



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



**A RELAÇÃO ENTRE OS FUNDAMENTOS DO DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL E A INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA
LITERATURA**

*RELATIONSHIP BETWEEN THE FOUNDATIONS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT
AND INDUSTRY 4.0: AN INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW*

DANIEL BIANCHINI LEITE ESTEVES
UFSC

GERTRUDES APARECIDA DANDOLINI
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Nota de esclarecimento:

Comunicamos que devido à pandemia do Coronavírus (COVID 19), o VIII SINGEP e a 8ª Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) foram realizados de forma remota, nos dias **01, 02 e 03 de outubro de 2020**.

Agradecimento à órgão de fomento:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



A RELAÇÃO ENTRE OS FUNDAMENTOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Objetivo do estudo

Identificar através de uma revisão integrativa da literatura, trabalhos que relacionam o conceito de indústria 4.0 com os fundamentos do desenvolvimento sustentável.

Relevância/originalidade

O estudo aborda a importância de observar juntos, dois conceitos de extrema relevância e interesse que ao longo dos anos estiveram sempre em conflito. Tendo em vista de um lado um futuro com produtividade mais efetiva, e do outro, um planeta mais sustentável nas dimensões econômica, social e ecológica, esses conceitos precisam ser observados de forma integrada pois refletem o comportamento da sociedade e criam novas oportunidades que podem resultar na quebra de paradigmas.

Metodologia/abordagem

A pesquisa foi desenvolvida com o conceito de uma revisão integrativa da literatura, de caráter exploratório e apresentado em uma narrativa que se fundamenta em diversos tipos de estudos, sendo eles qualitativo, quantitativo e estudos de caso.

Principais resultados

Pode se observar que apesar de ainda poucos trabalhos realizados, pode-se notar tendências de pesquisas e estudos realizados em áreas específicas dentro deste contexto, à maioria deles está voltada para a questão da eficiência energética, e outra parte, voltada para questão social e mão de obra qualificada, além de uma significativa parcela que discute a respeito da cadeia de suprimentos e smart fabrics.

Contribuições teóricas/metodológicas

O estudo contribui com uma visão de conscientização para um cenário atual mas que deverá se agravar no futuro, caso, mais estudos não forem realizados e a atenção para essas tendências sociais não receberem a devida importância. É preciso aprimorar a investigação sobre os impactos tanto positivos como negativos para que possam ser previamente solucionados.

Contribuições sociais/para a gestão

Este trabalho tem como principal objetivo a reflexão sobre um desenvolvimento mais sustentável diante de um cenário que prevê um novo salto no desenvolvimento econômico, mas que por outro lado, não mede questões sociais importantes, as quais faram parte da responsabilidade dos futuros gestores e organizações.

Palavras-chave: industria 4.0, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade econômica, sustentabilidade ambiental, sustentabilidade social



VIII SINGEP

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



RELATIONSHIP BETWEEN THE FOUNDATIONS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND INDUSTRY 4.0: AN INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW

Study purpose

Identify through an integrative literature review, works that relate the concept of industry 4.0 with the foundations of sustainable development.

Relevance / originality

The study addresses the importance of observing together, two concepts of extreme relevance and interest that over the years have always been in conflict. Bearing in mind, on the one hand, a future with more effective productivity, and on the other, a more sustainable planet in the economic, social and ecological dimensions, these concepts need to be observed in an integrated way as they reflect the behavior of society and create new opportunities that can result in breaking paradigms.

Methodology / approach

The research was developed with the concept of an integrative literature review, of an exploratory character and presented in a narrative that is based on several types of studies, being qualitative, quantitative and case studies.

Main results

It can be observed that although there are still few works carried out, one can notice trends in research and studies carried out in specific areas within this context, most of them are focused on the issue of energy efficiency, and another part, focused on the social and hand issue qualified workforce, in addition to a significant portion that discusses the supply chain and smart fabrics.

Theoretical / methodological contributions

The study contributes to a vision of awareness for a current scenario, which is expected to worsen in the future, if more studies are not carried out and attention to these social trends is not given due importance. It is necessary to improve research on both positive and negative impacts so that they can be previously resolved.

