



Compras 4.0: Um Estudo de Caso Múltiplo da Indústria 4.0 no Processo de Compras Industriais

Purchasing 4.0: A Multiple Case Study of Industry 4.0 in the Industrial Purchasing Process

Guilherme Sirtori¹
Lucas Tartarotti²
Fabiano Larentis³

Resumo

Na quarta era industrial a produção foi conectada e se tornou inteligente. Assim, as formas que muitas atividades industriais ocorrem estão passando por uma nova transformação. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é analisar como os componentes e princípios da indústria 4.0 podem estar presentes nos processos de compras de um segmento de empresas brasileiro. Para tal, participaram do estudo as quatro empresas de maior faturamento filiadas ao Sindicato das Empresas Mecânicas, Metalúrgicas e de Material Elétrico de Caxias do Sul e região (SIMECS). Optou-se pelo desenvolvimento de uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e objetivos exploratório-descritivos, delineados através de um estudo de múltiplos casos. Realizou-se entrevistas semiestruturadas, observação direta e pesquisa documental para coleta e análise dos dados. Os resultados encontrados a partir da análise permitiram o desenvolvimento do esquema conceitual proposto, um fluxograma funcional de atividades, que identificou interações possíveis entre componentes e, sobretudo, princípios da indústria 4.0 com as atividades do setor de compras. Nelas, se evidenciou a possibilidade real de automatizar processos através da adoção de uma visão com foco nos princípios da indústria 4.0 para parametrização de elementos, sem a necessidade de investimentos vultuosos. Desse modo, foram apresentadas oportunidades de melhoria em processos, ferramentas, registros e ações por meio do aprofundamento da aplicação desse conceito, denominado Compras 4.0.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Compras 4.0. Segmento metal mecânico. Segmento elétrico.

Abstract

In the fourth industrial age, production was connected and became clever. Thus, how many industrial activities take place are undergoing a new transformation. In this context, this research objective is to analyze how the components and principles of Industry 4.0 can be present in the purchasing processes of a segment of Brazilian companies. To this end, the four companies with the highest revenue affiliated to the Union of Mechanical, Metallurgical, and Electrical Material Companies of Caxias do Sul and region (SIMECS), participated in the study. We opted for the development of applied research, with a qualitative approach and exploratory-descriptive objectives outlined through a study of multiple cases. Semi-structured interviews, direct observation, and documental research were carried out for data collection and analysis. The results from the analysis allowed the development of the proposed conceptual scheme, a functional flowchart of activities, which identified possible interactions between components and, above all, principles of industry 4.0 with the activities of the purchasing sector. In them, the real possibility of automating processes was evidenced through the adoption of a vision focused on the principles of industry 4.0 for the parameterization of

1 Mestre em Administração pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Especialista de Compras da Marcopolo S.A.

2 Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul (PPGA/UCS). Mestre em Administração pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Bolsista de Pesquisa do PROSUC – CAPES.

3 Atua na Universidade de Caxias do Sul (UCS) como Sub-reitor do Campus Universitário da Região dos Vinhedos, como Professor na Graduação nos cursos de Administração e Comércio Internacional e como Integrante do Corpo Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA UCS), no mestrado e no doutorado.

elements without the need for huge investments. So, opportunities for improvement in processes, tools, records, and actions were presented through the deepening of the application of this concept, called Purchasing 4.0.

Keywords: Industry 4.0. Purchases 4.0. Mechanical metal segment. Electrical segment.

1 INTRODUÇÃO

A indústria sempre foi um importante elo no desenvolvimento da humanidade. A busca por meios de produção que facilitem a vida dos seres humanos, aliada ao lucro que isso proporciona, motivou continuamente o aprimoramento das indústrias. Combinada à novas tecnologias, também determinou grandes marcos na transição dos processos de manufatura, denominadas revoluções. A primeira delas ocorreu através da mecanização, com as máquinas a vapor e carvão. A segunda trouxe os primeiros conceitos de produção em massa e linha de montagem, alimentada pelo petróleo e eletricidade. Na terceira, a produção foi automatizada, utilizando computadores e robôs. Finalmente, na quarta, a produção foi conectada e se tornou inteligente, com máquinas conversando entre si, com os seres humanos, tomando decisões e coletando uma infinidade de dados em todo processo, denominada indústria 4.0.

Compras 4.0 é a aplicação dos conceitos da Indústria 4.0 na área de compras. Esta pesquisa evidenciou a possibilidade real de automatizar processos através da adoção de uma visão com foco nos princípios da indústria 4.0 para parametrização de elementos já presentes em seu cotidiano, sem a necessidade de investimentos vultuosos (BOZARTH; HANDFIELD, 2015; GOTTGE; MENZEL, 2017).

Posto isso, as formas que muitas atividades industriais ocorrem estão passando por uma nova transformação, surgindo a necessidade de compreender como os processos das empresas, tais quais seus diferentes departamentos, estão se comportando frente à quarta revolução industrial. Assim, o objetivo desta pesquisa é analisar como os componentes e princípios da indústria 4.0 podem estar presentes nos processos de compras de um segmento de empresas Brasileiro. Para tal, participaram do estudo as quatro empresas de maior faturamento filiadas ao Sindicato das Empresas Mecânicas, Metalúrgicas e de Material Elétrico de Caxias do Sul e região (SIMECS).

Para o alcance desse objetivo, optou-se pelo desenvolvimento de uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e objetivos exploratório-descritivos, delineados através de um estudo de múltiplos casos. Foi elaborado um roteiro de entrevistas semiestruturadas e aplicadas junto aos profissionais de compras do segmento industrial referido. Como critério de qualidade do estudo, foram triangulados relatos, observação direta e pesquisa documental.

Os resultados encontrados a partir da análise permitiram o desenvolvimento do esquema conceitual proposto, um fluxograma funcional de atividades, demonstrando interações possíveis entre componentes e, sobretudo, princípios da indústria 4.0 com as atividades do setor de compras. De fato, a quarta revolução industrial está acontecendo agora e requer de cada empresa e indivíduo repensar o que é esperado a partir do seu trabalho (KAGERMANN *et al.*, 2016). Sob essa ótica, justifica-se a relevância desta pesquisa pela contribuição no aprimoramento do setor de compras a partir dos conceitos e princípios da Indústria 4.0.

Como justificativa e relevância do estudo, conforme Oecd (2017), investir tempo em formular um plano consistente para diagnóstico e aplicação das novas tecnologias em suas operações permite disseminar novos conceitos, bem como capacitar indústrias que representam setores transversais e estratégicos, indutores de produtividade e de inovação. Nesse processo faz-se necessário “pensar grande e começar pequeno”, aplicando cada conceito em operações específicas, medindo seus resultados e expandindo-o para demais operações.

Todavia, não se deve “esperar por um momento futuro, a hora é agora, antes que seus competidores o tirem do mercado”, pois, assim como as revoluções industriais anteriores, essa revolução atual também trará mudanças para a sociedade e, quanto mais se souber a respeito dela, mais embasamento se terá para explorá-la o máximo possível (OECD, 2017). Neste sentido, justifica-se a escolha deste tema de pesquisa.

