

PESQUISA SETORIAL – INDÚSTRIA 4.0: A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS INDÚSTRIAS DE PAPEL E CELULOSE NO BRASIL

Autores: Alessandro Rodrigues Frias^{1,2}, Flávio Vasconcelos da Silva¹, André Luiz Kakehasi²

¹ Faculdade de Engenharia Química - UNICAMP. Brasil

² Comissão Técnica de Automação e TI - ABTCP. Brasil

RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo apresentar os resultados da primeira pesquisa *survey* UNICAMP / ABTCP sobre a Transformação Digital nas Indústrias Brasileiras de Celulose e Papel (C&P). 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 – *Sales and Operations Planning* (S&OP), Manutenção e Engenharia – Automação, Logística e TI, buscando avaliar o nível de automação nas indústrias de C&P no Brasil, assim como diagnosticar o entendimento e ações dessas indústrias para a Transformação Digital (4.^a Revolução Industrial ou Indústria 4.0). O método utilizado neste trabalho consiste em uma pesquisa bibliográfica exploratória sobre as principais Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0, Protocolos de Comunicação Industrial e integração entre Tecnologia de Automação (TA) e Tecnologia de Informação (TI), assim como a elaboração de um questionário que foi utilizado na pesquisa *survey* com objetivo de obter o posicionamento do setor de C&P sobre nível de automação, utilização das Tecnologias Habilitadoras e visão sobre o Profissional do Futuro. Com os resultados obtidos têm-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 (4.^a Revolução Industrial) nas indústrias brasileiras de C&P?* 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.

Palavras-chave: Automação; Indústria 4.0; Transformação Digital; Celulose e Papel.

INTRODUÇÃO

Qual o nível de automação e quais tecnologias habilitadoras podem ser utilizadas para a Transformação Digital (4.^a 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. Outros resultados destacados naquela pesquisa foram as classificações dos setores, onde o setor de Celulose e Papel (C&P) ocupou a 9.^a posição no uso de tecnologias digitais com foco em processo e a 10.^a posição no uso de tecnologias digitais com foco em desenvolvimento. As tecnologias digitais apresentadas pela CNI são pré-condições para o avanço da Indústria 4.0 no Brasil, pois são a base para implementação das tecnologias habilitadoras na Transformação Digital das indústrias (CNI, 2016a). Assim, como o nosso setor (C&P) está se preparando e utilizando estas tecnologias digitais nos processos e desenvolvimento?

Em 2017, alguns especialistas de empresas fornecedoras de tecnologias para as indústrias de 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).

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. 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*

Autor correspondente: Alessandro Rodrigues Frias – Consultor de Projetos – Engenharia – Oji Papéis Especiais. Piracicaba SP – CEP:13415-900 – Brasil. Fone: +55 19 2106 9211. E-mail: alessandro.frias@ojipapeis.com.br.

e Simulações" (MARTIN, 2018). De acordo com Hjalmar Fugmann, presidente da Voith Paper América do Sul, "[...] a 4.^a Revolução Industrial pode ser caracterizada por quatro tecnologias-chaves: *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 as questões que deram origem e motivaram este trabalho, primeiro foi realizada uma pesquisa exploratória sobre o tema em questão e posteriormente foi desenvolvido um questionário para realizar uma pesquisa setorial em diversas indústrias de papel e celulose no Brasil. Assim, este trabalho tem como objetivo principal avaliar o nível de automação nas indústrias de papel e celulose brasileiras, assim como diagnosticar o entendimento e ações destas indústrias para a Transformação Digital.

MÉTODOS E ASPECTOS TEÓRICOS

O método utilizado neste trabalho consiste em uma pesquisa bibliográfica exploratória sobre as principais Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0, Protocolos de Comunicação Industrial e integração entre Tecnologia de Automação (TA) e Tecnologia de Informação (TI), como também a elaboração de um questionário que foi utilizado na pesquisa *survey* com objetivo de obter o posicionamento do setor de C&P sobre nível de automação, utilização das Tecnologias Habilitadoras e visão sobre o Profissional do Futuro.