Social / management contributions

This work has as main objective the reflection on a more sustainable development in the face of a scenario that foresees a new leap in economic development, but which, on the other hand, does not measure important social issues, which will be part of the responsibility of future managers and organizations.

Keywords: industry 4.0, sustainable development, economic sustainability, environmental sustainability, social sustainability



Introdução

Os termos, indústria 4.0 e desenvolvimento sustentável, têm atraído cada vez mais atenção dentro dos diálogos mundiais. O primeiro possui uma recente ênfase se comparado ao último, o qual já possui quase meio século de vida. De acordo com Odważny *et al.* (2019) o desenvolvimento sustentável é um termo muito mais amplo do que o conceito da Indústria 4.0, é conhecido desde a década de 1970 e tem sido definido de diferentes maneiras devido ao intenso desenvolvimento do ambiente socioeconômico.

O termo “Indústria 4.0” representa uma revolução da manufatura atual e traz uma nova e completa perspectiva sobre como a indústria pode trabalhar em parceria com novas tecnologias e alcançar uma máxima produtividade com o mínimo de recursos utilizados (Kamble *et al.* 2018). O termo foi apresentado pela primeira vez em 2011 na Alemanha, proposto pelo governo alemão, como parte da quarta revolução industrial e de estratégia para o crescimento econômico do país. O conceito serve como cúpula que abriga vários modelos e ideias desenvolvidas a partir dos avanços em alta tecnologia, entre os principais e mais comuns, está a *Smart Factory*, *Internet of Things (IoT)* e o *Cyber Physical Systems* ou computação em nuvem (Odważny *et al.*, 2019 e Kagermann *et al.*, 2018). Tais avanços tecnológicos modernos de alta integração, também são reconhecidos fora da Europa por diferentes nomes, *e. Internet Industrial* nos EUA, e na China conhecido por *Internet +* (Odważny *et al.*, 2019; The industrial internet consortium, 2014; Premier of the state council of China, 2015).

A corrida pelo desenvolvimento econômico e os avanços de tecnologias para indústria, possibilitaram inovações cruciais e indispensáveis para a vida no planeta, mas que por outro lado, criou-se externalidades consideradas negativas, que passaram a assombrar e até mesmo, questionar a importância desses avanços.

Isto foi o que aconteceu nos anos gloriosos do pós-guerra nos países industrializados. Tivemos uma taxa de crescimento alta, tivemos o pleno emprego, tivemos o estado de bem-estar, mas os custos ecológicos deste crescimento foram igualmente altos. Foi um crescimento socialmente benigno, mas não foi desenvolvimento no sentido pleno da palavra (Sachs, 1995). Em 1993 o autor propôs em sua obra “Estratégias de transição para o século XXI” cinco dimensões de sustentabilidade para o conceito de eco desenvolvimento e sugere que ao planejar o desenvolvimento, devemos considerar simultaneamente essas cinco dimensões de sustentabilidade: 1) Sustentabilidade Social; 2) Sustentabilidade econômica; 3) Sustentabilidade ecológica; 4) Sustentabilidade espacial; 5) Sustentabilidade cultural.

A discussão sobre desenvolvimento e suas teorias ganharam importância política e social logo após a Segunda Guerra Mundial, em 1945, e então, somente na década de 1970, foram agregadas novas concepções enquanto mobilização em torno da questão ecológica. O documento do Massachusetts Institute of Technology (MIT), publicado naquele período, intitulado como “Os limites para o crescimento” alertava sobre os riscos ocasionados por um modelo de crescimento econômico que não levava em conta a capacidade dos recursos naturais (Moretto; Giacchini, 2017).

O desenvolvimento sustentável concentra-se não apenas na área da indústria, mas abrange também a construção, arquitetura, negócios, transporte e consumo. Atualmente, a ideia de desenvolvimento sustentável funciona como uma maneira de satisfazer as crescentes necessidades da população, preservando o meio ambiente ao mesmo tempo (CASH *et al.* 2003). O conceito leva em conta vários aspectos relacionados à existência humana, ação climática, vida na terra, abaixo da água, energia acessível e limpa ou trabalho decente e crescimento econômico, que são apenas alguns dos objetivos do Desenvolvimento



Sustentável. No total, a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável propõe 17 objetivos que estão diretamente relacionados aos aspectos de meio ambiente, economia e sociedade (Odwazny, 2019; Nações Unidas, 2018).

