

## INDÚSTRIA 4.0: uma análise da percepção das empresas sobre manufatura digital na microrregião de Pouso Alegre, Sul de Minas Gerais

João Machado Miranda (UNIS) [joao-m-m@hotmail.com](mailto:joao-m-m@hotmail.com)  
Roger Antonio Rodrigues (UNIS) [roger.rodrigues@unis.edu.br](mailto:roger.rodrigues@unis.edu.br)

### Resumo:

Este trabalho aborda uma análise das transformações do comportamento das empresas quanto as inovações da manufatura digital, cuja as convergências tecnológicas, *IoT-Internet of the Things*, *Big Data Analytics*, *CPS - cyber physics system*, e Computação em nuvem estão mudando a conjuntura fabril. A abordagem da análise busca, ainda, entender como as empresas percebem essas mudanças através de seus representantes, sendo esses, os respondentes do *Survey*. O método utilizado consistiu na elaboração de um questionário estruturado e fechado, visando ao acolhimento de dados quantitativos. Os dados levantados nessa pesquisa de campo, originaram-se das empresas inseridas na microrregião de Pouso Alegre, Sul de Minas Gerais. A abordagem se fez necessária devido às constantes convergências tecnológicas aos recursos da informação e comunicação da nova era digital. Contudo, o objetivo desse trabalho buscou analisar como essas convergências tecnológicas dentro da manufatura digital está mudando a visão das empresas. Assim, os resultados obtido a partir da análise dos dados nas escalas propostas em grau de relevância e competência, mostrou uma transformação significativa nas empresa da região pesquisada nesse trabalho.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0, Região Sul de Minas, Tecnologias digital.

## *INDUSTRY 4.0: an analysis of the perception of the enterprises on digital manufacture in the microrregião of Cheerful, South Landing of Minas Gerais*

### Abstract

*This work boards an analysis of the transformations of the behavior of the enterprises how much the innovations of the digital manufacture, which the technological convergences, IoT-Internet of Thethings, Big Data Analytics, CPS - cyber physics system, and Computation in cloud they are changing the manufacturing state of affairs. The approach of the analysis looks, still, to understand as the enterprises realize these changes through his representatives, being this, the respondentes of the Survey. The used method consisted of the preparation of a structured and shut questionnaire, aiming for the welcome of quantitative data. The data lifted in this field work, they were given rise of the enterprises inserted in the microrregião of Cheerful, South Landing of Minas Gerais. The approach was made necessary due to the constant technological convergences to the resources of the information and communication of the new digital era. Nevertheless, the objective of this work looked to analyse like these technological convergences inside the digital manufacture is changing the vision of the enterprises. So, the results obtained from the analysis of the data in the scales proposed in degree of relevance and competence, it showed a significant transformation in the enterprise of the region investigated in this work.*

**Key words:** Industry 4.0, South Region of Mines, Digital technologies.

## 1. Introdução

As inovações e transformações são marcadas atualmente pela convergência das tecnologias digital, cujo maior desafio é a integração total entre homem e máquina, que agregam valores para o cliente de maneira automática.

Para Swink (2006), é necessário absorver ao máximo a colaboração das principais áreas de uma empresa, e a aplicação de tecnologias é um fator que disponibilizará os avanços tecnológicos. Desta forma, as empresas tendem a se qualificar para lidar com as diversidades impostas pela “Manufatura Digital”. Visa, ainda, uma interação com as novas ferramentas dos modelos que abrangem as tecnologias tais como: Internet das Coisas (*IoT- Internet of the Things*), Computação em nuvem (*Computation in cloud*), Sistemas Cyber-Físicos (*Systems Cyber-Físicos*) e *Big Data Analytics*, para otimizar os processos, maximizar os resultados, adequando ao mercado competitivo.

Diante da competitividade de mercado, as empresas precisam estar preparadas para se adequar as novas tecnologias. Contudo, surgiu a necessidade da abordagem para entender qual é a percepção das empresas em relação a manufatura de digital da microrregião de Pouso Alegre, Sul de Minas Gerais.

Tal abordagem se faz necessária devido às constantes convergências tecnológicas aos recursos da informação e comunicação da nova era digital. Vale ressaltar que este trabalho traz um ganho importante para a área de Engenharia de Produção, visto que os processos de manufatura estão se transformando de forma irreversíveis com fábricas inteligentes e inovadora.

Assim sendo, o objetivo desse trabalho buscou analisar como essas convergências tecnológicas dentro da manufatura digital estão mudando a visão das empresas inserida na microrregião de Pouso Alegre, Sul de Minas Gerais.

