

OS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0 ASSOCIADOS A ABORDAGEM DA CAPACIDADE DINÂMICA

Adriano Becker¹
Andresa Schneider²
Jelson Ercico³
Ricardo Werlang⁴

RESUMO

O avanço da tecnologia tem impulsionado o surgimento de novas oportunidades e possibilita novas ferramentas de produção e gestão. Dessa forma envolver a abordagem da capacidade dinâmica é um canal de ligação direta e ao mesmo tempo é capaz de identificar pontos fortes oportunos dentro da empresa possibilitando a inovar. Sendo assim gerir seus recursos internos e externos frente a concorrência torna-se competitivo e oportuno para novos nichos de mercado. O objetivo do estudo é apresentar a implantação dos conceitos da indústria 4.0 na economia da rede médico hospitalar de radioproteção em medicina nuclear sob a abordagem da capacidade dinâmica. Os impactos da quarta revolução industrial tem provocado alterações profundas e toda a tecnologia envolvida está criando um ambiente novo de trabalho. De forma descentralizado e altamente conectado desenvolvendo estratégias para aproveitar de maneira mais eficiente as informações geradas nas indústrias, trazendo novas oportunidades e incentivos para inovar e competir globalmente. A metodologia foi indutiva através da observação, forma exploratória, entrevistas, a definição área foi indústria, comércio de equipamentos e produtos médico-hospitalares, já, a amostra, departamento de produtos. Obtendo uma redução 50,1% no custo de fabricação com impressora 3D no processo produtivo.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Capacidade Dinâmica. Radioproteção. Equipamentos Médico-Hospitalares.

1 INTRODUÇÃO

A história do homem é marcada por diversas revoluções que acarretaram significativos impactos no desenvolvimento da sociedade contemporânea à medida que novos métodos e inovações foram incluídos dentro das indústrias. Conforme, Coelho (2016) a Primeira Revolução Industrial entre 1760 e 1840 na Inglaterra com a substituição progressiva dos métodos artesanais por máquinas e ferramentas, pela exploração do carvão como energia alternativa à madeira e outros biocombustíveis e pelo uso crescente da energia do vapor. No

¹ Dados extraídos do trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Produção da UCEFF. E-mail: adrianombecker@hotmail.com.

² Docente da UCEFF, Mestranda Administração Profissional. UNOESC. E-mail: andreaschneider7@gmail.com.

³ Mestrando Administração Profissional. UNOESC. E-mail: jelson_e@yahoo.com.br.

⁴ Docente da UCEFF. E-mail: ricardowerlang@uceff.edu.br.

final do século XVIII as máquinas a vapor e o uso da força hidráulica revolucionaram a indústria grande avanço e surgiu a Segunda Revolução Industrial (BORLIDO, 2017).

Nas décadas de 1950 e 1970 aquela que viria a ser considerada a Terceira Revolução Industrial, a revolução digital com a proliferação e uso dos semicondutores, dos computadores, automação e robotização em linhas de produção, com informação armazenada e processada de forma digital, as comunicações, os telefones móveis e a internet (COELHO, 2016). Desse modo, desvendar todos os conceitos ligados à Quarta Revolução Industrial.

Diante disso, utilizar a abordagem das capacidades dinâmicas é olhar a empresa de dentro para fora para perceber e identificar, assim potencializando essas capacidades focando em novos produtos e demandas, novos profissionais moldados em essa nova indústria 4.0. Todavia, a deterioração do emprego convencional e eventuais conflitos entre classes que disputam o mesmo mercado, e os governos lentos na atualização das leis e normas são aflições que também devem ser ponderadas. Diante do exposto apresenta-se a questão problema: **Qual é a importância da implantação dos conceitos da indústria 4.0 em produtos e equipamentos médico hospitalares em uma empresa Porto Alegre /RS?**

O objetivo principal deste artigo é apresentar o estudo da implantação dos conceitos da indústria 4.0 através da capacidade dinâmica em uma empresa de equipamentos médico hospitalar. Como objetivos específicos: pretende-se descrever o processo da empresa, levantar dados sobre o processo produtivo de equipamentos, os produtos médico hospitalares e analisar como se aplica os conceitos da indústria 4.0 na utilização de equipamentos e produtos para radioproteção em medicina nuclear.

Nesse contexto, este artigo visa levantar os conceitos e pilares desta nova revolução industrial relacionado a abordagem da capacidade dinâmica e analisar a importância na produtividade e ferramenta para alcançar novos níveis de competitividade na manufatura de seus produtos.

