

Indústria 4.0: Oportunidades de negócios inteligentes e sustentáveis

Matheus Mendes da Silva de Assis (Centro Universitário de Barra Mansa) matheusmsa@hotmail.com

Igor Antônio de Carvalho (Centro Universitário de Barra Mansa) Igor.carvalho1902@gmail.com

Lucas Guilherme Pereira (Centro Universitário de Barra Mansa) lucas-guilhermefbm@hotmail.com

Matheus dos Santos de Paula Pereira (Centro Universitário de Barra Mansa) matheus_bmr@hotmail.com

Resumo:

Este artigo tem o objetivo de conceituar a Indústria 4.0, apresentar meios sustentáveis que podem ser utilizados na mesma, bem como expor modelos de negócios inteligentes e sustentáveis vinculados à quarta revolução industrial. A constituição deste artigo foi baseada em uma pesquisa bibliográfica exploratória, através de livros, revistas e sites da Web. A indústria 4.0 engloba além da automatização inteligente dos sistemas, que são capazes de detectar erros no processo e consertá-los automaticamente, também o rastreamento do produto em todo seu ciclo de vida e o compartilhamento de dados entre todas as máquinas operantes na fábrica. A quarta revolução industrial apresentou um aumento nas possibilidades da criação de fábricas sustentáveis, englobando todos os recursos disponíveis, de maneira sustentável. Além de todas essas oportunidades, o avanço a essa nova era industrial, abre novas perspectivas de modelos de negócios inteligentes e sustentáveis, possibilitando ao mercado possuir novas tecnologias e negócios inovadores, acessíveis à população.

Palavras chave: Indústria 4.0, sustentabilidade, modelo de negócios, inovação.

Industry 4.0: Smart and sustainable business opportunities

Abstract

This article aims at conceptualizing Industry 4.0, presenting sustainable means that can be used in it, as well as exposing intelligent and sustainable business models linked to the fourth industrial revolution. The scope of this article was based on an exploratory bibliographical research through books, magazines and Web sites. Industry 4.0 includes besides the intelligent automation of the systems, that are able to detect errors in the process and to repair them automatically, also the tracking of the product throughout its life cycle and the sharing of data among all the machines operating in the factory. The fourth industrial revolution presented an increase in the possibilities of creating sustainable factories, including all available resources, in a sustainable way. Besides all these opportunities, advancing to this new industrial age opens new perspectives on smart and sustainable business models, enabling the market to have new technologies and innovative businesses accessible to the population.

Key words: Industry 4.0, sustainability, business model, innovation

1. Introdução

O desenvolvimento industrial mundial está caminhando em direção à quarta etapa da industrialização, a chamada Indústria 4.0. Este desenvolvimento segue a terceira revolução industrial que começou no início dos anos 1970 e foi baseada em tecnologias eletrônicas e de informação para a realização da automação na fabricação (ACATECH, 2013). Já na Indústria 4.0 ocorre o aumento da automação através da Internet das coisas (IoT) possibilitando a criação de fábricas, serviços e produtos inteligentes. Além disso, novos modelos de negócios disruptivos estão evoluindo em torno desses elementos da Indústria 4.0 (ACATECH, 2013; PLATTFORM INDUSTRIE 4.0, 2015).

A principal abordagem referente à Indústria 4.0 se caracteriza pela fusão do mundo virtual com o real, ou seja, a ligação entre internet e manufatura, levando a conceitos tanto de manufatura inteligente, quanto de logística. A manufatura inteligente visa desenvolver Sistemas Ciber-Físicos (CPS) e redes dinâmicas de produção, a fim de alcançar cadeias de valor flexíveis e abertas na fabricação de produtos (PRAUSE et al., 2014).

Esse desenvolvimento em direção à Indústria 4.0 oferece diversas oportunidades para a industrialização sustentável, incluindo as três dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental. Através da infra-estrutura de tecnologia da informação e comunicação (TIC) é possível não somente criar fábricas hiper automatizadas focando na sustentabilidade, mas também possibilita a criação de novos modelos de negócios totalmente inteligentes e sustentáveis.