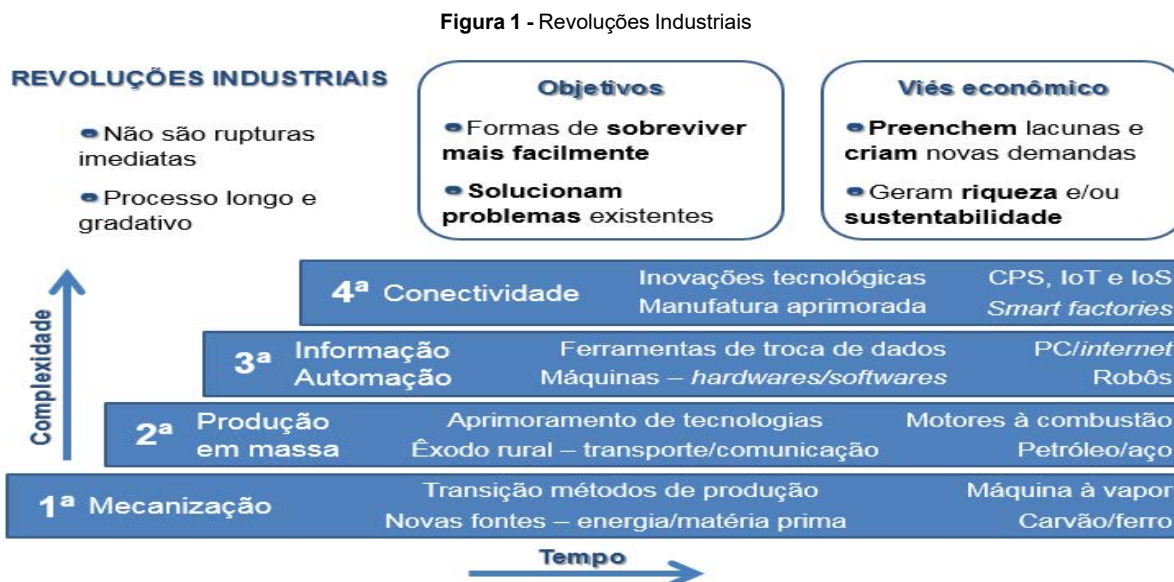
2 REFERENCIAL TEÓRICO

A definição do referencial teórico configura o momento em que o pesquisador constitui o arcabouço teórico de seus estudos. A formação da estrutura teórica tende a prosseguir ao longo das demais etapas, aprimorando-se conforme ocorre a coleta e prosseguindo também durante a análise (GIL, 2009).

2.1 Revoluções industriais e Indústria 4.0

Forças tecnológicas, políticas, reguladoras e econômicas mudam as formas de viver do ser humano. O conjunto dessas modificações que remodelam um contexto até então vigente são denominadas revoluções e representam um grande desafio para as empresas e sistemas políticos pelas mudanças que impõe ao ambiente competitivo mundial (JENSEN, 1993).

Com o passar do tempo as revoluções industriais deixaram de ter um foco na substituição do esforço muscular do homem para a máquina, migrando para tarefas gradativamente mais complexas, que envolvem o pensamento. Esse sucesso tecnológico tem impulsionado na última década um novo desafio para o desenvolvimento: integrar essas tecnologias com o objetivo de evoluir ainda mais. Algo que pode ser verificado resumidamente na figura abaixo elaborada a partir de Kagermann, Wahlster e Helbig (2013):



Fonte: desenvolvido pelos autores (2020), a partir de Kagermann, Wahlster e Helbig (2013).

A Indústria 4.0 é a “transformação completa de toda a esfera da produção industrial através da fusão da tecnologia digital e da internet com a indústria convencional” (EUROPEAN PARLIAMENT - MERKEL, 2015). A cronologia do desenvolvimento da indústria 4.0 é demonstrada na figura abaixo:

Figura 2 - Origens da quarta revolução industrial



Fonte: desenvolvido pelos autores (2020), a partir de Federal Ministry of Education and Research (2006) e The Federal Government Germany (2014).

A união entre o mundo real e espaço virtual proposta pela quarta revolução industrial permitiria alcançar a máxima autonomia e eficiência, por meio da mudança do paradigma da produção “centralizada” para “descentralizada”, uma inversão da lógica do processo de produção até então. Considerando essas premissas a Indústria 4.0 poderia ser resumida como uma rede colaborativa que combina componentes tecnológicos habilitadores (ANG *et al.*, 2017).

2.2 Componentes e princípios da Indústria 4.0

A indústria 4.0 representa a transformação de empresas através de redes, que conectam em tempo real produtos, processos e infraestrutura, fazendo com que fornecimento, fabricação, manutenção, entrega e atendimento estejam integradas e cadeias de valor rígidas sejam transformadas em redes de valor altamente flexíveis (KAGERMANN *et al.*, 2016).

Com o passar do tempo e a natural evolução do tema, a indústria 4.0 tornou-se um termo coletivo para tecnologia e conceitos correlacionados na cadeia de valor organizacional (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016). Integrar tecnologias cibernéticas em produtos permite oferecer serviços inovadores, de forma econômica e eficiente, como por exemplo, em diagnósticos via internet e manutenção à longa distância, on-line e em tempo real operação (JAZDI, 2016).

Essa nova visão permite implementar novos modelos comerciais, estabelecer conceitos operacionais inovadores e controles inteligentes, concentrando-se nos usuários e suas necessidades particulares sem perder o zelo junto à utilização de recursos. Dessa forma, a principal finalidade da Indústria 4.0 é habilitar fábricas digitais, caracterizadas por componentes e princípios que contribuem para atingir este fim antes citado (JAZDI, 2016).

Os quatro principais componentes do Indústria 4.0 são: os sistemas ciber físicos (CPS – *Cyber Physical Systems*): sensores automatizados que permitem a conexão de operações, interligando a realidade física e virtual; a internet das coisas (IoT – *Internet of Things*): que trata-se da conexão em rede do CPS, permitindo a coleta, o armazenamento e transferência de dados ao longo dos processos, interação entre sistemas e/ou com seres humanos; a internet dos serviços (IoS – *Internet of Services*): processo no qual os dados anteriormente coletados são analisados, permitindo a identificação de novas demandas e melhoria dos serviços existentes; e as fábricas inteligentes (*Smart Factories*): as quais utilizam-se dos componentes antes citados para modificação de conceitos na produção industrial, motivada pela cooperação entre sistemas e possibilitando o aprimoramento da cadeia de valor industrial (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

A Indústria 4.0 não deve, portanto, ser abordada de maneira isolada, mas sim, de forma interdisciplinar e em estreita cooperação de todas as partes interessadas, processos, elementos físicos, digitais e conceitos (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013). Desse modo, a existência de componentes não configura diretamente uma mudança sem que também haja uma mudança no aspecto cultural das empresas.

Além dos componentes da indústria 4,0, se fazem presentes os princípios. Cañas *et al.* (2021) desenvolve um levantamento de estudos anteriores para elencar importantes princípios da indústria 4.0. Esse levantamento é demonstrado pelo quadro a seguir:

Quadro 1 - Comparação dos princípios da indústria 4.0 de estudos precedentes

| Princípios | Hermann et al. (2016) | Qin et al. (2016) | Cohen et al. (2017) |
|------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| Assistência técnica | X | | |
| Decisões descentralizadas | X | | |
| Interconexão / Conectividade | X | | X |
| Transparência da informação | X | | X |
| Inteligência / Consciência | | X | X |
| Conhecimento | | | X |
| Interoperabilidade | | X | |

Fonte: adaptado de Cañas *et al.* (2021).