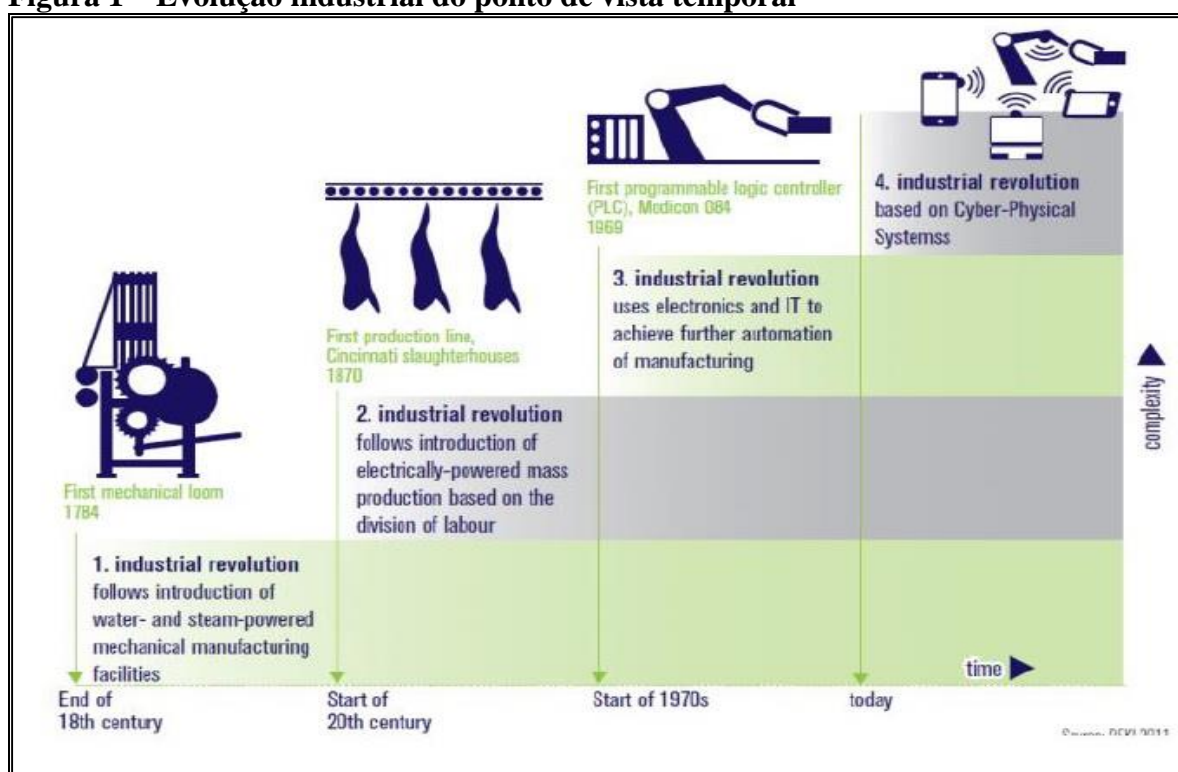
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONCEITO INDÚSTRIA 4.0

Ao longo da história existiram marcos importantes para definir a evolução nos métodos industriais de produção. As primeiras três revoluções industriais são o resultado da introdução de máquinas, eletricidade e informações tecnológica. Agora, com a introdução da internet "de coisas e serviços" na fabricação, começa a quarta Revolução Industrial: Indústria 4.0 (STOJKIĆ

et al., 2016, tradução nossa). O conceito da Indústria 4.0 surgiu em 2011 na Alemanha, como uma proposta para o desenvolvimento de um novo conceito da política econômica alemã baseada em estratégias de alta tecnologia (ROBLEK, 2016). A incorporação da digitalização à atividade industrial resultou no conceito de Indústria 4.0 e em referência ao que seria a 4ª revolução industrial. Caracterizada pela integração e controle da produção a partir de sensores e equipamentos conectados em rede e da fusão do mundo real, o surgimento de tecnologias avançadas e recentes trouxe novas oportunidades que impactam na forma de produzir e gerenciar nas indústrias (INDÚSTRIA, 2016). A Figura 1 descreve de forma sucinta os principais fatores que revolucionaram a manufatura.

Figura 1 – Evolução industrial do ponto de vista temporal



Fonte: Adaptado de Alemanha (2016) *apud* Borlido (2017).