Considerando que o mundo contemporâneo está totalmente voltado à sustentabilidade em seus três níveis, a Indústria 4.0 possui vários meios necessários para que ocorra a sustentabilidade nos processos industriais, sendo assim, este artigo visa apresentar uma breve conceituação da Indústria 4.0, bem como a possibilidade da implementação de melhorias sustentáveis, além dos modelos de negócios inteligentes voltado para a Indústria 4.0. A metodologia de constituição desta pesquisa foi baseada em referências bibliográficas retiradas de livros, revistas e Web Sites, enriquecendo de modo geral a conceituação apresentada.

2. Desenvolvimento

2.1 Definição de Indústria 4.0

As principais idéias da Indústria 4.0 foram primeiramente publicadas pela KAGERMANN em 2011 essas informações foram o fundamento para a declaração da Indústria 4.0 publicada em 2013 pela Academia Nacional Alemã de Ciências e Engenharia. Na Europa, a Parceria Público-Privada para as Fábricas do Futuro (FoF) aborda e desenvolve tópicos relacionados com a Indústria 4.0. O conteúdo da Indústria 4.0 nos EUA é promovido pelo *Industrial Internet Consortium* (ICC) (KAGERMANN et al., 2011; ACATECH, 2013; EUROPEAN COMMISSION, 2015; INDUSTRIAL INTERNET CONSORTIUM, 2015).

O paradigma da Indústria 4.0 é essencialmente delineado por três dimensões: (1) integração horizontal em toda a rede de criação de valor, (2) engenharia *end-to-end* em todo o ciclo de vida do produto, bem como (3) integração vertical e sistemas de manufatura em rede (PLATTFORM INDUSTRIE 4.0, 2015; ACATECH, 2015; VDI/VDE-GMA, 2015).

Segundo Acatech (2015), a integração horizontal na organização pode ser definida como a interligação e a digitalização interna de setores em toda a cadeia de um ciclo de vida tanto dos produtos principais como dos produtos adjacentes.

Ainda Acatech (2015), cita que a engenharia *end-to-end* define-se na interligação inteligente e a sistematização de todas as fases do ciclo de vida do produto: desde a aquisição da matéria-prima até o sistema de manufatura, uso do produto e fim do ciclo de vida do mesmo.

Integração vertical e sistemas de manufatura em rede são definidos como o *cross-linking* e a digitalização inteligente nos diferentes níveis hierárquicos e agregados de uma organização a partir de estações de manufatura através de células, linhas e fábricas, integrando também as atividades associadas à organização, como *marketing* e vendas ou desenvolvimento tecnológico (ACATECH, 2015). A interligação inteligente e a digitalização abrangem a aplicação de uma solução *end-to-end* utilizando tecnologias de informação e comunicação que estão incorporadas em uma nuvem.

Acatech (2015), Gausemeier et al. (2015) e Spath et al. (2013) dizem que em um sistema de manufatura, a interligação inteligente é realizada pela aplicação dos chamados Sistemas Ciber-Físicos (CPS), que operam de maneira auto-organizada e descentralizada. Eles são baseados em componentes mecatrônicos embutidos, ou seja, sistemas de sensores aplicados para coleta de dados, bem como sistemas atuadores para influenciar processos físicos. Sistemas Ciber-Físicos (CPS) são inteligentemente ligados uns aos outros e estão continuamente trocando dados através de redes virtuais, como uma nuvem em tempo real. A nuvem em si é implementada na internet das coisas (IoT). Sendo parte de um sistema sociotécnico, ela o sistema utiliza interfaces homem-máquina para interagir com os operadores.

2.2 Sustentabilidade na Indústria 4.0

A Indústria 4.0 traz um paradigma para uma industrialização mais sustentável. Hoje em dia, essa etapa é caracterizada como contribuição para o aumento da sustentabilidade ambiental. A alocação de recursos, ou seja, produtos, materiais, energia e água, pode ser realizada de forma mais eficiente com base em equipamentos e módulos industriais inteligentes interligados (KAGERMANN et al., 2015). Além dessas contribuições ambientais, a Indústria 4.0 possui uma grande oportunidade para a industrialização sustentável em todas as três dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental.

