrias de C&P foi relacionado a implementação da Indústria 4.0 nas empresas. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 89.

Pergunta 3.3: Como está a implementação da Indústria 4.0 onde você trabalha?



Figura 89 – Implementação da Indústria 4.0 nas empresas – (C&P).

5.3.4 Nível de envolvimento da liderança da empresa em Indústria 4.0

O quarto questionamento realizado para os profissionais das indústrias de C&P foi relacionado ao nível de envolvimento das lideranças das empresas em Indústria 4.0. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Tabela 25 e Figura 90.

Pergunta 3.4: Qual o nível de envolvimento da liderança da empresa com a Indústria 4.0?

Tabela 25 - Nível de envolvimento das lideranças com a I4.0 – (C&P).

| 3.4 – Nível de envolvimento da liderança com a Indústria 4.0 | Qtde |
|---|-------------|
| Alto (Acima de 75%) | 70 |
| Médio (De 25 a 75%) | 75 |
| Baixo (Até 25%) | 60 |
| Não existe | 16 |
| Total Geral | 221 |

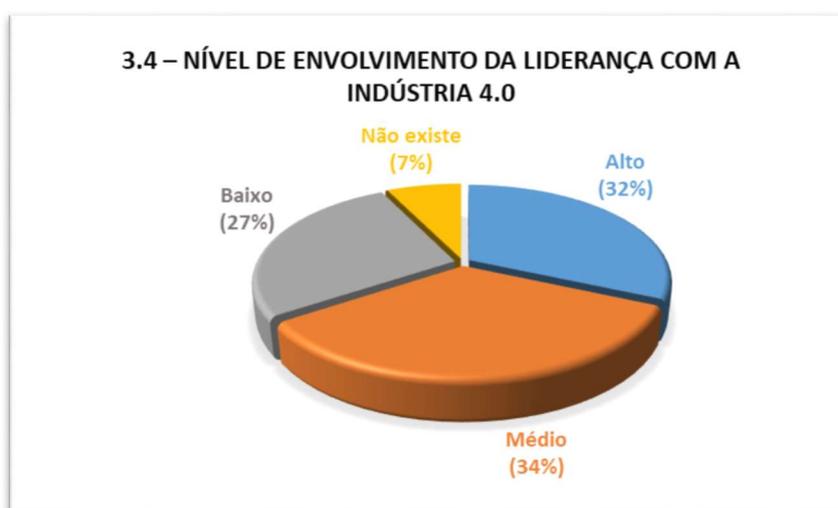


Figura 90 – Nível de envolvimento das lideranças com a I4.0 – (C&P).

5.3.5 Ameaças para Indústria 4.0 no Brasil

O quinto questionamento realizado para os profissionais das indústrias de C&P foi relacionado as ameaças para a Indústria 4.0 no Brasil. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Tabela 26 e Figura 91.

Pergunta 3.5: Quais são as ameaças para a Indústria 4.0 no Brasil?

Tabela 26 – Ameaças para a Indústria 4.0 no Brasil – (C&P).

| 3.5 – Ameaças para a Indústria 4.0 no Brasil | Qtde | (%) |
|---|-------------|------------|
| Custo | 183 | 83% |
| Burocracia | 67 | 30% |
| Medo da mudança | 90 | 41% |
| Incentivo do Governo | 54 | 24% |
| Falta de mão de obra qualificada | 109 | 49% |

Nota: A soma das respostas supera 100% devido possibilidade de múltipla escolha.

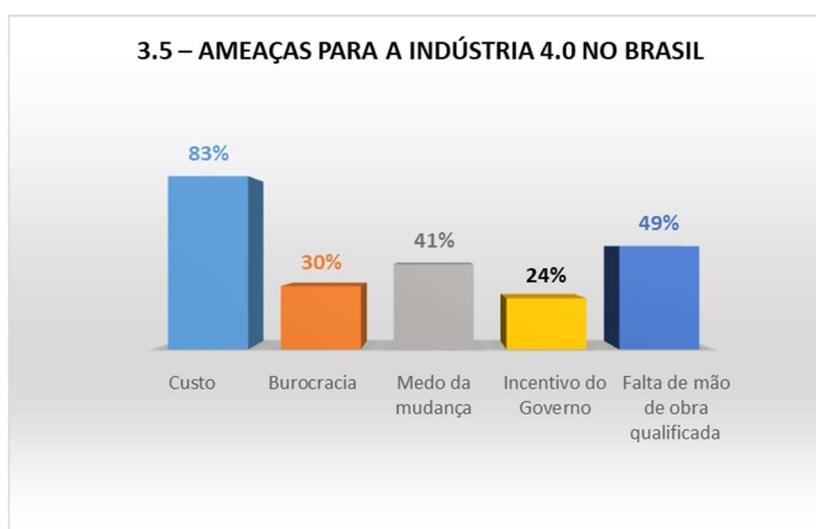


Figura 91 – Ameaças para a Indústria 4.0 no Brasil – (C&P).

5.3.6 Decreto Nº 9.319/18: Sistema Nacional para a Transformação Digital

O sexto questionamento realizado para os profissionais das indústrias de C&P foi relacionado ao Decreto Nº 9.319/18 que instituiu o Sistema Nacional para a Transformação Digital (SinDigital). Os resultados abaixo descritos foram apresentados inicialmente com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 92.

Pergunta 3.6: Você conhece o Decreto Nº 9.319/18 que instituiu o Sistema Nacional para a Transformação Digital (SinDigital) e estabelece a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital)?

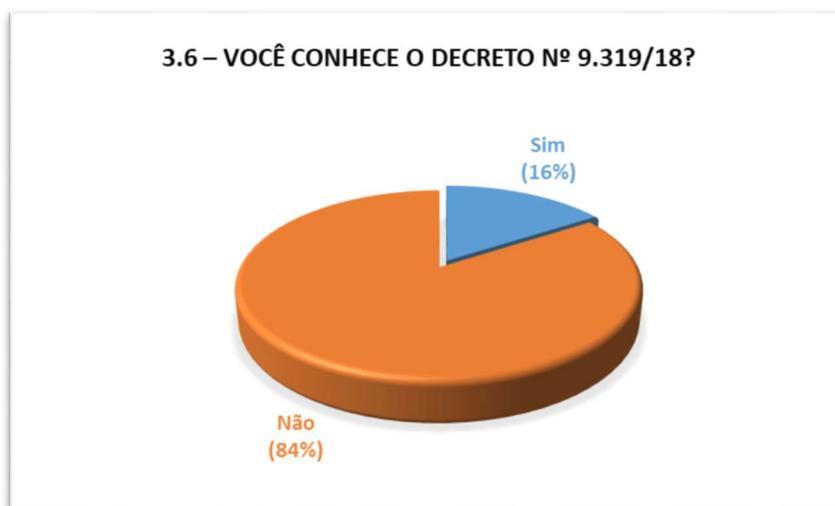


Figura 92 – Conhecimento no Decreto Nº 9.319/18 – (C&P).

5.3.6.1 Parte 3: Análise dos resultados

Nesta terceira parte da pesquisa *survey* foi realizada uma avaliação sobre a Transformação Digital com todos os setores que participaram da pesquisa abordando os seguintes tópicos: aplicação das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, engajamento das empresas no desenvolvimento da Indústria 4.0, implementação da Indústria 4.0, nível de envolvimento das lideranças das empresas com a Indústria 4.0, ameaças para a Indústria 4.0 no Brasil e Decreto Nº 9.319/18 que instituiu o Sistema Nacional para a Transformação Digital.

Analisando os resultados sobre quais tecnologias habilitadoras são aplicáveis nas empresas de celulose e papel, conclui-se que a maioria dos respondentes (74%) disseram que a tecnologia habilitadora Computação em Nuvem tem aplicação nas empresas, assim como *Big Data* para 65% dos respondentes e IoT (*Internet of Things*) para 58% dos respondentes. O trabalho da CNI (2018) realizado com grandes empresas sobre utilização de tecnologias digitais apresentou como resultado as mesmas tecnologias acima descritas, porém na seguinte ordem: *Big Data* (21%), Computação em Nuvem (16%) e IoT (11%).

Com relação ao engajamento das indústrias de C&P no desenvolvimento da Indústria 4.0, foram utilizados 3 níveis para classificação (Alto, Médio e Baixo). Os resultados mostraram que **42%** dos profissionais disseram que o engajamento é **médio** (existem alguns grupos dentro da empresa com trabalhos isolados em Indústria 4.0), **36%** dos profissionais disseram que o engajamento é **alto** (a Diretoria ou Comitê está conduzindo a Indústria 4.0 dentro da empresa) e **20%** dos profissionais disseram que o engajamento é **baixo** (não existe nenhum trabalho de

Indústria 4.0 implantado dentro da empresa). Para uma melhor compreensão do engajamento foi utilizada análise por tipo de indústria e os resultados foram os seguintes: nível médio/alto (C: Médio = 45% / Alto = 42% e PI: Alto = 46% / Médio = 40%) e nível médio/baixo (PNI: Baixo = 49% / Médio = 36%).

Antes de analisar os resultados sobre a implementação da Indústria 4.0 nas empresas de C&P deve-se considerar a seguinte sequência lógica: **Em estudo** (está sendo avaliada a viabilidade técnica e financeira do investimento); **Em planejamento** (o investimento foi aprovado e está na fase de planejamento); **Projeto Piloto** (está sendo implementado um primeiro projeto) e **Implantação Parcial** (já existem projetos implementados e outros em andamento). Considerando as respostas dos profissionais das indústrias de C&P e a sequência acima tem-se: **Em estudo** (24%); **Em planejamento** (21%); **Projeto Piloto** (19%) e **Implantação Parcial** (24%). Além dos resultados acima descritos, 12% dos respondentes disseram que não existe implementação da Indústria 4.0. Desta forma conclui-se que 43% dos profissionais confirmaram a implementação da Indústria 4.0 nas empresas de C&P.

Com relação ao nível de envolvimento da liderança com a Indústria 4.0, foram utilizados 3 níveis para classificação (Alto, Médio e Baixo). Os resultados mostraram que **34%** dos profissionais disseram que o nível de envolvimento da liderança é **médio**, **32%** dos profissionais disseram que o nível de envolvimento da liderança é **alto** e **27%** dos profissionais disseram que o o nível de envolvimento da liderança é **baixo**. Somente **7%** dos profissionais disseram que não existe envolvimento da liderança. Assim como um alto nível de engajamento, um alto nível de envolvimento da liderança será fundamental para que ocorra uma Transformação Digital na empresa. Neste aspecto as empresas de C&P precisam evoluir para que as mesmas possam alavancar a implementação da Indústria 4.0.

Outra questão abordada na pesquisa foi sobre as ameaças para a Indústria 4.0 no Brasil e as respostas mostraram que o custo é a principal ameaça na opinião de 83% dos respondentes, seguido pela falta de mão de obra qualificada, medo da mudança, burocracia e por último ficou o incentivo do governo.

A última questão foi sobre o Decreto Nº 9.319/18 que instituiu o Sistema Nacional para a Transformação Digital (SinDigital) e a maioria dos respondentes disseram que não conhecem o Decreto. Desta forma ficou evidente que existe uma lacuna entre o governo e as indústrias, ou seja, precisa melhorar a sinergia entre as partes interessadas (Governo e Indústria).

5.4 Parte 4: Profissional 4.0

A quarta parte da pesquisa consiste em realizar uma conceituação sobre o Profissional 4.0 nas indústrias de celulose e papel. Participaram desta pesquisa, profissionais dos setores de Presidência / Diretoria, TI, S&OP e Logística, Manutenção e Engenharia – Automação e Produção, sendo 221 respondentes divididos em C = 95 (43%), PI = 71 (32%) e PNI = 55 (25%). A conceituação foi realizada por meio de 6 perguntas conforme descritas abaixo.

5.4.1 Conhecimento dos profissionais de automação em Indústria 4.0

O primeiro questionamento realizado para os profissionais das indústrias de C&P foi relacionado ao conhecimento dos profissionais de automação nas tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 93.

Pergunta 4.1: Os profissionais que atuam atualmente na área de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0



Figura 93 – Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 – (C&P).

5.4.2 Conhecimentos em TI e TA

O segundo questionamento realizado para os profissionais das indústrias de C&P foi relacionado ao conhecimento do profissional 4.0 em TI (Tecnologia da Informação) e TA (Tecnologia de Automação). Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 94.

Pergunta 4.2: Técnico 4.0/Engenheiro 4.0 deve possuir conhecimentos em TI (Tecnologia da Informação) e TA (Tecnologia de Automação)?

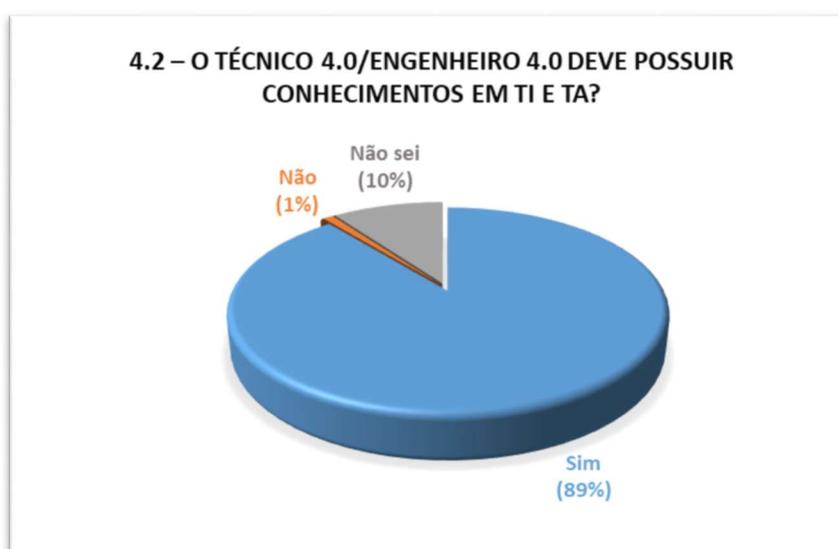


Figura 94 – Conhecimento do profissional 4.0 em TI e TA – (C&P).

5.4.3 Disponibilidade de profissionais no mercado

O terceiro questionamento realizado para os profissionais das indústrias de C&P foi relacionado a disponibilidade de profissionais especializados em Indústria 4.0 no mercado. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Tabela 27 e Figura 95.

Pergunta 4.3: Qual a disponibilidade de profissional especializado em Indústria 4.0 no mercado atualmente?

Tabela 27 – Disponibilidade de profissional 4.0 no mercado – (C&P).

| 4.3 – Disponibilidade de profissional especializado em Indústria 4.0 no mercado | Qtde |
|---|------------|
| Alto (Está disponível no mercado) | 3 |
| Médio (Encontra com alguma dificuldade) | 69 |
| Baixo (Necessita de formação) | 141 |
| Não existe | 8 |
| Total Geral | 221 |

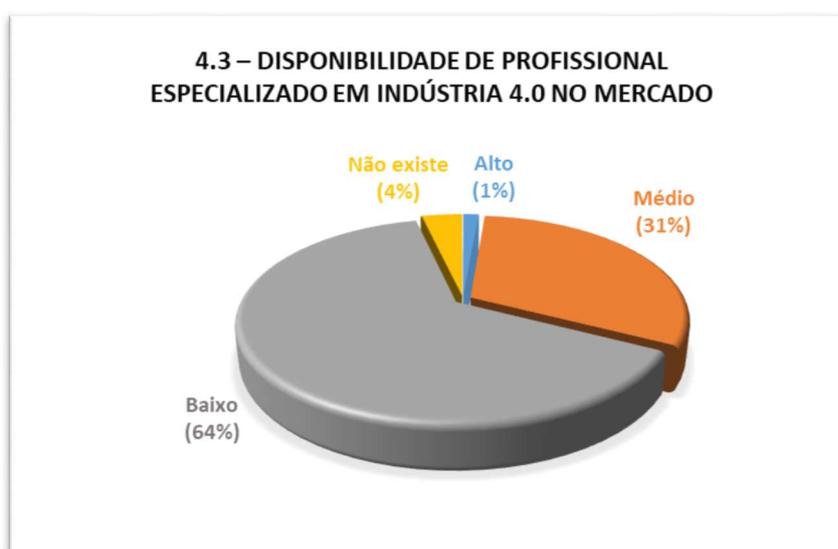


Figura 95 – Disponibilidade de profissional 4.0 no mercado – (C&P).

5.4.4 Instituições de Ensino

O quarto questionamento realizado para os profissionais das indústrias de C&P foi relacionado as instituições de ensino e formação dos profissionais 4.0 para o mercado. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 96.

Pergunta 4.4: As instituições de ensino estão preparadas para fornecer este profissional para o mercado?



Figura 96 – Instituições de ensino e a formação do profissional 4.0 – (C&P).

5.4.5 Profissional 4.0 pronto para o mercado

O quinto questionamento realizado para os profissionais das indústrias de C&P foi relacionado a quando o profissional 4.0 estará preparado para o mercado. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 97.

Pergunta 4.5: Quando você vê o Profissional 4.0 preparado:



Figura 97 – Profissional 4.0 preparado para o mercado – (C&P).

5.4.6 Formação de profissional 4.0

O sexto questionamento realizado para os profissionais das indústrias de C&P foi relacionado a quem é o maior responsável pela formação do profissional 4.0. Os resultados abaixo descritos foram apresentados com as respostas obtidas por todos os respondentes, conforme mostrado na Figura 98.

Pergunta 4.6: Qual o maior responsável pela formação do Profissional 4.0?



Figura 98 – Responsável pela formação do profissional 4.0 – (C&P).

5.4.6.1 Parte 4: Análise dos resultados

Nesta quarta parte da pesquisa *survey* foi realizada uma avaliação sobre o Profissional 4.0 com todos os setores que participaram da pesquisa abordando os seguintes tópicos: conhecimento dos profissionais de automação nas tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, conhecimento do profissional 4.0 em TI (Tecnologia da Informação) e TA (Tecnologia de Automação), disponibilidade de profissionais especializados em Indústria 4.0 no mercado, instituições de ensino e formação dos profissionais 4.0 para o mercado, quando o profissional 4.0 estará preparado para o mercado e quem é o maior responsável pela formação do profissional 4.0.

Nesta pesquisa *survey* os resultados mostraram que a maioria dos profissionais das indústrias de C&P (38%) disseram que os profissionais de automação possuem conhecimento nas tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, porém, 32% dos profissionais disseram que os profissionais de automação não possuem conhecimento nas tecnologias habilitadoras e 30% disseram que não sabiam. Desta forma pode-se concluir que segundo a maioria dos respondentes (62%), os profissionais de automação não possuem conhecimento nas tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0.

Analisando os resultados sobre o conhecimento do profissional 4.0 em TI (Tecnologia da Informação) e TA (Tecnologia de Automação) na opinião de profissionais das empresas de celulose e papel, conclui-se que a maioria dos respondentes (89%) disseram que o profissional 4.0 deve conhecer TI e TA.

Considerando as respostas obtidas nas questões anteriores, onde os profissionais de automação não possuem conhecimento nas tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 e que devem possuir conhecimento em TI e TA, os resultados sobre a disponibilidade de profissional especializado em Indústria 4.0 no mercado justifica as respostas anteriores, ou seja, a maioria dos respondentes disseram que a disponibilidade de profissional especializado em Indústria 4.0 é baixa, ficando evidente a necessidade de formação.

Analisando os resultados sobre as instituições de ensino e formação dos profissionais 4.0, na opinião dos profissionais das empresas de celulose e papel, conclui-se que a maioria dos respondentes (61%) disseram que as instituições de ensino não estão preparadas para fornecer este profissional para o mercado.

O resultado da questão anterior justifica os resultados sobre quando o profissional 4.0 estará preparado para o mercado. Na opinião dos profissionais das empresas de C&P, conclui-se que a maioria dos respondentes (44%) disseram que o profissional 4.0 estará preparado daqui 5 anos e este resultado pode ser explicado com a resposta da maioria dos respondentes (61%), ou seja, as instituições de ensino não estão preparadas para fornecer este profissional para o mercado.

A outra questão foi sobre a responsabilidade pela formação do profissional 4.0, sendo considerados como responsáveis por esta formação, o Governo, Instituição de Ensino e Indústria. Os resultados mostraram que a maioria dos respondentes (61,5%) disseram que a responsabilidade é de **todos** (Governo, Instituição de Ensino e Indústria).

5.5 Análise dos Resultados

Neste capítulo são apresentadas as conclusões por meio dos resultados obtidos com a pesquisa *survey*, assim como pela análise das hipóteses.