Baseia-se em um conceito tão marcante quanto fascinante: Sistemas *Cyber-Físicos* (uma fusão dos mundos físico e virtual), a internet das coisas e a internet dos serviços, terão um impacto disruptivo em todos os aspectos em empresas de manufatura (ALMADA-LOBO, 2015). O autor ainda afirma que sistemas de execução de fabricação têm sido fundamentais no desempenho, na qualidade e agilidade necessários para os desafios criados pela fabricação globalizada. Nessas “indústrias inteligentes”, máquinas e insumos “conversam” ao longo das

operações industriais com escala e flexibilidade do processo de fabricação ocorrendo de forma relativamente autônoma e integrada.

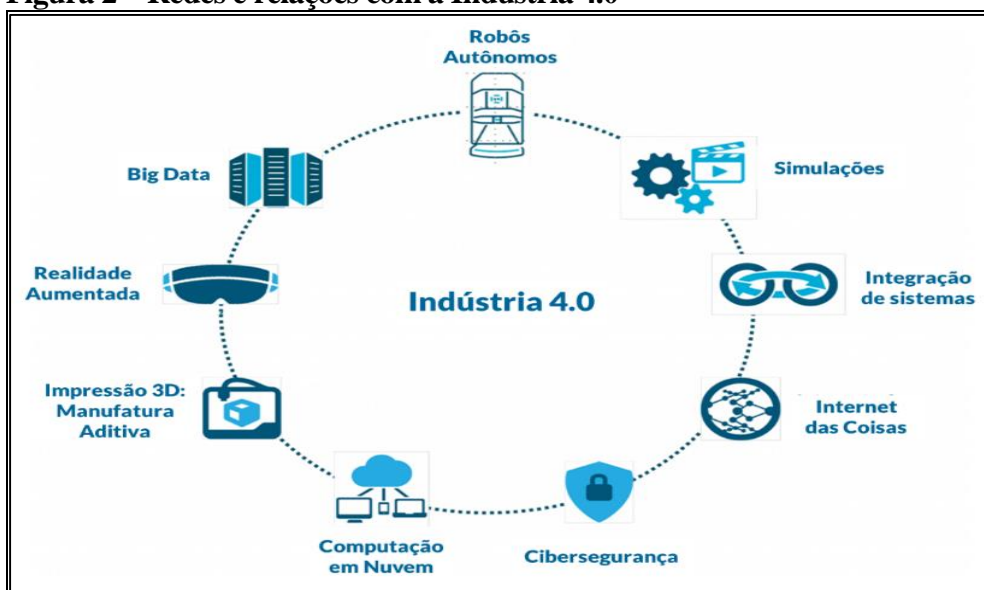
Dispositivos localizados em pontos diferentes na unidade da empresa, ou mesmo em empresas diferentes, também, trocam informações de forma instantânea sobre compras e estoques, permitindo uma otimização logística até então impensável, estabelecendo maior integração entre os elos de uma cadeia produtiva (INDÚSTRIA, 2016). Esta evolução permitirá que evoluamos da produção em massa para a customização em massa. A customização em massa é definida como produção de bens ou serviços que atendam desejos específicos e individuais a custos reduzidos, próximo dos custos de produção em massa sem customização, que só é possível com uma grande agilidade e flexibilidade da empresa (COELHO, 2016).

A Indústria 4.0, vai além da integração dos processos associados à produção e distribuição, envolvendo todas as diversas etapas da cadeia de valor: do desenvolvimento de novos produtos, como projeto, testes e até mesmo a simulação das condições de produção e o pós-venda (INDÚSTRIA, 2016). Dessa forma permite a criação de valor nos mais diversos níveis e é importante analisar o impacto e os desafios que as empresas enfrentarão nesta nova revolução. O impacto para Costa (2017) vai além da simples digitalização, passando por uma forma muito mais complexa de inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias, que forçará as empresas a repensar a forma como gerem os seus negócios e processos.

2.2 PILARES NA INDÚSTRIA 4.0

A tecnologia da informação veio para agregar na busca da melhoria contínua. É indispensável destacar a importância de ferramentas como a internet das coisas (IoT), computação na nuvem (*Cloud Computing*), *Big Data*, entre outros pilares que estão presentes para auxiliar em termos de eficiência e produtividade. A Figura 2 relaciona as tecnologias digitais que já vem fermentando há algum tempo. Algumas ainda não estão prontas para serem aplicadas em grande escala, mas muitas já chegaram a um ponto em que seu alto grau de confiabilidade e seus menores custos começam a fazer sentido para aplicações industriais (MCKINSEY, 2018).