Diante deste contexto, esse propósito foi alcançado a partir da pesquisa bibliográfica em livros e artigos sobre a Revolução Industrial 4.0, pesquisa de campo através do procedimento (*Survey*), um questionário abordando tema específicos da manufatura digital, apêndice 1. Essa pesquisa abordou as empresas limitantes da microrregião especificada ao tema desse artigo.

## 2 Revoluções na Indústria

Os pilares da indústria que se sustentam em pleno século XXI têm suas premissas fundamentadas nos acontecimentos históricos em consequência das revoluções, assim os atos ora documentados ou não tornaram alicerces para a nova era digital.

De acordo com Hobsbawm (2015), “As palavras são testemunhas que muitas vezes falam mais alta que os documentos”. Hobsbawm entende que o cenário tende a inúmeras mudanças desde que as mudanças sejam consolidadas, pois enfatiza as etapas das revoluções em seus períodos como mostra a figura 01.

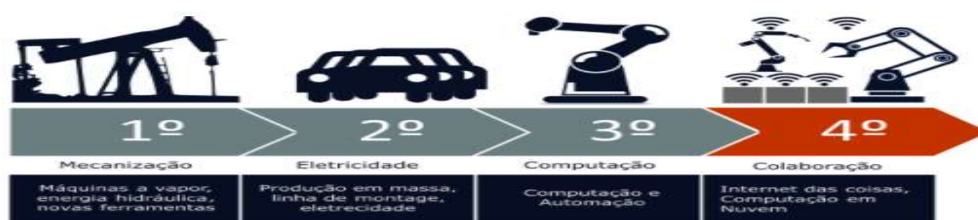


Figura 1 - Etapas das revoluções industriais, fonte: Silva, D., 2017

Diante desses pilares e do acervo histórico, a revolução industrial no final do século XVIII, na Inglaterra, foi conhecida como a “Indústria 1.0”. Neste cenário a divisão da sociedade entre o proletariado e a burguesia gerou impacto do capitalismo liberal. Surgiram as Máquinas a Vapor, energia hidráulica, e novas ferramentas (TADEU; SANTOS, 2016). Época em que a manufatura retornou -se para a máquina factual e fez história com os fortes crescimentos das capacidades produtivas e de transporte.

No final do século XIX, iniciou-se a segunda revolução industrial, sendo anunciada como “Indústria 2.0”. Diferente da antecessora “1.0”, espalhou-se por outros países, tais como: França, Bélgica, Alemanha, Itália, Rússia, Japão e Estados Unidos, foi à era do Imperialismo. Essa se destacou pela inovação do automobilístico (Modelo “T” Ford). Além da eletricidade e petróleo, surgiram o motor de combustão interna, a fundição de aço e alguns produtos químicos com bases científicas (SUGAYAMA; NEGRELLI, 2016). Para Ghemawat (2002), o modelo “T” Ford deu origem a produção em massa que impulsionou a acessibilidade ao capital de crédito para investimentos em produtos e insumos para atender a demanda de mercado.

Já em meados dos anos de 1960, pós Segunda Guerra Mundial, houve a terceira revolução industrial, o mundo a conheceu como “Indústria 3.0”. Uma revolução marcada por ser a sucessora da 2.0, porém com a grande transformação digital que abriu um universo de implantação da automação (GALAMBOS, 2005).

Diante da transformação digital, Schwab (2015), menciona que a transformação permitiu que projetos inseridos na manufatura digital fossem integrados aos sistemas, Desenho Assistido por Computador (CAD - *Computer Assisted by Drawing*) e Manufatura Assistida por Computador (CAM - *Computer Assisted by Manufacture*). Esses programas permitiram os Controles Logísticos e Programáveis (PLC) que ganhou espaço dentro do setor de desenvolvimento de sistemas automatizados com ênfase no conhecimento científico, robótica e produção industrial.

A Quarta Revolução Industrial despontada com o legado de “Indústria 4.0”, trazendo consigo a manufatura digital protagonizando o mundo globalizado (SUGAYAMA; NEGRELLI, 2016). Já para Schwab (2015), esse é um conceito de “Fábricas Inteligentes” com as suas estruturas modulares de grandes avanços da tecnologia da informação; Internet das Coisas e Computação em Nuvem.

## 2.1 Indústria 4.0

Segundo Bonzato (2015), o termo “*Industry 4.0*” (Indústria 4.0), iniciou na Alemanha, mas para outros países, a Quarta Revolução Industrial. Em consonância quando se enfatiza a indústria 4.0, tudo se resume em um sistema de CPS (*Systems Cyber-Físicos*), conforme ilustrado na figura 04, cuja capacidade de auto diagnóstico e autoconfiguração habilita as pessoas a trabalharem com as mais nobres e complexas atividades dentro do sistema de manufatura digital.