Complementando o estudo de Cañas *et al.* (2021), após um levantamento na literatura, identificam-se 6 princípios da Indústria 4.0: A interoperabilidade (i), é o princípio basilar de todo o processo da Indústria 4.0, pois se refere à capacidade dos sistemas comunicarem-se com outros sistemas, não apenas da sua empresa, mas sim, da cadeia de suprimentos e consumo através das redes. Dessa forma, o *status* do sistema é monitorado permanentemente e permite a tomada de decisões no momento exato em que há a necessidade, a capacidade em tempo real (ii). Além disso, o sistema é dividido em partes, com *interfaces* de *softwares* e *hardwares* padronizadas, a modularidade (iii), que as fazem se adaptar flexivelmente aos requisitos de mudança, sendo facilmente ajustadas em casos de sazonalidades ou alterações de produtos, ou seja, produção conforme demanda.

De acordo com as necessidades O CPS possui autonomia para uma tomada de decisão com descentralização (iv) de acordo com parâmetros antes programados, fornecendo informações sobre seu ciclo de trabalho e reportando-se a uma esfera superior apenas em casos de falha. Tais distúrbios são minimizados previamente pela virtualização (v), que cria uma representação virtual em *software* de um processo físico. Desta forma, uma cópia do mundo real é criada em um modelo de simulação, que possibilita espelhar comportamentos reais no ambiente virtual antevendo problemas. Por fim, artefatos inteligentes são orientados ao serviço (vi) pois permitem reconfiguração automática, produzindo variados tipos de produtos que atendam às expectativas dos consumidores (WANG *et al.*, 2016; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; LEITÃO *et al.*, 2016; YEVU; YU, 2019).

Mediante estes conceitos e princípios, abaixo é estabelecido um paralelo entre os cenários tradicional e da Indústria 4.0 no processo de desenvolvimento de produto:

Quadro 2 - Mudanças no processo de desenvolvimento

| Demanda - Cenário | Tradicional | 4.0 |
|------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Especificação | Padrão | Personalizada |
| Origem/coleta de dados | Pesquisa de mercado | IoS / <i>big data</i> |
| Duração | Meses/anos | Tempo real |
| Análise de dados | Pessoas/setores | IoT / CPS |
| Orientação | Produto | Serviço |
| Visão | Departamentalizada | Integrada |
| Decisões | Centra | Descentralizadas |
| Ajustes | Ambiente Real | Ambiente Virtual |
| Construção | Específica | Modular |
| Tempo de resposta | Médio / longo | Ágil / <i>Smart factories</i> |

Fonte: desenvolvido pelos autores (2020), a partir de Chiang (2016), Kuo (2017).

A comparação entre os cenários evidencia sinteticamente as mudanças que os ambientes de desenvolvimento de produtos e consumo estão passando, nele há direção para uma maior dinâmica, especificidade de itens, autonomia de sistemas e ações para mitigar custo (WANG *et al.*, 2016), algo que segue uma lógica no que tange o ambiente produtivo, abaixo mencionado:

Quadro 3 - Mudanças no processo de produção

| Demanda - Cenário | Tradicional | 4.0 |
|-------------------|----------------------------|---------------------|
| Layout | Linha | Celular |
| Modelos | Específicos | Diversificados |
| Lotes | Grandes | Pequenos |
| Comunicação | Estações de trabalho | <i>Stakeholders</i> |
| Alterações | Complexas | Dinâmicas |
| Envolvimento | Pessoa / máquina | M2M |
| Análise | Por processo / dispositivo | Interoperabilidade |
| Informações | Isoladas | Integrada |
| Controle | Independente | Auto organização |
| Ações | Variáveis | Parametrizadas |

Fonte: desenvolvido pelos autores (2020), a partir de Chiang (2016), Kuo (2017).

A reorganização do ambiente de manufatura evidenciada apresenta diretamente o novo foco das empresas perante tais alterações, se concentrando na combinação da demanda do cliente, estabelecida pela comunicação e integração da cadeia de suprimentos, composta por distintos níveis de demandas: internas, com diferentes setores requisitantes; e externas, com fornecedores; todos com o objetivo de minimizar o custo total a atender de forma direcionada os produtos antes desenvolvidos. Esse contexto aumenta a responsabilidade de quem deve orquestrar tais demandas, por meio de negociações e do estabelecimento de contratos: o setor de compras (CHIANG, 2016; KUO, 2017).

2.3 Processo de compras

Historicamente, a gestão de materiais e componentes foi um elemento negligenciado no processo produtivo. Apenas quando os custos de materiais e subconjuntos aumentavam havia a tentativa da gestão para investigar métodos alternativos ao planejamento e controle na aquisição ou funções de transformação internas da organização. O foco no trabalho era lógico, pois as revoluções industriais anteriores geraram muitos fabricantes intensivos em mão de obra, com a produção de grandes lotes padronizados representando como se fosse uma norma para a maioria dos fabricantes (BOZARTH; HANDFIELD, 2015).

Atualmente a realidade é outra, a demanda personalizada e a tecnologia estão deslocando rapidamente o trabalho. Nesse ínterim, o controle da cadeia de suprimentos faz-se imprescindível e a gestão de compras, como epicentro dessas relações é a função é susceptível a contribuir para os lucros mais do que qualquer outra função na empresa, algo que pode ser explicado por 3 razões básicas: o mercado é extremamente competitivo, extremamente volátil e se faz imprescindível a busca por sustentabilidade (BOZARTH; HANDFIELD, 2015).

Os envolvidos no processo de compras devem se tornar especialistas nos serviços, materiais e produtos que adquirem. Eles devem pesquisar, selecionar, negociar, contratar, controlar e medir o desempenho, gerenciando seus Fornecedores para garantir o abastecimento de materiais e serviços que a empresa precisa. Dada a natureza estratégica da função, os profissionais de gerenciamento de suprimentos devem ser conhecedores e compreenderem todas as áreas do negócio, a fim de desenvolver estratégias consistente com os objetivos da organização e os procedimentos de negócios bem-sucedidos (BIENHAUS; HADDUD, 2018).

Compradores determinam quais produtos ou serviços são as opções mais adequadas para os requisitos demandados, estabelecendo acordos que aumentam a competitividade em custos e garantam que as demais áreas sejam supridas de recursos conforme necessário. Compras controla uma parte considerável das receitas e apresenta uma fonte de inovação sem fim à empresa, algo que, conforme sua utilização, pode contribuir com uma maior robustez a todo seu processo produtivo ou levá-la a falência (SCHUH *et al.*, 2012).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A terceira seção discorre sobre o método utilizado na pesquisa para alcançar o objetivo de analisar como os componentes e princípios da Indústria 4.0 podem estar presentes nos processos de compras de um segmento de empresas brasileiro. Para tal, foi conduzido um estudo de casos múltiplo de natureza qualitativa e caráter exploratório descritivo, através de entrevistas semiestruturadas, análise de documentos e observação participante. Apresenta-se uma síntese dos procedimentos metodológicos por meio da quadro a seguir:

Quadro 4 - Síntese procedimentos metodológicos

| Procedimento de Pesquisa | | |
|---|--|---|
| Natureza | Aplicada | Busca solução para demandas |
| Abordagem | Qualitativa | Estuda um fenômeno |
| Objetivos | Exploratórios Descritivos | Cria familiaridade com o tema Descreve suas características |
| Estratégia | Estudo de caso múltiplo | <i>Busca a evolução científica e uma nova compreensão do fenômeno</i> |
| Participantes | Empresas filiadas ao SIMECS | As 4 empresas de maior faturamento |
| Estruturação, coleta e análise de dados | Entrevista semiestruturada Observação direta Pesquisa documental | 3 entrevistados por empresa Roteiro pré validado por 4 especialistas Elaboração de esquema conceitual |
| Critérios de Confiabilidade | Triangulação | Entrevistas / observação / documentação |

Fonte: desenvolvido pelos autores.