2.2.1 Redes Industriais Sustentáveis

A interligação de redes industriais na Indústria 4.0 oferece novas oportunidades para a realização de produtos de ciclos de vida fechados e vínculo industrial. Permite a coordenação eficiente dos fluxos de produto, material, energia e água ao longo dos ciclos de vida do produto, através de diferentes fábricas. Os produtos de ciclos de vida fechados ajudam a manter os produtos em ciclos de vida compostos por várias fases de utilização, com remanufatura ou reutilização entre eles. O vínculo industrial descreve a cooperação (entre empresas) de diferentes fábricas e nichos para a obtenção de uma vantagem competitiva, comercializando e trocando produtos, materiais, energia, água e também dados inteligentes em nível local (CHERTOW, 2007).

2.2.2 Equipamento

Os equipamentos de fabricação nas indústrias geralmente são um bem de capital com uma longa vida útil, podendo se estender a 20 anos ou mais. O processo de *Retrofitting* é a modernização de equipamentos muitas vezes obsoletos, permite de uma maneira fácil e econômica atualizar equipamentos de fabricação existentes com sistemas de sensores e atuadores, bem como com as lógicas de controle relacionadas, a fim de melhorar a utilização e a eficiência de equipamentos nas fábricas (SPATH et al., 2013). O *Retrofitting* pode, assim,

ser usado para a adesão de Sistemas Ciber-Físicos (CPS) em uma indústria, com equipamentos de fabricação já existentes. Esse processo estende a vida útil ou facilita a aplicação de uma nova fase de uso para o equipamento de fabricação e pode contribuir essencialmente para as dimensões econômica e ambiental da sustentabilidade. É particularmente adequado para pequenas e médias empresas, sendo uma alternativa de baixo custo à nova aquisição de equipamentos de fabricação.

2.2.3 Pessoas

As pessoas ainda serão os principais meios organizadores da produção na Indústria 4.0 (VDI/VDE-GMA, 2015). Três diferentes abordagens sustentáveis podem ser usadas para lidar com o desafio social na Indústria 4.0, sendo eles:

- Aumentar a eficiência de treinamento dos trabalhadores, combinando novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) e utilizar a realidade virtual como meio de aprendizagem.
- Aumentar a motivação intrínseca e fomentar a criatividade estabelecendo novas abordagens baseadas nos Sistemas Ciber-Físicos (CPS) de organização e desenho do trabalho, ou usando novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) para implementar conceitos de gamificação, a fim de apoiar a tomada de decisão descentralizada (ENGESER et al., 2005).
- Aumentar a motivação extrínseca através da implementação de sistemas de incentivos individuais para o trabalhador, levando em conta os dados inteligentes dentro do ciclo de vida do produto para fornecer mecanismos de *feedback* individuais.

2.2.4 Organização

Uma organização descentralizada orientada para a sustentabilidade em uma fábrica inteligente enfoca a alocação eficiente de produtos, materiais, energia e água, levando em consideração as restrições dinâmicas do Sistema Ciber-Físicos (CPS), por exemplo a logística inteligente, a rede inteligente, o fornecimento auto-suficiente ou o cliente. Este conceito em direção a uma eficiência de recursos holística está sendo descrito como uma das vantagens essenciais da Indústria 4.0 (KAGERMANN et al., 2015; PLATTFORM INDUSTRIE 4.0, 2015).

2.2.5 Processo

Segundo Swat et al. (2014) e Uhlmann et al. (2014), o *design* sustentável de processos entende-se pela abordagem holística de eficiência de recursos da Indústria 4.0, projetando cadeias de processo de manufatura apropriadas ou usando novas tecnologias, tais como ferramentas resfriadas internamente, as quais agregam a tais processos.