Assim sendo, Schwab (2015) resume além do que se discute em torno dessa revolução, esta, em relação às anteriores, perpetua a fusão e interação de tecnologias em várias áreas da manufatura digital.

A fábrica inteligente em que a Indústria 4.0 protagoniza, força a crescente digitalização e interconexão de métodos e processos. Busca, ainda, a centralização na produção inteligente de produtos, gerando uma cadeia de valores e de modelos de negócios.

Os modelos não devem ser considerados um paradigma de conceitos de inovações tecnológicas, pois as mudanças são, normalmente, um projeto de longo prazo e está somente para um processo gradual. (KAGERMANN et al., 2013)

## 2.2 Industrialização do Sul de Minas Gerais

A partir da década de 1960/1970, houve mudanças drásticas na industrialização da região do sul de Minas Gerais, marcada pelo regime militar com fortes investimentos de capitais estrangeiros.

As mudanças se intensificaram de década a década ao ponto de adentrar num período globalizado, exatamente no século XXI, na qual os avanços tecnológicos da manufatura digital tomam conta dos processos produtivos.

Segundo Silva (1976), no século XIX, os processos produtivos em geral, especificamente do café, eram comercializados no exterior, pela maior rentabilidade. Sua lucratividade era destinada para investimento na construção de estradas de ferro que interligariam a região geográfica do Vale do Paraíba. Silva ainda enfatiza que o aspecto geográfico do Sul de Minas Gerais é o que mais se desenvolveu no sistema capitalista, em relação à evolução industrial brasileira (SILVA, 1976).

Já na década de 1980, Diniz (1981), reforça a posição de Silva quando enfatiza que, em Minas Gerais havia muita disponibilidade de mão de obra escrava que ficou ociosa com alto estoque de produto extraídos das mineradoras, assim foi possível gerar uma alta rentabilidade na comercialização do café no exterior.

Na atual conjuntura tecnológica, precisamente na era digital, o setor cafeeiro abre espaço para os polos industriais sem perder as origens produtivas e capitalistas, sendo que as transformações dos processos da manufatura digital no Sul de Minas Gerais são necessárias, mediante a modernização nos avanços tecnológicos.

Neste contexto Back et al. (2008), contextualizam que a modernização e inovação nos processos de industrialização de produto requer informações pertinentes à modelagem e identificação da demanda e da tecnologia empregada em cada manufatura, sendo em época e tempo distintos à sua produtividade.

Assim, além da localização geográfica privilegiada, os aspectos socioeconômicos constituem um fator determinante para novas implantações de polos industriais na região. Todavia a contextualização da trajetória da industrialização no Sul de Minas Gerais, traz uma relevância ao tema proposto.

## 3 Manufatura Digital

Com a interação da tecnologia dentro do setor de manufatura digital, o setor industrial integra seus processos produtivos aos altos níveis de eficiência, pois dentre as concorrência no mercado atual a manufatura digital é uma das poucas opções que visa a transformação dos negócios.

Segundo Zhou et al. (2011), manufatura digital pode ser considerada como um processo de manufatura que, trabalhando em conjunto com suporte de algumas tecnologias como a realidade virtual, *networks* de computadores, prototipagem rápida e base de dados, baseando-se na demanda do cliente para quesitos de análise, organização e recombinação das informações, prover uma produção rápida que atenda a demanda e os padrões de qualidade estipulados pelos clientes.

Diante deste contexto, a manufatura digital sendo um avanço tecnológico fundamentado dentro da Indústria 4.0, alinha às mudanças tecnológicas, buscam melhorias, gerenciamento dos processos e rentabilizam as operações de desenvolvimento de produtos para uma ampla conectividade.

Para Schwab (2015), em seu livro a “Quarta Revolução Industrial”, essa, sendo conhecida como

Indústria 4.0; menciona que os avanços que traduzem da ampla conectividade conhecida como manufatura digital, gera competitividade de mercado. Sua visão da perspectiva desses avanços, transcreve que, “Estamos no auge de uma onda de descobertas ligadas à conectividade: robôs, drones, cidades inteligentes, inteligência artificial e pesquisas sobre o cérebro. Pouca gente está enxergando as implicações de longo prazo” (SCHWAB, 2015). Desta forma Schwab enfatiza que, as empresas buscam esses conceitos de transformações tecnológicas consequentemente, sendo a implantação de fábricas inteligentes por processos melhores, eficiência produtiva, identificação dos pontos de melhorias e minimização dos custos. A manufatura digital torna-se alinhada aos projetos de desenvolvimento de produto. Para tanto, inserido aos processos de transformações integra os recursos de tecnologia, conhecimento, informação e comunicação.