Figura 2 – Redes e relações com a Indústria 4.0



Fonte: O Futuro das Coisas (2018).

A integração entre a quarta revolução industrial e a tecnologia da informação. É visível que o ganho de produtividade, pelo fato de ser envolvida por tecnologias, trata muitos benefícios para os consumidores.

2.2.1 Big Data

A informação se tornou a matéria-prima fundamental para o desenvolvimento da indústria atual. O termo *Big-Data* refere-se a grande quantidade de dados que são armazenados a cada instante, resultante da existência de milhões de sistemas atualmente ligados à rede (IoT), produzindo dados em tempo real (COSTA, 2017). Continuamente é preciso de ferramentas de análise poderosa para lhe dar significado. Dados são números, palavras ou outros sinais que representam factos discretos sobre uma realidade objetiva. Podem ser verificados e validados, contudo não tem qualquer significado se não forem interpretados e contextualizados, dando origem à informação/produto (COELHO 2016).

Se gerenciado de forma correta, o “Big Data” servirá para aperfeiçoar todo o universo relacionado à confecção de um produto, pois ajudará empresas a tomarem decisões mais eficientes que prezem economia de recursos e satisfação do consumidor (OBTIKO; JIRKOVSKY, 2015 *apud* GONÇALVES, 2016).

A análise e gestão de grande quantidade de dados está permitindo a otimização da produção e até mesmo a redução do consumo de energia. A coleta e avaliação abrangente de

dados de várias fontes diferentes em tempo hábil vai se tornar procedimento padrão para apoiar a tomada de decisões em tempo real (RÜßMANN *et al.*, 2015 *apud* ALBERTIN *et al.*, 2017). Dessa forma percebe-se a integração e a conexão entre os pilares da indústria 4.0 para resultarem em melhores desempenhos.

2.2.2 Manufatura Aditiva

Segundo Gorni (2007) é um processo de fabricação baseado na adição de material em camadas planas diretamente a partir de fontes de dados, gerados por sistemas de projeto auxiliado por computador. A tecnologia de manufatura aditiva, ou seja, a utilização da impressão 3D causará maior mudança nas estruturas produtivas convencionais é aquela com a finalidade da fabricação direta de produtos para o mercado. Outrossim, Volpato *et al.*, (2007) é o um grande diferencial em relação a outros processos já que a tecnologia não requer ferramentas especiais para fixação ou moldes, os protótipos são obtidos em menor tempo sem a necessidade de cálculos de geometrias e trajetória de movimento da máquina.

2.3 CAPACIDADES DINÂMICAS

Desde as definições estabelecidas por Winter em 1964 sobre a temática capacidades dinâmicas, ou seja, também conhecidas como uma prática e saberes que pode ser identificado dentro ou fora de uma firma, é assunto para grandes pesquisadores para relacionar as teorias com as práticas operacional das industrias, interligando os temas: capital intelectual; rotinas organizacionais; processos industriais e a cultura da empresa (CAMARGO; MEIRELLES, 2012).

Ainda mais, a expressão é traduzida do termo em inglês *Dynamic Capabilities*. Essa tradução é alicerçada sobre as pessoas com uma capacidade ou uma habilidade para executar ações. Como exemplo um equipamento não produz sem operadores qualificados, ou seja, um conhecimento e mão de obra para operar (CAMARGO; MEIRELLES, 2012). Desta maneira a teoria da capacidade de produção não pode ser comparada com a teoria da capacidade dinâmica.

Para Eisenhardt; Martin (2000) as inteligências identificadas no interior e exterior das firmas são apresentadas como uma sequência de tarefas, ou seja, de atividades específicas dentro do processo em uma linha de produção da empresa. Ela pode ser identificada para assim melhorar todo o produto, renovando a estratégia, ou plano de produção, afim mudar as rotinas

ou forma tradicional de trabalhar. A firma sempre pensando em *startup* de inovação, Collis (1994, *apud* CAMARGO; MEIRELLES, 2012, p. 2) cita: “se a empresa se renovar, ou inovar mais rápido, a concorrência diminuí em um modo geral, interligando a abordagem capacidades dinâmicas”.