Para exposição dos dados foram utilizadas análises do software NVivo Pró 11. Com o NVivo Pró 11 pode-se ilustrar para os leitores de uma forma mais clara e perceptível os resultados da pesquisa.

3.1 Participantes da Pesquisa

Neste estudo é pesquisado como os componentes e princípios da indústria 4.0 podem estar presentes nos processos de compras de um segmento empresarial Brasileiro, o segmento metal mecânico e elétrico da cidade de Caxias do Sul, representado pelo sindicato da categoria – SIMECS (Sindicato das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e de Material Elétrico de Caxias do Sul). Para tal, foi solicitada autorização formal ao mesmo através de uma carta de intenção de pesquisa para Sindicato que representa os participantes da pesquisa.

Aprovada a proposta, foram procuradas as 4 empresas do setor que possuem alguma prática relacionada à Indústria 4.0 com maior faturamento e número de funcionários. Estas 3 premissas tiveram seus dados e informações de veracidade comprovada pela entidade de classe através de pesquisa documental prévia à suas publicações em site, periódicos e jornais. Esta delimitação representa inicialmente um maior impacto econômico e social no meio em que estão inseridas, além de, em um segundo momento atender aos aspectos de inovação em processos voltados à quarta revolução industrial requeridos para o escopo do estudo.

Como o processo de compras das empresas é a unidade de análise do trabalho, apenas o setor de compras das empresas foi procurado, não abrangendo setores de atividade paralela como logística. Desta forma, foram entrevistados 3 colaboradores de empresa, sendo 1 gestor, com vistas a ter acesso a visão de nível estratégico, e 2 colaboradores subordinados ao mesmo, de modo a abranger a visão tática e operacional das atividades de compras da empresa. Na sequência são caracterizadas as Empresas participantes do estudo:

Quadro 5 - Dados participantes

| Empresa | Idade | Cidade | Segmento | Atuação | Número de Funcionários (R\$) | Faturamento Ano 2018 (R\$) |
|-----------|----------|----------------|-------------|--|------------------------------|----------------------------|
| Empresa 1 | 57 anos | Caxias do Sul | Automotivo | Tratores, caminhões leves, chassis para ônibus e utilitários esportivos e de uso militar | ~ 1 mil | ~ 0,6 bi |
| Empresa 2 | 108 anos | Carlos Barbosa | Metalúrgico | Utensílio de cozinha, mobília, eletrodomésticos, jardinagem, ferramentas e materiais elétricos | ~ 8 mil | ~ 6 bi |
| Empresa 3 | 70 anos | Caxias do Sul | Automotivo | Implementos rodoviários, reboques, semirreboques, vagões, autopeças e retroescavadeiras | ~ 11 mil | ~ 6 bi |
| Empresa 4 | 69 anos | Caxias do Sul | Automotivo | Carrocerias de ônibus e mini ônibus completos | ~ 15 mil | ~ 4 bi |

Fonte: desenvolvido pelos autores (2020).

3.2 Pesquisa documental

Os investigadores de vanguarda precisam ter consciência sobre o tema e um alto grau de destreza para identificar dados específicos ou distintos em meio a uma série de informações semelhantes. O domínio do pesquisador sobre o tema é demonstrado ao passo que o mesmo consegue apresentar argumentos para as lacunas existentes nos estudos anteriores (YIN, 2016).

É de suma importância para a credibilidade do estudo científico descrever como ocorreu a busca pelos materiais, explicando os critérios de inclusão e exclusão, de modo que o leitor tenha condições de avaliar as limitações da coleta efetuada (JESSON *et al.*, 2011). Dessa forma, foi estabelecido um protocolo de pesquisa documental para padronizar a verificação:

Tabela 1 – Protocolo de pesquisa documental

| Verificação | Critério | Como? | Fonte |
|-------------|---|--|--------------------|
| 1 | Empresas que possuem alguma prática relacionada à indústria 4.0 | Verificar projetos em site, publicações e/ou jornais da entidade de classe | Variadas |
| | | Confirmar informações resultantes da pesquisa de forma direta | Entidade de classe |
| | | Informar empresas participantes dos projetos pesquisados | Entidade de classe |
| | | Confirmar continuidade do projeto de forma direta | Empresas |
| 2 | Empresas de maior faturamento e número de funcionários | Verificar Faturamento e número de funcionários das Empresas em 2018 | Entidade de classe |
| | | Estabelecer ponderação entre fatores para priorização dos contatos: 50% cada | Pesquisador |
| 3 | Definição final das empresas participantes do estudo | Contratar Empresas para aceite ou não do projeto | Empresas |
| | | Formalizar participação em pesquisa com assinatura de termo | Empresas |

Fonte: desenvolvido pelos autores (2021).

3.3 Observação direta

A observação direta refere-se à atividade utilizar os sentidos do pesquisador na obtenção de determinados aspectos da realidade observada. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se pretende aumentar o nível de conhecimento (MARCONI; LAKATOS, 2017). Nesse sentido, foi estabelecido um protocolo de observação direta para padronizar a verificação.

Tabela 2 – Protocolo de observação participante

| Nº | Observações | Crítérios Principais |
|----|---|---|
| 1 | Local de entrevista | Privacidade, sonoridade, interrupções, etc. |
| 2 | Compreensão dos questionamentos e conhecimento prévio do tema | Solicitação para repetir questionamento e/ou "fuga" do contexto solicitado |
| 3 | Reações corporais do participante quanto ao questionamento | Mudança de tonalidade de voz expressão facial, movimentação, etc. |
| 4 | Prática corporais do participante quanto ao questionamento | Atender telefonema, utilizar <i>notebook</i> , enviar mensagens via <i>smartphone</i> , etc. |
| 5 | Pró atividade nas respostas | Compartilhamento de experiências opiniões e comentários |
| 6 | Interação demasiada em algum tema | Retorno ao contexto de questionamentos anteriores ou repetição de respostas |
| 7 | Ambiente setor de compras e dependências fabris | Verificação superficial, posterior a entrevista, de detalhes que corroborem com o discurso relatado |
| 8 | Outros | Situações que impactem no andamento das entrevistas não citadas anteriormente |

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

3.4 Entrevista semiestruturada

As entrevistas semiestruturadas foram preparadas com perguntas que atendem ao escopo pretendido na entrevista, pois pesquisador precisa desenvolver um roteiro que oriente os entrevistadores ao longo do processo investigativo, padronizando a atividade e diminuindo as interferências que podem ter quanto à coleta e interpretação de dados (FLICK, 2012).

O roteiro de entrevistas foi elaborado a partir do modelo de questões de Gottge e Menzel (2017), sendo que algumas perguntas foram adaptadas pelos autores conforme necessidades do mesmo. Optou-se pelo modelo de questões de Gottge e Menzel (2017), pois estes também desenvolvem um estudo de caso múltiplos, além de serem referências no tema estudado.