Os pontos de transformações devem estar adequados ao objetivo do planejamento estratégico do desenvolvimento de produto, buscando a interação total entre o projeto do produto e as definições dos processos da manufatura digital. (DECARLI; DELAMARO, 2007).

Para Miller (2005), a manufatura digital é uma das poucas alternativas que potencializa o planejamento estratégico, pois as empresas tendem a introduzir as transformações nos projetos de desenvolvimento. Assim, os processos tornam-se mais dinâmicos, motivam seus funcionários e melhora as atividades.

### 3.1 Internet das Coisas

Internet das Coisas (*IoT- Internet of the Things*) é um termo utilizado pela primeira vez pelo pesquisador britânico Kevin Ashton, em 1999. Para a época o pesquisador chegou à conclusão que os computadores poderiam ser ligados entre si em rede, sendo possível trabalhar de forma independente, segura, inteligente e eficaz sem a intervenção humana.

A IoT robustece mais uma revolução tecnológica, a qual objetiva conectar os mais variados itens usuais em redes de computadores, sendo que as possibilidades de trabalho são infinitas diante do ciclo de vida do produto, embora o uso industrial seja específico com uma evolução silenciosa. A figura 02 demonstra a estruturação das possibilidades de trabalho.



Figura 2 – Estruturação Internet das Coisas, fonte: Eduardo, 2016

Nesse caso, a empregabilidade da mão de obra que declina na indústria diante da robotização migra para as Pequenas Medias Empresas (PMEs), que são as Startups. Elas são as precursoras no segmento a manufatura digital, igualmente, ou seja, ainda, competitiva mesmo sendo pequenas.

As Startups desenvolvem dispositivos com a utilização de sensores, atuadores e tecnologias que integram a objetos físicos controlados através de *Networking* com a internet. O resultado da compilação desses dados capturados pelo *Networking* é determinante para ação dos tomadores de decisão.

É possível que a decisão tomada pelos tomadores possa resultar na melhoria de produtividade em um processo corrente. (BANSAL; YADAV; KULKARNI, 2015).

A Internet das Coisas (IoT - *Internet of the Things*) integrada ao sistema Cyber-Físico-System (CPS - *Systems Cyber-Físicos*), juntos transmitem em tempo real as trocas de informações por demanda e flexibilização em vários processos de manufatura descentralizados.

### 3.2 Big Data Analytics

Desde a indústria 3.0 as empresas estão cada vez mais informatizadas, devido ao alto volume de informações, um paradoxo que todas as informações mesmo que pequenas geram valores de negócios.

Para Loudon et al. (2014), o *Big Data Analytics* tem uma identidade que não se refere a qualquer quantidade específica de dados inserido na faixa, e sim um gigantesco armazenador de informações em quantidade de *petabytes* e *exabytes*, sendo produzido em quantidades muito maiores e de forma muito mais rápida que os dados tradicionais.

Diante dessas informações estruturadas ou não, porém volumosas, o *Big Data Analytics* trabalha de forma inteligente na coleta de grandes volumes de dados, armazenados e interpretados por softwares de altíssimo potencial. Depois do cruzamento dos dados do ambiente interno e externo, um relatório é gerado. Este, tem sua nomenclatura definida de empresa para empresa, mas seu objetivo será o mesmo em todas elas, sendo um indicador para tomadores de decisão. Para demonstrar como os dados são interpretados, a figura 03 ilustra essa estrutura.



Figura 3 - Informações Estruturada em *Big Data Analytics*, fonte: Kranc, 2015

O Software usa de várias fontes de informações, que pode ser o arquivo de *Log* de serviço web, conteúdo de mídias sociais, relatório empresariais, textos de e-mails de consumidores destinado à empresa, pesquisa de satisfação, IoT, programa de fidelidade, entre outros.

Dentro dessas fontes, o *Big Data Analytics* identifica e aponta o caminho a ser percorrido em tempo hábil para agir em busca das melhorias e desempenho necessários para manter a empresa no mercado e evitar a perda do consumidor.

### 3.3 Cyber Físico System

O Sistemas Cyber-Físicos (CPS - *Systems Cyber-Físicos*), é qualquer dispositivo que integra recursos de computação, ou seja, parte física de armazenamento e comunicação de dados.

Segundo Lee (2008), CPS é uma integração de ponta a ponta entre computação e processos físicos. Já Kim e Kumar (2012), os sistemas de CPS estão inseridos na engenharia de computação, na qual a comunicação e o controle de tecnologia estão fortemente integrados.