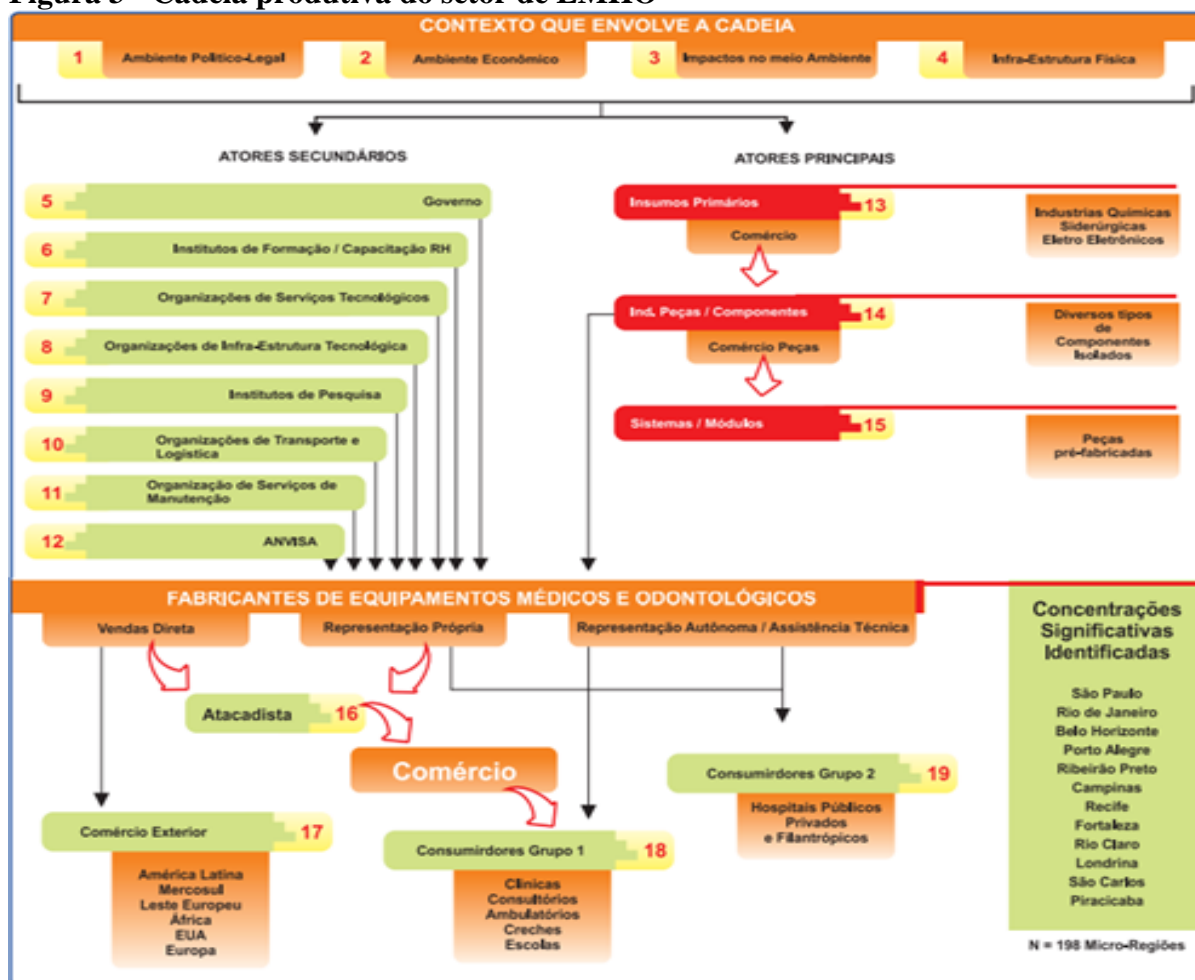
Por isso um olhar profundo para o interior das empresas, tem-se capacidades ocultas, a ser identificada que podem direcionar no mercado globalizado. Ainda mais, Lacerda (2014, p. 213) “no entanto, as capacidades também são frequentemente usadas para construir configurações de novos recursos na busca de vantagens” e fazer o uso delas é se proteger, atualizar, visualizar oportunidades, é inovar e prorrogar-se para manter a empresa competitiva frente a concorrência.

2.4 EQUIPAMENTOS MÉDICOS HOSPITALARES

Conforme Sánchez e Pérez (2001) salientam, dentro do processo de desenvolvimento de novos instrumentos médicos são necessários muitos testes e avaliações que possam garantir a segurança do paciente. Os fabricantes nacionais, embora em maior número são de pequenos e médios portes e ficam predominantemente restritos aos segmentos de média e baixa complexidade técnica (GADELHA *et al.*, 2008/2009), isto é, nos segmentos onde a tecnologia é considerada madura.