Para tal, as entrevistas foram divididas em 4 etapas com enfoques distintos, de modo a atingir os objetivos da pesquisa e conectá-los diretamente com a categorização antes definida através do referencial teórico base para desenvolvimento dessa pesquisa. O Quadro 6 representa o roteiro de entrevista.

Quadro 6 - Roteiro de entrevista

| ETAPA | ENFOQUE | OBJETIVO | CÓDIGO | QUESTÃO / TÓPICO | CONEXÃO COM CATEGORIZAÇÃO | AUTOR BASE |
|---|---|--------------------------|--------|---|---|---|
| Perguntas gerais e pessoais | Entender a posição do entrevistado em relação ao contexto empresarial e suas percepções gerais quanto aos processos de compras da empresa | - | G1 | Conte sua trajetória na área de Compras: cargos e principais atividades. | Não, apenas introdutório | - |
| | | Específico A | G2 | Você avalia as práticas de compras da sua empresa evoluídas tecnologicamente? Por quê? Os processos são digitalizados, automatizados e há integração de dados? | I4 | GREENGARD (2015), KAGERMANN (2013, 2016), JAZDI (2016), WANG et al. (2016), ROBLEK; MESKO; KAPLEZ (2016), ANG; GOH; SALDIYAR e LI, (2017), |
| | | Específicos C e D | G3 | O que você vê como desafios e/ou problemas que as compras empresariais estão enfrentando atualmente? Por quê? | Processos de compras | COASE (1937), WILLIAMSON (1981), SCHUH et al. (2012) BOWERSOX et al. (2014), BOZARTH; HANDFIELD (2015) |
| Reformulação dos processos empresariais | Analisar de forma implícita se os componentes e princípios da Indústria 4.0 são aplicados na empresa como um todo | Específico A | R1 | Na sua empresa você conhece algum dispositivo que permite a interação entre estruturas físicas e informática? Qual? | CPS | HERMANN; PENTEK; OTTO (2015), POOVENDRAN (2010), RODRIGUES; JESUS; SCHUTZER (2016), LEITÃO et al. (2016) |
| | | | R2 | As decisões são tomadas pelas próprias máquinas em tempo real ou dependem de intervenção humana? Como? Poderiam ser? | Descentralização e capacidade em tempo real | HERMANN; PENTEK; OTTO (2015), XIA et al. (2015), BAUNSGAARD; CLEGG (2015), WANG et al. (2016) e LEITÃO et al. (2016) |
| | | | R3 | Essas máquinas conversam entre si, com seres humanos ou até mesmo outras empresas? Como? | IoT e Interoperabilidade | HERMANN; PENTEK; OTTO (2015), ISLAM et al. (2015), RODRIGUES; JESUS; SCHUTZER (2016), WANG et al. (2016), LEITÃO et al. (2016), KAGERMANN (2016), e GIANNOZZI et al. (2017) |
| | | | R4 | Elas influenciam nos serviços prestados pela mesma? Por quê? | IoT e orientação a serviço | HERMANN; PENTEK; OTTO (2015), GUPTA; JHA, (2015), DOMINICI et al. (2016) WANG et al. (2016) e LEITÃO et al. (2016) |
| | | | R5 | Existem ambientes virtuais que simulam processos? Como? | Virtualização | HERMANN; PENTEK; OTTO (2015) e LI; CHEN (2015) |
| | | | R6 | As ferramentas utilizadas atualmente se adaptam a alterações de demanda/produto e sazonalidades de mercado? | Modularidade | HERMANN; PENTEK; OTTO (2015), XIA et al. (2015), LEITÃO et al. (2016) e GIANNOZZI et al. (2017) |
| | | | R7 | Você acredita que fábricas que se utilizam dessas tecnologias são mais "inteligentes" que as demais? Por quê? | Smart Factories | HERMANN; PENTEK; OTTO (2015), JAZDI (2016) e KAGERMANN (2013) |
| Fazer transição entre primeira e segunda partes da entrevista | Mudança de abordagem de indireta para direta | - | Tópico | Entregar cartões com conceitos básicos componentes e princípios da Indústria 4.0, fazer uma breve explicação sobre os mesmos e sanar eventuais dúvidas para atingir objetivos | Todas subcategorias | - |
| Perspectiva operacional de compras reformuladas | | Geral, específicos B e D | [...] | Digamos que os processos e tecnologias antes mencionados fossem aplicados ao Departamento de Compras, como eles poderiam remodelar os subprocessos de compra nas empresas para [...]. Se eles já são, por gentileza expor ao longo de sua resposta. Se eles não forem, como poderiam ser? | Processos de compras e I4 | ROBLEK et al. (2013), XIA et al. (2015), ZOROJA (2015) WANG et al. (2016), (QIN, 2016), CHIANG (2016) e KUO (2017) |
| | | | O1 | [...] selecionar Fornecedores? | Selecionar fornecedores | MACAGNAN et al. (2010), SCHUH et al. (2012) e INBRASC (2018) |
| | | | O2 | [...] negociar e estabelecer contratos? | Negociar e estabelecer contratos | MACAGNAN et al. (2010), SCHUH et al. (2012) e INBRASC (2018) |
| | | | O3 | [...] receber demandas, emitir ordens de compra e acompanhar entrega? | Atividades de abastecimento | MACAGNAN et al. (2010), SCHUH et al. (2012) e LEE et al. (2017) |
| | | | O4 | [...] avaliar Fornecedores? | Avaliar performance de fornecedores | BALLOU (2006), BOWERSOX et al. (2014), LIZBETIN; CERNA; DEY; BHATTACHARYA; HO, (2015), LOCH (2015), DORNHOFFER; SCHRÖDER; GUNTNER (2016) e SHI et al. (2017) |
| | | | O5 | [...] no relacionamento com outras áreas? | Processos de compras | COASE (1937), WILLIAMSON (1981), SCHUH et al. (2012) BOWERSOX et al. (2014), BOZARTH; HANDFIELD (2015) |
| Perguntas de encerramento | Evidenciar ao entrevistado o tema da pesquisa, de modo que o próprio possa abordá-lo de maneira mais direta, bem como ponderando sobre seu nível de conhecimento sobre o assunto. | Específico C | E1 | Quais são pré-requisitos, barreiras e/ou desafios você vê em relação à implementação dos processos/tecnologias antes citados na área de Compras? | Processos de compras e I4 | ROBLEK et al. (2013), XIA et al. (2015), ZOROJA (2015) WANG et al. (2016), (QIN, 2016), CHIANG (2016) e KUO (2017) |
| | | | E2 | Como você vê o papel do Departamento de TI da sua empresa nas mudanças para o setor 4.0 e consequentemente Compras? E dos seus Fornecedores? | Interoperabilidade | HERMANN; PENTEK; OTTO (2015), ISLAM et al. (2015), RODRIGUES; JESUS; SCHUTZER (2016), WANG et al. (2016), LEITÃO et al. (2016), KAGERMANN (2016), e GIANNOZZI et al. (2017) |
| | | Geral, específicos C e D | E3 | Quais principais mudanças você gostaria de ver com relação aos processos do setor de compras no futuro? | Processos de compras e I4 | ROBLEK et al. (2013), XIA et al. (2015), ZOROJA (2015) WANG et al. (2016), (QIN, 2016), CHIANG (2016) e KUO (2017) |
| | | Específico C | E4 | Conte-me um fato extremamente positivo e outro extremamente negativo relacionado às experiências que você já teve quanto ao aprimoramento das ferramentas e/ou sistema operacional na empresa que trabalha. | Processos de compras | COASE (1937), WILLIAMSON (1981), SCHUH et al. (2012) BOWERSOX et al. (2014), BOZARTH; HANDFIELD (2015) |