Assim sendo, o CPS concentra as principais informações e comunicações controlando o trabalho em *loop*. É um utilitário na aplicabilidade em sistemas de transportes, automóveis, fábricas, processos industriais, hospitais, escritórios, casas, cidades e dispositivos móveis em geral. Logo a figura 04 compõe um agrupamento de elementos interligados.



Figura 4 - Agrupamento de elementos no CPS, fonte: Autor

Diante dessa demonstração em *loop*, a familiarização com esses elementos agrupado ao CPS, traz notórios conhecimentos das principais características dos sistemas Cyber-físicos que é a concentração das informações e controle, contudo o gerenciamento dos processos.

### 3.4 Computação em Nuvem

A computação em nuvem pela etimologia é uma tecnologia que permite acesso remoto a outros programas (softwares), também em arquivos de documentos, músicas, jogos, foto e vídeos, entre outros, que se pretende usar os meios de serviços que utilizam uma conexão remota pela internet.

Dentre os conceitos e características da computação em nuvem, destaca-se a agilidade, estabilidade, acesso a qualquer local por diversos aparelhos. A figura 04 mostra como a nuvem exerce o compartilhamento de recursos por um extenso grupo de usuários.



Figura 5 - Computação em Nuvem, fonte: Autor

Conforme observa-se, a nuvem é um símbolo muitas vezes usado para representar a internet em diagrama e fluxograma, portanto o símbolo foi utilizado para representar a internet. A computação em nuvem tem a vantagem de ser um serviço fácil de usar, não sendo necessária a instalação.

Por outro lado, a computação em nuvem possui uma desvantagem. Segundo Loudon et al.(2014), se um usuário não elaborou um plano de armazenamento “*Backup*” de seus dados localmente, e possível que este fica à deriva do seu provedor, uma vez que os *backups* também serão executados no provedor.

Assim, para muitas empresas são preocupações que incorrem riscos de segurança, o compartilhamento integralmente de seus dados a um prestador de serviço externo, pois é sabido que este também presta solução de armazenamento a outras empresas.

Por outro lado Buyya et al. (2009), enfatizam que a computação em nuvem está cada vez mais

incorporada na indústria de TI, sendo que, para cada parte da infraestrutura, normalmente é alocada em centros de dados do ambiente com milhares de máquinas físicas ou nós físicos.

#### 4. Metodologia

Para que o objetivo proposto por este trabalho fosse alcançado com eficácia, foi utilizado a metodologia que melhor se adaptou a situação.

Em termos de procedimentos técnicos, a pesquisa baseou-se na bibliográfica. Segundo Gil (2008), a pesquisa é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

No que se refere aos objetivos, foi utilizado a pesquisa descritiva pois o trabalho buscou registrar as convergências das transformações do comportamento das empresas quanto as inovações tecnológicas da manufatura digital. Assim, segundo Gil (2008), a pesquisa descritiva registra os fatos observados sem interferir neles e usa técnicas padrões de coleta de dados através de levantamento “Survey”, questionário estruturado.

Quanto a abordagem, utilizou-se da análise quantitativa. Segundo Gil (2010), a abordagem da análise quantitativa requer o uso de recurso e técnica de estatística para compreender as variáveis dos resultados.

Collis e Hussey (2005), dizem que a pesquisa quantitativa é focada na mensuração de fenômenos, envolvendo a coleta e análise de dados numéricos e aplicação de teste estatístico.

A estrutura determinada para mensurar dados quantitativos traduzindo em números, opiniões e informações para classificá-la e analisá-la, contextualiza a pesquisa científica. (SILVA; MENEZES, 2001).

Diante do contexto, utilizou-se dos gráficos para apresentação dos resultados obtidos da análise dos dados da pesquisa. O alinhamento dessa abordagem da análise dos dados em números quantitativos visa a percepção das empresas sobre a manufatura digital.

#### 5. Resultado e Discussão

Com base nos resultados obtidos do questionário, apêndice I. A figura 06 demonstra a proporção entre os respondentes convidados e os respondentes realizados. Sendo esses realizados os que se manifestaram perante a pesquisa contribuindo para o bom resultado deste trabalho.



Figura 6 - Representação dos respondentes realizados, fonte: Autor

A representatividade no gráfico, informa que 32 convidados a participar da pesquisa foram contatos, porém somente 10 entre eles dispuseram como respondentes. Essa representatividade demonstra 31,25%. Logo, a figura 07 com base no questionário apêndice 1, questões “Q1, Q3, Q4, Q5, Q7 e Q9”, demonstra o nível de conhecimento relevante às mudanças da percepção das

empresas em relação a manufatura digital nas inovações tecnológicas.