2.2.6 Produto

Larsson et al. (2015) cita que o *design* sustentável de produtos na Indústria 4.0 concentra-se na realização de produtos de ciclos de vida fechado, permitindo a reutilização e remanufatura do produto específico ou aplicando os princípios do berço ao berço. Diferentes abordagens também se concentram em projetar o produto para o bem-estar do consumidor. Estes conceitos podem ser suportados pela aplicação de sistemas de identificação e para recuperar os núcleos para remanufatura, ou aplicando novos serviços adicionais ao produto para alcançar um nível mais alto de bem-estar para o cliente.

2.3 Modelos de Negócios Sustentáveis para Indústria 4.0

Os modelos de negócios descrevem a lógica de como as empresas criam, entregam e capturam valor, e o processo de construção de um modelo de negócio faz parte da estratégia de negócios (HUMMEL et al., 2010). A importância do modelo de negócios já foi esboçada e mencionada em várias publicações científicas e trabalhos de pesquisas, as mesmas podem ser compreendidas em: identificação de fornecedores estratégicos de oferta e demanda, ambiente macroeconômico, megatendências, nível de inovação, sofisticação de negócios, prontidão tecnológica, desenvolvimento do mercado financeiro, eficiência do mercado de trabalho, entre outras (ECKERT, 2014). Osterwalder e Pigneur (2010) identificaram nove estágios de desenvolvimento que compõem um modelo de negócio, o chamado “Canvas”, que é considerado como uma das ferramentas de modelo de negócio mais utilizadas nos dias de hoje. O Canvas é composto por nove elementos: segmentos de clientes, propostas de valor, canais, relacionamento com clientes, fontes de receita, recursos-chave, atividades-chave, parcerias-chave e estrutura de custos. Analisando e completando cada um desses estágios é possível elaborar um modelo de negócios de forma clara e estruturada.

Como a Indústria 4.0 abrange “fabricação em rede”, “logística adaptativa auto-organizada” e “engenharia integrada pelo cliente”, os modelos de negócios adequados tendem a incorporados em redes de negócios altamente dinâmicas. Consequentemente, modelos de negócios novos e sustentáveis baseados na Indústria 4.0 devem garantir benefícios às organizações, devido ao múltiplo envolvimento de canais na cadeia de valor, esses negócios podem ser mais complexos, abertos, coletivos e evolutivos do que os existentes. Além disso, eles precisam facilitar a inovação, o desenvolvimento de produtos, o financiamento, a confiabilidade, o risco, a propriedade intelectual e a proteção do *know-how* ou seja, o conhecimento de métodos, processos e normas, o qual se compreende em habilidades adquiridas pela experiência em ambientes compartilhados. Essas considerações levam a diferentes idéias para novos modelos de de negócios.

2.3.1 Inovações Abertas

Hoje, a inovação é cada vez mais complexa, rápida, interativa e requer acesso a conhecimento externo e interno para desenvolver bens ou serviços novos ou significativamente melhorados, novos métodos de *marketing*, novos métodos organizacionais na prática empresarial, organização do local de trabalho ou relações externas (CHESBROUGH, 2003; HOFFMANN, PRAUSE, 2015).

As empresas adquirem conhecimento de diferentes fontes, autores e localizações geográficas, combinando-o com experiências e competências internas. Essa abordagem de inovação está alinhada com a orientação da Internet e da rede do conceito de Indústria 4.0 e engloba conceitos coletivos em inovação, principalmente os tipos de pensamento sobre inovação aberta. Segundo Bartl (2008), o conceito de inovação aberta, enfatiza a maneira de ir além das fronteiras corporativas, ou seja, uma implantação estratégica ativa através de influência ambiental ou de fatores externos, esta tem o objetivo aumentar seu próprio potencial de inovação. Pontos determinantes cruciais de tais conceitos incluem a mudança da sociedade industrial para a sociedade do conhecimento, bem como a comunicação baseada em rede, a qual é enfatizada na Indústria 4.0. Como resultado, a inovação acontece e as ideias são geradas através da criação interativa de valor potencializando suas características..