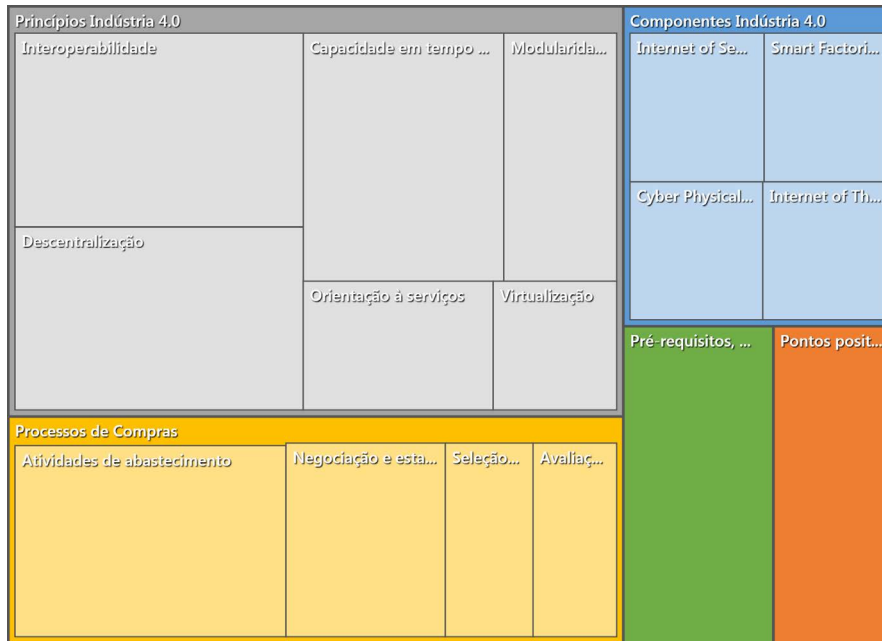
Fonte: desenvolvido pelos autores (2021), a partir de Gottge; Menzel (2017).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

As empresas foram analisadas comparativamente em duas etapas: a primeira no que tange sua análise compilada; e a segunda de acordo com a soma de suas percepções com os demais participantes do estudo de casos múltiplo. Para exposição dos dados foram utilizadas análises do *software NVivo Pró 11*, dos quais:

Gráficos de hierarquia, que representam a importância de cada nó/categoria/subcategoria naquela entrevista conforme a quantidade de vezes que trechos mencionados pelo entrevistado ao longo de seu relato possuem relação quanto aos conceitos teóricos pesquisados (Figura 3).

Figura 3 - Gráfico de hierarquia compilação geral das empresas



Fonte: desenvolvido pelos autores a partir do software NVivo (2020).

Percebe-se como os Princípios da Indústria 4.0 se destacam na fala dos profissionais. Isso demonstra que, apenas os Componentes da Indústria 4.0, sem a mudança de paradigma e cultural da organização não gerará resultados satisfatórios para a empresa.

Nuvens de palavras (Figura 4): as quais indicam de forma visual as palavras que tiveram maior recorrência ao longo de cada entrevista.

Figura 4 - Nuvem de palavras compilação geral das empresas



Fonte: desenvolvido pelo autor a partir do software NVivo (2019).

Percebe-se algumas palavras em destaque na nuvem de palavras. Além das palavras fornecedores e compras, relacionadas a área, destacam-se: processo, sistema, ferramentas, máquinas, área, etc. Estas palavras estão relacionadas entre si, explicando os elos necessários nesse processo.

Com vistas a possibilitar o desenvolvimento de um esquema conceitual para aplicação dos componentes e princípios da indústria 4.0 no setor de compras das empresas, previamente foi feito um apanhado geral do contexto em que elas se encontravam. Nele, os sistemas *ciber* físicos são difundidos de forma similar na integralidade dos participantes, entretanto sua aplicação é variada, sendo um dos principais diferenciais observados, desde a utilização em veículos para transporte, controle de: embalagens; recebimento de materiais; uso de matérias primas; e demais

No que se referem às aplicações dos componentes diretamente aos processos de compras, as tendências principais também são mantidas entre as empresas participantes. O contexto ideal entendido pelos entrevistados indica um aproveitamento direto apenas no processo de recebimento de demandas, emissão de pedidos e acompanhamento de entregas/prestação de serviços. Essa pretensão está alinhada com os investimentos verificados no contexto atual das mesmas e demonstra uma aderência essencial para a evolução do processo de maneira linear.

Seguindo o fluxo lógico de implementação, a avaliação de performance de seus fornecedores vem como segundo marco examinado, dado que o controle aprimorado das atividades de abastecimento possibilita também a avaliação e evolução natural nesse quesito, entretanto agora de forma indireta. De mesmo modo, mas com menor relevância, o uso desses componentes agrega aos processos de seleção, negociação e estabelecimento de contratos, um maior arcabouço de dados para os fornecedores já atuantes. No entanto, para fornecedores que ainda não trabalham com a empresa, sua utilização é vista como de pouco valor agregado ao processo. Como alternativa para mitigar tal fragilidade, uma base de dados compartilhada e colaborativa entre demais empresas diminuiria a possibilidade de o mesmo não estar contemplado na avaliação, todavia não elimina essa chance de maneira definitiva.

Por fim, verificando os princípios da indústria 4.0 aplicados aos processos de compras, percebe-se um contexto ideal em contraposição ao que foi constatado na aplicação dos componentes. Nesta análise os pontos em que são indicadas maior aplicabilidade estão na seleção, negociação e estabelecimento de contratos junto aos fornecedores, com as atividades de abastecimento e avaliação de fornecedores ficando em um segundo plano.

Esse posicionamento se deve ao fato de que os entrevistados entendem que a implementação desses princípios pode ocorrer em boa parte em ferramentas já existentes no seu cotidiano, sem necessidade de investimentos vultuosos, receio demonstrado quanto à aquisição dos componentes. Além disso, essas duas etapas do processo de compra apresentam uma série de eventos na sua grande maioria repetitivos, com poucas eventualidades, algo que facilitaria a parametrização dos sistemas e emprego dos princípios.

Mediante a conjuntura exposta ao longo da seção 4, pode-se dizer que as empresas participantes do estudo possuem um padrão, ajustado minimamente de acordo com seus valores e *portfólio* de produtos, apresentando elevado grau de similaridades e poucas distinções.

Faz-se de maior valia a adoção os princípios da indústria 4.0, os quais envolvem a adoção de procedimentos padrão e adequação de sistemas – *softwares*. Essas tecnologias digitais têm diminuído seus preços gradativamente, devido à evolução constante e obsolescência cada vez mais dinâmica. Entretanto, podem apresentar maior complexidade em sua implantação, dado que requerem a mudança de uma série de práticas já existentes nas organizações, as quais evidenciadas pelos entrevistados quando são citados os choques de gerações, profissionais restritivos a mudanças, ou até a falta de pensamento por parte da gestão na evolução de processos por meios digital. Assim, é proposto um esquema conceitual que representa graficamente a ideia que norteia o desenvolvimento dessa pesquisa.