Apesar do termo “desenvolvimento sustentável” já ser utilizado há algumas décadas, o termo é muito mais desenvolvido em teoria do que na prática, o que parece ser semelhante ao termo Indústria 4.0 (Skowronski, 2006). Por aproximadamente vinte anos as ligações entre ciência, tecnologia e desenvolvimento sustentável são notadas. Os autores argumentam que a ciência e a tecnologia devem desempenhar um papel central na implementação do conceito de desenvolvimento sustentável (Cash *et al.* 2003).

Referencial Teórico

Dimensão Econômica

O valor criado pela indústria passou por mudanças radicais nos últimos 250 anos, essas mudanças não seguem um curso linear, mas podem ser determinadas por quatro estágios, também conhecidas por revolução industrial, que é caracterizada pela transformação do trabalho do homem para máquina, e aumento da produtividade. Para as organizações do setor industrial criar valores sustentáveis é necessário mudar o velho paradigma de manufatura e direcionar o desenvolvimento econômico de acordo com a igualdade social e as delimitações ecológicas (Stock, 2018).

Uma visão de economia sustentável requer suportar vantagens competitivas e orientações eficientes de mercado, enquanto visa conservar recursos e aumentar da qualidade vida (Stock, 2018; United Nations, 2015; Enquete-Kommission, 1998).

De acordo com Habanik *et al.* (2019) os principais fatores que determinam a produtividade incluem capital físico, capital humano, riqueza natural, mudança tecnológica e inovação. O autor ressalta que para os economistas clássicos, o trabalho e a produtividade são toda a fonte de riqueza, e que a divisão do trabalho e a melhoria das habilidades dos funcionários podem levar a uma maior produtividade.

Nos dias atuais, existe um rápido crescimento no avanço de tecnologias e instalações industriais inovadoras que permitem reduzir custos, gerar um fluxo de informação mais eficiente, e que estão cada vez mais relacionados às responsabilidades propostas pelo conceito de desenvolvimento sustentável, principalmente em países mais desenvolvidos. A conformidade com os requisitos de eficiência energética, oferta de empregos estáveis, segurança no trabalho, respeito pelo ambiente nos requisitos fisiológicos e higiênicos, tornam-se requisitos fundamentais para gestão das atividades de empresas industriais, que promovem um novo aspecto de competitividade. Para alcançar uma competitividade sustentável da organização, diversos autores afirmam que é necessário uma implementação simultânea de três condições fundamentais, são elas: 1) capacidade de sustentar alta produtividade dentro de um período de tempo durável; 2) capacidade de inovar (para aumentar a produtividade ao longo do tempo); 3) seguindo os princípios dos aspectos sócio-eco-econômicos baseados no conceito do *Triple Bottom Line*. Isto significa considerar o desenvolvimento da organização, levando em conta a sustentabilidade não apenas econômica, mas também social e ecológica (Salimova *et al* 2019).

De fato, criar processos industriais, produtos ou serviços que garantem uma cadeia sustentável, tem se tornado essencial para alcançar um crescimento respeitável pela sociedade, fundamentado pelos mais recentes padrões e diretrizes vigentes. É importante considerar que as indústrias têm o maior impacto de consumo de recursos em comparação com o setor residencial, comercial e de transporte, portanto, devem desenvolver estratégias



cada vez mais eficientes com objetivo de superar tais padrões de sustentabilidade e responsabilidade social, como por exemplo, ISO 26000 (Gregori *et al.* 2017).

A eficiência energética e de recursos tornou-se recentemente um dos tópicos mais relevantes da pesquisa em manufatura, pois a indústria é responsável por grande parte do consumo mundial de energia, bem como no contexto da crescente atenção à necessidade de desenvolvimento sustentável a nível mundial (Palasciano *et al.*, 2016).

Diante de uma pressão cada vez maior, as empresas de manufatura a fim de promover o desenvolvimento sustentável, precisam superar uma visão puramente econômica, se preocupando cada vez mais com o impacto ambiental e social de seus produtos e processos, que também estão relacionados ao bem-estar dos seus colaboradores. Tornar-se sustentável significa enfrentar todas as três dimensões da sustentabilidade ao mesmo tempo, são elas, planeta, lucro e pessoas. Dentro deste contexto sustentável, os aspectos tradicionais como redução de custos, aumento da produtividade, eficiência de recursos e alta qualidade não são mais suficientes, e precisam estar integrados com os novos itens sociais, como por exemplo, condições do ambiente de trabalho, satisfação dos trabalhadores, segurança física e ergonômica dos trabalhadores (Gregori *et al.* 2017).