Prause e Thurner (2014) demonstraram como os desenvolvimentos na tecnologia da comunicação permitiram novas formas de integração do usuário nos processos de inovação, assim como as comunidades virtuais, profissionais e laboratórios vivos podem ser usados

como uma ferramenta poderosa para auxiliar e orientar o usuário a aceitar novas tecnologias. Este desenvolvimento reconhece os aspectos, bem como a complexidade e interdisciplinaridade dos novos campos de Pesquisa e Desenvolvimento relacionados à sustentabilidade e multimodalidade, e pode ser aplicado na cadeia de valor da Indústria 4.0 com a infraestrutura de Tecnologia de Informação e comunicação (TIC) direcionada.

Hoffmann e Prause (2015) destacaram que informações relacionadas a produtos fornecidos por usuários em comunidades virtuais em forma de comentários, *feedbacks* e recomendações, já são hoje uma fonte essencial de ideias inovadoras e que esses dados são basicamente de livre acesso na Web, colocando em risco a questão do patenteamento. Por isso, há várias questões de propriedade intelectual que protegem a contribuição do usuário, que muitas vezes não são levadas em conta pelas empresas que fazem uso dos respectivos dados, causando uma eventual violação dos direitos protegidos do usuário e, portanto, a sustentabilidade da política de inovação da empresa.

2.3.2 Design de Serviço na Indústria 4.0

A Indústria 4.0 abre caminho para novos modelos de negócios, abrangendo também novos conceitos de sustentabilidade dos ciclos de vida dos produtos. Modelos de negócios sustentáveis podem oferecer vantagens de *marketing* para eventuais produtos sustentáveis, mesmo se os produtos possuírem preços mais altos. Prause et al. (2012) discutiram o estudo de caso de um aquecedor de bule desenvolvido pelo Centro de Design Sustentável, em Berlim, para extratificar um novo modelo de negócios orientado a *design* de serviços. O aquecedor de bule já possui muitas características da indústria 4.0 pois é construído em pequenas partes, é composto por peças de aço de alta qualidade e o ciclo de vida completo do produto pode ser rastreado desde a fabricação, a qual é feita por artesãos e ocorre em Berlim, a venda e distribuição do produto é realizada via internet. O cliente é capaz de personalizar o seu produto de acordo com os seus requisitos específicos de *design* e o mesmo é entregue por correio. Comparado a produtos comuns, o preço e a qualidade do aquecedor de bule é significativamente maior e a grande diferença para a Indústria 4.0 é que o processo de fabricação é totalmente realizado por pessoas e não em uma rede automatizada. No entanto, o caso do bule pode ser tomado como uma base para um novo modelo de negócio no contexto da Indústria 4.0, devido à longa lista de características comuns com a Indústria 4.0, bem como a necessidade de desenvolver uma estratégia de *marketing* sofisticada para o bule sustentável a fim de manter o produto de alto preço competitivo.

O Centro de Design Sustentável criou um novo modelo de negócios baseado na ideia de que o cliente interessado pode comprar o produto por um preço fixo, incluindo a opção de devolver o aquecedor de bule ao produtor após um determinado tempo de uso. Esta abordagem desenvolve ainda mais o exemplo bem conhecido do sistema de reciclagem de garrafas retornáveis, porém agora para um produto de alta qualidade, que ainda está em pleno funcionamento. Devido à alta qualidade do material e da tecnologia agregada ao produto, o produtor pode renovar as peças devolvidas e vendê-las novamente ao próximo cliente com o mesmo modelo de negócio. Portanto, esse produto integra *design* e tecnologia, juntamente com seu modelo de negócios específico, resulta em um produto sustentável que possui uma múltipla vida útil e se torna competitivo em comparação com os produtos tradicionais que são comprados e descartados após o uso. Foi possível realizar esse modelo de negócios apenas porque todo o produto foi criado e vendido por um único fabricante.