4.1 Esquema Conceitual Proposto

Aliando métodos e ferramentas em exercício nas empresas, citados ou observados, em conjunto com os panoramas vislumbrados que melhor apoiariam a atividade de compras nas empresas, seguiu-se uma lógica de fluxograma funcional para cruzar suas atividades com os componentes e princípios da indústria 4.0 (MACAGNAN, 2010; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016). De modo a possibilitar uma melhor visualização, cada macro categoria foi exposta em cores distintas, seguiu-se uma lógica de fluxograma funcional para cruzar suas atividades com os componentes e princípios da indústria 4.0. Ademais, ao lado de cada atividade é sugerido um fluxo para sequência ou não de cada uma, tal qual se há interferência humana, de algum sistema ou de ambos. Definidas as responsabilidades são propostas ações, registros ou ferramentas abaixo dos componentes ou princípios da indústria 4.0 (KANE, 2015).

Ao analisar-se o esquema conceitual proposto chama a atenção o vazio central apresentado. Esta ocorrência evidencia que, sob a ótica dos entrevistados, aliada às percepções do pesquisador, quanto ao referencial teórico pesquisado, a introdução dos componentes da indústria 4.0, sobretudo de meio físico – *hardwares*, possui menor relevância quanto a proposição de um “*road map*” de implementação das Compras 4.0, dado que na área de compras industriais o grande desafio é a gestão de dados, ou seja, informações que apoiem no desenvolvimento dos 4 macro processos antes mencionados, e não, em atividades que envolvam propriamente “coisas” que seriam apoiadas por máquinas. Na Figura 6 expõem o esquema conceitual:

O esquema conceitual proposto congrega as melhores práticas observadas nas empresas participantes ao longo da pesquisa, bem como os cenários ideais expostos pelos entrevistados quanto a aplicação dos componentes e princípios da indústria 4.0. Frente ao exposto, entende-se que o objetivo geral do trabalho é respondido sinteticamente por meio da referida imagem apresentada.

Conforme o esquema conceitual, faz-se de maior valia a adoção dos princípios da indústria 4.0, os quais envolvem a adoção de procedimentos padrão e adequação de sistemas – *softwares*. Entretanto, podem apresentar maior complexidade em sua implementação, dado que requerem a mudança de uma série de práticas já existentes nas organizações, as quais evidenciadas pelos entrevistados quando são citados os choques de gerações, profissionais restritivos a mudanças, ou até a falta de pensamento por parte da gestão na evolução de processos por meios digitais.

Figura 6 - Esquema conceitual proposto

| Processos de Compras | Intervenção | | | | | Componentes | | | | Princípios | | |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|-----------------|-------------------------------------|---|--|--|------------------------------|---------------------|
| | Humana | Sistema | Cyber Physical Systems | Internet of Things | Internet of Services | Smart Factories | Interoperabilidade | Virtualização | Decentralização | Capacidade em Tempo Real | Orientação para Serviço | Modularidade |
| Seleção de Fornecedores | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | Portal de Fornecedores / Fornecedor | Módulo de simulação de custos virtual | Sistema atual de acordo com parâmetros | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | Portal de Fornecedores / Fornecedor | Base de dados com pré-cálculo de preço no ERP | Sistema baseado em dados | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores / ERP | | | | | Portal de Fornecedores / ERP | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no ERP | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | Portal de Fornecedores / Fornecedor | Módulo de simulação de custos virtual | Sistema atual de acordo com parâmetros | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | Portal de Fornecedores / Fornecedor | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador / Fornecedor | Portal de Fornecedores | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | Módulo de simulação de custos virtual | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | Portal de Fornecedores / ERP | Módulo de simulação de custos virtual | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores / ERP | | | | | Portal de Fornecedores / ERP | Módulo de simulação de custos virtual | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores / ERP | | | | | Portal de Fornecedores / ERP | Módulo de simulação de custos virtual | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| Atividade de Abastecimento | ERP | ERP | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | ERP | ERP | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | ERP / Portal de Fornecedores | ERP / Portal de Fornecedores | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | ERP / Portal de Fornecedores | ERP / Portal de Fornecedores | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | ERP / Portal de Fornecedores | ERP / Portal de Fornecedores | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | ERP / Portal de Fornecedores | ERP / Portal de Fornecedores | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | ERP / Portal de Fornecedores | ERP / Portal de Fornecedores | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | ERP / Portal de Fornecedores | ERP / Portal de Fornecedores | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | ERP / Portal de Fornecedores | ERP / Portal de Fornecedores | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | ERP / Portal de Fornecedores | ERP / Portal de Fornecedores | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| Avaliação de Performance | Comprador | Portal de Fornecedores / ERP | | | | | Portal de Fornecedores / ERP | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador / Fornecedor | Portal de Fornecedores / Fornecedor | | | | | Portal de Fornecedores / Fornecedor | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | ERP / Portal de Fornecedores | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | Portal de Fornecedores / ERP | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | Portal de Fornecedores / ERP | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | Portal de Fornecedores / ERP | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | Portal de Fornecedores / ERP | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | Portal de Fornecedores / ERP | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |
| | Comprador | Portal de Fornecedores | | | | | Portal de Fornecedores / ERP | | Sistema baseado automaticamente em | Resposta em tempo real no Portal de Fornecedores | Registro de sub-atendimentos | Fornecimento padrão |

COMPRAS 4.0

Fonte: desenvolvido pelos autores a partir do software Microsoft Excel (2020).

Todavia, o esquema conceitual proposto congrega as melhores práticas observadas nas empresas participantes ao longo da pesquisa, bem como os cenários ideais expostos pelos entrevistados quanto a aplicação dos componentes e princípios da indústria 4.0. Frente ao exposto, entende-se que o objetivo geral do trabalho é respondido sinteticamente por meio do esquema conceitual.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do referencial teórico pesquisado delinearam-se quatro macros categorias de compras, as quais foram aprofundadas a nível capilar, identificando suas atividades, e assim, estabelecendo um caminho básico de processos para exemplificar a metodologia proposta (BOZARTH; HANDFIELD, 2015). Nele, não há a pretensão de postular uma diretriz imutável de todas as tarefas necessárias ao longo do processo de compras, mas sim, norteá-lo, considerando que cada empresa possui suas peculiaridades, inerentes aos produtos manufaturados e/ou serviços prestados. Mediante o exposto, adequações podem se fazer pertinentes para maximização de resultados (SCHUH *et al.*, 2012).

De mesma forma que existem especificidades relativas ao processo de compras de cada empresa, há possibilidade de ser vislumbrada a utilização de ferramentas distintas e diferentes posicionamentos perante cada fato transcorrido. Essas possibilidades de variação são levantadas ao longo de processo de análise com intuito de fomentar a evolução contínua do método proposto (KUO, 2017).

É imperativo à atividade de pesquisa saber que os achados em um estudo não são perenes, se modificarão e serão aprimorados ao longo do tempo. Frente ao exposto, a análise apresentada de forma alguma é um ponto final para o entendimento de como os componentes e princípios da indústria 4.0 podem ser aplicados no setor de compras das empresas, e sim, mais um passo de muitos que podem ser dados nesse horizonte de análise para uma lacuna pouco explorada até então (KAGERMANN *et al.* 2016; SCHWAB, 2016). Buscando analisar como os componentes e princípios da indústria 4.0 podem estar presentes nos processos de compras, desenvolveu-se o esquema conceitual proposto baseado em todo o estudo qualitativo realizado. Entretanto, conforme Schuh *et al.* (2012), em diferentes segmentos e empresas, adequações podem se fazer pertinentes para maximização de resultados.