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 – *Sales and Operations Planning* (S&OP), Manutenção e Engenharia – Automação, Logística e TI. Foi elaborado um questionário com 43 perguntas dividido nos 5 setores acima descritos. O mesmo foi disponibilizado por meio do *Google Forms* para um grupo de 689 profissionais (Base de dados da ABTCP), onde 221 destes profissionais responderam o questionário, ou seja, 32% de respondentes.

Transformação Digital: Automação e Tecnologias Habilitadoras

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 o virtual (CNI, 2016b). Essa Transformação Digital está sendo responsável pela 4.^a 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.

Segundo Schwab (2016), uma "revolução" 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 4.^a Revolução Industrial, que surge após a consolidação da automação, ou seja, está baseada na revolução digital (internet, sensores, inteligência artificial e aprendizagem automática).

A consolidação da Automação foi constatada desde que os protocolos de comunicação baseados em sistemas pneumáticos (3-15 PSI) começaram a ser substituídos por protocolos de comunicação analógica (4-20 mA). Após a década de 1990, surgiram vários protocolos de comunicação industrial, como por exemplo: IEC 61.158 (Padrão de Protocolos Industriais), Ethernet Industrial e Wireless Industrial. Em paralelo com a evolução da Tecnologia de Automação (TA), a Tecnologia de Informação (TI) também evoluiu e atualmente existe uma convergência entre estas tecnologias para a Indústria 4.0 (STEVAN JR, et al., 2018).

As tecnologias habilitadoras são apresentadas por Schwab (2016) como impulsionadores tecnológicos da 4.^a Revolução Industrial, com destaque para: Robótica Avançada, Internet das Coisas ou *Internet of Things* – IoT, *Big Data*, Segurança Cibernética, Inteligência Artificial e Realidade Aumentada.

Kagermann, et al. (2013), descreve em seu trabalho algumas tecnologias habilitadoras, como: *Big Data*, IoT, IoS, Segurança Cibernética, Computação em Nuvem e Simulação Virtual.

A CNI apresenta 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 (CNI, 2017).

A Transformação Digital foi definida inicialmente como a integração da digitalização à atividade industrial e tal integração depende das tecnologias habilitadoras, ou seja, a Inteligência Artificial depende de *Big Data* que por sua vez depende da Computação em Nuvem e que obrigatoriamente utilizará a Segurança Cibernética. Logo, a Transformação Digital tornar-se-á realidade a partir do momento que existir a integração das tecnologias habilitadoras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa bibliográfica exploratória permitiu um embasamento sobre os principais conceitos da Transformação Digital, assim como das tecnologias habilitadoras e a importância da automação dentro deste contexto. Isto permitiu elaborar um questionário que foi utilizado na pesquisa *survey*, sendo o mesmo dividido em quatro partes: Parte 1 (Perfil da Empresa e do Profissional Entrevistado), Parte 2 (Conceituação sobre Transformação Digital – Setores), Parte 3 (Conceituação sobre Transformação Digital – Geral) e Parte 4 (Profissional 4.0).

Este capítulo traz uma síntese com os principais resultados obtidos por meio do questionário utilizado na pesquisa *survey*, sendo os mesmos segmentados nos quatro grupos acima descritos.

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 (Figura 1), 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 (32,1%) e PNI = 55 (24,9%). As indústrias foram classificadas também por quantidade de colaboradores em Pequena (P), Média (M) e Grande (G). Por meio dos 221 respondentes tem-se: P = 4 (1,8%), M = 24 (10,9%) e G = 193 (87,3%). Entre os setores dos 221 profissionais que responderam esta pesquisa, obteve-se a seguinte participação: Manutenção e Engenharia – Automação (90 = 40,7%), Produção (71 = 32,1%), S&OP e Logística (25 = 11,3%), Presidência / Diretoria (18 = 8,1%) e TI (17 = 7,7%).