5.5.1 Pesquisa *Survey*

Para melhor compreensão dos resultados apresentados neste trabalho, foram selecionados alguns tópicos importantes que foram abordados na pesquisa *survey* por meio de um quadro síntese que utiliza um mapa de cores classificando os tópicos por nível (baixo, médio e alto) e compara os tipos de indústrias do setor C&P (Figura 99).

| NÍVEL | Digitalização | Integração Vertical | Integração Horizontal | Nível Automação | Integração TA/TI | Engajamento em I4.0 |
|---------------------|----------------|---------------------|-----------------------|-----------------|------------------|---------------------|
| Papel Não Integrado | Médio Baixo | Médio | Médio | Médio | Médio Baixo | Médio Baixo |
| Papel Integrado | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio Alto |
| Celulose | Alto | Médio Alto | Alto | Alto | Médio Alto | Médio Alto |

Figura 99 – Quadro Síntese - Tabela comparativa entre os tipos de indústrias do setor C&P.

Com os resultados apresentados foi possível obter uma macrovisão deste importante segmento do mercado nacional com relação a jornada 4.0, ou seja, teve-se informações básicas, porém importantes, sobre o nível de automação e integração TA/TI das indústrias de C&P, assim como a utilização das tecnologias habilitadoras para a Transformação Digital e a formação do Profissional 4.0.

5.5.2 Hipóteses

As hipóteses defendidas neste trabalho são referentes a influência do nível de automação, o conhecimento das tecnologias habilitadoras e a integração entre TA e TI nas indústrias de celulose e papel.

Para uma melhor análise dos resultados da pesquisa *survey* e conseqüentemente uma correta verificação das hipóteses propostas neste trabalho, foi realizada uma estratificação com relação a classificação e ao tamanho das empresas de C&P, ou seja, considerando a classificação das indústrias de Celulose (C), Papel - Integrado com Celulose (PI) e Papel - Não Integrado com Celulose (PNI) pela quantidade de colaboradores em Pequena (P), Média (M) e Grande (G).

5.5.2.1 Estratificação: Nível de Automação nas Indústrias de C&P

Considerando as respostas obtidas por meio de todos os respondentes do setor de Automação (Manutenção e Engenharia) das indústrias de C&P (Figura 60), foi estratificado inicialmente a quantidade de respondentes da pesquisa *survey* pelo tamanho das empresas (P, M e G) e posteriormente estratificado pelos tipos de indústrias (C, PI e PNI), conforme mostrado nas Figuras (100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109 e 110) e Tabelas (28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 e 38).

1. Celulose e Papel:



Figura 100 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C&P).

Tabela 28 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C&P).

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa (Respondentes x Tamanho da empresa) | Qtde |
|---|-----------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 82 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 7 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 1 |
| Total Geral | 90 |

2. Celulose (C):

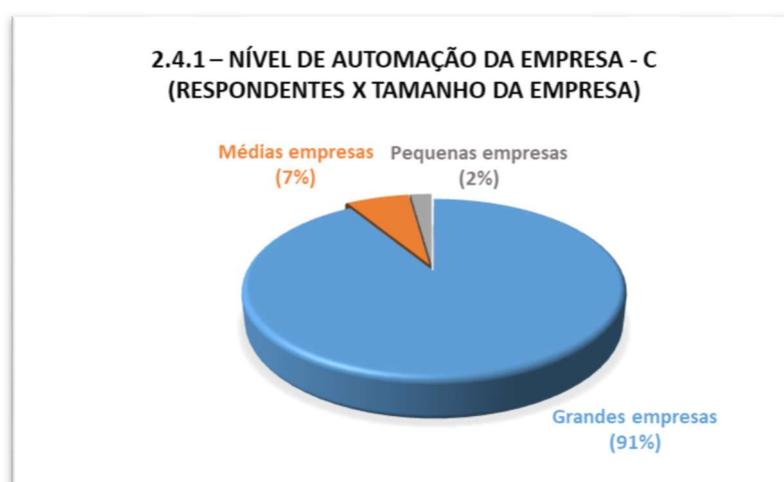


Figura 101 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C).

Tabela 29 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C).

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa - C (Respondentes x Tamanho da empresa) | Qtde |
|---|-----------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 42 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 3 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 1 |
| Total Geral | 46 |

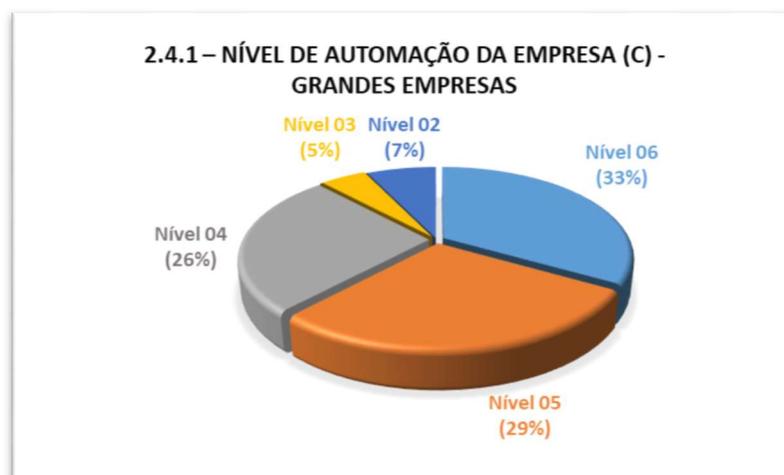


Figura 102 – Estratificação: Nível de Automação (C) – Grandes Empresas.

Tabela 30 - Estratificação: Nível de Automação (C) – Grandes Empresas.

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa (C) - Grandes empresas | Qtde |
|---|-------------|
| Nível 06 – Gestão do Negócio (<i>BI – Business Intelligence</i>) | 14 |
| Nível 05 – Gerenciamento corporativo (<i>ERP - Enterprise Resource Planning</i>) | 12 |
| Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (<i>MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System</i>) | 11 |
| Nível 03 – Supervisão (<i>SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM</i>) | 2 |
| Nível 02 – Controle de processo (<i>PLC, SDCD</i>) | 3 |
| Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | 0 |
| Total Geral | 42 |

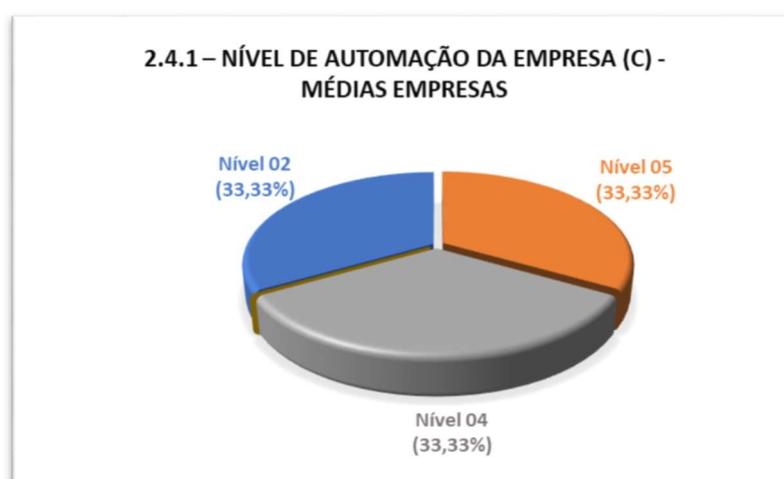
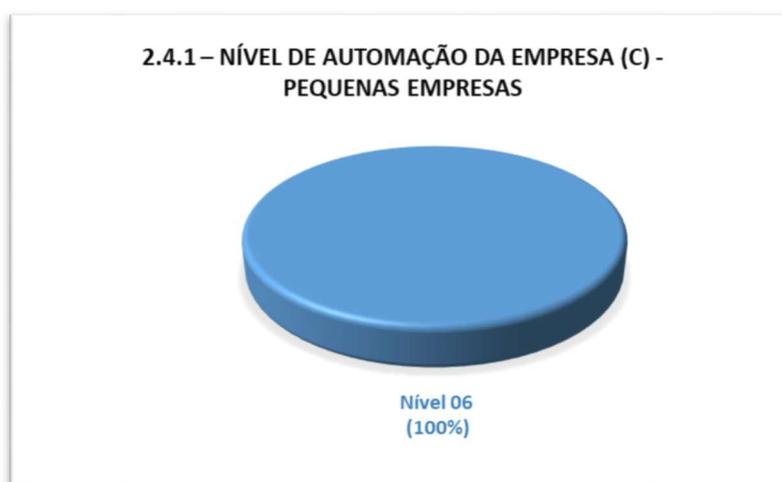


Figura 103 – Estratificação: Nível de Automação (C) – Médias Empresas.

Tabela 31 - Estratificação: Nível de Automação (C) – Médias Empresas.

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa (C) - Médias empresas | Qtde |
|---|-------------|
| Nível 06 – Gestão do Negócio (<i>BI – Business Intelligence</i>) | 0 |
| Nível 05 – Gerenciamento corporativo (<i>ERP - Enterprise Resource Planning</i>) | 1 |
| Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (<i>MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System</i>) | 1 |
| Nível 03 – Supervisão (<i>SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM</i>) | 0 |
| Nível 02 – Controle de processo (<i>PLC, SDCD</i>) | 1 |
| Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | 0 |
| Total Geral | 3 |

**Figura 104 – Estratificação: Nível de Automação (C) – Pequenas Empresas.****Tabela 32 - Estratificação: Nível de Automação (C) – Pequenas Empresas.**

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa (C) - Pequenas empresas | Qtde |
|---|-------------|
| Nível 06 – Gestão do Negócio (<i>BI – Business Intelligence</i>) | 1 |
| Nível 05 – Gerenciamento corporativo (<i>ERP - Enterprise Resource Planning</i>) | 0 |
| Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (<i>MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System</i>) | 0 |
| Nível 03 – Supervisão (<i>SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM</i>) | 0 |
| Nível 02 – Controle de processo (<i>PLC, SDCD</i>) | 0 |
| Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | 0 |
| Total Geral | 1 |

3. Papel Integrado com Celulose (PI):

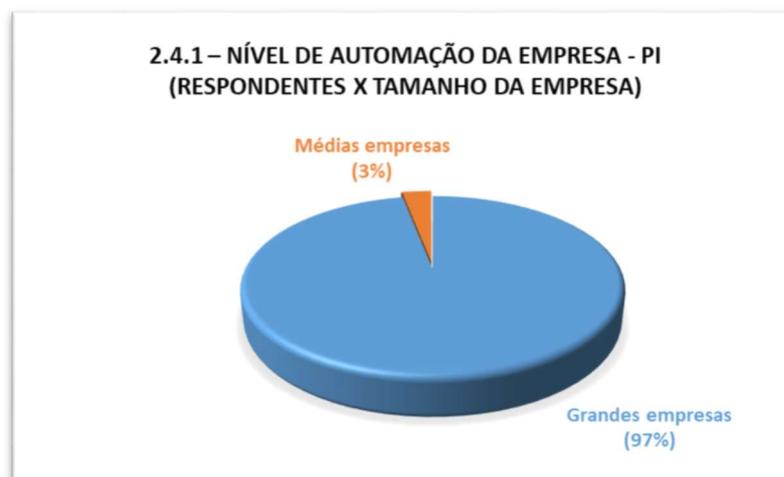


Figura 105 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PI).

Tabela 33 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PI).

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa - PI (Respondentes x Tamanho da empresa) | Qtde |
|--|-----------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 32 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 1 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 0 |
| Total Geral | 33 |

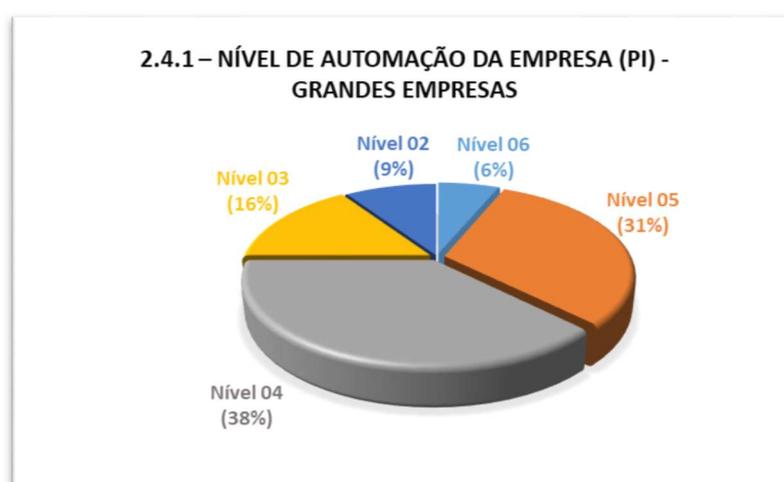


Figura 106 – Estratificação: Nível de Automação (PI) – Grandes Empresas.

Tabela 34 - Estratificação: Nível de Automação (PI) – Grandes Empresas.

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa (PI) - Grandes empresas | Qtde |
|---|-----------|
| Nível 06 – Gestão do Negócio (<i>BI – Business Intelligence</i>) | 2 |
| Nível 05 – Gerenciamento corporativo (<i>ERP - Enterprise Resource Planning</i>) | 10 |
| Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (<i>MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System</i>) | 12 |
| Nível 03 – Supervisão (<i>SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM</i>) | 5 |
| Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | 3 |
| Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | 0 |
| Total Geral | 32 |

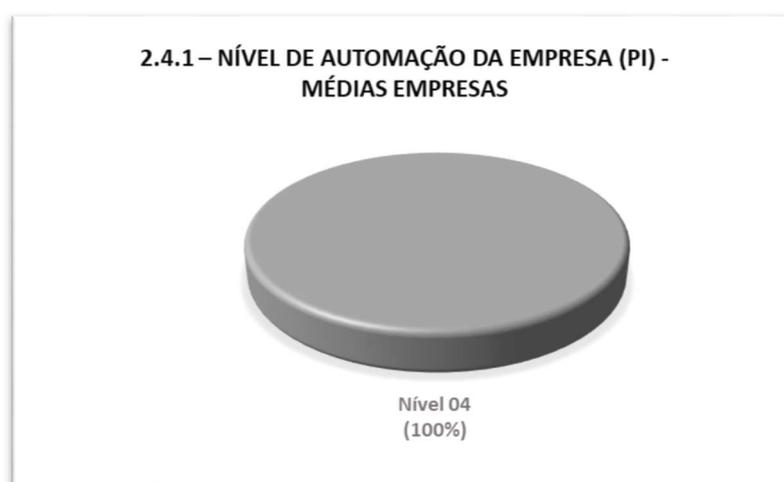


Figura 107 – Estratificação: Nível de Automação (PI) – Médias Empresas.

Tabela 35 - Estratificação: Nível de Automação (PI) – Médias Empresas.

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa (PI) - Médias empresas | Qtde |
|---|----------|
| Nível 06 – Gestão do Negócio (<i>BI – Business Intelligence</i>) | 0 |
| Nível 05 – Gerenciamento corporativo (<i>ERP - Enterprise Resource Planning</i>) | 0 |
| Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (<i>MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System</i>) | 1 |
| Nível 03 – Supervisão (<i>SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM</i>) | 0 |
| Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | 0 |
| Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | 0 |
| Total Geral | 1 |

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):

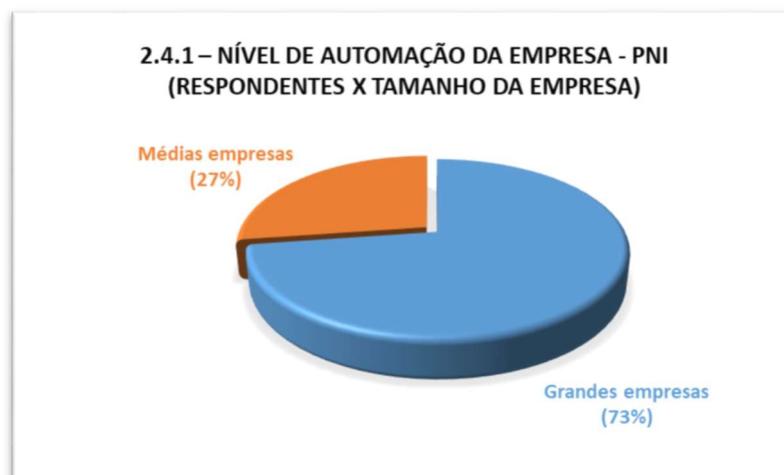


Figura 108 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PNI).

Tabela 36 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PNI).

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa - PNI (Respondentes x Tamanho da empresa) | Qtde |
|---|-----------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 8 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 3 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 0 |
| Total Geral | 11 |

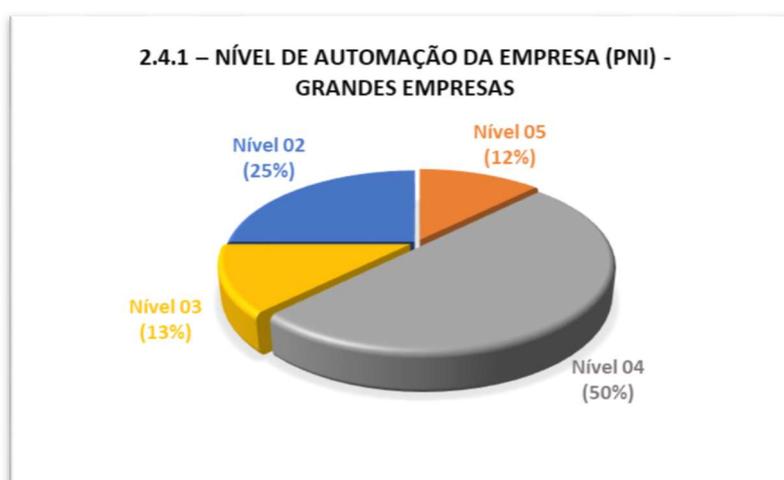
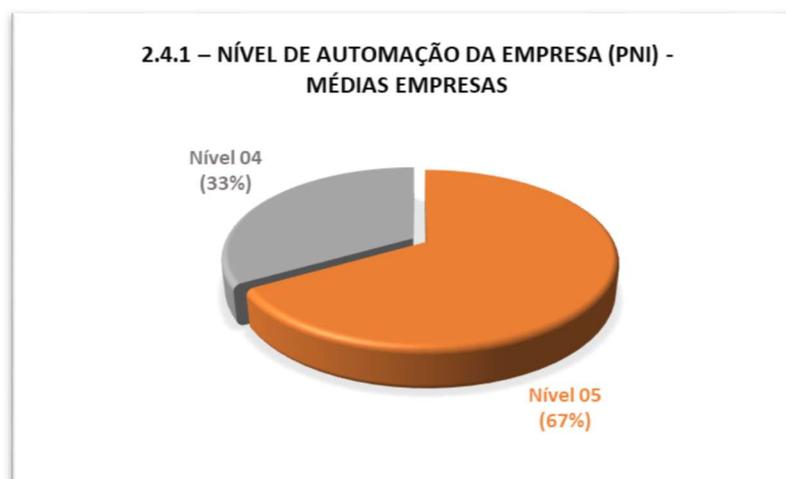


Figura 109 – Estratificação: Nível de Automação (PNI) – Grandes Empresas.

Tabela 37 - Estratificação: Nível de Automação (PNI) – Grandes Empresas.

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa (PNI) - Grandes empresas | Qtde |
|---|-------------|
| Nível 06 – Gestão do Negócio (<i>BI – Business Intelligence</i>) | 0 |
| Nível 05 – Gerenciamento corporativo (<i>ERP - Enterprise Resource Planning</i>) | 1 |
| Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (<i>MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System</i>) | 4 |
| Nível 03 – Supervisão (<i>SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM</i>) | 1 |
| Nível 02 – Controle de processo (<i>PLC, SDCD</i>) | 2 |
| Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | 0 |
| Total Geral | 8 |

**Figura 110 – Estratificação: Nível de Automação (PNI) – Médias Empresas.****Tabela 38 - Estratificação: Nível de Automação (PNI) – Médias Empresas.**

| 2.4.1 – Nível de automação da empresa (PNI) - Médias empresas | Qtde |
|---|-------------|
| Nível 06 – Gestão do Negócio (<i>BI – Business Intelligence</i>) | 0 |
| Nível 05 – Gerenciamento corporativo (<i>ERP - Enterprise Resource Planning</i>) | 2 |
| Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (<i>MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System</i>) | 1 |
| Nível 03 – Supervisão (<i>SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM</i>) | 0 |
| Nível 02 – Controle de processo (<i>PLC, SDCD</i>) | 0 |
| Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | 0 |
| Total Geral | 3 |

5.5.2.2 Estratificação: Nível de Integração TA/TI nas Indústrias de C&P

Considerando as respostas obtidas por meio de todos os respondentes do setor de Automação (Manutenção e Engenharia) das indústrias de C&P (Figura 68), foi estratificado inicialmente a quantidade de respondentes da pesquisa *survey* pelo tamanho das empresas (P, M e G) e posteriormente estratificado pelos tipos de indústrias (C, PI e PNI), conforme mostrado nas Figuras (111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120 e 121) e Tabelas (39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 e 49).