Há necessidade de compreender como os processos das empresas, tais quais seus diferentes departamentos, estão se comportando frente à quarta revolução industrial. Assim, a pesquisa buscou complementar os conhecimentos científicos já evidenciados na área de compras empresariais, e desta forma, possibilitar sua evolução por meio do acompanhamento da vanguarda de desenvolvimento industrial no que tangem seus processos, a indústria 4.0 (KAGERMANN *et al.* 2013).

Evidenciou-se a possibilidade real de automatizar processos através da adoção de uma visão com foco nos princípios da indústria 4.0 para parametrização de elementos já presentes em seu cotidiano, sem a necessidade de investimentos vultuosos. Deste modo, foram apresentadas oportunidades de melhoria em processos, ferramentas, registros e ações por meio do aprofundamento da aplicação desse conceito, denominado: Compras 4.0 (BOZARTH; HANDFIELD, 2015; GOTTGE; MENZEL, 2017).

Um ponto de limitação desta pesquisa pode ser considerado o fato de um dos pesquisadores ocupar um cargo de gestão em uma das empresas pesquisadas, assim, possui contato direto com todos entrevistados da referida empresa: relacionamento de gestor imediato quanto aos compradores e subordinado no que se refere ao gerente. Para as demais empresas, o contato é indireto em função da política de “boa vizinhança” praticada por todas as empresas envolvidas e que são filiadas a um mesmo sindicato (GIL, 2009).

Entende-se como sugestão para estudos futuros a realização de uma pesquisa com empresas de outros segmentos, que não o metal mecânico e elétrico e/ou de diferentes estados do país. Estas possibilidades aumentariam a abrangência da pesquisa, compreendendo diferentes realidades produtivas e cadeias de suprimento. Fora isso, o aspecto cultural ainda é algo bastante latente no segmento estudado, fazendo com que posicionamentos e processos se tornem similares (FLICK, 2012).

REFERÊNCIAS

ANG, J. H. *et al.* Energy Efficient Through Life Smart Design, Manufacturing and Operation of Ships in an Industry 4.0 Environment. **Energies**, [S.l.], p. 610, 2017.

BIENHAUS F., HADDUD A. Procurement 4.0: factors influencing the digitalisation of procurement and supply chains. **Business Process Management**, [S.l.], p. 965-984, 2018.

BOZARTH, C. B.; HANDFIELD, R. B. **Introduction to Operations and Supply Chain Management**. 4. ed. São Paulo: Editora Pearson Education do Brasil, 2015. 504p.

CAÑAS, H. *et al.* Implementing Industry 4.0 principles. **Computers & Industrial Engineering**, [S.l.], v. 158, 2021.

- CHIANG, W. C. **Development of a lean non-adjusting setup system**: Case study of Aluminum rims production. Taiwan: Universidade Cristã Chung Yuan, 2016.
- COHEN, Y. *et al.* Assembly system configuration through Industry 4.0 principles: the expected change in the actual paradigms. **IFAC-PapersOnLine**, [S.l.], v. 50, n. 1, p. 14958–14963, 2017.
- EUROPEAN PARLIAMENT. **Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth**. 2015. Disponível em: [Link](#). Acesso em: 11 mar. 2018.
- FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH OF GERMANY. **The High Tech Strategy for Germany**. 2006. Disponível em: [Link](#). Acesso em: 11 mar. 2018.
- FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa**: um guia para iniciantes. 1. ed. Porto Alegre: Editora Penso, 2012. 256p.
- GIL, A. C. **Estudo de caso**. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009. 148p.
- GIANNOZZI, P. *et al.* Advanced capabilities for materials modelling with Quantum ESPRESSO. **Journal of Physics: Condensed Matter**, v. 29, n. 46, 2017.
- GOTTGE, S.; MENZEL, T. **Purchasing 4.0**: An Exploratory Multiple Case Study on the Purchasing Process Reshaped by Industry 4.0 in the Automotive Industry. Sweden: Linnaeus University, 2017.
- HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review. **IEEE Computer Society**, [S.l.], p. 3928–3937, 2016.
- JENSEN, M. C. The Modern Industrial Revolution, Exit, and the Failure of Internal Control Systems. **The Journal of Finance**, [S.l.], v. 48, n. 3, p. 831-880, 1993.
- JESSON, J.; MATHESON, L.; LACEY, F. M. **Doing your literature review**: Traditional and systematic techniques. London: Sage, 2011.
- KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0**: Final report of the industrie 4.0 Working Group. Frankfurt: [S.n.] 2013.
- KAGERMANN, H. *et al.* **Industrie 4.0 in a Global Context**: Strategies for Cooperating with International Partners. Munich: Herbert Utz Verlag, 2016.
- KUO, L. **Optimal Purchasing, Production and Delivery Lot-Size for Flexible Supply Network Rolling Scheduling**. Taiwan: Universidade Católica de Fu Jen, 2017.
- LEITÃO, P. *et al.* Smart Agents in Industrial Cyber-Physical Systems. **Proceedings of the IEEE**, [S.l.], p. 1086-1101, 2016.
- MACAGNAN, C. B. (org.) *et al.* **Compras**: elementos para o jogo da negociação de produtos e serviços. Porto Alegre: Editora Entremeios, 2010.
- MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017.
- MASCARENHAS, S. A. **Metodologia científica**. 1. ed. São Paulo: Editora Pearson Education do Brasil, 2012. 124p.
- MINAYO, C. S. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 34. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2015.
- OECD. **Documents**: Meeting of the OECD Council at Ministerial Level. 2017. Disponível em: [Link](#). Acesso em: 24 abr. 2018.
- QIN, J.; LIU, Y.; GROSVENOR, R. A. Categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. **Procedia CIRP**, [S.l.], v. 52, p. 173–178, 2016.

THE FEDERAL GOVERNMENT GERMANY. **The new High-Tech Strategy Innovations for Germany**. 2014. Disponível em: [Link](#). Acesso em: 11 mar. 2018.

SCHUH, C. *et al.* **The Purchasing Chessboard**: 64 Methods RO Reduce Costs and Increase Value with Suppliers. New York. Springer Media, 2012.

SCHWAB K. **The Fourth Industrial Revolution**. [S./].: World Economic Forum, 2016.

SIMECS. **Empresas do SIMECS**: resultados económicos, 2017. Disponível em: [Link](#). Acesso em: 24 abr. 2018.

WANG, S. *et al.* Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, [S./], p. 10, 2016.

YEVU S. K.; YU A. T. W. The ecosystem of drivers for electronic procurement adoption for construction project procurement. **Engineering Construction and Architectural Management**, [S./], p. 9969-9988, 2019.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Editora Bookman, 2015.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Editora Penso, 2016.

Contato:

Guilherme Sirtori
E-mail: guilherme.sirtori@gmail.com

Lucas Tartarotti
E-mail: lucas.t10@hotmail.com

Fabiano Larentis
E-mail: flarenti@ucs.br

Submetido em: 27/10/2020
Revisado em: 16/11/2021
Aprovado em: 10/02/2022