1.1 – Tipo da indústria:

221 respostas

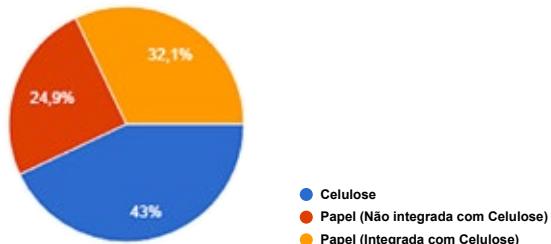


Figura 1. Tipo das Indústrias do setor C&P

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.

No setor de Presidência / Diretoria foram selecionadas as questões de investimentos em tecnologias e treinamento para a Indústria 4.0 (Figuras 2 e 3), tendo a participação de 18 respondentes divididos em C = 8 (44,4%), PI = 5 (27,8%) e PNI = 5 (27,8%).

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

18 respostas



Figura 2. Investimento em tecnologias da Indústria 4.0 nas empresas de C&P

2.1.3 – Qual o nível de investimento para treinamento da Indústria 4.0 na empresa?

18 respostas

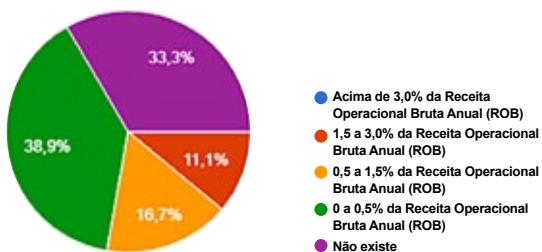


Figura 3. Investimento para treinamento em Indústria 4.0 nas empresas de C&P

O setor de TI colaborou com a participação de 17 profissionais divididos em C = 10 (58,8%), PI = 2 (11,8%) e PNI = 5 (29,4%). As questões abaixo referem-se ao nível de digitalização e integração vertical nas indústrias de C&P (Figuras 4 e 5).

2.2.1 – Qual o nível de digitalização da empresa?

17 respostas

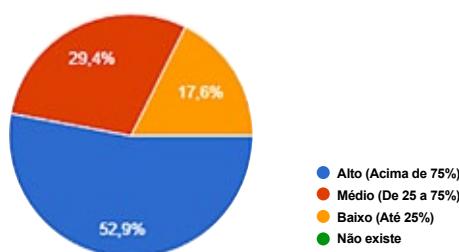


Figura 4. Nível de digitalização nas empresas de C&P

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).

17 respostas

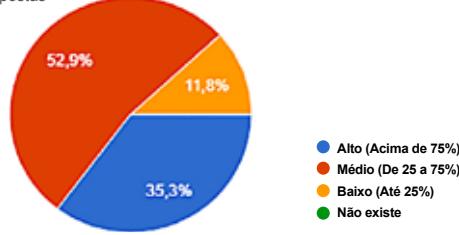


Figura 5. Nível de integração vertical nas empresas de C&P

Analizando os resultados sobre o nível de digitalização por tipo de indústria, tem-se: nível alto (C = 90%) e nível médio (PI = 100% e PNI = 60%). Já o nível de integração vertical por tipo de indústria, tem-se: nível alto (C = 50%) e nível médio (PI = 100% e PNI = 60%).

Os setores de S&OP e Logística responderam as mesmas perguntas,

tendo a participação de 25 respondentes divididos em C = 4 (16%), PI = 9 (36%) e PNI = 12 (48%). A questão abaixo refere-se ao nível de integração horizontal nas indústrias de C&P (Figura 6).

Analizando os resultados sobre o nível de integração horizontal por tipo de indústria, tem-se: nível alto (C = 75%) e nível médio (PI = 67% e PNI = 75%).