1. Celulose e Papel:



Figura 111 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C&P).

Tabela 39 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C&P).

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa (Respondentes x Tamanho da empresa) | Qtde |
|---|-----------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 82 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 7 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 1 |
| Total Geral | 90 |

2. Celulose (C):

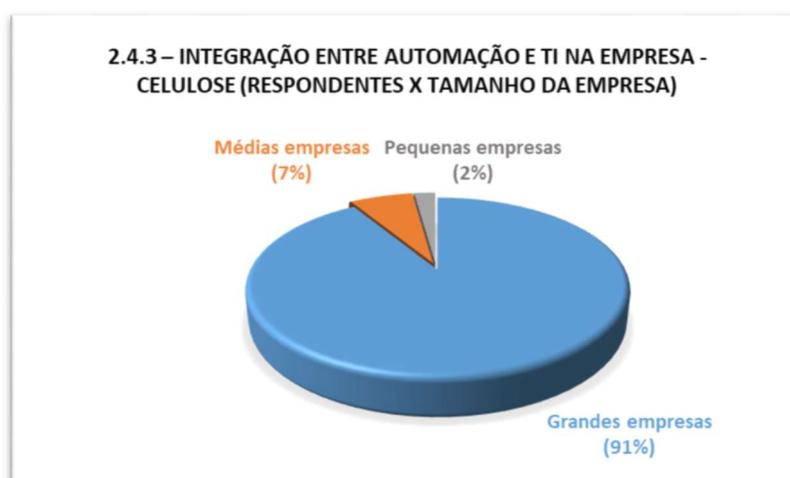


Figura 112 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C).

Tabela 40 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C).

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa - Celulose (Respondentes x Tamanho da empresa) | Qtde |
|--|-----------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 42 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 3 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 1 |
| Total Geral | 46 |

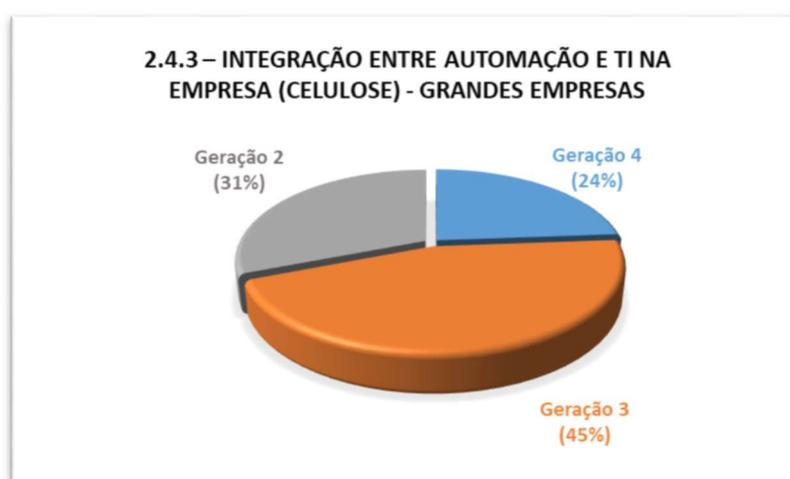


Figura 113 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (C) – Grandes Empresas.

Tabela 41 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (C) – Grandes Empresas.

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa (Celulose) - Grandes empresas | Qtde |
|---|-----------|
| Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 10 |
| Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | 19 |
| Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 13 |
| Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 0 |
| Total Geral | 42 |

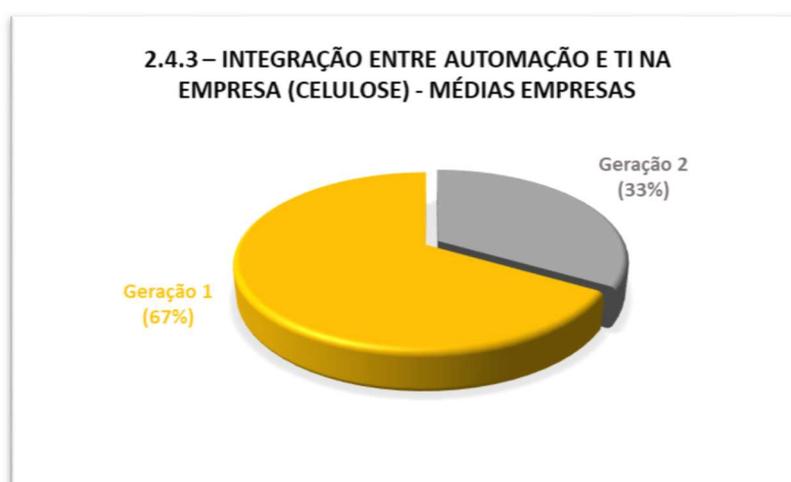


Figura 114 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (C) – Médias Empresas.

Tabela 42 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (C) – Médias Empresas.

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa (Celulose) - Médias empresas | Qtde |
|---|----------|
| Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 0 |
| Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | 0 |
| Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 1 |
| Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 2 |
| Total Geral | 3 |



Figura 115 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (C) – Pequenas Empresas.

Tabela 43 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (C) – Pequenas Empresas.

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa (Celulose) - Pequenas empresas | Qtde |
|--|-------------|
| Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 0 |
| Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | 0 |
| Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 0 |
| Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 1 |
| Total Geral | 1 |

3. Papel Integrado com Celulose (PI):

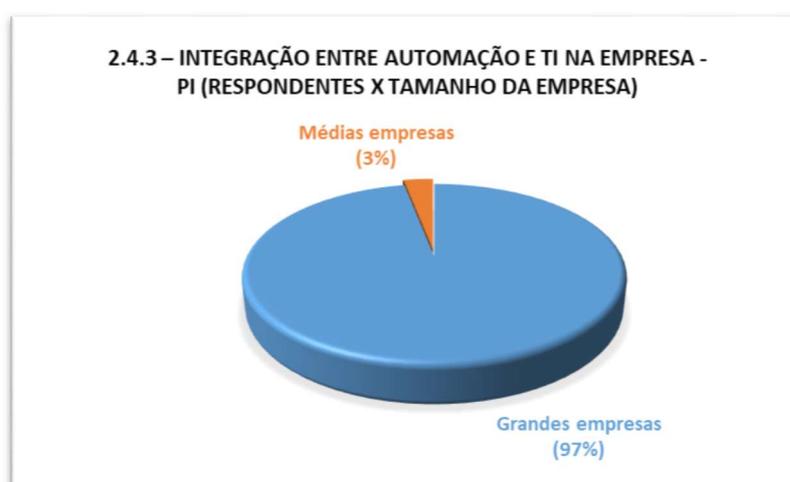


Figura 116 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PI).

Tabela 44 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PI).

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa - PI (Respondentes x Tamanho da empresa) | Qtde |
|--|-----------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 32 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 1 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 0 |
| Total Geral | 33 |

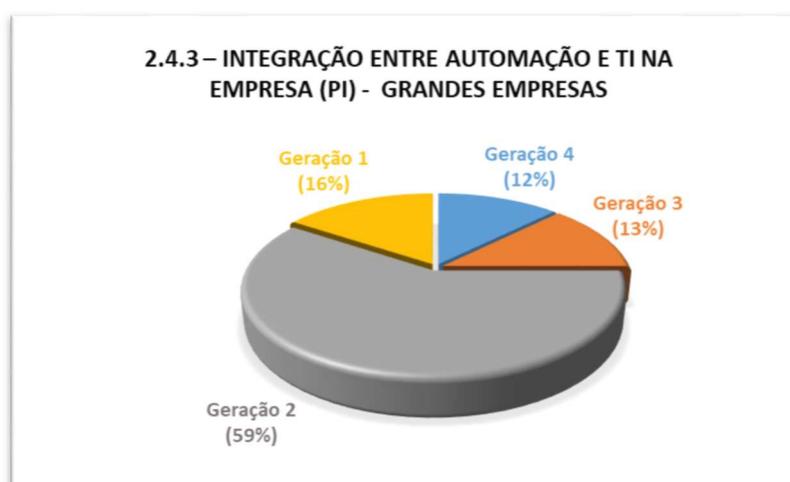


Figura 117 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PI) – Grandes Empresas.

Tabela 45 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PI) – Grandes Empresas.

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa (PI) - Grandes empresas | Qtde |
|--|-----------|
| Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 4 |
| Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | 4 |
| Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 19 |
| Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 5 |
| Total Geral | 32 |

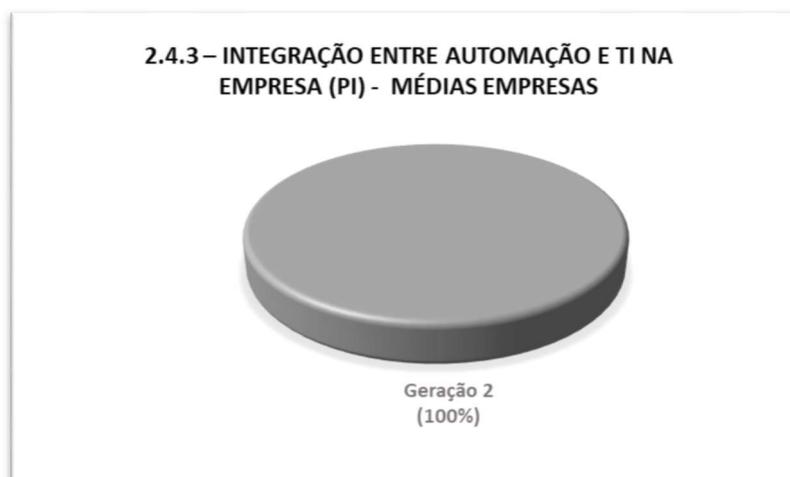


Figura 118 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PI) – Médias Empresas.

Tabela 46 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PI) – Médias Empresas.

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa (PI) - Médias empresas | Qtde |
|--|-------------|
| Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 0 |
| Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | 0 |
| Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 1 |
| Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 0 |
| Total Geral | 1 |

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):

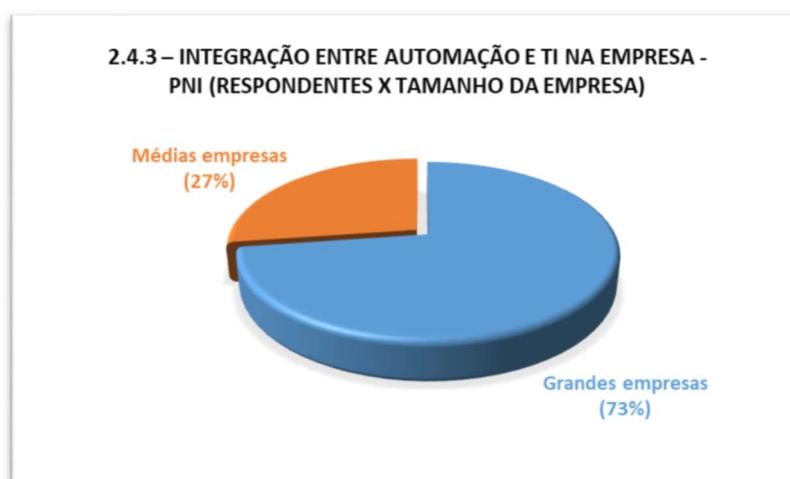


Figura 119 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PNI).

Tabela 47 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PNI).

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa - PNI (Respondentes x Tamanho da empresa) | Qtde |
|--|-----------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 8 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 3 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 0 |
| Total Geral | 11 |

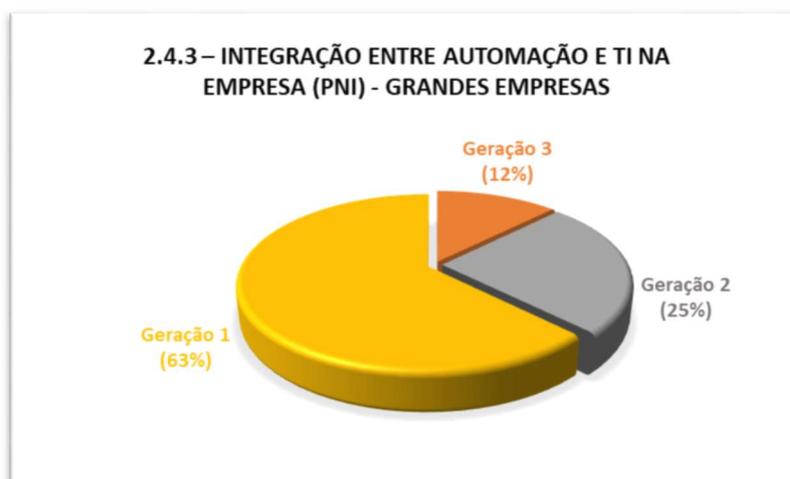


Figura 120 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PNI) – Grandes Empresas.

Tabela 48 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PNI) – Grandes Empresas.

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa (PNI) - Grandes empresas | Qtde |
|--|----------|
| Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 0 |
| Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | 1 |
| Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 2 |
| Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 5 |
| Total Geral | 8 |

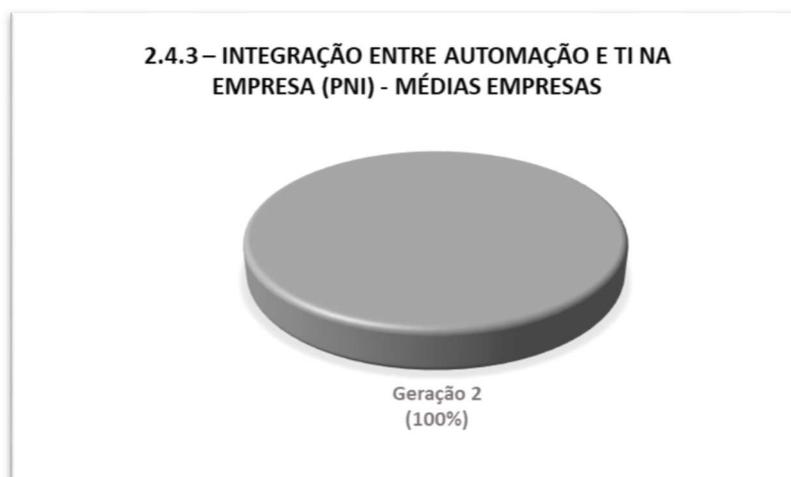


Figura 121 – Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PNI) – Médias Empresas.

Tabela 49 - Estratificação: Nível de Integração TA/TI (PNI) – Médias Empresas.

| 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa (PNI) - Médias empresas | Qtde |
|--|-------------|
| Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 0 |
| Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | 0 |
| Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 3 |
| Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 0 |
| Total Geral | 3 |

5.5.2.3 Estratificação: Conhecimento dos Profissionais de Automação nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0

Considerando as respostas obtidas por meio de todos os respondentes das indústrias de C&P (Figura 93), foi estratificado inicialmente a quantidade de respondentes da pesquisa *survey* pelo tamanho das empresas (P, M e G) e posteriormente estratificado pelos tipos de indústrias (C, PI e PNI), conforme mostrado nas Figuras (122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135 e 136) e Tabelas (50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63 e 64).

1. Celulose e Papel:

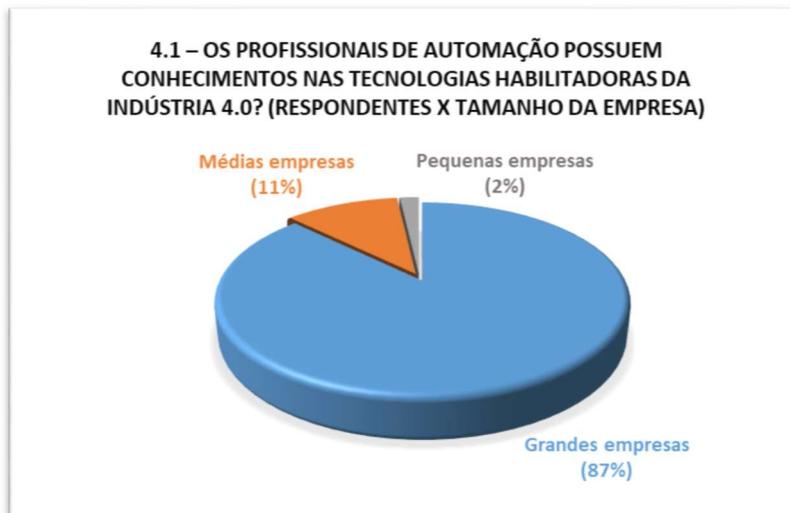


Figura 122 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C&P).

Tabela 50 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C&P).

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? (Respondentes x Tamanho da empresa) | Qtde |
|--|------------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 193 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 24 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 4 |
| Total Geral | 221 |

2. Celulose (C):

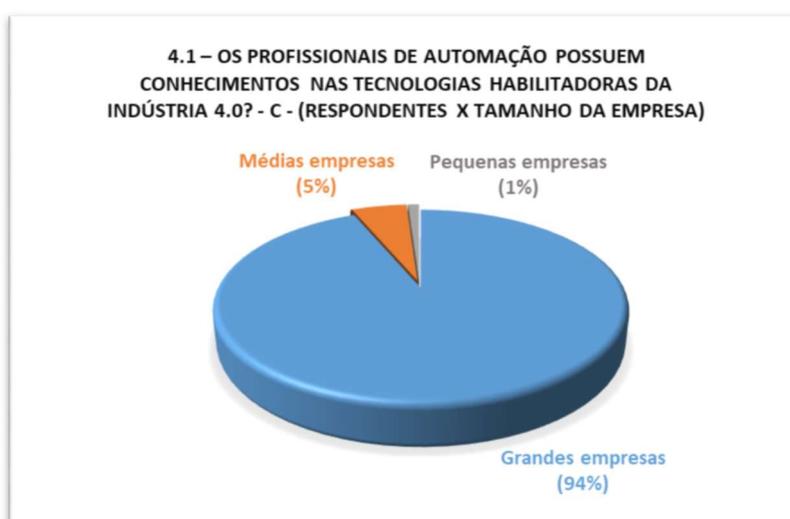


Figura 123 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C).

Tabela 51 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (C).

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? C - (Respondentes x Tamanho da empresa) | Qtde |
|--|-----------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 89 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 5 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 1 |
| Total Geral | 95 |



Figura 124 – Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C).

Tabela 52 - Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C).

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? (Celulose) | Qtde |
|--|-----------|
| Sim | 51 |
| Não | 20 |
| Não sei | 24 |
| Total Geral | 95 |

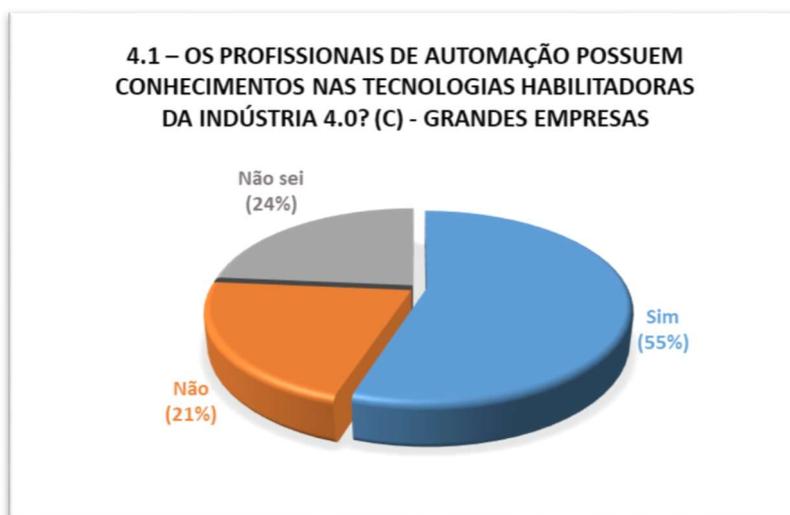


Figura 125 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C) – Grandes Empresas.

Tabela 53 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C) – Grandes Empresas.

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? (C) - Grandes empresas | Qtde |
|--|-----------|
| Sim | 49 |
| Não | 19 |
| Não sei | 21 |
| Total Geral | 89 |



Figura 126 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C) – Médias Empresas.

Tabela 54 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C) – Médias Empresas.

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? (C) - Médias empresas | Qtde |
|---|----------|
| Sim | 2 |
| Não | 1 |
| Não sei | 2 |
| Total Geral | 5 |



Figura 127 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C) – Pequenas Empresas.

Tabela 55 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (C) – Pequenas Empresas.