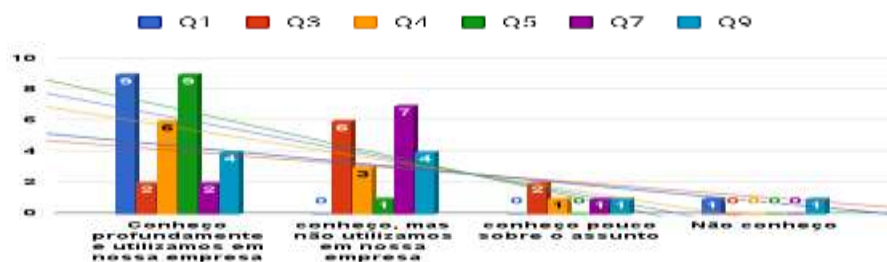


Figura 7 - Conhecimentos dos respondentes , fonte: Autor

O gráfico demonstra 90% das empresas que utilizam das tecnologias facilitadoras de soluções e conectividades, 60% utilizam o CPS - *Systems Cyber-Físicos*, 40% tem a preocupação em reciclar os conhecimentos de seus colaboradores contra 40% que conhecem mas não a utilizam. 20% das empresas apropriam do *RFID* (*Rádio Frenquency Identification*), porém 60% dos respondentes conhecem a ferramenta. 20% das empresas utilizam o *Big Data Analytics* como ferramenta de apoio estratégico contra 70% que conhecem, mas não utilizam na empresa.

Contudo, a pesquisa buscou entender o quanto as empresas estão automatizando seus processos produtivos, assim a figura 08 demonstra em números relevantes, a automação fabril.

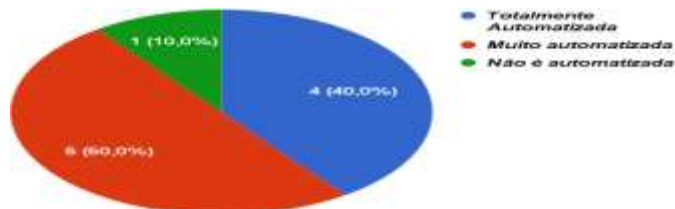


Figura 8 - Processos de automação, fonte: Autor

Diante do resultado da resposta do Q2, a automação fabril está em ascensão, na qual 40% já está totalmente automatizada contra 50% muito automatizada. A proporção de 10% ainda não é automatizado. Vale resaltar que as empresas não estão parada no acaso, a figura 9 demonstra o resultado extraído da Q6, em que a automação depende de acessibilidade a qualquer tempo e lugar. Para tanto, a pesquisa buscou analisar a necessidade do compartilhamento de recursos por um grande grupo de usuários.

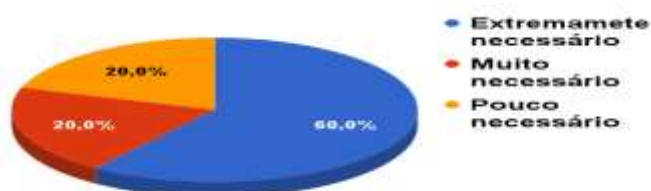


Figura 9 – Compartilhamento de recursos tecnológicos, fonte: Autor

Percebe-se que o percentual de 60% classifica como extremamente necessário o compartilhamento de recursos tecnológicos na área de atuação, contra 20% muito necessário e 20% pouco necessário.

Diante dos resultados em que o mercado tende as convergências tecnológicas e protagoniza as inovações, foi necessário analisar em qual perfil as empresas estão apostando. Assim sendo, a figura 10 mostra os resultados da Q11, do apêndice 1.

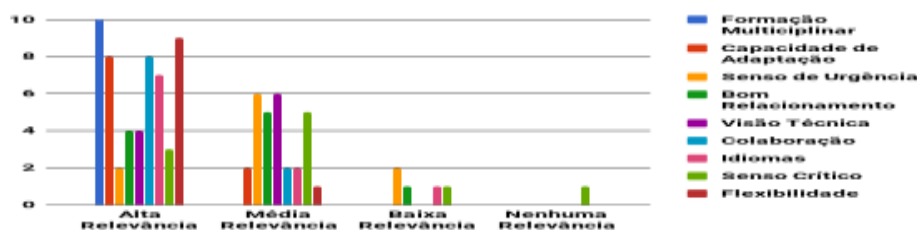


Figura 10 - Perfil de profissional na era digital, fonte: Autor

Os resultado mostrou que as empresas estão muito exigentes no quesito profissional pois na avaliação dos respondentes a alta relevância predomina em 62% contra 38% em média, baixa e nenhuma.

Na figura 11 demonstra a formação dos respondentes, bem como o ramo de atuação em que contribuíram para formalização dos dados dessa pesquisas.