Jovane *et al.* (2017) apresenta soluções para criação de valor sustentável na dimensão econômica, como vender funcionalidade em vez de produtos tangíveis, desta forma, mais pessoas recebem benefícios, reduzindo o consumo de recursos. A abordagem de vender funcionalidade em vez de vender produtos revela-se competitiva devido à tecnologia de informação e comunicação (TIC), permitindo conhecimento em tempo real sobre demanda e oferta. As tecnologias de logística e informação são, nesse contexto, mais econômicas do que os custos de capacidade do produto durante períodos inativos.

Aumentar a eficiência dos processos de fabricação e a qualidade dos produtos finais com base em um consumo responsável dos recursos são características importantes de sustentabilidade na dimensão econômica (Munsamy *et al.* 2018).

Dimensão Ambiental

A indústria sempre desempenhou um papel importante na busca pelo desenvolvimento sustentável, como evidência o relatório de Brundtland em 1987, o qual possui um capítulo inteiro dedicado para relação entre meio ambiente e os benefícios econômicos. Além das discussões recorrentes sobre os objetivos do desenvolvimento sustentável, em particular, o objetivo 12, promovido pelas Nações Unidas, que visa garantir padrões sustentáveis de produção e consumo (Beier *et al.* 2017).

Pesquisadores afirmam que estratégias focadas somente em benefícios econômicos têm sido cada vez menos toleradas pela sociedade, e para o desenvolvimento de novos mercados bem-sucedidos será necessário incluir novas tecnologias e considerar as perspectivas sociais e ecológicas (Muller *et al.* 2018). Para os autores Munsamy *et al.* (2018) será necessário reduzir a demanda de energia, emissões de gases de efeito estufa e incentivar o consumo responsável dos recursos utilizados pelas empresas.

De acordo com Niehoff *et al.* (2018) a indústria 4.0 é considerada como um instrumento com potencial para melhorar o impacto ambiental das indústrias, através de um controle maior dos processos de fabricação, maior eficiência dos materiais utilizados, e reduzindo o consumo de “matérias-primas críticas”. Porém, os autores identificaram em uma pesquisa feita na Alemanha, que apenas uma pequena parcela dos entrevistados crê que a indústria 4.0 terá impacto nas estratégias de sustentabilidade das empresas.

Empresas da China e Alemanha presumem que a digitalização dos processos industriais influenciarão as áreas de recurso e consumo de energia. Na China, a eficiência dos materiais e de energia são considerados como fatores mais importantes para o



desenvolvimento de novas linhas de produção, mais sustentáveis e econômicas (Beier *et al* 2017).

A IoT (*Internet of Things*) por exemplo, é considerada um sistema inteligente e que se refere a uma interação de máquina para máquina, sem a necessidade de intervenção humana (Kamble *et al.* 2018). Ajudará a fornecer dados mais transparentes de toda cadeia de suprimentos e auxiliará na redução do desperdício e consumo de recursos, além de possibilitar o gerenciamento do ciclo de vida de um produto, incluindo processos como de reciclagem (Muller *et al.* 2018). Os autores confirmam dados sobre os resultados dos estudos de Beier *et al.* (2017) que a economia de energia a ser gerada pela IoT já é mais considerada pelas pequenas e médias empresas chinesas do que pelas alemãs.

Os sistemas ciberfísicos aplicados em *smart-products e conectados pela* IoT podem facilmente comunicar e sincronizar informações que auxiliem no processo da cadeia de suprimentos e em lançamento de novos produtos, considerando requisitos de qualidade, custos e possíveis atrasos. Desta forma, todos esses processos podem ser gravados e analisados para melhorias contínuas que serão desenvolvidas pelo aprendizado de máquinas, e que apoiará na gestão do conhecimento e no aperfeiçoamento das tomadas de decisão de projetos ou gestão de portfólio. Tornar sistemas mais eficientes faz parte do conceito de produção *Lean* e que mais amplamente, apoiará os objetivos do desenvolvimento sustentável (Alves *et al.*, 2018).