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.

25 respostas

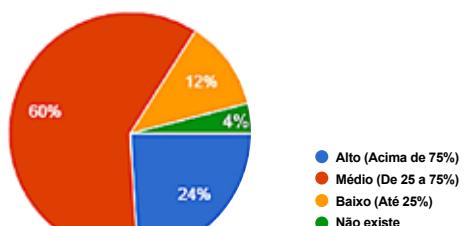


Figura 6. Nível de integração horizontal nas empresas de C&P

Nos setores de Manutenção e Engenharia – Automação – foram selecionadas as questões sobre nível de automação, integração Automação / TI e protocolos de comunicação utilizados nas indústrias de C&P (Figuras 7, 8 e 9), tendo a participação de 90 respondentes divididos em C = 46 (51,1%), PI = 33 (36,7%) e PNI = 11 (12,2%).

2.4.1 – Qual o nível de automação da empresa?

90 respostas

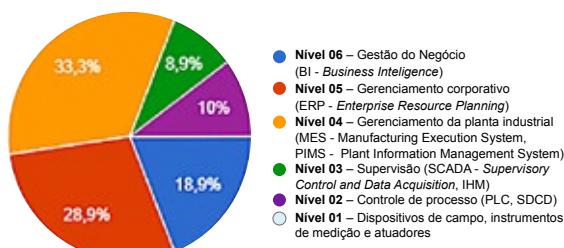


Figura 7. Nível de automação nas empresas de C&P

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

90 respostas

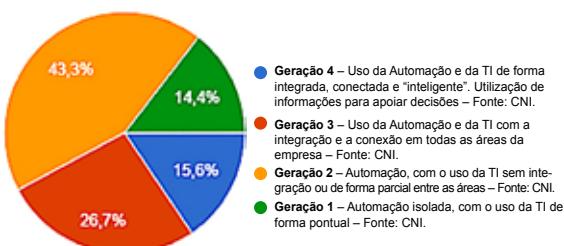


Figura 8. Integração entre Automação e TI nas empresas de C&P

2.4.4 – Quais são os protocolos de comunicação utilizados na empresa? (Assinale até 13 itens)

90 respostas

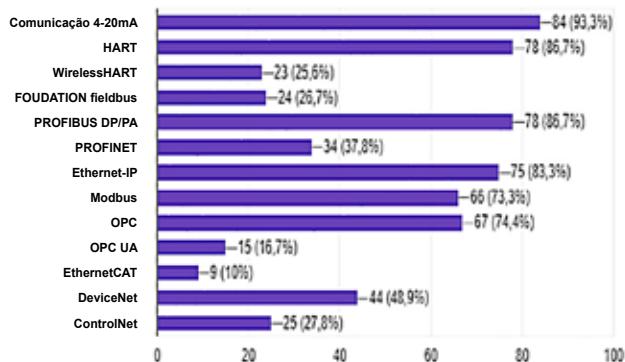


Figura 9. Protocolos de comunicação utilizados nas empresas de C&P

Analizando 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%).

Com relação ao nível de integração entre Automação e TI, 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%).

Dentre os protocolos de comunicação utilizados nas empresas de C&P, o mais utilizado é Comunicação 4/20mA. Analisando os resultados da utilização da Comunicação 4/20mA por tipo de indústria, tem-se: C = 89%, PI = 100% e PNI = 91%.

O setor de Produção colaborou com a participação de 71 profissionais divididos em C = 30 (43%), PI = 22 (31%) e PNI = 19 (27%). A questão abaixo refere-se à utilização do ERP (*Enterprise Resource Planning*) nas indústrias de C&P (Figura 10).

2.5.2 – A empresa que você trabalha utiliza ERP (*Enterprise Resource Planning*)?