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? (C) - Pequenas empresas | Qtde |
|---|----------|
| Sim | 0 |
| Não | 0 |
| Não sei | 1 |
| Total Geral | 1 |

3. Papel Integrado com Celulose (PI):

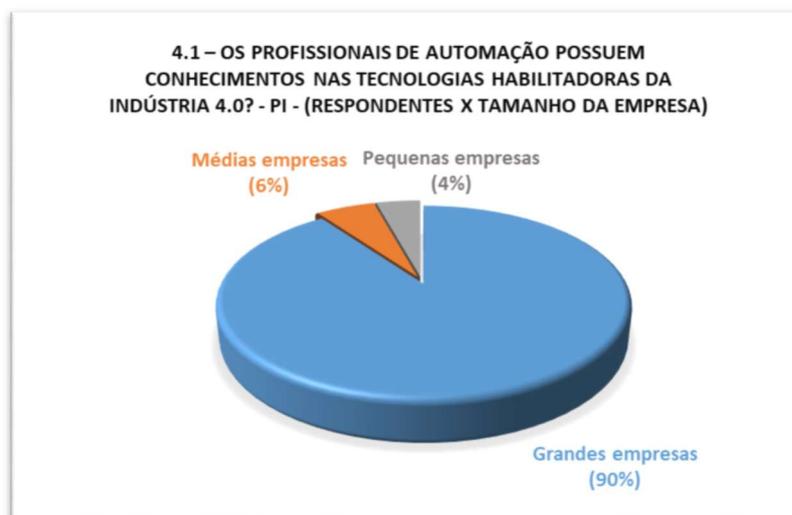


Figura 128 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PI).

Tabela 56 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PI).

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? PI - (Respondentes x Tamanho da empresa) | Qtde |
|---|-----------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 64 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 4 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 3 |
| Total Geral | 71 |



Figura 129 – Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI).

Tabela 57 - Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI).

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? (Papel - PI) | Qtde |
|--|-----------|
| Sim | 22 |
| Não | 31 |
| Não sei | 18 |
| Total Geral | 71 |

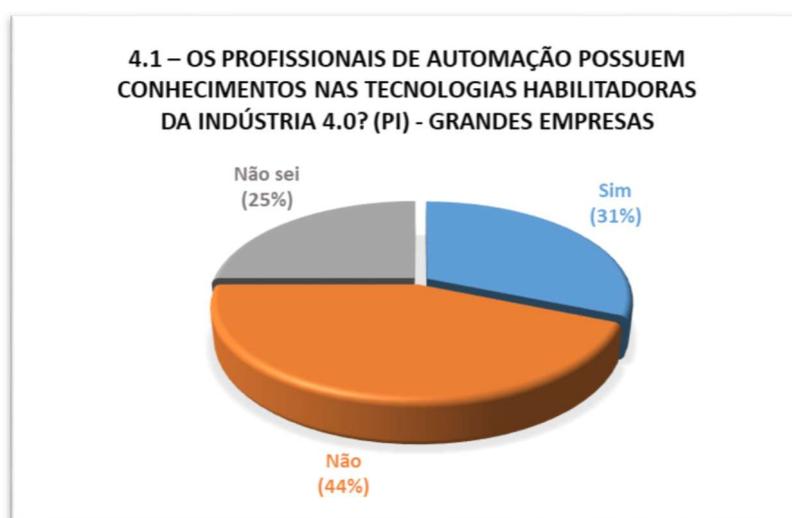


Figura 130 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI) – Grandes Empresas.

Tabela 58 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI) – Grandes Empresas.

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? (PI) - Grandes empresas | Qtde |
|---|-----------|
| Sim | 20 |
| Não | 28 |
| Não sei | 16 |
| Total Geral | 64 |



Figura 131 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI) – Médias Empresas.

Tabela 59 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI) – Médias Empresas.

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? (PI) - Médias empresas | Qtde |
|--|----------|
| Sim | 1 |
| Não | 2 |
| Não sei | 1 |
| Total Geral | 4 |



Figura 132 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI) – Pequenas Empresas.

Tabela 60 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PI) – Pequenas Empresas.

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? (PI) - Pequenas empresas | Qtde |
|---|-------------|
| Sim | 1 |
| Não | 1 |
| Não sei | 1 |
| Total Geral | 3 |

4. Papel Não Integrado com Celulose (PNI):

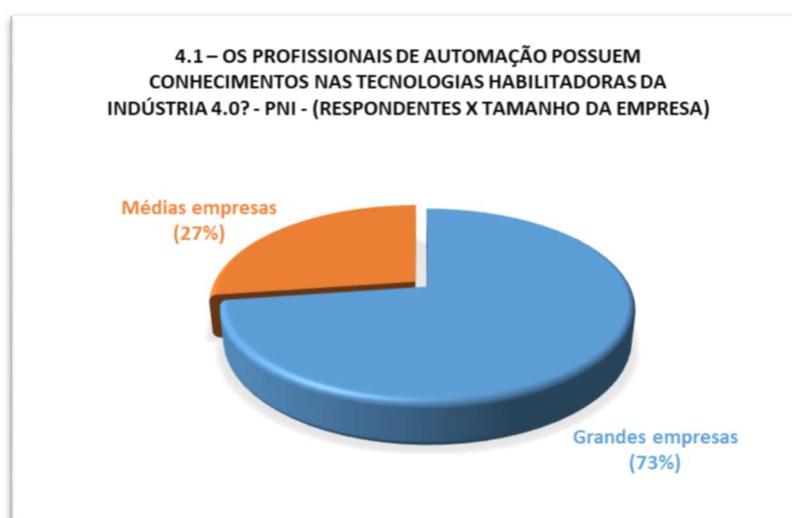


Figura 133 – Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PNI).

Tabela 61 - Estratificação: Quantidade de respondentes por tamanho da empresa (PNI).

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? PNI - (Respondentes x Tamanho da empresa) | Qtde |
|--|-------------|
| Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 40 |
| Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 15 |
| Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.) | 0 |
| Total Geral | 55 |



Figura 134 – Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PNI).

Tabela 62 - Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PNI).

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? (Papel - PNI) | Qtde |
|---|-----------|
| Sim | 11 |
| Não | 19 |
| Não sei | 25 |
| Total Geral | 55 |

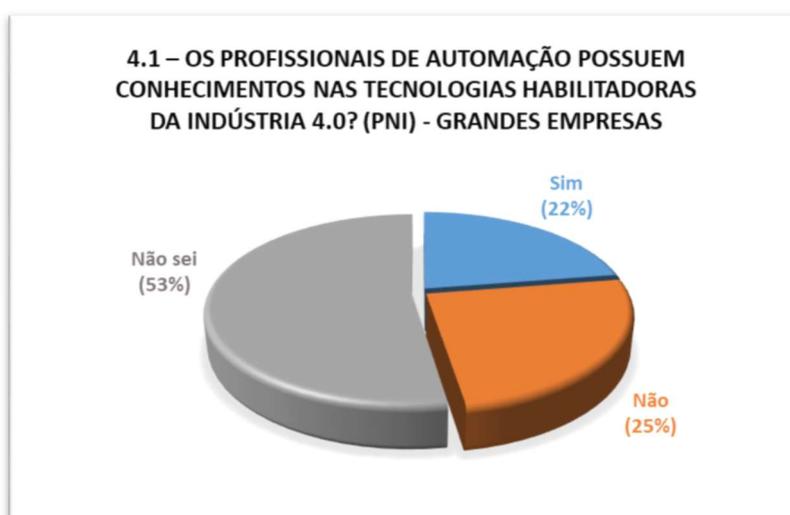


Figura 135 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PNI) – Grandes Empresas.

Tabela 63 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PNI) – Grandes Empresas.

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? (PNI) - Grandes empresas | Qtde |
|---|-------------|
| Sim | 9 |
| Não | 10 |
| Não sei | 21 |
| Total Geral | 40 |



Figura 136 – Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PNI) – Médias Empresas.

Tabela 64 - Estratificação: Conhecimento nas tecnologias habilitadoras da I4.0 (PNI) – Médias Empresas.

| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? (PNI) - Médias empresas | Qtde |
|--|-------------|
| Sim | 2 |
| Não | 9 |
| Não sei | 4 |
| Total Geral | 15 |

5.5.2.4 Análise das Hipóteses

Com os resultados obtidos por meio da pesquisa *survey* e considerando as respostas da maioria dos respondentes para as indústrias de Celulose e Papel, conclui-se que:

- ✓ **H1:** As indústrias brasileiras de celulose possuem um alto nível de automação, contribuindo assim para um menor investimento para a Transformação Digital.

Esta hipótese é verdadeira, pois as indústrias de celulose possuem um nível alto de automação (Figura 61) e (Tabela 65).

Tabela 65 – Verificação da Hipótese - H1 para as Indústrias de Celulose (Geral).

| HIPÓTESE | | |
|---|--|----------------------------|
| H1: As indústrias brasileiras de celulose possuem um alto nível de automação, contribuindo assim para um menor investimento para a Transformação Digital. | | |
| Nível | 2.4.1 – Nível de automação da empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Celulose (Geral) |
| Alto | Nível 06 – Gestão do Negócio (BI – <i>Business Intelligence</i>) | 28 (61%) |
| | Nível 05 – Gerenciamento corporativo (ERP - <i>Enterprise Resource Planning</i>) | |
| Médio | Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (MES – <i>Manufacturing Execution System</i> , PIMS - <i>Plant Information Management System</i>) | 14 (30%) |
| | Nível 03 – Supervisão (SCADA - <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , IHM) | |
| Baixo | Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | 4 (9%) |
| | Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | |
| Verificação da Hipótese (H1) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

- ✓ **H2:** As indústrias brasileiras de papel **não** possuem um alto nível de automação, exigindo assim maior investimento para a Transformação Digital.

Esta hipótese é verdadeira, pois as indústrias de papel (PI e PNI) possuem um nível médio de automação (Figuras 62 e 63) e (Tabelas 66 e 67).

Tabela 66 – Verificação da Hipótese – H2 para as Indústrias de Papel – PI (Geral).

| HIPÓTESE | | |
|---|--|--|
| H2: As indústrias brasileiras de papel não possuem um alto nível de automação, exigindo assim maior investimento para a Transformação Digital. | | |
| Nível | 2.4.1 – Nível de automação da empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Papel - Integrado com Celulose (PI) (Geral) |
| Alto | Nível 06 – Gestão do Negócio (BI – <i>Business Intelligence</i>) | 12 (36%) |
| | Nível 05 – Gerenciamento corporativo (ERP - <i>Enterprise Resource Planning</i>) | |
| Médio | Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (MES – <i>Manufacturing Execution System</i> , PIMS - <i>Plant Information Management System</i>) | 18 (55%) |
| | Nível 03 – Supervisão (SCADA - <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , IHM) | |
| Baixo | Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | 3 (9%) |
| | Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | |
| Verificação da Hipótese (H2) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 67 – Verificação da Hipótese – H2 para as Indústrias de Papel – PNI (Geral).

| HIPÓTESE | | |
|---|--|---|
| H2: As indústrias brasileiras de papel não possuem um alto nível de automação, exigindo assim maior investimento para a Transformação Digital. | | |
| Nível | 2.4.1 – Nível de automação da empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Papel - Não Integrado com Celulose (PNI) (Geral) |
| Alto | Nível 06 – Gestão do Negócio (BI – <i>Business Intelligence</i>) | 3 (27%) |
| | Nível 05 – Gerenciamento corporativo (ERP - <i>Enterprise Resource Planning</i>) | |
| Médio | Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (MES – <i>Manufacturing Execution System</i> , PIMS - <i>Plant Information Management System</i>) | 6 (55%) |
| | Nível 03 – Supervisão (SCADA - <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , IHM) | |
| Baixo | Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | 2 (18%) |
| | Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | |
| Verificação da Hipótese (H2) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

- ✓ **H3:** As indústrias de papel e celulose brasileiras **não** possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação).

Esta hipótese é verdadeira para as indústrias de papel, pois as indústrias (PNI) possuem um nível médio/baixo e as indústrias (PI) possuem um nível médio. Já para as indústrias de celulose esta hipótese é considerada falsa porque as mesmas apresentam um nível alto/médio de integração TA/TI (Figuras 69, 70 e 71) e (Tabelas 68, 69 e 70).

Tabela 68 – Verificação da Hipótese – H3 para as Indústrias de Celulose (Geral).

| HIPÓTESE | | |
|--|--|-----------------------------------|
| H3: As indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação). | | |
| Nível | 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Celulose (Geral) |
| Alto | Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 29 (63%) |
| | Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | |
| Médio | Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 14 (30%) |
| Baixo | Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 3 (7%) |
| Verificação da Hipótese (H3) | | Falsa |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 69 – Verificação da Hipótese – H3 para as Indústrias de Papel – PI (Geral).

| HIPÓTESE | | |
|--|--|--|
| H3: As indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação). | | |
| Nível | 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Papel - Integrado com Celulose (PI) (Geral) |
| Alto | Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 8 (24%) |
| | Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | |
| Médio | Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 20 (61%) |
| Baixo | Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 5 (15%) |
| Verificação da Hipótese (H3) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 70 – Verificação da Hipótese – H3 para as Indústrias de Papel – PNI (Geral).

| HIPÓTESE | | |
|--|--|---|
| H3: As indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação). | | |
| Nível | 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Papel - Não Integrado com Celulose (PNI) (Geral) |
| Alto | Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 1 (9%) |
| | Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | |
| Médio | Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 5 (45,5%) |
| Baixo | Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 5 (45,5%) |
| Verificação da Hipótese (H3) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

- ✓ **H4:** Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras **não** possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0.

Esta hipótese é verdadeira para as indústrias de papel (PI e PNI) e falsa para as indústrias de celulose na opinião da maioria dos respondentes da pesquisa *survey* (Figuras 124, 129 e 134) e (Tabelas 71, 72 e 73).

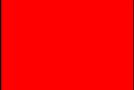
Tabela 71 – Verificação da Hipótese – H4 para as Indústrias de Celulose (Geral).

| HIPÓTESE | | |
|--|-----------------------------------|--------------|
| H4: Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. | | |
| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? | Quantidade de respondentes | |
| | Celulose (Geral) | |
| SIM | 51 (54%) | |
| NÃO | 20 (21%) | |
| NÃO SEI | 24 (25%) | |
| Verificação da Hipótese (H4) | | Falsa |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes e não foi considerado o percentual de respostas com a opção "NÃO SEI". | | |

Tabela 72 – Verificação da Hipótese – H4 para as Indústrias de Papel – PI (Geral).

| HIPÓTESE | | |
|--|--|-------------------|
| H4: Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. | | |
| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? | Quantidade de respondentes | |
| | Papel - Integrado com Celulose (PI) (Geral) | |
| SIM | 22 (31%) | |
| NÃO | 31 (44%) | |
| NÃO SEI | 18 (25%) | |
| Verificação da Hipótese (H4) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes e não foi considerado o percentual de respostas com a opção "NÃO SEI". | | |

Tabela 73 – Verificação da Hipótese – H4 para as Indústrias de Papel – PNI (Geral).

| HIPÓTESE | |
|---|--|
| H4: Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. | |
| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? | Quantidade de respondentes |
| | Papel - Não Integrado com Celulose (PNI) (Geral) |
|  SIM | 11 (20%) |
|  NÃO | 19 (35%) |
|  NÃO SEI | 25 (45%) |
| Verificação da Hipótese (H4) | |
| Verdadeira | |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes e não foi considerado o percentual de respostas com a opção "NÃO SEI". | |

Considerando os resultados da pesquisa *survey*, porém, estratificando por classificação e tamanho das empresas de C&P, tem-se as seguintes verificações das hipóteses:

- ✓ **H1:** As indústrias brasileiras de celulose possuem um alto nível de automação, contribuindo assim para um menor investimento para a Transformação Digital. Esta hipótese é verdadeira para as grandes e pequenas empresas de celulose, pois possuem um nível alto de automação. Já para as médias empresas de celulose a hipótese é falsa, pois possuem um nível médio/baixo de automação (Figuras 102, 103 e 104) e (Tabela 74, 75 e 76).

Tabela 74 – Verificação da Hipótese – H1 para as Grandes Empresas de Celulose.

| HIPÓTESE | | |
|---|--|--------------------------------|
| H1: As indústrias brasileiras de celulose possuem um alto nível de automação, contribuindo assim para um menor investimento para a Transformação Digital. | | |
| Nível | 2.4.1 – Nível de automação da empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Celulose (Grandes empresas) |
| Alto | Nível 06 – Gestão do Negócio (BI – <i>Business Intelligence</i>) | 26 (62%) |
| | Nível 05 – Gerenciamento corporativo (ERP - <i>Enterprise Resource Planning</i>) | |
| Médio | Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (MES – <i>Manufacturing Execution System</i> , PIMS - <i>Plant Information Management System</i>) | 13 (31%) |
| | Nível 03 – Supervisão (SCADA - <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , IHM) | |
| Baixo | Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | 3 (7%) |
| | Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | |
| Verificação da Hipótese (H1) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 75 – Verificação da Hipótese – H1 para as Médias Empresas de Celulose.

| HIPÓTESE | | |
|---|--|-------------------------------|
| H1: As indústrias brasileiras de celulose possuem um alto nível de automação, contribuindo assim para um menor investimento para a Transformação Digital. | | |
| Nível | 2.4.1 – Nível de automação da empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Celulose (Médias empresas) |
| Alto | Nível 06 – Gestão do Negócio (BI – <i>Business Intelligence</i>) | 1 (33,33%) |
| | Nível 05 – Gerenciamento corporativo (ERP - <i>Enterprise Resource Planning</i>) | |
| Médio | Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (MES – <i>Manufacturing Execution System</i> , PIMS - <i>Plant Information Management System</i>) | 1 (33,33%) |
| | Nível 03 – Supervisão (SCADA - <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , IHM) | |
| Baixo | Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | 1 (33,33%) |
| | Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | |
| Verificação da Hipótese (H1) | | Falsa |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 76 – Verificação da Hipótese – H1 para as Pequenas Empresas de Celulose.

| HIPÓTESE | | |
|--|--|---------------------------------|
| H1: As indústrias brasileiras de celulose possuem um alto nível de automação, contribuindo assim para um menor investimento para a Transformação Digital. | | |
| Nível | 2.4.1 – Nível de automação da empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Celulose (Pequenas empresas) |
| Alto | Nível 06 – Gestão do Negócio (BI – <i>Business Intelligence</i>) | 1 (100%) |
| | Nível 05 – Gerenciamento corporativo (ERP - <i>Enterprise Resource Planning</i>) | |
| Médio | Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (MES – <i>Manufacturing Execution System</i> , PIMS - <i>Plant Information Management System</i>) | - |
| | Nível 03 – Supervisão (SCADA - <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , IHM) | |
| Baixo | Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | - |
| | Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | |
| Verificação da Hipótese (H1) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

- ✓ **H2:** As indústrias brasileiras de papel **não** possuem um alto nível de automação, exigindo assim maior investimento para a Transformação Digital.
- Esta hipótese é verdadeira para as grandes e médias empresas de papel (PI) e para as grandes empresas de papel (PNI), pois possuem um nível médio de automação. Já para as médias empresas de papel (PNI) a hipótese é falsa, pois possuem um nível alto de automação (Figuras 106, 107, 109 e 110) e (Tabela 77, 78, 79 e 80).**

Tabela 77 – Verificação da Hipótese – H2 para as Grandes Empresas de Papel – PI.

| HIPÓTESE | | |
|---|--|---|
| H2: As indústrias brasileiras de papel não possuem um alto nível de automação, exigindo assim maior investimento para a Transformação Digital. | | |
| Nível | 2.4.1 – Nível de automação da empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Papel - Integrado com Celulose (PI) (Grandes empresas) |
| Alto | Nível 06 – Gestão do Negócio (BI – <i>Business Intelligence</i>) | 12 (37%) |
| | Nível 05 – Gerenciamento corporativo (ERP - <i>Enterprise Resource Planning</i>) | |
| Médio | Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (MES – <i>Manufacturing Execution System</i> , PIMS - <i>Plant Information Management System</i>) | 17 (54%) |
| | Nível 03 – Supervisão (SCADA - <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , IHM) | |
| Baixo | Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | 3 (9%) |
| | Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | |
| Verificação da Hipótese (H2) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 78 – Verificação da Hipótese – H2 para as Médias Empresas de Papel – PI.

| HIPÓTESE | | |
|---|--|--|
| H2: As indústrias brasileiras de papel não possuem um alto nível de automação, exigindo assim maior investimento para a Transformação Digital. | | |
| Nível | 2.4.1 – Nível de automação da empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Papel - Integrado com Celulose (PI) (Médias empresas) |
| Alto | Nível 06 – Gestão do Negócio (BI – <i>Business Intelligence</i>) | - |
| | Nível 05 – Gerenciamento corporativo (ERP - <i>Enterprise Resource Planning</i>) | |
| Médio | Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (MES – <i>Manufacturing Execution System</i> , PIMS - <i>Plant Information Management System</i>) | 1 (100%) |
| | Nível 03 – Supervisão (SCADA - <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , IHM) | |
| Baixo | Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | - |
| | Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | |
| Verificação da Hipótese (H2) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 79 – Verificação da Hipótese – H2 para as Grandes Empresas de Papel – PNI.

| HIPÓTESE | | |
|---|--|--|
| H2: As indústrias brasileiras de papel não possuem um alto nível de automação, exigindo assim maior investimento para a Transformação Digital. | | |
| Nível | 2.4.1 – Nível de automação da empresa | Quantidade de respondentes Papel - Não Integrado com Celulose (PNI) (Grandes empresas) |
| Alto | Nível 06 – Gestão do Negócio (BI – <i>Business Intelligence</i>) | 1 (12%) |
| | Nível 05 – Gerenciamento corporativo (ERP - <i>Enterprise Resource Planning</i>) | |
| Médio | Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (MES – <i>Manufacturing Execution System</i> , PIMS - <i>Plant Information Management System</i>) | 5 (63%) |
| | Nível 03 – Supervisão (SCADA - <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , IHM) | |
| Baixo | Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | 2 (25%) |
| | Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | |
| Verificação da Hipótese (H2) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 80 – Verificação da Hipótese – H2 para as Médias Empresas de Papel – PNI.

| HIPÓTESE | | |
|---|--|---|
| H2: As indústrias brasileiras de papel não possuem um alto nível de automação, exigindo assim maior investimento para a Transformação Digital. | | |
| Nível | 2.4.1 – Nível de automação da empresa | Quantidade de respondentes Papel - Não Integrado com Celulose (PNI) (Médias empresas) |
| Alto | Nível 06 – Gestão do Negócio (BI – <i>Business Intelligence</i>) | 2 (67%) |
| | Nível 05 – Gerenciamento corporativo (ERP - <i>Enterprise Resource Planning</i>) | |
| Médio | Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (MES – <i>Manufacturing Execution System</i> , PIMS - <i>Plant Information Management System</i>) | 1 (33%) |
| | Nível 03 – Supervisão (SCADA - <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , IHM) | |
| Baixo | Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD) | - |
| | Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores | |
| Verificação da Hipótese (H2) | | Falsa |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

- ✓ **H3:** As indústrias de papel e celulose brasileiras **não** possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação).