O novo ambiente de produção baseado na tecnologia da indústria 4.0 permite que muito mais princípios do Lean Thinking sejam implementados, além de contribuir para um funcionamento mais eficaz e eficiente do sistema de operações da empresa (Koleva *et al.* 2018).

Os autores Alves *et al.* (2018) ainda afirmam que as pessoas relacionam o conceito de desenvolvimento somente com ecologia ou meio ambiente, a partir desse pressuposto, o autor apresenta uma definição mais robusta do conceito de DS adicionando as dimensões de governança, cultural, ética e territorial, consideradas importantes pela Universidade de Quebec.

As cinco dimensões do desenvolvimento sustentável propostas por Ignacy Sachs (1993), como sustentabilidade social, econômica, ecológica, espacial e cultural, já citadas nesse trabalho, foram amplamente difundidas e tiveram extrema importância para a construção de novos modelos e conceituações sobre o tema de desenvolvimento sustentável.

Anggusti e Siallagan (2018) citam John Elkington, outro importante autor, que propôs ao desenvolvimento sustentável um conceito mais “sintético” com somente três dimensões, o chamado “*triple bottom line*”. O conceito ganha sentido quando focado na prosperidade econômica, preservação do meio ambiente e, em um elemento que as empresas tendem a ignorar ou negligenciar, a justiça social. Essas três características do *triple bottom line* estão interligadas e são interdependentes, e parcialmente conflitantes. Os autores afirmam que para cumprir o ideal das premissas é necessário uma revolução no modo de pensar sobre os negócios e incluir outras sete dimensões importantes, conceito também conhecido por “*thinking in 7D*” que inclui visão de mercado, valores, transparência, ciclo de vida tecnológico, parcerias, perspectiva de tempo e governança corporativa.

A consciência dos seres humanos em todos os níveis de riqueza e educação sobre o desafio da sustentabilidade precisa ser ampliada. São necessárias ideias inovadoras para desenvolver e avaliar produtos e serviços de acordo com os padrões ecológicos, critérios de sustentabilidade ambiental e social. Estes conceitos devem ser introduzidos e entendidos por todos os participantes, espalhados pelo mundo e chegando de diferentes origens culturais e educacionais (Jovane *et al.* 2017).



Dimensão Social

Pesquisas sobre a percepção da insegurança nas oportunidades de trabalho têm crescido desde a década de 1970. Esse tópico tem merecido cada vez mais atenção nessa era global de baixo crescimento, ocasionada por recessões econômicas, reestruturação industrial, inovação tecnológica e competitividade internacional intensa, são esses alguns dos fatores responsáveis por mudanças drásticas na natureza do trabalho (Nam *et al.* 2019). O autor cita o trabalho *Post-Capitalist Society* de Peter Drucker (1993) que prevê a transição de componentes fundamentais do capitalismo como capital financeiro para informação e conhecimento, gerando um inevitável conflito entre as classes sociais e o declínio da mão de obra física.

Koleva *et al.* (2018) afirmam que uma das maiores ameaças da automação de processos é a substituição de pessoas por máquinas e essa preocupação também esteve presente nas três revoluções industriais anteriores, gerando impactos similares no mercado de trabalho e ao surgimento de novas ocupações e à necessidade de recapacitação. Os autores ainda afirmam, que a ameaça de extinção de classes de empregos hoje em dia é ainda maior devido ao desenvolvimento de tecnologias avançadas como da inteligência artificial (AI). Porém a própria tecnologia artificial precisa ser combinado com a experiência industrial apropriada e os modelos físicos das máquinas também. Diante disso, o papel do fator humano não deve ser subestimado. Em vez de adotar a tecnologia como uma ameaça e substituir o trabalho humano, ela deve ser vista como um meio de ajudar os funcionários a concentrarem-se nas operações que trazem maior valor agregado (Koleva *et al.* 2018).