A Indústria 4.0 possibilita a implementação de modelos de negócios para produtos complexos com operações interempresariais e uma cadeia de suprimentos complexa devido ao

envolvimento do uso da Internet e dos Sistemas Ciber-Físicos, o que torna o processo de produção completamente rastreável e transparente, da mesma forma que pôde ser utilizado com o aquecedor de bules, é possível utilizar com produtos mais sofisticados. Esse modelo de negócio representa a realização de um conceito de *design* de serviço onde o cliente não compra um produto, mas sim o serviço que o produto ou os dispositivos realizam (SCHNEIDER et al., 2011). Nesse sentido, o *design* de serviços representa o *design* sustentável, pois o produto material não é o foco do modelo de negócios, mas sim o serviço realizado pelo produto, que apresenta novos desafios, já que soluções de *design* de serviços bem-sucedidas devem ser conectadas a uma empresa forte, a identidade da marca e a um modelo de negócios inteligente (KAIVO-OJA, 2012).

2.3.3 Plataforma *e-Residency*

A fusão do mundo cibernético e do mundo real na Indústria 4.0 leva ao desenvolvimento de plataformas virtuais nas cadeias de valor e suprimento, que exigem tarefas organizacionais e gerenciais para processos de operações interempresariais compartilhadas que englobam manufatura, logística e distribuição (SYDOW, MÖLLERING, 2009). Essas tarefas de gerenciamento são realizadas e controladas por fluxos de informações dentro das redes da Indústria 4.0 (SIMCHI-LEVI et al., 2007). Conseqüentemente, esses fluxos requerem uma plataforma cibernética apropriada para poder controlar todo o tipo de informações e para lidar com as tarefas de administração paralelas e/ou serviços subsequentes.

A Estônia é o primeiro país a oferecer uma identidade digital transnacional disponível para qualquer pessoa que esteja interessada em administrar um negócio *on-line* independente de sua localidade. Essa sofisticada forma de comércio eletrônico é chamada de *e-Residency* e oferece uma identidade digital emitida pelo governo estoniano e a oportunidade de administrar uma empresa confiável *on-line*, potencializando o empreendedorismo no mundo. O conceito do *e-Residency* está em linha com o contexto da Indústria 4.0, o qual tenta realizar a fusão do mundo virtual e real, ou seja, a ligação entre internet e manufatura, levando a conceitos de gerenciamento inteligente da cadeia de suprimentos.

O Ministério de Assuntos Econômicos e Comunicação da Estônia iniciou um estudo para analisar os pontos problemáticos para microempreendedores e pequenas e médias empresas que participam de cadeias internacionais de fornecimento, cadeias essas que são de suma importância para o faturamento e a economia do país. Os resultados dessas investigações revelam que a plataforma eletrônica permite às pequenas e médias empresas que possuem vínculo com a Indústria 4.0, controlar as fontes de valor agregado das cadeias de suprimento e lidar com tarefas de administração de negócios (E-ESTONIA, 2015).

Assim, o conceito da plataforma estoniana *e-Residency* pode ser considerado como a fusão do mundo cibernético e da administração de empresas, podendo até mesmo desempenhar o papel de uma plataforma internacional de administração de empresas para a Indústria 4.0, que possui o potencial de estimular a evolução de novos modelos de negócios internacionais especialmente para empreendedores e pequenas e médias empresas operando internacionalmente. Como exemplo, pode-se considerar dois empresários, um japonês e um mexicano, que são capazes de fazer negócios “remotos” em todo o mundo, através da plataforma estoniana. As vantagens especiais para os dois empresários são o fato de poderem utilizar todos os serviços eletrônicos da Estônia, bem como outras ofertas de serviços que não existem nos seus países de origem; como o acesso ao sistema bancário da União Européia (SEPA), incluindo a vantagem da rapidez e do baixo custo das transações financeiras, contratação e execução confiável no sistema de lei local, incluindo o sistema de tributação

estoniano. Como vantagem a longo prazo, ambos os empresários podem obter nacionalidade na União Européia após terem adquirido imóveis na Estônia. As vantagens para o lado estoniano é o desenvolvimento da Estônia através do *e-Residency* como um centro de negócios internacional com ofertas de serviços financeiros, de consultoria, contabilidade e jurídicos para empresários e investidores estrangeiros (PRAUSE, 2015).