O contexto industrial de EMHO representado pela Figura 3 envolve um conjunto de indústrias que produzem bens de consumo e equipamentos especializados para uso médico bem como um conjunto de organizações prestadoras de serviços em saúde que são as consumidoras dos produtos manufaturados pelos consumidores destes produtos e organizadores da demanda.

Figura 3 - Cadeia produtiva do setor de EMHO



Fonte: Oliveira; Porto (2004).

A organização em torno de uma rede voltada para o mercado e o desenvolvimento tecnológico contribui para os recursos das organizações, subsidiando o desenvolvimento das capacidades dinâmicas. Desta forma, o artigo argumenta que a formação de uma rede que estimule a cooperação entre os atores envolvidos no processo de inovação tecnológica e que potencie os recursos internos e externos das empresas constitui uma estratégia para o desenvolvimento das capacidades dinâmicas.

Para Teece; Pisano; Shuen (1997) se referem à capacidade de renovar competências para atingir congruência com o ambiente empresarial em mutação. O termo capacidades enfatiza o papel da gestão estratégica em adaptar, integrar e reconfigurar habilidades organizacionais internas e externas, recursos e competências funcionais para satisfazer às exigências de um ambiente em mutação.

2.5 MEDICINA NUCLEAR

O princípio básico da Medicina Nuclear (MN) consiste em avaliar a função de um determinado órgão utilizando uma substância marcada com radionuclídeos que normalmente, captada ou metabolizada pelo órgão que se deseja estudar (MESQUITA *et al.*, 2001). Segundo (MESQUITA *et al.*, 2001) a medicina nuclear é uma especialidade médica que utiliza radionuclídeos com características físicas e químicas adequadas, tanto para fins diagnósticos como terapêuticos. É capaz de evidenciar bem a função do órgão em estudo, enquanto a radiologia convencional, o ultrassom, a tomografia computadorizada e a ressonância magnética destacam melhor os aspectos morfológicos e anatômicos.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada na elaboração deste estudo foi desenvolvida da seguinte forma: inicialmente foi definido o tipo de método científico da pesquisa como sendo indutivo através da observação, relação entre eles e generalização da relação, seguido pelo nível de pesquisa como exploratória através do levantamento bibliográfico, entrevistas e estudo de caso, pelo delineamento da pesquisa como estudo de campo, pois foram realizados no local onde os fatos estudados ocorrem, instrumentos de coleta como a entrevista, observação, definição área foi indústria e comércio de equipamentos e produtos médico-hospitalares voltada à radioproteção em medicina nuclear, conforme Marconi e Lakatos (2001). A área definida para o estudo é o setor de Departamento de Produtos da empresa no período de agosto a outubro 2017. Para finalizar a análise e interpretação dos resultados de forma qualitativa e quantitativa através quadros, tabelas e gráficos que permite ao leitor uma melhor interpretação do texto facilitando sua análise.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

O local de estudo é uma indústria e comércio de equipamentos e produtos médico-hospitalares voltada à radioproteção em medicina nuclear, mais especificamente departamento de produtos. A empresa possui 80m² (oitenta metros quadrados) de área construída, 5 (cinco) funcionários que trabalham em turno comercial. A empresa no final 2017 teve faturamento aproximado 80 mil reais.

A Figura 4 representa alguns produtos desenvolvidos e produzidos na empresa, como: blindagem material radioativo, blindagem eluato, blindagem seringa para material radioativo e blindagens impressora 3D. As blindagens são constituídas pelo corpo e a tampa do produto em aço, base superior da tampa feita por chumbo e o protetor blindado produzido por cobre.

O único componente desse produto que não é feito pela impressora 3D é a parte que contém o vidro que é chumbado. A modificação proposta neste produto, através da impressão 3D, altera sua composição atual (aço, chumbo e cobre) por filamentos ácido polilático (PLA), cujo diâmetro 1,75mm. Acompanham a modificação de aço por filamentos de PLA a blindagem das seringas sendo mais prático de se usar, incluindo peças inteiramente removíveis e de várias cores. As fotografias 1, 2, 3, 4 e 5 são blindagens antes e depois de elaboradas por meio da impressora 3D.