Para Papetti *et al.* (2018) a indústria 4.0 não é composta somente por máquinas ou equipamentos, deve ser também focada em seres humanos, para criar ambientes de trabalhos adequados, seguros, sustentáveis e mais atrativos. Focar somente em tecnologia gerará sistemas e conseqüentemente resultados não sustentáveis. Uma atenção especial deve ser dada as influências físicas e não físicas que induzirão mudanças positivas e minimizar o impacto negativo para todos os *stakeholders*. Desta forma, a transdisciplinaridade e uma visão holística são requeridas para obter benefícios, além de competências como de gestores, ergonomistas, executivos de saúde e bem-estar, designers, analista de dados, psicólogos e etc. (Papetti, 2018).

Para uma gestão eficiente da produção, é necessário que os gerentes de operações tenham habilidades para resolver problemas complexos. Dado que a abordagem individual aos clientes é uma das principais características da indústria 4.0, os conceitos de envolvimento ou até mesmo integração dos clientes nos processos de criação de valor (co-criação, co-desenvolvimento e etc.) são cada vez mais importantes para gestão das operações de fabricação (Koleva *et al.* 2018).

Conforme as complexidades dos sistemas de manufatura se desenvolvem, estratégias adequadas de qualificação da mão de obra são fundamentais para o cumprimento dos requisitos de novos empregos (Longo *et al.*, 2017). De acordo com um estudo do grupo Boston Consulting, a indústria 4.0 deve exigir novas habilidades dos trabalhadores para novas modalidades de trabalho, gerando novas oportunidades, porém, eliminando grupos específicos de emprego (Gregori *et al.* 2017). Em alguns países como Eslováquia, por exemplo, diversos estudos apontam uma preocupação com a extinção de uma relevante gama de atividades de trabalho devido à automação e otimização de processos de produção, calcula-se que os robôs substituam 55% dos empregos no país. Os trabalhos que necessitam baixa qualificação na indústria serão os mais atingidos, desta forma, serão necessárias medidas adequadas para preparar a Eslováquia para os novos desafios do mercado de trabalho no futuro (Habanik *et al.*, 2019).



De acordo com Lambrechts e Sinha (2018) umas das principais prioridades de qualquer país, dever ser a inclusão da inovação no sistema superior de ensino. A inovação é responsável pelo desenvolvimento tecnológico, considerado essencial para o crescimento econômico e da sustentabilidade de longo prazo. Mas infelizmente nos países em desenvolvimento, existem outras prioridades, consideradas essenciais além de oferecer ensino de qualidade, o que contribui para um forte desequilíbrio entre o conteúdo de ensino e as qualificações das novas carreiras na indústria 4.0, promovidas pelos países mais desenvolvidos. Os autores acrescentam que a tecnologia da informação (TIC) se torna uma aliada capaz de transformar o ensino centralizado em ensino globalizado, porém, exige um esforço enorme para conseguir apoio e patrocínio dos governos, organizações públicas e privadas, comunidades e indivíduos interessados em viabilizar políticas estruturadas, dedicadas as partes envolvidas. Em quanto isso, iniciativas como a Agenda 2030 e seus objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), setor privado como o Banco Mundial, Agência dos Estados unidos para o desenvolvimento internacional e de acordos bilaterais se esforçam para oferecer assistência aos países mais pobres, com objetivo de erradicar os déficits de educação primária. Em alguns casos fornecendo livros didáticos e até mesmo incorporando tecnologia como ferramenta de aprendizagem (Lambrechts e Sinha, 2018). Diante de uma perspectiva social de sustentabilidade é necessário alcançar um melhor aprendizado e acessibilidade de produtos / serviços (Munsamy *et al.* 2018)

Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida com o conceito de uma revisão integrativa da literatura, incluindo na investigação, diversos tipos de estudos, sendo eles qualitativo, quantitativo e estudos de caso. As bases de dados de trabalhos acadêmicos utilizadas foram a Scopus, Web of Science e Scielo. Com o avanço da pesquisa, foi identificada a necessidade de uma busca mais especifica por autores mais citados em ambas as áreas, com o objetivo de fundamentar os objetos de estudo em questão. Os termos indústria 4.0 e desenvolvimento sustentável foram pesquisados utilizando a seguinte formatação e operadores booleanos: “industr* 4.0” AND “sustainable development”. O resultado da pesquisa na base *Scopus* apresentou 117 trabalhos incluindo artigos, artigos de conferência e revisão da literatura. Foram excluídos 100 trabalhos que apresentavam pouca ou nenhuma relação com o objetivo da pesquisa em seu título ou introdução, restando apenas 17, os quais exigiram leitura integral e mais aprofundada. O principal critério para exclusão dos trabalhos foi daqueles que não apresentavam relação da indústria 4.0 com algum dos três pilares do desenvolvimento sustentável, econômico, social e ambiental. O mesmo procedimento foi feito na base de pesquisa Web of Science que apresentou 34 trabalhos no total, os quais foram reduzidos para 15 após verificação de duplicação pela ferramenta EndNote, e logo, mais 7 artigos foram excluídos por não abordar as relações necessárias com o objetivo da pesquisa. Na base de pesquisa Scielo não foi apresentado nenhum resultado. Desta forma, foram inclusos no total 29 artigos para construção desse trabalho.

Análise dos resultados

Foi possível observar que o termo indústria 4.0 e desenvolvimento sustentável, quando pesquisados separadamente, oferecem uma gama considerável de trabalhos em seus respectivos campos de estudo. Ambos possuem características similares que podem ocasionar mudanças disruptivas para um sistema de manufatura ou para os paradigmas da cultura de gestão tradicional, e apresentam desafios para as organizações, em relação a sua implementação. Porém, em um momento onde o desenvolvimento tecnológico representa a cura para as doenças do mundo, existe também uma crescente preocupação com a



sustentabilidade dos recursos naturais, o que inclui a vida e o próprio ser humano. A crescente ligação e interdependência dos termos têm sido unidas por esse cenário, se tornando objeto de estudo para profissionais preocupados com a qualidade de vida e do trabalho nos próximos anos. Apesar de ainda poucos trabalhos realizados, pode-se notar tendências de pesquisas e estudos realizados em áreas específicas dentro deste contexto, à maioria deles está voltada para a questão da eficiência energética, e outra parte, voltada para questão social e mão de obra qualificada, além de uma significativa parcela que discute a respeito da cadeia de suprimentos e *smart fabrics*. O tópico de discussão do trabalho está dividido em três partes, usando como base o modelo “*Triple Bottom Line*” que permitiu categorizar para introduzir a relação da indústria 4.0 nessas três importantes dimensões do desenvolvimento sustentável (econômico, ambiental e social). É recomendado para futuros trabalhos, uma revisão bibliométrica da literatura que apresente resultados quantitativos mais delineados em relação à divisão das discussões mais abordadas, sobre os temas em questão.

Conclusão e Considerações finais

O desenvolvimento sustentável tem sido uma orientação não somente para as instituições governamentais e não governamentais, mas também para o setor empresarial e industrial. Essas instituições precisam prever para antecipar e adequar seu modelo de negócio as legislações futuras e as responsabilidades proposta pelas diretrizes do DS em suas estratégias. Inovações e desenvolvimento de tecnologias de manufatura para processos de produção mais otimizados, desenvolvimento de novos produtos e serviços inteligentes, precisam estar alinhados com a qualificação da mão de obra e preocupados com o impacto nas dimensões econômica, social e ambiental. Estudos apontam para uma interdependência entre os campos de estudo, onde as inovações em tecnologia podem se tornar principais aliadas como ferramenta e estratégias para as futuras tendências de mercado orientadas a sustentabilidade. A revolução da indústria 4.0 pode se tornar um fator chave, responsável por permitir que a gama de benefícios propostos pelo desenvolvimento sustentável sejam finalmente reconhecidos, aceitos e respeitados.

Referências

- Alves B. J., Haouzi B. E., Thomas P., Boucinha V. (2018) Toward a sustainable new product development approach based on industry 4.0 assets. 8th Workshop on Service Orientation in Holonic and Multi-agent Manufacturing, SOHOMA'18, Bergamo, Italy.
- Anggusti M., Siallagan H. (2018) Sustainable development in the wake of the 4th industrial revolution in Indonesia. Faculty of Law, Universitas HKBP Nommensen, Jln. Indonesia.
- Beier G., Niehoff S., Ziems T. Xue B. (2017) Sustainability Aspects of a Digitalized Industry – A Comparative Study from China and Germany. International journal of precision engineering and manufacturing-green technology Vol. 4, No. 2, pp. 227-234.
- Cash D., Clark W., Alcock F., Dickson N., Eckley N., Guston D., Jager J., Mitchel R. (2003) Knowledge systems for sustainable development. Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America.
- Enquete-Kommission (1998) Schutz des Menschen und der Umwelt: Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung. Abschlubericht, Drucksache.
- Gregori F., Papettia A., Pandolfib M., Peruzzinic M., Germania M. (2017) The 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems, Italy.