3. Considerações Finais

Os objetivos desta pesquisa eram expressar o conceito de indústria 4.0, suas possibilidades sustentáveis, e apresentar modelos de negócios não somente inteligentes mas também sustentáveis. Através da pesquisa bibliográfica através de referências em livros, revistas e sites da *Web*, foi possível dissertar sobre os conceitos e atingir os objetivos previamente estabelecidos.

Entende-se que a Indústria 4.0 visa criar um vínculo do mundo real e o virtual, de maneira extremamente eficiente e inteligente através de Sistemas Ciber-Físicos (CPS) e da tecnologia da informação e comunicação (TIC), estes possibilitam a automação total da produção onde a própria máquina é capaz de reconhecer erros nos processos e consertá-los digitalmente, o rastreamento de todo o ciclo de vida do produto, além de priorizar a segurança do trabalhador, que comunica-se com a máquina através de interfaces próprias, não submetendo-o a trabalhar sobre condições perigosas, pois além da otimização do tempo nos processos a Indústria 4.0 também visa e enfatiza a parte de segurança.

Pôde-se observar que toda essa incorporação entre sistemas possibilitou também a prática da sustentabilidade em diferentes recursos industriais: redes, equipamentos, pessoas, organizações, processos e produtos. Tais práticas demonstram que a quarta revolução industrial está não somente otimizando a eficiência de processos industriais e de negócios, mas também está contribuindo para um mundo melhor atingindo a sustentabilidade de modo geral em seus três níveis, econômico, social e ambiental.

Com a Indústria 4.0, além da possibilidade de criação de novos processos de industrialização, surgiram também novas possibilidades de modelos de negócios. Inovações abertas, *design* de serviços e plataformas globais como a *e-Residency* são apenas o início das inúmeras possibilidades de negócios vinculados à Indústria 4.0. Essas inovações no mundo empresarial são benéficas para o mercado, introduzindo novos produtos e serviços que se tornam acessíveis à população.

Haja vista que essa nova Revolução desponta em um caminho natural a competitividade do mercado por meio das tecnologias digitais. Causando grandes impactos, a Indústria 4.0 afeta o mercado como um todo, pois ela consiste no desenvolvimento de diversos novos modelos de negócios. Essas mudanças tecnológicas deverão se desenvolver continuamente para tornar viável a adaptação das empresas a este novo padrão de indústria, indústria essa a qual os profissionais também precisarão adaptar-se, pois uma vez que as fábricas se tornam mais automatizadas, novas demandas surgirão enquanto algumas outras deixarão de existir. Dessa forma as demandas em pesquisa só tende a aumentar, pois com o desenvolvimento ativo do mercado, ele oferecerá oportunidades para profissionais capacitados tecnicamente, com formação multidisciplinar para compreender e trabalhar com a variedade de tecnologia que compõe uma fábrica inteligente. Não somente fazendo parte de uma empresa automatizada, mas também investindo no crescimento pessoal.

Referências

ACATECH. *Estratégia de Implementação da Indústria 4.0 - Relatório da plataforma Indústria 4.0*. 2015.

ACATECH. *Recomendações de Implementação para o Futuro Projeto Indústria 4.0 - Relatório Final da Indústria 4.0.* 2013.

BARTL, M. *Open Innovation!, White Paper.* München, 9p, 2008.

CHERTOW, M. R. “Uncovering” industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11, 11-30, 2007.

CHESBROUGH, H. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Boston: Harvard Business School Press, 227p, 2003.

ECKERT, R. *Business Model Prototyping: Business model development in hypercompetition.* Strategic superiority as the goal Springer, Berlin, 282p, 2014.

E-ESTONIA. *E-Estonia Platform.* 2015. Disponível em <<https://www.e-estonia.com>>.

ENGESER, S.; VOLLMEYER, R. *Employment incentives and flow experience.* Motivational psychology and its applications, 2005.