Esta hipótese é verdadeira para as grandes e médias empresas de papel (PI), para as médias empresas de papel (PNI) e para as médias e pequenas empresas de celulose. Já para as grandes empresas de celulose e papel (PNI) a hipótese é falsa (Figuras 113, 114, 115, 117, 118, 120 e 121) e (Tabelas 81, 82, 83, 84, 85, 86 e 87).

Tabela 81 – Verificação da Hipótese – H3 para as Grandes Empresas de Celulose.

| HIPÓTESE | | |
|---|--|--|
| H3: As indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação). | | |
| Nível | 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Celulose (Grandes empresas) |
| Alto | Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 29 (69%) |
| | Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | |
| Médio | Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 13 (31%) |
| Baixo | Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | - |
| Verificação da Hipótese (H3) | | Falsa |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 82 – Verificação da Hipótese – H3 para as Médias Empresas de Celulose.

| HIPÓTESE | | |
|---|--|--------------------------------------|
| H3: As indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação). | | |
| Nível | 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Celulose (Médias empresas) |
| Alto | Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | - |
| | Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | |
| Médio | Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 1 (33%) |
| Baixo | Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 2 (67%) |
| Verificação da Hipótese (H3) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 83 – Verificação da Hipótese – H3 para as Pequenas Empresas de Celulose.

| HIPÓTESE | | |
|---|--|--|
| H3: As indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação). | | |
| Nível | 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Celulose (Pequenas empresas) |
| Alto | Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | - |
| | Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | |
| Médio | Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | - |
| Baixo | Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 1 (100%) |
| Verificação da Hipótese (H3) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 84 – Verificação da Hipótese – H3 para as Grandes Empresas de Papel – PI.

| HIPÓTESE | | |
|--|--|---|
| H3: As indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação). | | |
| Nível | 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Papel - Integrado com Celulose (PI) (Grandes empresas) |
| Alto | Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 8 (25%) |
| | Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | |
| Médio | Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 19 (59%) |
| Baixo | Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 5 (16%) |
| Verificação da Hipótese (H3) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 85 – Verificação da Hipótese – H3 para as Médias Empresas de Papel – PI.

| HIPÓTESE | | |
|--|--|--|
| H3: As indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação). | | |
| Nível | 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Papel - Integrado com Celulose (PI) (Médias empresas) |
| Alto | Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | - |
| | Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | |
| Médio | Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 1 (100%) |
| Baixo | Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | - |
| Verificação da Hipótese (H3) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 86 – Verificação da Hipótese – H3 para as Grandes Empresas de Papel – PNI.

| HIPÓTESE | | |
|---|--|--|
| H3: As indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação). | | |
| Nível | 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Papel - Não Integrado com Celulose (PNI) (Grandes empresas) |
| Alto | Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | 29 (69%) |
| | Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | |
| Médio | Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 13 (31%) |
| Baixo | Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | - |
| Verificação da Hipótese (H3) | | Falsa |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

Tabela 87 – Verificação da Hipótese – H3 para as Médias Empresas de Papel – PNI.

| HIPÓTESE | | |
|---|--|---|
| H3: As indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem um alto nível de integração padronizada entre TA (Tecnologia de Automação) e TI (Tecnologia da Informação). | | |
| Nível | 2.4.3 – Integração entre Automação e TI na empresa | Quantidade de respondentes |
| | | Papel - Não Integrado com Celulose (PNI) (Médias empresas) |
| Alto | Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI. | - |
| | Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI. | |
| Médio | Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI. | 1 (33%) |
| Baixo | Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI. | 2 (67%) |
| Verificação da Hipótese (H3) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes. | | |

- ✓ **H4:** Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras **não** possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0.

Esta hipótese é verdadeira para as grandes e médias empresas de papel (PI e PNI). As pequenas empresas de papel (PI) tiveram a mesma quantidade de respondentes nas opções SIM e NÃO, com isso o resultado não foi conclusivo. Já para as grandes e médias empresas de celulose a hipótese é falsa (Figuras 125, 126, 127, 130, 131, 132, 135 e 136) e (Tabela 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94 e 95).

Tabela 88 – Verificação da Hipótese – H4 para as Grandes Empresas de Celulose.

| HIPÓTESE | |
|--|--------------------------------|
| H4: Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. | |
| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? | Quantidade de respondentes |
| | Celulose (Grandes empresas) |
| SIM | 49 (55%) |
| NÃO | 19 (21%) |
| NÃO SEI | 21 (24%) |
| Verificação da Hipótese (H4) | |
| Falsa | |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes e não foi considerado o percentual de respostas com a opção "NÃO SEI". | |

Tabela 89 – Verificação da Hipótese – H4 para as Médias Empresas de Celulose.

| HIPÓTESE | |
|--|-------------------------------|
| H4: Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. | |
| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? | Quantidade de respondentes |
| | Celulose (Médias empresas) |
| SIM | 2 (40%) |
| NÃO | 1 (20%) |
| NÃO SEI | 2 (40%) |
| Verificação da Hipótese (H4) | |
| Falsa | |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes e não foi considerado o percentual de respostas com a opção "NÃO SEI". | |

Tabela 90 – Verificação da Hipótese – H4 para as Pequenas Empresas de Celulose.

| HIPÓTESE | | |
|--|---------------------------------|-----------------------|
| H4: Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. | | |
| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? | Quantidade de respondentes | |
| | Celulose (Pequenas empresas) | |
| | SIM | - |
| | NÃO | - |
| | NÃO SEI | 1 (100%) |
| Verificação da Hipótese (H4) | | Não verificada |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes e não foi considerado o percentual de respostas com a opção "NÃO SEI". | | |

Tabela 91 – Verificação da Hipótese – H4 para as Grandes Empresas de Papel – PI.

| HIPÓTESE | | |
|--|---|-------------------|
| H4: Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. | | |
| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? | Quantidade de respondentes | |
| | Papel - Integrado com Celulose (PI) (Grandes empresas) | |
| | SIM | 20 (31%) |
| | NÃO | 28 (44%) |
| | NÃO SEI | 16 (25%) |
| Verificação da Hipótese (H4) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes e não foi considerado o percentual de respostas com a opção "NÃO SEI". | | |

Tabela 92 – Verificação da Hipótese – H4 para as Médias Empresas de Papel – PI.

| HIPÓTESE | | |
|--|--|-------------------|
| H4: Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. | | |
| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? | Quantidade de respondentes | |
| | Papel - Integrado com Celulose (PI) (Médias empresas) | |
| | SIM | 1 (25%) |
| | NÃO | 2 (50%) |
| | NÃO SEI | 1 (25%) |
| Verificação da Hipótese (H4) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes e não foi considerado o percentual de respostas com a opção "NÃO SEI". | | |

Tabela 93 – Verificação da Hipótese – H4 para as Pequenas Empresas de Papel – PI.

| HIPÓTESE | | |
|--|--|-----------------------|
| H4: Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. | | |
| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? | Quantidade de respondentes | |
| | Papel - Integrado com Celulose (PI) (Pequenas empresas) | |
| | SIM | 1 (33,3%) |
| | NÃO | 1 (33,3%) |
| | NÃO SEI | 1 (33,3%) |
| Verificação da Hipótese (H4) | | Não conclusivo |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes e não foi considerado o percentual de respostas com a opção "NÃO SEI". | | |

Tabela 94 – Verificação da Hipótese – H4 para as Grandes Empresas de Papel – PNI.

| HIPÓTESE | | |
|--|----------------|---|
| H4: Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. | | |
| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? | | Quantidade de respondentes |
| | | Papel - Não Integrado com Celulose (PNI) (Grandes empresas) |
| | SIM | 9 (22%) |
| | NÃO | 10 (25%) |
| | NÃO SEI | 21 (53%) |
| Verificação da Hipótese (H4) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes e não foi considerado o percentual de respostas com a opção "NÃO SEI". | | |

Tabela 95 – Verificação da Hipótese – H4 para as Médias Empresas de Papel – PNI.

| HIPÓTESE | | |
|--|----------------|--|
| H4: Os profissionais de automação das indústrias de papel e celulose brasileiras não possuem conhecimento pleno das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. | | |
| 4.1 – Os profissionais de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? | | Quantidade de respondentes |
| | | Papel - Não Integrado com Celulose (PNI) (Médias empresas) |
| | SIM | 2 (13%) |
| | NÃO | 9 (60%) |
| | NÃO SEI | 4 (27%) |
| Verificação da Hipótese (H4) | | Verdadeira |
| Nota: Para verificação da hipótese foi considerado o maior percentual de respostas, ou seja, a opinião da maioria dos respondentes e não foi considerado o percentual de respostas com a opção "NÃO SEI". | | |

Com os resultados apresentados nas verificações das hipóteses acima descritas, foi elaborada uma tabela comparativa (Tabela 96) para uma melhor compreensão dos resultados das indústrias de C&P, assim como das verificações por tamanho das empresas de celulose (C) e papel (PI e PNI).

Tabela 96 – Tabela Comparativa: Verificação das Hipóteses nas Indústrias de C&P.

| VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|
| Indústrias de C&P | H1 | H2 | H3 | H4 |
| Indústrias de Celulose (Geral) | ✓ | NA | ✗ | ✗ |
| » Grandes empresas de Celulose | ✓ | NA | ✗ | ✗ |
| » Médias empresas de Celulose | ✗ | NA | ✓ | ✗ |
| » Pequenas empresas de Celulose | ✓ | NA | ✓ | NV |
| Indústrias de Papel - PI (Geral) | NA | ✓ | ✓ | ✓ |
| » Grandes empresas de Papel - PI | NA | ✓ | ✓ | ✓ |
| » Médias empresas de Papel - PI | NA | ✓ | ✓ | ✓ |
| » Pequenas empresas de Papel - PI | NA | (*) | (*) | NC |
| Indústrias de Papel - PNI (Geral) | NA | ✓ | ✓ | ✓ |
| » Grandes empresas de Papel - PNI | NA | ✓ | ✗ | ✓ |
| » Médias empresas de Papel - PNI | NA | ✗ | ✓ | ✓ |
| » Pequenas empresas de Papel - PNI | NA | (*) | (*) | (*) |
| Legenda: ✓ : Verdadeiro ✗ : Falso NA : Não aplicável NC : Não conclusivo NV : Não verificado (*) : Não teve respondentes | | | | |

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho de pesquisa traz uma importante contribuição acadêmica por meio do ineditismo e pioneirismo, ou seja, a pesquisa *survey* apresentada neste trabalho foi a primeira pesquisa sobre Indústria 4.0 realizada no setor de C&P (Celulose e Papel) do Brasil pela parceria ABTCP (Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel) e UNICAMP. Este trabalho, que é um *Benchmark*, apresentou o posicionamento das empresas de C&P sobre a Transformação Digital e por meio da pesquisa *survey* realizada com profissionais de diversas empresas deste setor, que é considerado um dos setores industriais mais competitivos do Brasil, foi possível obter uma visão geral sobre alguns aspectos da Transformação Digital e identificar as lacunas existentes nas indústrias.

Dentre os resultados esperados, além de atender ao objetivo principal proposto, tem-se respostas ao problema que originou esta pesquisa, ou seja: Qual o nível de automação e quais tecnologias habilitadoras podem ser utilizadas para a Transformação Digital (4ª Revolução Industrial) nas indústrias de papel e celulose brasileiras?

A Tecnologia de Automação (TA) tem um papel crucial nesta transformação, pois dependendo do nível de automação em uma indústria torna-se possível (ou não) a implementação de tecnologias habilitadoras. Este trabalho apresentou por meio dos resultados da pesquisa *survey* realizada nas indústrias de C&P que existem *gaps*, que os mesmos precisam ser tratados para melhorar o nível de automação das plantas e conseqüentemente aumentar a integração com os Sistemas de Informação. Além disso, os resultados desta pesquisa permitirão priorizar ações para a Transformação Digital nas Indústrias Brasileiras de C&P e também preparar os profissionais para a jornada 4.0.

As indústrias de C&P precisam melhorar o nível de automação e a integração TA/TI, pois estes pilares formam a base para implementação de tecnologias habilitadoras para a I4.0. Este trabalho apresentou também que existe uma carência de profissionais especializados no mercado para trabalharem nesta Transformação Digital e que uma união entre Governo, Indústrias e Instituições de Ensino são fundamentais para que o Brasil possa estar preparado para o futuro. A sinergia entre tecnologias e pessoas será o ponto chave para que as indústrias brasileiras possam superar desafios e revolucionar seus processos, ou seja, tornar-se Indústria 4.0.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros sobre a Transformação Digital tem-se:

- ✓ A maior contribuição deste trabalho será a possibilidade de refazer a mesma pesquisa *survey* nas Indústrias de Celulose e Papel do Brasil a cada 2 anos para avaliar a Transformação Digital;
- ✓ Elaborar um *roadmap* sobre a Transformação Digital para o setor de Celulose e Papel no Brasil;
- ✓ Desenvolver um trabalho de pesquisa sobre nível de maturidade em I4.0 das indústrias brasileiras de C&P;
- ✓ Desenvolver aplicativos baseados em metodologias práticas para avaliação do grau de maturidade em Indústria 4.0;
- ✓ Utilizar das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 (principalmente IA) no desenvolvimento de um portal do conhecimento para desenvolvimento e capacitação dos profissionais brasileiros;
- ✓ Pesquisar sobre aplicações das tecnologias habilitadoras da I4.0 nas indústrias de processos contínuos, dentre elas: Gêmeos Digitais (*Digital Twins*) e RPA (*Robotic Process Automation*).

8 REFERÊNCIAS

ACIOLY, A. S. G. **A realidade aumentada como ferramenta para orientação de uso e de segurança em embalagens**. 2016. Tese de Doutorado – Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco – UFP, Recife, PE.

ADEYERI, M. D.; MPOFU, K.; ADENUGA, O. T. Integration of agent technology into manufacturing enterprise: a review and platform for Industry 4.0. **Internatinal Conference on Industrial Engineering and Operations Management**. Dubai, United Arab Emirates (UAE), March 3-5, 2015.

ADOLPHS, P.; BEDENBENDER, H.; DIRZUS, D.; EHLICH, M.; EPPLE, U.; HANKEL, R.; HOFFMEISTER, M.; HUHLE, H.; KÄRCHER, B.; KOZIOLEK, H.; PICHLER, R.; POLLMEIER, S.; SCHEWE, F.; WALTER, A.; WASER, B.; WOLLSSCHLAEGER, M. **Status Report – Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0)**. VDI/VDE – Gesellschaft, 2015.

AICHHOLZER, G.; RHOMBERG, W.; GUDOWSKY, N.; SAURWEIN, F.; WEBER, M. **Industry 4.0: Background Paper on the pilot project – “Industry 4.0: Foresight & Technology Assessment on the social dimension of the next industrial revolution”**. ITA - Institute of Technology Assessment. AIT – Austrian Institute of Technology, 2015.

ALBRECHT, J.; DUDEK, R.; AUERSPERG, J. PANTOU, R.; RZEPKA, S. Thermal and mechanical behavior of an RFID based smart system embedded in a transmission belt determined by FEM simulations for Industry 4.0 applications. **16th Intenational Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microeletronics and Microsystems**, 2015.

ANDERL, R. **Industrie 4.0 – Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production**. **19th International Seminar on High Technology**, 2014.

BAGHERI, B.; YANG, S.; KAO, H. A.; LEE, J. Cyber-Physical System architecture for self-aware machines in Industry 4.0 environment. **IFAC (International Federation of Automatic Control) – Papers Online**, v. 48, n. 3, p. 1622-1627, 2015.

BAUER, W.; HÄMMERLE, M.; SCHLUND, S.; VOCKE, C. Transforming to a hyper-connected society and economy – towards and “Industry 4.0”. **6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics**, 2015.

BENEŠOVÁ, A.; TUPA, J. Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. **27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing - FAIM2017**. Modena, Italy, June 27-30, 2017.

BERTI, R. M. **Implantação de um MES (sistema de execução de manufatura) em ambiente de manufatura enxuta – um estudo de caso em uma linha de montagem de produtos da linha branca**. 2010. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, SC.

BLANCHET, M.; RINN, T.; VON THADEN, G.; DE THIEULLOY, G. **Think Act. Industry 4.0. The new industrial revolution. How Europe will succeed**. Roland Berger Strategy Consultants, 2014.

BLEICHER, F. Industry 4.0: A vision affects manufacturing in Austria. **Bridges Magazine**, v. 42, December 2014.

BRETTEL, M.; FRIEDERICHSEN, N.; KELLER, M.; ROSENBERG, M. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an Industry 4.0 perspective. **International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering**, v. 8, n. 1, p. 37-44, 2014.

BRETTEL, M.; KLEIN, M.; FRIEDERICHSEN, N. The relevance of manufacturing flexibility in the context of Industrie 4.0. **48th CIRP – Conference on Manufacturing Systems**, 2016.

BUHR, D. **Social Innovation Policy for Industry 4.0**. Friedrich-Ebert-Stiftung. ISBN: 978-3-95861-161-0, 2015.

BUXMANN, P.; HESS, T.; RUGGABER, R. Internet of Service. **Business & Information Systems Engineering**, v. 5, p.341-342, 2009.

CAO, B.; WANG, Z.; SHI, H.; YIN, Y. Research and Practice on Aluminum Industry 4.0. **6th International Conference on Intelligent Control and Informatina Processing**. Wuhan, China, November 26-28, 2015.

CAPELLI, A. L.; STORK, E.; SCHUNSKI, F.; TOAZZA, M.; LEONI, T. Implementação e avaliação do sistema ERP-SAP na empresa John Deere Brasil – Fábrica de Tratores. **Caderno de Administração – Revista do Departamento de Administração da FEA – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo**, v. 8, n. 1, p.38-49, 2014.

CASTRO, H. F. **Processos Químicos II - Apostila 4 - Papel e Celulose**. Lorena: Escola de Engenharia de Lorena - EEL - USP, 2009.

CÉSAR, F. I. G.; MACHADO, M. A. G.; RODRIGUES, F.; MAKIYA, I. K.; SILVA, A. L. Industry 4.0: A bibliometric analysis and guidelines for future research perspectives. **12th International Conference on Challenges in Industrial Engineering and Operations Management**. Ankara, Turkey, 2018.

CHENG, F. T.; TIENG, H.; YANG, H. C.; HUNG, M. H.; LIN, Y. C.; WEI, C. F.; SHIEH, Z. Y. Industry 4.0 for wheel machining automation. **IEEE – Robotics and Automation Letters**, v. 1, n.1, January 2016.

CHERON, P. R.; AHMED, S. A. Profit Optimization VIA Process Enhancement through A.I. Controllers. **International Journal of Modern Research in Engineering and Technology - IJMRET**, v. 3, n. 8, p. 7-12, 2018.

CISCO. **Segurança Cibernética**, 2019. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/smb/security/infographic-basic-concepts.html>. Acesso em: 01 jul. 2019.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil**, 2016a. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-no-brasil/>>. Acesso em: 15 out. 2018.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira**, 2016. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-66-industria-4-0/>>. Acesso em: 15 out. 2018.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Investimentos em Indústria 4.0**, 2018. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/pqt-investimentos-em-industria-40/>>. Acesso em: 04 jan. 2019.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Oportunidade para a Indústria 4.0: Aspectos da Demanda e Oferta no Brasil**, 2017. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/2/oportunidades-para-industria-40-aspectos-da-demanda-e-oferta-no-brasil/>> . Acesso em: 15 out. 2018.