71 respostas

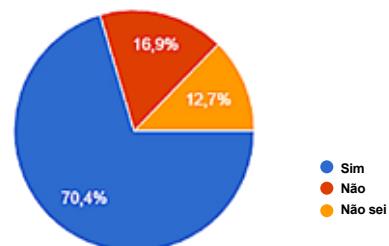


Figura 10. Utilização de ERP no Setor de Produção nas empresas de C&P

Parte 3: Conceituação sobre Transformação Digital – Geral

A terceira parte da pesquisa consiste em realizar uma conceituação geral sobre a Transformação Digital nas Indústrias de C&P, tendo a participação de profissionais dos setores de Presidência / Diretoria, TI, S&OP e Logística, Manutenção e Engenharia – Automação e Produção.

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)
221 respostas

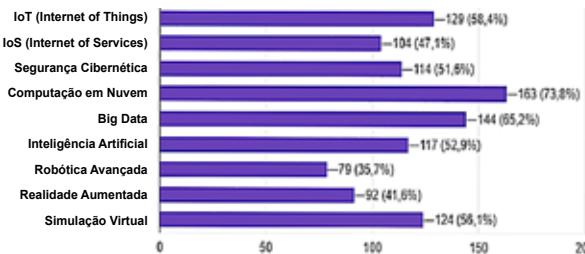


Figura 11. Tecnologias Habilitadoras aplicáveis nas empresas de C&P

Foram selecionadas as questões sobre as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 aplicáveis nas empresas de C&P, assim como o engajamento destas empresas no desenvolvimento da Indústria 4.0 (Figuras 11 e 12). Todos os 221 respondentes divididos em C = 95 (43%), PI = 71 (32,1%) e PNI = 55 (24,9%) contribuíram com esta conceituação geral.

Dentre as tecnologias habilitadoras apresentadas (Figura 11), as cinco melhores classificadas como sendo aplicáveis nas indústrias de C&P são: Computação em Nuvem, *Big Data*, IoT (*Internet of Things*), Simulação Virtual e Inteligência Artificial. A Computação em Nuvem foi considerada pelos respondentes como sendo a tecnologia habilitadora da Indústria 4.0 com melhor aplicação nas indústrias de C&P e analisando a utilização da mesma por tipo de indústria, tem-se: C = 72%, PI = 69% e PNI = 80%.

Com relação ao engajamento das indústrias de C&P no desenvolvimento da Indústria 4.0 (Figura 12), foram utilizados 3 níveis para classificação (Alto, Médio e Baixo). Os resultados mostraram que 41,6% dos profissionais disseram que o engajamento é médio (existem alguns grupos dentro da empresa com trabalhos isolados em Indústria 4.0), 35,7% dos profissionais disseram que o engajamento é alto (a Diretoria ou Comitê está conduzindo a Indústria 4.0 dentro da empresa) e 20,4% 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%).

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

221 respostas



Figura 12. Engajamento das empresas de C&P no desenvolvimento da Indústria 4.0

Parte 4: Profissional 4.0

A última parte da pesquisa tem por objetivo avaliar o entendimento das empresas sobre o profissional do futuro dentro do contexto da Indústria 4.0. Foram selecionadas as questões sobre a disponibilidade de profissional especializado em Indústria 4.0 no mercado atualmente e responsabilidade pela formação do profissional 4.0 (Figuras 13 e 14). Todos os 221 respondentes divididos em C = 95 (43%), PI = 71 (32,1%) e PNI = 55 (24,9%) contribuíram com esta avaliação.

Com relação disponibilidade de profissional especializado em Indústria 4.0 no mercado atualmente (Figura 13), foram utilizados 3 níveis para classificação (Alto, Médio e Baixo). Os resultados mostraram que 63,8% dos respondentes disseram que a disponibilidade é baixa (necessita de formação), 31,2% dos respondentes disseram que a disponibilidade é média (encontra com alguma dificuldade), 3,6% dos respondentes disseram que não existe disponibilidade de profissionais no mercado atualmente e 1,4% dos respondentes disseram que a disponibilidade é alta (está disponível no mercado). A maioria dos respondentes disseram que a disponibilidade de profissional especializado em Indústria 4.0 é baixa e este resultado foi composto por: C = 58%, PI = 69% e PNI = 67%.