Figura 4 – Produtos impressos



Fonte: Becker, (2017)

A empresa tem um custo de compra no valor de R\$ 600,00. Para comercialização custa R\$ 998,00. Com a modificação das peças pela impressora 3D o custo do material R\$ 493,00 e valor de venda R\$ 998,00 por unidade, ou seja, uma redução de custo 50,1%. Por fim avaliaram-se os resultados das rodadas iniciais de produção com vistas à incorporação de modificações e melhorias no produto e em seu processo de fabricação, com redução de 4h. A estratégia de

fabricar esses novos produtos permitiu que a empresa fosse independente de terceiros, aumentando os lucros, tendo mais autonomia e dominando a tecnologia própria, ou seja desenvolveu sua capacidade dinâmica. A Tabela 1 apresenta alteração de custos de produção e venda, e, o tempo de produção por unidade das blindagens.

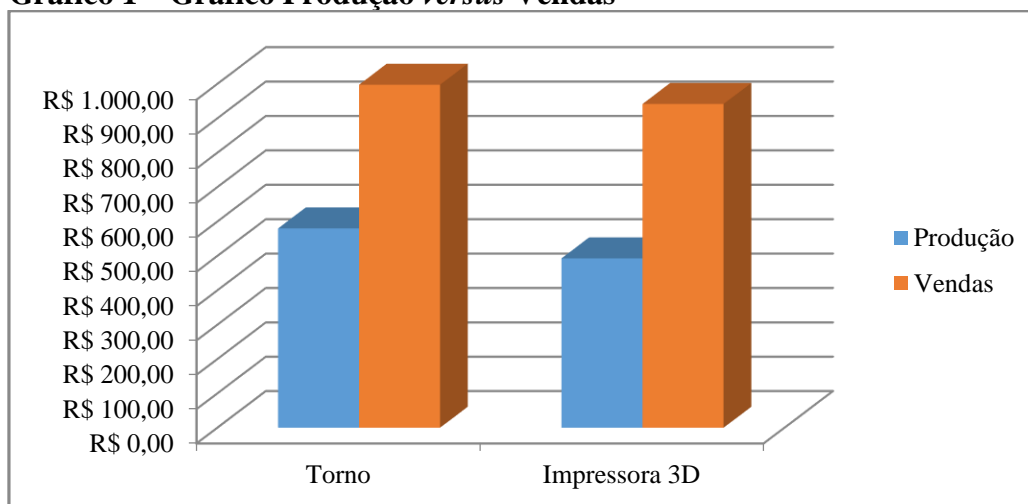
Tabela 1 – Alteração das blindagens

Alteração custo das Blindagens por unidade		
Unidade	Torno	Impressora 3d
Produção	R\$ 580,00 unid.	R\$ 493,00 unid.
Vendas	R\$ 998,00 unid.	R\$ 998,00 unid.
Tempo de Produção	16 horas (pois são 8 horas/dia trabalhado), resultando em 2 dias	10 horas (acabamento externo feito pelo torno) + 2 horas de acabamento feito pela impressora 3D (protetor de frascos e tampa)

Fonte: Becker, (2017).

O Gráfico 1 apresenta uma melhor percepção dos dados obtidos do custo de produção e vendas por unidade, de acordo com a Tabela 1.

Gráfico 1 – Gráfico Produção versus Vendas



Fonte: Becker, (2017).

Diante disso, nota-se uma diferença significativa nos dois processos de produção, onde a impressora 3D é menor custo de produção, pois sua matéria prima é mais barata e possui uma maior lucratividade comparada ao torno. Possui melhor produtividade, um tempo menor de produção, não possui mão de obra manual e o uso de materiais que agredem o ambiente.

Esse processo de indústria 4.0 fará com que a impressora seja um importante instrumento no processo produtivo da empresa. A tendência para o futuro da empresa é ampliar

o espectro de materiais imprimíveis em 3D. Esse é um dos motivos que levou a empresa a investir nessa tecnologia. A estimativa de faturamento a partir do ano de 2018, terá um aumento de 40% com essa tecnologia implantada e ampliada para desenvolvimento de próteses e órteses.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao contrário das demais revoluções industriais, a Indústria 4.0 encontra-se com um período inicial e os resultados visíveis apesar desta revolução ainda estar prematura. Visando o futuro da produção e da disseminação da informação, entende-se que a Indústria 4.0 está chegando para melhorar a qualidade dos produtos e serviços de forma contínua, cujos investimentos trarão retorno ao longo do tempo devido aos benefícios que os mesmos trazem em termos de agilidade e flexibilidade aos processos para atender um mercado cada vez mais exigente.