DECRETO Nº 9.319. SinDigital: **Sistema Nacional para a Transformação Digital**, 2018. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Decreto/D9319.htm> . Acesso em: 28 ago. 2018.

DELOITTE. **Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies**. Deloitte, Zurich, 2014.

DIN / DKE / VDE. **German Standardization Roadmap. Industry 4.0**. Version 2. January 2016.

DORST, W. et al. **Implementation Strategy Industrie 4.0: Report on the results of the Industrie 4.0 Platform**. Bitkom e.V., VDMA e.V. and ZVEI e.V., 2016.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype? **IEEE Industrial Electronics Magazine**. June 2014.

EROL, S.; SCHUMACHER, A.; SIHN, W. Strategic guidance towards Industry 4.0 – a three-stage process model. **COMA - International Conference on Competitive Manufacturing**, 2016.

EST, R. V.; KOOL, L. **Working on the robot society. Visions and insights from science concerning the relationship between technology and employment**. Rathenau Instituut, 2015.

FALLER, C.; FELDMÜLLER, D. Industry 4.0 Learning Factory for regional SMEs. **The 5th Conference on Learning Factories**, 2015.

FARINHA E SILVA, C. A.; NEVES, M. R.; PORTO, M. Panorama setorial – A indústria de celulose e papel no Brasil. **Guia ABTCP – Fornecedores e Fabricantes**, 20^a Edição / Circulação 2018-2019, p.26-36, 2018.

FERNANDES, A. A.; DINIZ, J. L.; ABREU, V. F. Quarta Revolução Industrial, oportunidade para o Brasil. In: SILVA, E. B.; SCOTON, M. L. R. P. D.; DIAS, E. M.; PEREIRA, S. L. **Automação e Sociedade: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil**. 1ª Edição, Rio de Janeiro: Brasport, 2018. ISBN 978-85-7452-876-2.

FUNCHAL, M. Produtividade na indústria de celulose e papel. **Revista O Papel (São Paulo)**, n.06, p.20-21, jul. 2019.

GAMA, E. B.; COSTA, M. A. B. Benefícios obtidos com a integração dos sistemas MES e a manufatura digital do PLM. **29º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2009.

GAUB, H. Customization of mass-produced parts by combining injection molding and additive manufacturing with Industry 4.0 technologies. **Reinforced Plastics**. V. 00, n. 00, October 2015.

GERLITZ, L. Design for product and service innovation in Industry 4.0 and emerging smart society. **Journal of Security and Sustainability Issues**. V. 5, n. 2, December 2015.

GORECKY, D.; SCHMITT, M.; LOSKYLL, M.; ZÜHLKE, D. Human-Machine-Interaction in the Industry 4.0 Era. **IEEE Industrial Electronics Magazine**, 2014.

GRANGEL-GONZÁLEZ, I.; HALILAJ, L.; COSKUN, G.; AUER, S.; COLLARANA, D.; HOFFMEISTER, M. **Towards a semantic administrative shell for Industry 4.0 components**. German Ministry for Education and Research funded project LUCID and European Commission under H2020 for the project BigDataEurope, 2016.

HENG, S. **Industry 4.0: Upgrading of Germany's industrial capabilities on the horizon**. Deutsche Bank Research, 2014.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO B. **Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review**. Technische Universität Dortmund, 2015.

HP. **Computação em Nuvem – Hewlett Packard Enterprise**, 2019. Disponível em: <<https://www.hpe.com/br/pt/what-is/cloud-computing.html>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

HP. **Inteligência Artificial – Hewlett Packard Enterprise**, 2019a. Disponível em: <<https://www.hpe.com/br/pt/what-is/artificial-intelligence.html>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

HP. **Internet das Coisas – Hewlett Packard Enterprise**, 2019b. Disponível em: <<https://www.hpe.com/br/pt/what-is/internet-of-things.html>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

ICA – International Controller Association. **Industrie 4.0. Controlling in the Age of Intelligent Networks**, 2015.

IEL – Euvaldo Lodi Institute. **Industry 2027: Risks and Opportunities for Brazil in the face of disruptive innovations – Final Report Building the Future of Brazilian Industry**, 2018. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027/publicacoes/>>. Acesso em: 15 out. 2018.

IEL – Instituto Euvaldo Lodi. **Relatório Síntese da Pesquisa de Campo: Análise agregada dos resultados – Riscos e Oportunidades para o Brasil diante de Inovações Disruptivas**, 2017. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027/publicacoes/>>. Acesso em: 15 out. 2018.

IVANOV, D.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B.; WERNER, F.; IVANOVA, M. A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory Industry 4.0. **International Journal of Production Research**, v. 54, n. 2, p. 386-402, 2016.

JUNG, C. F. **Metodologia Científica - Ênfase em Pesquisa Tecnológica**. 4ª Edição, 2004. Disponível em: <<http://www.jung.pro.br>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group**. ACATECH – National Academy of Science and Engineering. Federal Ministry of Education and Research, 2013.

KOCK, V.; KUGE, S.; GEISSBAUER, R.; SCHRAUF, S. **Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet**, 2015. Disponível em <<http://www.strategyand.pwc.com/reports/industry-4-0>>. Acesso em: 15 out. 2018.

KOLBERG, D.; ZUEHLKE, D. Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies. **IFAC (International Federation of Automatic Control) – Papers Online**. V. 48, n.3, p. 1870-1875, 2015.

LANGMANN, R.; ROJAS-PEÑA, L. PLCs as Industry 4.0 components in Laboratory Applications. **International Journal of Online Engineering**, v. 12, n. 7, 2016.

LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H. A. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0 - based manufacturing systems. **Manufacturing Letters**, v. 3, p. 18-23, 2015.

LESSEL, P.; MÜLLER, M.; KRÜGER, A. Towards a Novel issue Tracking Systems for “Industry 4.0” Environments. **CHI 15 Extended Abstracts**, Seoul, Republic of Korea, April 18-23, 2015.

LI, X.; LI, D.; WAN, J.; VASILAKOS, A. V.; LAI, C. F.; WANG, S. A review of industrial wireless networks in the context of Industry 4.0. **Wireless Netw**, 2015.

LYDON, B. Industry 4.0: Intelligent and flexible production. **Intech – International Society of Automation (ISA)**, cover story, may/jun. 2016.

LUKAC, D. The fourth ICT-based industrial revolution “Industry 4.0” – HMI and the case of CAE/CAD innovation with EPLAN P8. **23rd Telecommunications Forum TELFOR**. Serbia, Belgrade, November 24-26, 2015.

MARTIN, C. Das velhas engrenagens à inteligência artificial para mover as máquinas. **Revista O Papel (São Paulo)**, n.06, p.56-60, jun. 2019.

MARTIN, C. Indústria 4.0 aproxima-se da realidade atual e promete melhorias em diferentes frentes. **Revista O Papel (São Paulo)**, n.10, p.56-68, out. 2018.

MARTIN, C. Indústria do futuro sob o olhar dos fornecedores. **Revista O Papel (São Paulo)**, n.12, p.68-72, dez. 2017.

MARTIN, C. Indústria 4.0 aponta caminhos para chegar à fábrica do futuro. **Revista O Papel (São Paulo)**, n.4, p.54-62, abr. 2017a.

MARTINS, C. G.; FERREIRA, M. L. R. O survey como tipo de pesquisa aplicado na descrição do conhecimento do processo de gerenciamento de riscos em projetos no segmento da construção. **7º Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 2011.

MAZAK, A.; HUEMER, C. A standards framework for value networks in the context of Industry 4.0. **IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers**, 2015.

MCKINSEY&COMPANY. **Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector**. McKinsey Digital, 2015.

MDIC. Agenda brasileira para a Indústria 4.0: **O Brasil preparado para os desafios do futuro**, 2018. Disponível em: <<http://industria40.gov.br/>>. Acesso em: 15 out. 2018.

MOSTERMAN, P. J.; ZANDER, J. Industry 4.0 as a cyber-physical system study. **Softw Syst Model**, v. 15, p. 17-29, 2016.

NAKAYAMA, R. S. **Oportunidade de atuação na cadeia de fornecimento de sistemas de automação para indústria 4.0 no Brasil**. 2017. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, SP.

OLIVEIRA, H. A.; CARNEIRO, R. S.; OLIVEIRA, E. A. A. Q.; SANTOS, V. S.; QUINTAIROS, P. C. R. Sistemas ERP – Enterprise Resources Planning: Vantagens, Desvantagens e Aplicações. **8º Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba**, 2008.

ORACLE. **Big Data**, 2019. Disponível em: <<https://www.oracle.com/br/big-data/guide/what-is-big-data.html>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

PAELKE, V. Augmented reality in the smart factory: supporting workers in an Industry 4.0 Environment. **IEEE Emerging Technology and Factory Automation (ETFA)**, 2014.

PASSOS, P. L. Quarta Revolução Industrial, oportunidade para o Brasil. In: SILVA, E. B.; SCOTON, M. L. R. P. D.; DIAS, E. M.; PEREIRA, S. L. **Automação e Sociedade: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil**. 1ª Edição, Rio de Janeiro: Brasport, 2018. ISBN 978-85-7452-876-2.

PAVLOV, V.; KNOCH, S.; DERU, M. CEPboard – Collaborative electronic performance board and editor for production environments in Industry 4.0. **The 4th International Symposium on Pervasive Displays (PerDis`15)**. Saabruecken, Germany. June 10-12, 2015.

PEREIRA, S. L.; FILHO, A. S.; MARQUES, F. M. R. Ecoeconomia e a Sociedade da Informação com a Quarta Revolução Industrial. In: SILVA, E. B.; SCOTON, M. L. R. P. D.; DIAS, E. M.; PEREIRA, S. L. **Automação e Sociedade: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil**. 1ª Edição, Rio de Janeiro: Brasport, 2018. ISBN 978-85-7452-876-2.

PÉREZ, F.; IRISARRI, E.; ORIVE, D.; MARCOS, M.; ESTEVEZ, E. A CPPS architecture approach for Industry 4.0. **IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers**, 2015.

PFEIFFER, T.; HELLMERS, J.; SCHÖN, E. M.; THOMASCHEWSKI, J. Empowering user interfaces for Industrie 4.0. **Proceedings of the IEEE**, v. 104, n. 5, May 2016.

PLEWA, N. Industry 4.0 – The next Industrial Revolution. **Bridges Magazine**. V. 41, October 2014.

POSADA, J.; TORO, C.; BARANDIARAN, I.; OYARZUN, D.; STRICKER, D.; AMICIS, R.; PINTO, E. B.; EISERT, P.; DÖLLNER, J.; VALLARINO, I. Visual Computing as key enabling technology for Industrie 4.0 and Industrial Internet. **IEEE Computer Graphics and Applications**, 2015.

PRIFTI, L.; KNIGGE, M.; KIENEGGER, H.; KRCMAR, H.: A Competency Model for "Industrie 4.0" Employees. **13th International Conference on Wirtschaftsinformatik**. St. Gallen, Switzerland, 2017.

ROSENDAHL, R.; SCHMIDT, N.; LÜDER, A.; RYASHENTSEVA, D. Industry 4.0 value networks in legacy systems. **IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers**, 2015.

RÜBMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. **Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries**. BCG - The Boston Consulting Group, 2015.

SALDIVAR, A. A. F.; LI, Y.; CHEN, W.; ZHAN, Z.; ZHANG, J. CHEN, L. Y. Industry 4.0 with Cyber-Physical Integration: a design and manufacture perspective. *Proceedings of the 21st International Conference on Automation & Computing*, University of Strathclyde, Glasgow, UK, 11-12 September 2015.

SAP. **ERP – Enterprise Resource Planning**, 2019. Disponível em: <<https://www.sap.com/brazil/products/what-is-erp.html>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

SCHEUERMANN, C.; VERCLAS, S.; BRUEGGE, B. Agile factory – An example of an Industry 4.0 Manufacturing Process. **IEEE 3rd International Conference on Cyber-Physical Systems, Networks, and Applications**, 2015.

SCHLECHTENDAHL, J.; KEINERT, M.; KRETSCHMER, F.; LECHLER, A.; VERL, A. Making existing production systems Industry 4.0 – ready: Holistic approach to the integration of existing production systems in Industry 4.0 environments. **Production Engineering Research Development**. v. 9, 143-148, 2015.

SCHLEIPEN, M.; LÜDER, A.; SAUER, O.; FLATT, H.; JASPERNEITE, J. Requirements and concept for Plug-and-Work: Adaptivity in the context of Industry 4.0. **Automatisierungstechnik**, v. 63, n. 10, p. 801-820, 2015.

SCHUH, G.; ANDERL, R.; GAUSEMEIER J.; TEN HOMPEL, M.; WAHLSTER, W. **Industrie 4.0 maturity index. Managing the digital transformation of companies**. ACATECH STUDY, Munich: Herbert Utz Verlag, 2017.

SCHUH, G.; POTENTE, T.; VARANDANI, R.; SCHMITZ, T. Global footprint design based on genetic algorithms – An “Industry 4.0” perspective. **CIRP Annals – Manufacturing Technology**, v 63, p. 433-436, 2014a.

SCHUH, G.; POTENTE, T.; WESCH-POTENTE, C.; WEBER, A. R.; PROTE, J. P. Collaboration mechanisms to increase productivity in the context of Industrie 4.0. **Robust Manufacturing conference (RoMaC 2014)**, v 19, p. 51-56, 2014.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. 1ª Edição, São Paulo: Edipro, 2016. ISBN 978-85-7283-978-5.

SHAFIQ, S. I.; SANIN, C.; SZCZERBICKI, E.; TORO, C. Virtual Engineering Object / Virtual Engineering Process: A specialized form of Cyber Physical System for Industrie 4.0. **19th International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems. Procedia Computer Science**, v. 60, p. 1146-1155, 2015.

SHROUF, F.; ORDIERES, J.; MIRAGLIOTTA, G. Smart factories in Industry 4.0: a review of the concept and of energy management approached in production based on the internet of things paradigm. **IEEE**, 2014.

SIEMENS. **Simulação Virtual**, 2019. Disponível em: <https://www.plm.automation.siemens.com/pt_br/Images/7541_tcm882-4957.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2019.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, 4ª Edição, 2005.

SILVA, R. M.; SANTOS FILHO, D. J.; MIYAGI, P. E. Modelagem de sistema de controle da indústria 4.0 baseada em holon, agente, rede de petri e arquitetura orientada a serviços. **Conference Paper. ResearchGate**, October 2015.

SMIT, J.; KREUTZER, S.; MOELLER, C.; CARLBERG, M. **Industry 4.0: Industry, Research and Energy**. European Parliament's Committee on Industry, Research and Energy (ITRE), 2016.

SOMMER, L. Industrial Revolution – Industry 4.0: are german manufacturing SMEs the first victims of this revolution? **Journal of Industrial Engineering and Management**. v. 8, n. 5, p. 1512-1532, 2015.

STEVAN JÚNIOR, S. L.; LEME, M. O.; SANTOS, M. M. D. **Indústria 4.0 - Fundamentos, Perspectivas e Aplicações**. 1ª Edição, São Paulo: Érica, 2018. ISBN 978-85-365-2720-8.

STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of sustainable manufacturing in Industry 4.0. **13th Global Conference on Sustainable Manufacturing – Decoupling Growth from Resource Use. Procedia CIRP**, v. 40, p. 536-541, 2016.

STORK, A. (2015) Visual computing challenges of advanced manufacturing and Industrie 4.0. **IEEE – Computer Graphics and Applications**, 2015.

SURVEYMONKEY. **Como calcular o número de respondentes de que você precisa**, 2018a. Disponível em: <https://help.surveymonkey.com/articles/pt_BR/kb/How-many-respondents-do-I-need>. Acesso em: 23 set. 2018.

SURVEYMONKEY. **Tamanho da amostra**, 2018. Disponível em: <<https://pt.surveymonkey.com/mp/sample-size/>>. Acesso em: 23 set. 2018.

TORO, C.; BARANDIARAN, I.; POSADA, J. A perspective on knowledge based and intelligent systems implementation in Industrie 4.0. **19th International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems. Procedia Computer Science**, v. 60, p. 362-370, 2015.

VARGHESE, A.; TANDUR, D. Wireless requirements and challenges in Industry 4.0. **IEEE – International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I)**, 2014.

VDMA. **Industrie 4.0 in practice – Solutions for industrial applications**. Industrie 4.0 Forum, 2015.

VIDAL, A. C. F.; HORA, A. B. **A indústria de papel e celulose**. BNDES 60 anos: perspectivas setoriais, vol. 1. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), 2012. p. 334-381. ISBN : 9788587545442.

VILLEMUER, C.; AHMED, S. A. Identity Management in Cloud Computing. **International Journal of Modern Research in Engineering and Technology - IJMRET**, v. 1, n. 5, p. 43-46, 2016.

WAHL, M. Strategic factor analysis for Industry 4.0. **Journal of Security and Sustainability Issues**, v. 5, n. 2, December 2015.

WAN, J.; CAI, H.; ZHOU, K. Industrie 4.0: Enabling Technologies. **International Conference on Intelligent Computing and Internet of Things (ICIT)**, 2015.

WANG, S.; WAN, J.; ZHANG, D.; LI, D.; ZHANG, C. Implementing smart factory of Industrie 4.0: an outlook. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, 2016a.

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. 0, p. 1-11, 2016.

WEIDMULLER GLOBAL INDUSTRY MANAGEMENT. Industry 4.0: Thinking ahead on the Factory of the Future. **Forum of the German Engineering Association (VDMA)**, 2012.

WOLTER, M. I.; MÖNNIG, A.; HUMMEL, M.; SCHNEEMANN, C.; WEBER, E.; ZIKA, G.; HELMRICH, R.; MAIER, T.; POHL, C. N. **Industry 4.0 and the consequences for labour market and economy**. Institute for Employment Research, 2015.

YEN, C. T.; LIU, Y. C.; LIN, C. C.; KAO, C. C.; WANG, W. B.; HSU, Y. R. Advanced manufacturing solution to Industry 4.0 trend through sensing network and cloud computing technologies. **IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)**. Taipei, Taiwan, August 18-22, 2014.

ZHOU, K.; LIU, T.; ZHOU, L. Industry 4.0: towards future industrial opportunities and challenges. **12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)**, 2015.

ZIPPEL, S. Process Industry 4.0: Transforming the process industry with Industry 4.0. **Intech – International Society of Automation (ISA)**, v.65, n.6, p.14-20, nov./dec. 2018.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA *SURVEY*

Survey – Indústria 4.0: A Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose no Brasil

Página | 1

Questionário – Pesquisa

Tema: A Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose no Brasil

Objetivo principal: Avaliar o nível de automação nas indústrias de papel e celulose no Brasil, assim como diagnosticar o entendimento e ações destas indústrias para a Transformação Digital.

Parte 1: Perfil da Empresa e do Profissional Entrevistado

1.1 – Tipo da indústria:

Celulose

Papel (Integrada com Celulose)

Papel (Não integrada com Celulose)

1.2 – Número de Colaboradores:

Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.)

Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.)

Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.)

1.3 – Faturamento Anual:

Pequena (Receita Operacional Bruta Anual (ROB): Maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões – Fonte: BNDES)

Média (Receita Operacional Bruta Anual (ROB): Maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões – Fonte: BNDES)

Grande (Receita Operacional Bruta Anual (ROB): Maior que R\$ 300 milhões – Fonte: BNDES)

1.4 – Cargo:

CEO / Diretor

Gerente

Coordenador

Consultor

Supervisor

Engenheiro

Especialista

Analista

Outro (Especificar):

1.5 – Setor:

Presidência / Diretoria

Produção

Vendas e planejamento das operações (*S&OP - Sales and Operations Planning*)

Manutenção e Engenharia - Automação

Logística

TI

Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0) – Setor**2.1 – Setor: Presidência / Diretoria****2.1.1 - Qual o nível de investimento em tecnologias da Indústria 4.0 na empresa?**

Acima de 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)

1,5 a 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)

0,5 a 1,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)

0 a 0,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)

Não existe

2.1.2 – Qual o nível de investimento em tecnologia da empresa de forma geral?

Acima de 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)

1,5 a 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)

0,5 a 1,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)

0 a 0,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)

Não existe

2.1.3 - Qual o nível de investimento para treinamento em Indústria 4.0 da empresa?

Acima de 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)

1,5 a 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)

0,5 a 1,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)

0 a 0,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)

Não existe

2.1.4 - Qual o tempo de retorno esperado para investimentos em Indústria 4.0?