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

221 respostas



Figura 13. Disponibilidade de profissional especializado em Indústria 4.0 no mercado

A outra questão foi sobre a responsabilidade pela formação do profissional 4.0 (Figura 14), sendo considerados como responsáveis por esta formação, o Governo, Instituição de Ensino e Indústria. Os resultados mostraram que 61,5% dos respondentes disseram que a responsabilidade é de todos, 29,9% dos respondentes disseram que a responsabilidade é da Indústria, 8,1% dos respondentes disseram

4.6 – Qual o maior responsável pela formação do Profissional 4.0?

221 respostas

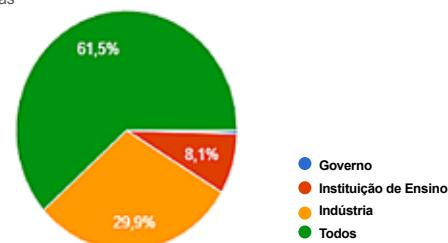


Figura 14. Responsável pela formação do Profissional 4.0

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	Alto Médio
Celulose	Alto	Alto Médio	Alto	Alto	Alto Médio	Alto Médio

Figura 15. Quadro Síntese - Tabela comparativa entre os tipos de indústrias do setor C&P

que a responsabilidade é da Instituição de Ensino e 0,5% dos respondentes disseram que a responsabilidade é do Governo. A maioria dos respondentes disse que a responsabilidade é de todos (Governo, Instituição de Ensino e Indústria) e este resultado foi composto por: **C = 63%, PI = 65% e PNI = 55%**.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma síntese sobre a pesquisa *survey* realizada com profissionais de diversas empresas de C&P e permitiu obter uma visão geral sobre alguns aspectos da Transformação Digital neste setor, que é considerado um dos setores industriais mais competitivos do Brasil.

Para melhor compreensão dos resultados apresentados, 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 15).

Com os resultados obtidos 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 (4.^a Revolução Industrial) nas indústrias brasileiras de C&P? 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.

AGRADECIMENTOS

À ABTCP (Viviane Nunes e Joice Fujita) pela parceria, apoio e execução da pesquisa *survey*.

À UNICAMP (Prof. Dr. Flávio Vasconcelos da Silva) pela orientação e apoio neste trabalho.

À Comissão Técnica de Automação e TI da ABTCP (André Luiz Kakehasi) pelo apoio na elaboração da pesquisa *survey*.

Aos profissionais das Indústrias de Celulose e Papel que participaram da pesquisa *survey* e contribuíram para o sucesso deste trabalho. ■

REFERÊNCIAS

- CNI – Confederação Nacional da Indústria (2016a). **Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira.** Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-66-industria-4-0/>. Acesso em: 15 out. 2018.
- CNI – Confederação Nacional da Indústria (2016 b). **Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil.** 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 (2017). **Oportunidade para a Indústria 4.0: Aspectos da Demanda e Oferta no Brasil.** 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.
- KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. (2013) **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. National Academy of Science and Engineering (ACATECH). Federal Ministry of Education and Research.
- 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 aproxima-se da realidade atual e promete melhorias em diferentes frentes. **Revista O Papel.** São Paulo, n.10, p.56-68, out. 2018.
- SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial.** 1.^a Ed., São Paulo: Edipro, 2016. ISBN 978-85-7283-978-5.
- STEVAN JR., S. L.; LEME, M. O.; SANTOS, M. M. D. **Indústria 4.0 – Fundamentos, Perspectivas e Aplicações.** 1.^a Ed., São Paulo: Érica, 2018. ISBN 978-85-365-2720-8.