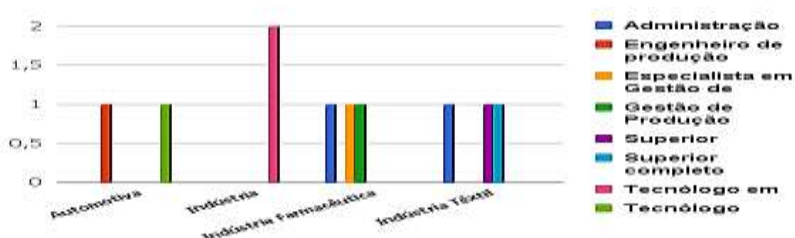


Figura 11 - Formação dos respondentes e ramo de atuação, fonte: Autor

As informações dos respondentes quanto ao ramo de atuação e sua formação foi de suma importância para elucidar o escopo desta pesquisa, na qual suas contribuições vieram especificamente, da microrregião de Pouso Alegre. Diante dos fatos, os municípios que destacaram nesta pesquisa em números de respondentes foram os de Pouso Alegre e Borda da Mata, ambos Sul de Minas Gerais. Sendo 90% em Pouso Alegre/MG e 10% em Borda da Mata/MG.

## 6. Conclusão

Este trabalho apresenta uma realidade baseada na contextualização de autores que apresentam o estado da evolução tecnológicas e suas funcionalidades. Segundo os autores como Schwab (2015), Kranc (2015) e Buyya et al. (2009), será um caminho sem volta. Assim, é importante resaltar que as tecnologias predominam os processos fabril em soluções com potenciais de desenvolvimento sustentável.

Diante dessa pesquisa, os resultado de fato, mostra uma realidade do estado da convergência tecnológica integrada a manufatura digital, bem como as mudanças da percepção das empresas, e ainda, as tendências que estão alinhadas com o mercado mediante as inovações, informações e comunicações.

Percebe-se, diante dos dados, que a tecnologia está presente em vários processos produtivo e também visa um cenário inovador que perpetua as mudanças na maioria das empresas, desenvolvendo e consolidando as tendências do mercado, gerando resultados para convalidar a competitividade e competência diante das inovações tecnológicas.

Conclui-se que a *IoT-Internet of the things*, *Big Data Analytics*, *CPS - Systems Cyber-Físicos* e Computação em Nuvem são partes integrantes da manufatura digital entre outros. Assim, os resultados demonstram as mudanças significativas da percepção das empresas. Por outro lado no mercado, a informação e comunicação estão provocando transformações maiores e mais profundas. Contudo, os efeitos dessas transformações devem ser acompanhadas através de novas pesquisas, sendo que a região referenciada ainda passa por transições como apontam os resultados.

## Referências

ASHTON, K. Entrevista exclusiva com o criador do termo “**Internet das Coisas**”

<<http://finep.gov.br/noticias/todas-noticias/4446-kevin-ashton-entrevista-exclusiva-com-o-criador-do-termo-internet-das-coisas>> 2015.

BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. **Projeto Integrado de Produtos**: Planejamento, Concepção e Modelagem. São Paulo: Manole, 2008.

BANSAL, A.; YADAV, A. N.; KULKARNI, A. **Internet of things: IoT day special edition**. San Francisco. Lexi nova, 2015.

BONZATO, E. **Tecnologia da Informação**: Revista Logística IMAM ,publicado em 28 agosto 2015.

Disponível em <https://www.imam.com.br/logistica/artigos/serie-tecnologia-da-informacao/2278-industry-4-0>. 2015.

BUYYA, R.; YEO, C. S.; VENUGOPAL, S.; BROBERG, J.; BRANDIC, I. (2009). **Cloud computing and emerging it platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the fifth utility**. Future Gener. Computer. Syst..

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração**: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

DECARLI, P. C.; DELAMARO, M. C. **Implantação da Manufatura Digital numa Empresa**: Identificando os Fatores Críticos de Sucesso. *Proceedings of 17º ENCONTRO NACIONAL DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2007.

DINIZ, C. C.. **Estado e capital estrangeiro na industrialização mineira**. Vol. 3. UFMG/PROED, 1981.

EDUARDO, C. S., **Internet das Coisas e Big Data**: Grandes poderes trazem grandes responsabilidade 2016. Disponível em <http://cio.com.br/opiniao/2016/08/12>

GALAMBOS, L. **Recasting the Organizational Synthesis: structure and process in the twentieth and twenty-first centuries**. *Business History Review*, 2005.