2 anos

3 anos

5 anos

Acima de 5 anos

2.1.5 – Qual a área que está recebendo e/ou receberá o maior investimento para desenvolvimento da Indústria 4.0?

Produção/Manufatura

Vendas

Pesquisa e Desenvolvimento

Logística

Compras

Manutenção

TI

Outra (Especificar):

Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0) – Setor**2.2 – Setor: TI****2.2.1 - Qual o nível de digitalização da empresa?**

Alto (Acima de 75%)

Médio (De 25 a 75%)

Baixo (Até 25%)

Não existe

2.2.2 – Existe uma integração padronizada entre TI/TA na sua empresa?

Sim

Não

Não sei

2.2.3 - Qual o nível de integração vertical da empresa?

Integração Vertical: integra de ponta-a-ponta os diferentes níveis hierárquicos (atuador, sensor, controle, fabricação, gerenciamento de produção e planejamento).

Alto (Acima de 75%)

Médio (De 25 a 75%)

Baixo (Até 25%)

Não existe

2.2.4 - Quais iniciativas já estão sendo tomadas pela sua empresa? (Assinale até 5 itens)IoT (*Internet of Things*)IoS (*Internet of Services*)

Segurança Cibernética

Computação em Nuvem

Big Data

Nenhuma

2.2.5 – Qual é a solução de armazenagem dos dados da empresa?

Nuvem Pública

Nuvem Privada

Colocation

Infraestrutura Local

2.2.6 – A quantidade de profissionais de TI (Técnicos, Tecnólogos e Bacharelados) na empresa é:

Nenhum

Até 5

De 6 a 10

Acima de 10

Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0) – Setor

2.3 – Setor: Vendas e planejamento das operações (*S&OP - Sales and Operations Planning*) e Logística.

2.3.1 – A empresa que você trabalha utiliza ERP (*Enterprise Resource Planning*)?

Sim

Não

Não sei

2.3.2 – A empresa que você trabalha utiliza Software para Planejamento e Controle de Produção - PCP?

Sim

Não

Não sei

2.3.3 - Qual o nível de integração horizontal da empresa?

Integração Horizontal: integra de ponta-a-ponta as diferentes etapas dos processos de planejamento de negócios, fabricação e logística.

Alto (Acima de 75%)

Médio (De 25 a 75%)

Baixo (Até 25%)

Não existe

Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0) – Setor**2.4 – Setor: Manutenção e Engenharia - Automação.****2.4.1 - Qual o nível de automação da empresa?**

Nível 06 – Gestão do Negócio (BI – Business Intelligence)

Nível 05 – Gerenciamento corporativo (ERP - Enterprise Resource Planning)

Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System)

Nível 03 – Supervisão (SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM)

Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD)

Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores

2.4.2 – Existe uma integração padronizada entre TI/TA na sua empresa?

Sim

Não

Não sei

2.4.3 – Como você classifica a integração entre Automação e TI na sua empresa?

Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI.

Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI.

Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI.

Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI.

2.4.4 – Quais são os protocolos de comunicação utilizados na empresa? (Assinale até 13 itens)

Comunicação 4-20mA

HART

WirelessHART

FOUNDATION Fieldbus

PROFIBUS DP/PA

PROFINET

Ethernet-IP

Modbus

OPC

OPC UA

EtherCAT

DeviceNet

ControlNet

2.4.5 – Dentre os protocolos de comunicação apresentados abaixo, qual é o mais utilizado na empresa que você trabalha?

Comunicação 4-20mA

HART

WirelessHART

FOUNDATION Fieldbus

PROFIBUS DP/PA

PROFINET

Ethernet-IP

Modbus

OPC

OPC UA

EtherCAT

DeviceNet

ControlNet

2.4.6 – Quais dos sistemas abaixo são utilizados na empresa que você trabalha? (Assinale até 8 itens)

SDCD

Sistema de Gestão de Ativos

QCS – *Quality Control System* (Scanners: Gramatura, Umidade,...)

Controle CD – Controle Transversal (Gramatura, Umidade,...)

APC - *Advanced Process Control* (Controle Avançado)

WIS - *Web Inspection System* (Sistema Detector de Defeitos)

WMS - *Web Monitoring System* (Sistema de Câmeras)

PIMS - *Plant Information Management System*

2.4.7 – A quantidade de profissionais de automação (Técnicos, Tecnólogos e Bacharelados) na empresa é:

Nenhum

Até 3

De 4 a 7

De 8 a 10

Acima de 10

Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0) – Setor

2.5 – Setor: Produção.

2.5.1 – A empresa que você trabalha utiliza MES (*Manufacturing Execution System*)?

Sim

Não

Não sei

2.5.2 – A empresa que você trabalha utiliza ERP (*Enterprise Resource Planning*)?

Sim

Não

Não sei

2.5.3 – Existe coleta automática de dados de processo?

Sim

Não

Não sei

2.5.4 – Existe coleta automática de dados de máquinas?

Sim

Não

Não sei

2.5.5 – Qual nível de integração de dados coletados?

Alto (Acima de 75%)

Médio (De 25 a 75%)

Baixo (Até 25%)

Não existe

Parte 3: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0)

3.1 – Dentre as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 abaixo descritas, quais você define como sendo aplicáveis na indústria que você trabalha? (Assinale até 9 itens)

IoT (*Internet of Things*)

IoS (*Internet of Services*)

Segurança Cibernética

Computação em Nuvem

Big Data

Inteligência Artificial

Robótica Avançada

Realidade Aumentada

Simulação Virtual

3.2 - Qual o engajamento da sua empresa no desenvolvimento da Indústria 4.0?

Alto (Diretoria ou Comitê está conduzindo a Indústria 4.0 dentro da empresa)

Médio (Existem alguns grupos dentro da empresa com trabalhos isolados em Indústria 4.0)

Baixo (Não existe nenhum trabalho de Indústria 4.0 implantado dentro da empresa)

Não existe

3.3 – Como está a implementação da Indústria 4.0 onde você trabalha?

Implantação Parcial

Projeto Piloto

Em planejamento

Em estudo

Não existe

3.4 – Qual o nível de envolvimento da liderança da empresa com a Indústria 4.0?

Alto (Acima de 75%)

Médio (De 25 a 75%)

Baixo (Até 25%)

Não existe

3.5 - Quais são as ameaças para a Indústria 4.0 no Brasil? (Assinale até 5 itens)

Custo

Burocracia

Medo da mudança

Incentivo do Governo

Falta de mão de obra qualificada

3.6 – Você conhece o Decreto Nº 9.319/18 que instituiu o Sistema Nacional para a Transformação Digital (SinDigital) e estabelece a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital)?

Sim

Não

Parte 4: Profissional 4.0

4.1 – Os profissionais que atuam atualmente na área de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0?

Sim

Não

Não sei

4.2 – O Técnico 4.0/Engenheiro 4.0 deve possuir conhecimentos em TI (Tecnologia da Informação) e TA (Tecnologia de Automação)?

Sim

Não

Não sei

4.3 – Qual a disponibilidade de profissional especializado em Indústria 4.0 no mercado atualmente?

Alto (Está disponível no mercado)

Médio (Encontra com alguma dificuldade)

Baixo (Necessita de formação)

Não existe

4.4 – As instituições de ensino estão preparadas para fornecer este profissional para o mercado?

Sim

Não

Não sei

4.5 – Quando você vê o Profissional 4.0 preparado:

Hoje

Daqui 2 anos

Daqui 5 anos

Mais que 5 anos

Nunca

4.6 – Qual o maior responsável pela formação do Profissional 4.0?

Governo

Instituições de Ensino

Indústria

Todos

APÊNDICE B – PESQUISA *SURVEY*: *GOOGLE FORMS*

A Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose no Brasil.

Objetivo principal: Avaliar o nível de automação nas indústrias de papel e celulose no Brasil, assim como diagnosticar o entendimento e ações destas indústrias para a Transformação Digital, ou seja, fazer um mapeamento do Grau de Maturidade em Indústria 4.0.

*Obrigatório

Parte 1: Perfil da Empresa e do Profissional Entrevistado.

1.1 – Tipo da indústria: *

- Celulose
- Papel (Não integrada com Celulose)
- Papel (Integrada com Celulose)

1.2 – Número de Colaboradores: *

- Pequena (De 20 até 99 colaboradores – Fonte: IBGE.)
- Média (De 100 até 499 colaboradores – Fonte: IBGE.)
- Grande (Acima de 500 colaboradores – Fonte: IBGE.)

1.3 – Faturamento Anual: *

- Pequena (Receita Operacional Bruta Anual (ROB): Maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões – Fonte: BNDES)
- Média (Receita Operacional Bruta Anual (ROB): Maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões – Fonte: BNDES)
- Grande (Receita Operacional Bruta Anual (ROB): Maior que R\$ 300 milhões – Fonte: BNDES)

1.4 – Cargo: *

- CEO / Diretor
- Gerente
- Coordenador
- Consultor
- Supervisor
- Engenheiro
- Especialista
- Analista
- Outro: _____

1.5 – Setor: *

- Presidência / Diretoria
- Produção
- Vendas e planejamento das operações (S&OP - Sales and Operations Planning)
- Manutenção e Engenharia - Automação
- Logística
- TI.

[VOLTAR](#) [PRÓXIMA](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. Denunciar abuso - Termos de Serviço - Termos Adicionais

Google Formulários

A Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose no Brasil.

*Obrigatório

Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0) – Setor

2.1 – Setor: Presidência / Diretoria

2.1.1 - Qual o nível de investimento em tecnologias da Indústria 4.0 na empresa? *

- Acima de 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 1,5 a 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 0,5 a 1,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 0 a 0,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- Não existe

2.1.2 – Qual o nível de investimento em tecnologia da empresa de forma geral? *

- Acima de 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 1,5 a 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 0,5 a 1,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 0 a 0,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- Não existe

2.1.3 - Qual o nível de investimento para treinamento em Indústria 4.0 da empresa? *

- Acima de 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 1,5 a 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 0,5 a 1,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 0 a 0,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- Não existe

2.1.4 - Qual o tempo de retorno esperado para investimentos em Indústria 4.0? *

- 2 anos
- 3 anos
- 5 anos
- Acima de 5 anos

2.1.5 – Qual a área que está recebendo e/ou receberá o maior investimento para desenvolvimento da Indústria 4.0? *

- Produção/Manufatura
- Vendas
- Pesquisa e Desenvolvimento
- Logística
- Compras
- Manutenção
- TI
- Outro: _____

VOLTAR PRÓXIMA

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. Denunciar abuso · Termos de Serviço · Termos Adicionais

Google Formulários

A Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose no Brasil.

*Obrigatório

Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0) – Setor

2.2 – Setor: TI

2.2.1 - Qual o nível de digitalização da empresa? *

- Alto (Acima de 75%)
- Médio (De 25 a 75%)
- Baixo (Até 25%)
- Não existe

2.2.2 – Existe uma integração padronizada entre TI/TA na sua empresa? *

- Sim
- Não
- Não sei

2.2.3 - Qual o nível de integração vertical da empresa? Integração Vertical: integra de ponta-a-ponta os diferentes níveis hierárquicos (atuador, sensor, controle, fabricação, gerenciamento de produção e planejamento). *

- Alto (Acima de 75%)
- Médio (De 25 a 75%)
- Baixo (Até 25%)
- Não existe

2.2.4 - Quais iniciativas já estão sendo tomadas pela sua empresa? (Assinale até 5 itens) *

- IoT (Internet of Things)
- IoS (Internet of Services)
- Segurança Cibernética
- Computação em Nuvem
- Big Data
- Nenhuma

2.2.5 – Qual é a solução de armazenagem dos dados da empresa? *

- Nuvem Pública
- Nuvem Privada
- Colocation
- Infraestrutura Local

2.2.6 – A quantidade de profissionais de TI (Técnicos, Tecnólogos e Bacharelados) na empresa é: *

- Nenhum
- Até 5
- De 6 a 10
- Acima de 10

VOLTAR PRÓXIMA

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. Denunciar abuso - Termos de Serviço - Termos Adicionais

Google Formulários

A Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose no Brasil.

*Obrigatório

Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0) – Setor

2.3 – Setor: Vendas e planejamento das operações (S&OP - Sales and Operations Planning) e Logística.

2.3.1 – A empresa que você trabalha utiliza ERP (Enterprise Resource Planning)? *

- Sim
- Não
- Não sei

2.3.2 – A empresa que você trabalha utiliza Software para Planejamento e Controle de Produção - PCP? *

- Sim
- Não
- Não sei

2.3.3 - Qual o nível de integração horizontal da empresa?
Integração Horizontal: integra de ponta-a-ponta as diferentes etapas dos processos de planejamento de negócios, fabricação e logística. *

- Alto (Acima de 75%)
- Médio (De 25 a 75%)
- Baixo (Até 25%)
- Não existe

VOLTAR

PRÓXIMA

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. Denunciar abuso - Termos de Serviço - Termos Adicionais

Google Formulários

A Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose no Brasil.

*Obrigatório

Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0) – Setor

2.4 – Setor: Manutenção e Engenharia - Automação.

2.4.1 - Qual o nível de automação da empresa? *

- Nível 06 – Gestão do Negócio (BI – Business Intelligence)
- Nível 05 – Gerenciamento corporativo (ERP - Enterprise Resource Planning)
- Nível 04 – Gerenciamento da planta industrial (MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System)
- Nível 03 – Supervisão (SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, IHM)
- Nível 02 – Controle de processo (PLC, SDCD)
- Nível 01 – Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores

2.4.2 – Existe uma integração padronizada entre TI/TA na sua empresa?

- Sim
- Não
- Não sei

2.4.3 – Como você classifica a integração entre Automação e TI na sua empresa?

- Geração 4 – Uso da Automação e da TI de forma integrada, conectada e “inteligente”. Utilização de informações para apoiar decisões – Fonte: CNI.
- Geração 3 – Uso da Automação e da TI com a integração e a conexão em todas as áreas da empresa – Fonte: CNI.
- Geração 2 – Automação, com o uso da TI sem integração ou de forma parcial entre as áreas – Fonte: CNI.
- Geração 1 – Automação isolada, com o uso da TI de forma pontual – Fonte: CNI.

2.4.4 – Quais são os protocolos de comunicação utilizados na empresa? (Assinale até 13 itens) *

- Comunicação 4-20mA
- HART
- WirelessHART
- FOUNDATION fieldbus
- PROFIBUS DP/PA
- PROFINET
- Ethernet-IP
- Modbus
- OPC
- OPC UA
- EtherCAT
- DeviceNet
- ControlNet

A Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose no Brasil.

*Obrigatório

Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0) – Setor

2.4 – Setor: Manutenção e Engenharia - Automação.

2.4.5 – Dentre os protocolos de comunicação apresentados abaixo, qual é o mais utilizado na empresa que você trabalha? *

- Comunicação 4- 20 mA
- HART
- WirelessHART
- FOUNDATION Fieldbus
- PROFIBUS DP/PA
- PROFINET
- Ethernet-IP
- Modbus
- OPC
- OPC UA
- EtherCAT
- DeviceNet
- ControlNet

2.4.6 – Quais dos sistemas abaixo são utilizados na empresa que você trabalha? (Assinale até 8 itens) *

- SDCD
- Sistema de Gestão de Ativos
- QCS – Quality Control System (Scanners: Gramatura, Umidade,...)
- Controle CD – Controle Transversal (Gramatura, Umidade,...)
- APC - Advanced Process Control (Controle Avançado)
- WIS - Web Inspection System (Sistema Detector de Defeitos)
- WMS - Web Monitoring System (Sistema de Câmeras)
- PIMS - Plant Information Management System

2.4.7 – A quantidade de profissionais de automação (Técnicos, Tecnólogos e Bacharelados) na empresa é: *

- Nenhum
- Até 3
- De 4 a 7
- De 8 a 10
- Acima de 10

2.1 – Setor: Presidência / Diretoria

2.1.1 - Qual o nível de investimento em tecnologias da Indústria 4.0 na empresa? *

- Acima de 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 1,5 a 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 0,5 a 1,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 0 a 0,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- Não existe

A Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose no Brasil.

*Obrigatório

Parte 2: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0) – Setor

2.5 – Setor: Produção.

2.5.1 – A empresa que você trabalha utiliza MES (Manufacturing Execution System)? *

- Sim
- Não
- Não sei

2.5.2 – A empresa que você trabalha utiliza ERP (Enterprise Resource Planning)? *

- Sim
- Não
- Não sei

2.5.3 – Existe coleta automática de dados de processo? *

- Sim
- Não
- Não sei

2.5.4 – Existe coleta automática de dados de máquinas? *

- Sim
- Não
- Não sei

2.5.5 – Qual nível de integração de dados coletados? *

- Alto (Acima de 75%)
- Médio (De 25 a 75%)
- Baixo (Até 25%)
- Não existe

2.1 – Setor: Presidência / Diretoria

2.1.1 - Qual o nível de investimento em tecnologias da Indústria 4.0 na empresa? *

- Acima de 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
 - 1,5 a 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
 - 0,5 a 1,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
 - 0 a 0,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
 - Não existe
-

A Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose no Brasil.

*Obrigatório

Parte 3: Conceituação sobre Transformação Digital (Indústria 4.0)

3.1 – Dentre as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 abaixo descritas, quais você define como sendo aplicáveis na indústria que você trabalha? (Assinale até 9 itens) *

- IoT (Internet of Things)
- IoS (Internet of Services)
- Segurança Cibernética
- Computação em Nuvem
- Big Data
- Inteligência Artificial
- Robótica Avançada
- Realidade Aumentada
- Simulação Virtual

3.2 - Qual o engajamento da sua empresa no desenvolvimento da Indústria 4.0? *

- Alto (Diretoria ou Comitê está conduzindo a Indústria 4.0 dentro da empresa)
- Médio (Existem alguns grupos dentro da empresa com trabalhos isolados em Indústria 4.0)
- Baixo (Não existe nenhum trabalho de Indústria 4.0 implantado dentro da empresa)
- Não existe

3.3 – Como está a implementação da Indústria 4.0 onde você trabalha? *

- Implantação Parcial
- Projeto Piloto
- Em planejamento
- Em estudo
- Não existe

3.4 – Qual o nível de envolvimento da liderança da empresa com a Indústria 4.0? *

- Alto (Acima de 75%)
- Médio (De 25 a 75%)
- Baixo (Até 25%)
- Não existe

3.5 - Quais são as ameaças para a Indústria 4.0 no Brasil? (Assinale até 5 itens)

- Custo
- Burocracia
- Medo da mudança
- Incentivo do Governo
- Falta de mão de obra qualificada

3.6 – Você conhece o Decreto N° 9.319/18 que instituiu o Sistema Nacional para a Transformação Digital (SinDigital) e estabelece a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital)? *

- Sim
- Não

2.1 – Setor: Presidência / Diretoria

2.1.1 - Qual o nível de investimento em tecnologias da Indústria 4.0 na empresa? *

- Acima de 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 1,5 a 3,0% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 0,5 a 1,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- 0 a 0,5% da Receita Operacional Bruta Anual (ROB)
- Não existe

A Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose no Brasil.

*Obrigatório

Parte 4: Profissional 4.0

4.1 – Os profissionais que atuam atualmente na área de automação possuem conhecimentos nas Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0? *

- Sim
- Não
- Não sei

4.2 – O Técnico 4.0/Engenheiro 4.0 deve possuir conhecimentos em TI (Tecnologia da Informação) e TA (Tecnologia de Automação)? *

- Sim
- Não
- Não sei

4.3 – Qual a disponibilidade de profissional especializado em Indústria 4.0 no mercado atualmente? *

- Alto (Está disponível no mercado)
- Médio (Encontra com alguma dificuldade)
- Baixo (Necessita de formação)
- Não existe

4.4 – As instituições de ensino estão preparadas para fornecer este profissional para o mercado? *

- Sim
- Não
- Não sei

4.5 – Quando você vê o Profissional 4.0 preparado: *

- Hoje
- Daqui 2 anos
- Daqui 5 anos
- Mais que 5 anos
- Nunca

4.6 – Qual o maior responsável pela formação do Profissional 4.0? *

- Governo
- Instituição de Ensino
- Indústria
- Todos

1.3 – Faturamento Anual: *

- Pequena (Receita Operacional Bruta Anual (ROB): Maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões – Fonte: BNDES)
 - Média (Receita Operacional Bruta Anual (ROB): Maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões – Fonte: BNDES)
 - Grande (Receita Operacional Bruta Anual (ROB): Maior que R\$ 300 milhões – Fonte: BNDES)
-

APÊNDICE C – CARTA CONVITE DA PESQUISA *SURVEY*

De: joice@abtcp.org.br <joyce@abtcp.org.br>

Enviada em: terça-feira, 19 de junho de 2018 08:24

Cc: viviane@abtcp.org.br; Alessandro Rodrigues Frias <alessandro.frias@ojipapeis.com.br>; 'Andre Luiz Kakehasi' <andre.kakehasi@valmet.com>

Assunto: Pesquisa Indústria 4.0.