A presença da teoria de capacidades dinâmica tem relação direta ao mesmo tempo que a empresa busca inovar ela ganha vantagem competitiva em relação as demais, além de fazer uso de recursos internos e externos da empresa cada vez mais presentes, desde conexões simples através de smartphones com veículos e residências, manufatura aditiva sendo aplicada em equipamentos e linhas de produção que seguem em direção à um futuro surpreendente. Cada uma das ferramentas apresentadas tem aspectos fundamentais na indústria do futuro.

Os desafios para a indústria de equipamentos médico hospitalares é acompanhar essas inovações que irão repercutir não somente na produção, mas também nos modelos de ensino, negócios, nos hábitos de consumo e em aspectos sociais e culturais nos próximos anos. Além dos conhecimentos adquiridos sobre o novo contexto industrial, as realizações, os desafios e, sobretudo, as oportunidades, o trabalho reforçou a importância de um ensino prático, integrado à realidade da indústria.

REFERÊNCIAS

BECKER, Adriano M. **Estudo implantação a indústria 4.0 em produtos e equipamentos médico hospitalares em uma empresa Porto-Alegre/RS**. Trabalho Conclusão Curso. Faculdade Empresarial de Chapecó (UCEFF), Chapecó, 2017.

ALBERTIN, M. R.; *et al.* **Principais Inovações Tecnológicas da Indústria 4.0 e suas Aplicações e Implicações na Manufatura**. Universidade Federal do Ceará, 2017.

ALMADA-LOBO, Francisco. **The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES)**. Journal of Innovation Management, 2015.

BORLIDO, D. J. A. **Indústria 4.0 – Aplicação a Sistemas de Manutenção**. Portugal: Universidade do Porto, 2017.

CAMARGO, Álvaro Antônio Bueno de; MEIRELLES, Dimária Silva. **Capacidades Dinâmicas: o que são e como identifica-las?** XXXVI Encontro ANPAD, 22-26 de Set. Rio de Janeiro, 2012.

COELHO, Pedro M. N. N. **Rumo à Indústria 4.0**. Coimbra, Portugal: Universidade de Coimbra: 2016.

COSTA, Cesar da. **Indústria 4.0: O Futuro da Indústria Nacional**. São Paulo: IFSP, 2017.

EISENHARDT, Kathleen M; MARTIN, Jeffrey A. **Dynamic Capabilities: What are they?** Strategic Management Journal. Strat. Mgmt. (J, 21: 1105-1121), 2000.

GONÇALVES, F. M. P. **Análise Organizacional dos Requisitos da Indústria 4.0 com base em Métodos Multicritérios**. Curitiba: UTFPR, 2016.

GORNI, A. Augusto. **Introdução à prototipagem rápida e seus processos**. Disponível em: <http://www.gorni.eng.br/protrap.html>. Acesso em maio 2018.

INDÚSTRIA, Confederação Nacional da. **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MESQUITA, E. T, MESQUITA, C. T, FONSECA, L. M. **Medicina Nuclear Aplicada a Cardiologia**. Editora Atheneu, Volume 4, 2001.

MCKINSEY, Instituto. **O Próximo Ato da Manufatura**. Disponível em: <https://www.mckinsey.com.br/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act>. Acesso em fevereiro de 2018.

O FUTURO DAS COISAS, 2018. ONLINE. <Disponível em: <http://ofuturodascoisas.com/wp-content/uploads/2016/09/Ind%C3%BAtria-4.0.png>. Acesso em maio de 2018.

ROBLEK, V. **A Complex View of Industry 4.0**. Slovenia, 2016. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/2158244016653987>. Acesso em Fevereiro de 2018.

SÁNCHEZ, A. M., & PÉREZ, M. P. **Patentes y desarrollo regional de instrumentos médicos en la industria española**. Economía Industrial, 2001, 338, 147-155.

STOJKIĆ, z. *et al.* **A Concept of Information System Implementation within Industry**

4.0. Vienna, Áustria: DAAAM International, 2016. Disponível em:

<http://bib.irb.hr/datoteka/830369.127.pdf>. Acesso em fevereiro de 2018.

TEECE, D.J; PISANO, G; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management.

Strategic Management Journal, V.18, n.7, p. 509-533, 1997.

VOLPATO, N. et al. **Prototipagem rápida - tecnologias e aplicações.** São Paulo: Edgar Blücher, 2007.