GHEMAWAT, P. **Competition and business strategy in historical perspective**. *Business history review*, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HOBSBAWM, E. J. **A Era das Revoluções: 1789-1848**. [Recurso eletrônico]/Eric. J. Hobsbawm; tradução, 2015. São Paulo: Ed. Paz e Terra

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative of Industry 4.0**: Acatech, 2013.

KIM, K. D.; KUMAR, P. R. *Cyber-Physical Systems, a Perspective at the Centennial: Proceedings of the IEEE*, v. 100, n. Special Centennial Issue, 2012.

KRANC, M. *Breaking The Silo In Big Data Analytics*, 2015. Disponível em < <https://www.ness.com/breaking-the-silo-in-big-data-analytics-2/> >

LEE, E. A. *Cyber Physical Systems Design Challenges: 1th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC)*, 2008.

LOUDON, K. C.; LOUDON J. P. *Sistema de Informação Gerenciais*: São Paulo. Pearson, 2014.

MILLER, E. *Marrying product and process design: digital manufacturing, a critical element of PLM, ensures that shops stay competitive and profitable. (software systems)*. Cleveland: American Machinist, oct. 2005.

SCHWAB, K. *A Quarta revolução industrial*. Edipro. São Paulo. 2015.

SILVA, D. *Indústria 4.0: A revolução dos dados na sua indústria*. Publicado em 11 maio 2017 no site <<http://www.logiquesistemas.com.br>>.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 3ª. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2001.

SILVA, S. *Expansão cafeeira e origem da indústria no Brasil*. São Paulo, Alfa-Omega, 1976.

SUGAYAMA, R; NEGRELLI, E. *Veículo conectado na rota da indústria 4.0*: In: *Anais... do 24º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA – SIMEA*, 2016. São Paulo: Blucher, 2016. Disponível em: < <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/veiculo-conectado-na-rota-da-industria-4-0-23722> >

SWINK, M. *Building Collaborative Innovation Capability: Research Technology Management*, mar. / Apr. 2006.

TADEU, H. F. B.; SANTOS, E. S. *O que seria a indústria 4.0?*. Fundação Dom Cabral. Minas Gerais, 2016.

ZHOU, Z.; XIE, S. S.; CHEN, D. *Fundamentals of digital manufacturing science*. London: Springer, 2011.

## APÊNDICE

| Apêndice 1 - Questionário Indústria 4.0 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Q1                                      | A Manufatura Digital possui tecnologias facilitadoras para o desenvolvimento de soluções de projetos e a integração de sistemas inteligentes. Sobre seus conhecimentos sobre manufatura digital?                                                                                                                                                                                                                                               |
| Q2                                      | Sobre a automatização, como você enquadraria sua empresa?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Q3                                      | Sobre o RFID (Radio Frequency Identification) tecnologia de rastreabilidade industrial, você conhece e utiliza na sua empresa?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Q4                                      | Você conhece Cyber-Físicos, dispositivos que integram recursos de computação, armazenamento e comunicação, interage e controla os processos físicos ligados entre si e conectados a redes digitais globais?                                                                                                                                                                                                                                    |
| Q5                                      | A Internet das Coisas, mais conhecida como raio da internet das coisas (do inglês, Internet of Things) é uma revolução tecnológica a fim de conectar dispositivos eletrônicos utilizados no dia-a-dia (como aparelhos eletrodomésticos, eletro portáteis, máquinas industriais, meios de transporte etc.). Qual é o seu nível de conhecimento sobre este assunto?                                                                              |
| Q6                                      | A Manufatura Digital traz inovação e tecnologia, a computação em nuvem tem como características de agilidade, escalabilidade, acessos em qualquer local em diferentes aparelhos (telefones celulares, laptops e PDA's), permitindo o compartilhamento de recursos por um grande grupo de usuários, serviços fáceis de usar e não sendo necessária a instalação. Como você classificaria a necessidade desta tecnologia na sua área de atuação? |
| Q7                                      | Você conhece ou sua empresa utiliza o Big Data Analytics como ferramenta de apoio estratégico?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Q8                                      | Pelo seu conhecimento sobre o assunto, você acredita que a indústria 4.0 afetará o mercado como um todo no que consiste a criação de novos modelos de negócios?                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Q9                                      | Diante de toda sistematização da evolução da indústria 4.0, reciclar os conhecimentos faz muita diferença. Você conhece essa preocupação em reciclar os conhecimentos dentro da empresa?                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Q10                                     | Como você enxerga o processo de industrialização na microrregião do Sul de Minas Gerais?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Q11                                     | No quadro, abaixo marque com base na sua visão, qual é o tipo de profissional que as empresas da região está demandando atualmente?                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Quadro 1 - Questões do questionário da pesquisa, fonte: Autor