Prezados (as) Senhores (as),

Nós da ABTCP, em parceria com a UNICAMP representada pelo Sr. Alessandro Frias (Doutorando em Engenharia Química) e o Sr. André Kakehasi (Coordenador da Comissão Técnica de Automação da ABTCP), desenvolvemos uma pesquisa com o tema: **"A Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose no Brasil"**.

O objetivo principal desta pesquisa é fazer um mapeamento do Grau de Maturidade em Indústria 4.0, através da avaliação do nível de automação, do entendimento e ações tomadas para a Transformação Digital nas Indústrias de Papel e Celulose.

Segue abaixo o link de um vídeo com os principais conceitos da Indústria 4.0, a 4ª Revolução Industrial.

<https://www.youtube.com/watch?v=3ixQQ4elwm0>

Pedimos a vossa participação, levará apenas alguns minutos e será de grande ajuda para o setor.

Basta acessar a pesquisa pelo link abaixo e responder as questões.

<https://goo.gl/forms/GHyVN5p4eLYGaGT82>

Contamos com a participação de todos.

Atenciosamente.

| | | |
|---|-----------------------|---|
|  | Joice Fujita | Inteligência Setorial Phone.:+55 (11) 3874-2710 skype: Joice_abtcp |
| | ABTCP 2018 | 51º Congresso e Exposição Internacional de Celulose e Papel 51º Congresso Paper International Congress & Exhibition |
| | | 23 a 25 de Outubro Transamérica Expo Center São Paulo - SP - Brasil October 23 to 25 Transamerica Center - São Paulo, SP - Brazil |

ANEXO A – DECRETO Nº 9.319/18

29/08/2018 D9319



Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos

DECRETO Nº 9.319, DE 21 DE MARÇO DE 2018

Institui o Sistema Nacional para a Transformação Digital e estabelece a estrutura de governança para a implantação da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, caput, inciso VI, alínea "a", da Constituição,

DECRETA:

Art. 1º Fica instituído o Sistema Nacional para a Transformação Digital - SinDigital, composto pela Estratégia Brasileira para a Transformação Digital - E-Digital, seus eixos temáticos e sua estrutura de governança, nos termos do disposto neste Decreto.

§ 1º A E-Digital, fundamentada nos eixos temáticos constantes do Anexo I a este Decreto, visa à harmonização das iniciativas do Poder Executivo federal ligadas ao ambiente digital, com o objetivo de aproveitar o potencial das tecnologias digitais para promover o desenvolvimento econômico e social sustentável e inclusivo, com inovação, aumento de competitividade, de produtividade e dos níveis de emprego e renda no País.

§ 2º A E-Digital será estruturada conforme os seguintes eixos temáticos:

I - eixos habilitadores:

- a) infraestrutura e acesso às tecnologias de informação e comunicação: objetiva promover a ampliação do acesso da população à internet e às tecnologias digitais, com qualidade de serviço e economicidade;
- b) pesquisa, desenvolvimento e inovação: objetiva estimular o desenvolvimento de novas tecnologias, com a ampliação da produção científica e tecnológica, e buscar soluções para desafios nacionais;
- c) confiança no ambiente digital: objetiva assegurar que o ambiente digital seja seguro, confiável, propício aos serviços e ao consumo, com respeito aos direitos dos cidadãos;
- d) educação e capacitação profissional: objetiva promover a formação da sociedade para o mundo digital, com novos conhecimentos e tecnologias avançadas, e prepará-la para o trabalho do futuro; e
- e) dimensão internacional: objetiva fortalecer a liderança brasileira nos fóruns globais relativos a temas digitais, estimular a competitividade e a presença das empresas brasileiras no exterior, e promover a integração regional em economia digital; e

II - eixos de transformação digital:

- a) transformação digital da economia: objetiva estimular a informatização, o dinamismo, a produtividade e a competitividade da economia brasileira, de forma a acompanhar a economia mundial; e
- b) cidadania e transformação digital do Governo: tomar o Governo federal mais acessível à população e mais eficiente em prover serviços ao cidadão, em consonância com a Estratégia de Governança Digital - EGD, instituída pelo [Decreto nº 8.638, de 15 de janeiro de 2016](#).

§ 3º A E-Digital será regulamentada em ato do Ministro de Estado de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações e servirá de referência para o SinDigital.

Art. 2º O SinDigital, coordenado pela Casa Civil da Presidência da República, será composto pelos seguintes órgãos e instâncias:

I - Comitê Interministerial para a Transformação Digital - CITDigital, composto por representantes do Poder Público federal, nos termos do art. 5º;

II - instância técnica multissetorial para a transformação digital, composta por especialistas e pessoas de notório saber representantes da comunidade científica, da sociedade civil e do setor produtivo; e

III - demais órgãos, entidades e instâncias vinculados às políticas de transformação digital.

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Decreto/D9319.htm 1/7

28/08/2018

D9319

Art. 3º A implantação, o monitoramento e a atualização da E-Digital observará as seguintes diretrizes:

I - engajamento permanente com a comunidade científica, o setor produtivo e a sociedade civil;

II - fortalecimento da articulação e da cooperação entre os diferentes órgãos e entidades do Poder Público com competências relacionadas à temática digital; e

III - atualização periódica, em ciclos de quatro anos.

Art. 4º Fica criado o Comitê Interministerial para a Transformação Digital - CITDigital, ao qual compete:

I - elaborar anualmente seu plano de trabalho, que conterá cronograma e estabelecerá as ações prioritárias da E-Digital;

II - atuar para que os programas, os projetos e as iniciativas dos diferentes órgãos e entidades públicos com competências ligadas à temática digital sejam apoiados em evidências e coerentes com a E-Digital;

III - promover o compartilhamento de informações e analisar o impacto das iniciativas setoriais no ambiente digital, visando à harmonização e à promoção de eficiência e sinergia entre as ações de diferentes órgãos e entidades;

IV - acompanhar e avaliar, periodicamente, os resultados da E-Digital, a partir de indicadores e metas predefinidas, e oferecer subsídios, sempre que solicitado, às atividades de articulação e de monitoramento de programas de governo da Presidência da República;

V - articular-se com instâncias similares de outros países, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;

VI - expedir recomendações necessárias ao exercício de sua competência;

VII - propor às instâncias competentes a adoção de medidas e a edição de atos normativos necessários à execução das ações estratégicas definidas na E-Digital;

VIII - deliberar sobre a atualização e a revisão periódica da E-Digital;

IX - opinar sobre qualquer tema relacionado às suas competências; e

X - elaborar e aprovar seu regimento interno.

Parágrafo único. Caberá ao CITDigital deliberar acerca da instituição da instância técnica multissetorial referida no inciso II do art. 2º, com a finalidade de propiciar o permanente diálogo e articulação entre o Poder Público e representantes da comunidade científica, do setor produtivo e da sociedade civil, no que se refere à avaliação, implantação e atualização da E-Digital.

Art. 5º O CITDigital será composto por um representante titular e um suplente de cada um dos seguintes órgãos:

I - Casa Civil da Presidência da República;

II - Ministério da Fazenda;

III - Ministério da Educação;

IV - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços;

V - Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão; e

VI - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.

§ 1º A presidência do CITDigital será exercida pelo representante da Casa Civil da Presidência da República.

§ 2º Os membros do CITDigital serão indicados pelos respectivos Ministros de Estado entre agentes públicos com poder decisório relacionado às políticas disciplinadas por este Decreto no âmbito de seus órgãos.

§ 3º Os membros do CITDigital, titulares e suplentes, serão designados por ato do Ministro de Estado Chefe da Casa Civil da Presidência da República.

§ 4º Poderão ser convidados a participar das reuniões e atividades do CITDigital representantes de outros órgãos e entidades públicas ou privadas, assim como representantes do Poder Legislativo e do Poder Judiciário, nos termos de seu regimento interno.

Art. 6º As reuniões do CITDigital serão realizadas com a presença mínima de três membros e as deliberações serão por maioria simples, e caberá ao seu presidente o voto de qualidade.

Art. 7º O CITDigital poderá deliberar quanto à instituição de subcomitês temáticos e estabelecer seus objetivos específicos, composição, coordenação e prazo.

28/08/2018

D9319

§ 1º As atividades associadas aos eixos temáticos de que trata o § 2º do art. 1º poderão ser acompanhadas por meio de subcomitês, para os quais serão convidados a participar os órgãos e as entidades com competências relativas ao tema.

§ 2º Os subcomitês deverão, sempre que possível, coordenar-se com outras instâncias colegiadas com atuação na temática digital, de modo a promover a harmonização, a eficiência e a sinergia das políticas e ações nesse campo.

Art. 8º A participação no CITDigital e em seus subcomitês será considerada prestação de serviço público relevante, não remunerada.

Art. 9º O CITDigital se reunirá, em caráter ordinário, trimestralmente e, em caráter extraordinário, sempre que for convocado por seu Presidente ou pela maioria de seus membros.

Art. 10. O CITDigital encaminhará anualmente à Presidência da República relatório de atividades e plano de trabalho com ações a serem implementadas no período subsequente.

Art. 11. A Secretaria-Executiva do CITDigital será exercida pela Secretaria de Política de Informática do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, que prestará o apoio técnico e administrativo ao CITDigital.

Parágrafo único. Compete à Secretaria-Executiva do CITDigital:

I - apoiar a realização das atividades operacionais do CITDigital, em articulação com o seu Presidente;

II - realizar estudos e fornecer insumos técnicos necessários para subsidiar as decisões do CITDigital;

III - acompanhar a implementação das deliberações e diretrizes fixadas pelo CITDigital;

IV - elaborar relatórios de avaliação da implementação das ações estratégicas definidas na E-Digital, a serem apreciadas e aprovadas pelo CITDigital;

V - facilitar a interlocução e a interação entre os diferentes órgãos e entidades que compõem o SinDigital, inclusive com aqueles não representados no CITDigital;

VI - acompanhar e propor encaminhamentos quanto aos temas digitais ainda não designados a nenhum órgão ou entidade;

VII - estimular e apoiar os órgãos e as entidades do Poder Público no processo de transformação digital;

VIII - solicitar informações e apoio técnico aos órgãos e às entidades integrantes do SinDigital para consecução de suas competências; e

IX - exercer outras atividades que lhe sejam atribuídas pelo CITDigital.

Art. 12. O [Anexo I ao Decreto nº 8.877, de 18 de outubro de 2016](#), passa a vigorar com as seguintes alterações:

*Art. 2º

.....

II -

.....

e) Secretaria de Políticas Digitais:

1. Departamento de Políticas para a Transformação Digital;

....." (NR)

*Art. 28. À Secretaria de Políticas Digitais compete:

I. atuar como Secretaria-Executiva do Comitê Interministerial para Transformação Digital - CITDigital;

.....

XII. desenvolver as atividades de execução orçamentária, financeira, contábil e patrimonial no âmbito da Secretaria de Políticas Digitais." (NR)

*Art. 29. Ao Departamento de Políticas para a Transformação Digital compete:

.....

28/08/2018

D9319

V - subsidiar a atuação do representante do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações na coordenação do Comitê Gestor da Internet no Brasil - CGI.br;

VI - auxiliar na interação com os órgãos e as entidades competentes em relação às atividades destinadas ao uso e à expansão da infraestrutura para o desenvolvimento da internet no País; e

VII - apoiar a atuação da Secretaria de Políticas Digitais, no exercício das competências previstas no inciso I do caput do art. 28.º (NR)

Parágrafo único. A Secretaria de Políticas Digitais do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações sucederá a Secretaria de Política de Informática do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.

Art. 13. O [Anexo II ao Decreto nº 8.877, de 2016](#), passa a vigorar com as alterações do [Anexo II a este Decreto](#).

Art. 14. O CITDigital será instalado no prazo de sessenta dias, contado da data de entrada em vigor deste Decreto.

Art. 15. O CITDigital elaborará seu regimento interno no prazo de trinta dias, contado da data da sua primeira reunião.

Art. 16. Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 21 de março de 2018; 197.º da Independência e 130.º da República.

MICHEL TEMER

Gilberto Kassab

Este texto não substitui o publicado no DOU de 22.03.2018

ANEXO I

EIXOS TEMÁTICOS DA ESTRATÉGIA BRASILEIRA PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL - E-DIGITAL

I - Eixos habilitadores

1. Infraestrutura e acesso às tecnologias de informação e comunicação

A existência de abrangente infraestrutura de tecnologias de informação e comunicação é requisito essencial para o processo de transformação digital do País. É prioritária a expansão das redes de transporte e de acesso à internet em alta velocidade, assim como a integração, por redes, de instituições de pesquisa, educação, saúde e segurança pública.

Os objetivos a serem alcançados incluem:

- levar redes de transporte de dados de alta capacidade a todos os Municípios brasileiros;
- expandir as redes de acesso em banda larga móvel e fixa, em áreas urbanas e rurais; e
- disseminar as iniciativas de inclusão digital.

2. Pesquisa, desenvolvimento e inovação

As iniciativas brasileiras para pesquisa, desenvolvimento e inovação devem almejar o protagonismo do País no cenário mundial em tecnologias digitais, com avanço nas posições relativas em produção científica e desenvolvimento tecnológico. Devem, também, ter em vista a solução dos grandes problemas nacionais, a fim de propiciar ganhos de produtividade, competitividade e desenvolvimento econômico e social.

Os objetivos a serem alcançados incluem:

- integrar os instrumentos viabilizadores de promoção da pesquisa, desenvolvimento e inovação - PD&I, bem como as infraestruturas de pesquisa destinadas ao desenvolvimento das tecnologias digitais;
- aprimorar os marcos legais de ciência, tecnologia e informação - CT&I; e
- utilizar o poder de compra público para estimular o desenvolvimento de soluções inovadoras baseadas em tecnologias digitais.

3. Confiança no ambiente digital

O desenvolvimento da economia digital requer confiança no ambiente digital. Nesse sentido, a ação governamental deve estar focada em duas áreas: (i) proteção de direitos e privacidade; e (ii) defesa e segurança no ambiente digital.

28/08/2018

D9319

Os objetivos a serem alcançados incluem:

- aprimorar os mecanismos de proteção de direitos no meio digital, inclusive nos aspectos relativos à privacidade e à proteção de dados pessoais, e reconhecer as especificidades desse ambiente;
- fortalecer a segurança cibernética no País, com estabelecimento de mecanismos de cooperação entre entes governamentais, entes federados e setor privado, com vistas à adoção de melhores práticas, coordenação de resposta a incidentes e proteção da infraestrutura crítica; e

4. Educação e capacitação profissional

No campo educacional, deve-se promover o amplo acesso de alunos e professores a recursos didáticos de qualidade e possibilitar práticas pedagógicas inovadoras, por meio da disseminação do acesso à internet de alta velocidade em escolas públicas.

Os objetivos a serem alcançados incluem:

- conectar escolas públicas, urbanas e rurais, com acessos de banda larga, e disponibilizar equipamentos para acesso a tecnologias digitais;
- incorporar as tecnologias digitais nas práticas escolares, com desenvolvimento do pensamento computacional entre as competências dos estudantes;
- reforçar as disciplinas matemática, ciências, tecnologias e engenharias e as trilhas de formação técnica para atuação em setores da economia digital, com foco no empreendedorismo; e
- promover o aprimoramento das formações inicial e continuada dos professores, no que se refere ao uso da tecnologia em sala de aula.

5. Dimensão Internacional

Considerando o caráter global da economia digital, o Brasil deve intensificar sua atuação nos fóruns internacionais relacionados ao tema e contribuir para a ampliação dos espaços multilaterais e multissetoriais de negociação, em especial nos temas relacionados à governança da internet.

Os objetivos a serem alcançados incluem:

- promover a ativa participação do País nas iniciativas de coordenação e de integração regional em economia digital, assim como nas instâncias internacionais que tratam o tema com prioridade;
- estimular a competitividade e a presença no exterior das empresas brasileiras com atuação nos segmentos digitais; e
- promover a expansão de exportações por meio do comércio eletrônico e apoiar a inserção de pequenas e médias empresas brasileiras neste segmento.

II - Eixos de transformação digital

1. Transformação digital da economia

(a) Economia baseada em dados

A moderna economia digital é uma economia baseada em dados. O aproveitamento das oportunidades advindas da crescente disponibilidade do grande volume de dados é, assim, elemento estratégico para o crescimento do País.

Os objetivos a serem alcançados incluem:

- promover a criação de forte ecossistema para desenvolvimento da economia de dados, com incentivos ao desenvolvimento de infraestrutura de telecomunicações e à atração de *data centers* ao País;
- aprimorar capacidades técnicas e humanas relativas ao uso e tratamento de grandes volumes de dados; e
- promover um ambiente jurídico-regulatório que estimule investimentos e inovação, a fim de conferir segurança aos dados tratados e adequada proteção aos dados pessoais;

(b) Um Mundo de Dispositivos Conectados

Ao reconhecer o potencial transformador das aplicações da Internet das Coisas, devem ser estabelecidas ações e incentivos destinados à contínua evolução e disseminação dos dispositivos e das tecnologias digitais associadas.

Os objetivos a serem alcançados incluem:

28/08/2018

D9319

- apoiar a formação e a capacitação profissional em habilidades necessárias para o desenvolvimento e a utilização das novas tecnologias digitais relacionadas aos dispositivos conectados;

- promover o desenvolvimento de soluções tecnológicas nas áreas prioritárias de saúde, agropecuária, indústria e cidades inteligentes; e

- fomentar o ambiente normativo e de negócios que promova a atração de novos investimentos em dispositivos conectados, a fim de assegurar a confiança e a preservação de direitos dos usuários; e

(c) Novos Modelos de Negócio

O ambiente digital, em especial aquele viabilizado pela internet, reduz barreiras de entrada, gera novos mercados e viabiliza o surgimento de modelos de negócios disruptivos. Ao mesmo tempo, a velocidade das transformações exige de reguladores e formuladores de políticas agilidade e flexibilidade na criação de um ambiente de negócios competitivo e propício ao desenvolvimento da economia digital.

Os objetivos a serem alcançados incluem:

- reforçar a atuação de empresas brasileiras no ambiente de negócios digital;

- estimular e apoiar empresas nascentes de base tecnológica; e

- desenvolver ambientes regulatórios flexíveis para experimentação de modelos de negócios inovadores.

2. Cidadania e Transformação Digital do Governo

O propósito da transformação digital no governo é torná-lo mais dinâmico e próximo da população, de forma a utilizar as tecnologias digitais para catalisar forças sociais e dinâmicas produtivas, para benefício da sociedade. O Estado deve se inserir de maneira eficaz no ambiente digital, com atendimento eficiente ao cidadão, integração de serviços e políticas públicas e transparência.

Os objetivos a serem alcançados incluem:

- oferecer serviços públicos digitais consolidados em plataforma única;

- conceder amplo acesso à informação e a dados abertos governamentais, que possibilitem o exercício da cidadania e a inovação em tecnologias digitais;

- promover a integração e interoperabilidade de bases de dados governamentais; e

- adotar tecnologia de processos e serviços governamentais em nuvem como parte da estrutura tecnológica dos diversos serviços e setores da administração pública.

ANEXO II

(Anexo II ao Decreto nº 8.877, de 18 de outubro de 2016)

a).....

| | | | |
|--|---|--------------------|------------|
| Coordenação-Geral de Articulação | 1 | Coordenador-Geral | DAS 101.4 |
| Coordenação | 1 | Coordenador | DAS 101.3 |
| Coordenação | 1 | Coordenador | FCPE 101.3 |
| | 1 | Assistente | DAS 102.2 |
| | 1 | Assistente Técnico | DAS 102.1 |
| | 1 | Assistente Técnico | FCPE 102.1 |
| | | | |
| SECRETARIA DE POLÍTICAS DIGITAIS | 1 | Secretário | DAS 101.6 |
| Gabinete | 1 | Chefe de Gabinete | DAS 101.4 |
| | 1 | Assessor Técnico | DAS 102.3 |
| | 1 | Assistente | FCPE 102.2 |

28/08/2018

D9319

| | | | |
|--|---|--------------------|------------|
| Divisão | 1 | Chefe | FCPE 101.2 |
| | 1 | Assistente Técnico | FCPE 102.1 |
| | | | |
| DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL | 1 | Diretor | DAS 101.5 |
| | | | |
| Coordenação-Geral de Assuntos Cibernéticos | 1 | Coordenador-Geral | DAS 101.4 |
| | 1 | Assessor Técnico | FCPE 102.3 |
| | | | |
| Coordenação-Geral de Agenda Digital | 1 | Coordenador-Geral | DAS 101.4 |
| | 1 | Assistente | FCPE 102.2 |
| | 1 | Assessor Técnico | FCPE 102.3 |

.....* (NR)

*