EUROPEAN COMMISSION. *Factories of the Future.* 2015. Disponível em:
<http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/factories-of-the-future_en.html>.

GAUSEMEIER, J.; CZAJA, A.; DÜLME, C. *Potencial de inovação a caminho da Indústria 4.0. Fórum de Sistemas técnicos Inteligentes da Ciência e Indústria.* Instituto Heinz Nixdorf, 2015.

HOFFMANN, T.; PRAUSE, G. *How to keep open-source based innovation approaches sustainable: a view from the intellectual property perspective.* Entrepreneurship and Sustainability Issues 2, 2015.

HUMMEL, E.; SLOWINSKI, G.; MATTHEWS, S.; GILOMNT, E. *Business Models for collaborative Research.* Research Technology Management 53(6): 51 – 54, 2010.

INDUSTRIAL INTERNET CONSORTIUM. *Manufacturing.* 2015. Disponível em:
<<http://www.iiconsortium.org/vertical-markets/manufacturing.htm>>.

KAGERMANN, H.; LUKAS, W. WAHLSTER, W. *Indústria 4.0 - A Internet das Coisas a caminho da 4ª revolução industrial.* VDI News, ed. 13. 2011.

KAGERMANN, H.; LUKAS, W.; WAHLSTER, W. *Abschotten ist keine Alternative.* VDI News, ed. 16, 2015.

KAIVO-OJA, J. *Service Science, Service Architecture, Service Design and Dynamic Service Business Development, In: Kuoma and Westerlund, Service Design – On the Evolution of Design Expertise, Research Report 16, Lahti, 69 – 82, 2012.*

LARSSON, T.; LARSSON, A.; LEIFER, L.; KOBAYASHI, H. *Design for Wellbeing.* 2015. Disponível em:
<www.designforwellbeing.org>.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. *Business model generation. A handbook for visionaries, game changers, and challengers.* Frankfurt a. M.: Campus, 288p, 2010.

PLATTFORM INDUSTRIE 4.0. *Industrie 4.0 Whitepaper FuE-Themen.* Plattform Industrie 4.0, 2015.

PRAUSE, G. *e-Residency: A Business Platform for Industry 4.0?, Journal of Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2015.

PRAUSE, G.; HACK, A.; MAKNYTE, L. *How to Integrate Design Management Concepts into SME? - Experiences from the South Baltic Sea Region.* Conference Proceedings of the 11th IEF: Entrepreneurship and Sustainability: from Lifestyles to Innovative Enterprises in Creative and Sustainable Environments’, University of Essex, 2012.

PRAUSE, G.; THURNER, T. *User Communities — Drivers for Open Innovation.* Industry 4.0 - The Production of the Future, WINGbusiness. 2014.

SCHNEIDER, J.; STICKDORN, M. *This Is Service Design Thinking: Basics - Tools – Cases.* BIS Publishers, 384p. 2011.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. *Designing & Managing the Supply Chain.* McGraw-Hill 3rd edition, 321p., 2007.

SPATH, D.; (HRSG.); GANSCHAR, O.; GERLACH, S.; HÄMMERLE, M.; KRAUSE, T.; SCHLUND, S. *Production work of the future - Industry 4.0.* 2013.

SWAT, M., BRÜNNET, H., BÄHRE, D. *Selecting manufacturing process chains in the early stage of the product engineering process with focus on energy consumption.* Technology and Manufacturing Process Selection: the Product Life Cycle Perspective, 2014.

SYDOW, J.; MÖLLERING, G. *Production in Netzwerken: Make, Buy & Cooperate.* Aufl. Vahlen. München, 314p. 2009.

UHLMANN, E.; FÜRSTMANN, P.; ROSENAU, B.; GEBHARD, S.; GERSTENBERGER, R.; MÜLLER, G. *The Potential of Reducing the Energy Consumption for Machining TiAl6V4 by Using Innovative Metal Cutting Processes.* Proceedings of the 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing, 2014.

VDI/VDE-GMA. *Status Report Reference Architecture Model Industry 4.0.* 2015.