- Habanik J., Grencikova A., Krajco K. (2019) The Impact of New Technology on Sustainable Development. *Inzinerine Ekonomika - Engineering Economics*.
- Jovane, F., Seliger, G., Stock, T. (2017) Competitive sustainable globalization. *Procedia Manuf.* 8, 1–19.
- Kagermann H., Wahlster W., Helbring J. (2018) Securing the Future of German Manufacturing Industry: Recommendations for Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group.
- Kamble S. S., Gunasekaran A., Gawankar A. S. (2018) Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. *Process Safety and Environmental Protection*.
- Koleva N., Andreev O. (2018) Aspects of Training in the Field of Operations Management with Respect to Industry 4.0. European Union.
- Lambrechts J. W., Sinha S. (2018) Scaling Education in Emerging Markets to Participate in Industry 4.0.
- Longo, F., Nicoletti, L., & Padovano, A. (2017) Smart operators in industry 4.0: A human-centered approach to enhance operators' capabilities and competencies within the new smart factory context. *Computers & Industrial Engineering*.
- Moretto F. C. Giacchini J. (2017) Do surgimento da teoria do desenvolvimento à concepção de sustentabilidade: velhos e novos enfoques rumo ao desenvolvimento sustentável. Universidade de Passo Fundo.
- Muller M. J., Voigt K. (2018) Sustainable Industrial Value Creation in SMEs: A Comparison between Industry 4.0 and Made in China 2025. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRECISION ENGINEERING AND MANUFACTURING-GREEN TECHNOLOGY* Vol. 5, No. 5, pp. 659-670.
- Munsamy M., Telukdarie A. (2018) Application of Industry 4.0 towards Achieving Business Sustainability.
- Nam T. (2019) Technology usage, expected job sustainability, and perceived job insecurity. *Technological Forecasting & Social Changing*.
- Navickas, V., Vojtovic, S., & Svazas, M. (2017). Biomass clusters influence on business competitiveness. In: *Polish Journal of Management Studies*, 2(16), 188–197. <https://doi.org/10.17512/pjms.2017.16.2.16>
- Niehoff S., Beier G. (2018) Industrie 4.0 and a sustainable development: a short study on the perception and expectations of experts in Germany. Institute for Advanced Sustainability Studies, Germany.
- Odważny F., Wojtkowiak D., Cyplik P., Adamczak M. (2019) Concept for measuring organizational maturity supporting sustainable development goals. *LogForum* 15 (2), 237-247, <http://doi.org/10.17270/J.LOG.2019.321>.
- Odważny F., Wojtkowiak D., Cyplik P., Adamczak M. (2019). Concept for measuring organizational maturity supporting sustainable development goals. *LogForum* 15 (2), 237-247, <http://doi.org/10.17270/J.LOG.2019.321>
- Palasciano C., Taisch M. (2016) Autonomous energy-aware production systems control. XXI Summer School "Francesco Turco" - Industrial Systems Engineering.
- Papetti A., Gregori F., Pandolfi M., Peruzzini M., Germani M. (2018) IoT to Enable Social Sustainability in Manufacturing Systems.
- Premier of the State Council of China and Li K. Q. (2015) Report on the work of the government, in Proceedings of the 3rd Session of the 12th National People's Congress, March.
- Sachs I. (1993) Estratégias de transição para o século XXI. Desenvolvimento e meio ambiente. Studio Nobel, Fundap.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



- Sachs I. (1995) Society, Culture and Environment. Ecoles des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris, França.
- Salimova T. (2009) From industry 4.0 to Society 5.0: challenges for sustainable competitiveness of Russian industry. Financial University under the Government of the Russian Federation, Leningradsky.
- Skowronski A. (2006) Sustainable development as the perspective of further civilisation development. Problemy ekorozwoju.
- Stocka T., Obenaus M., Kunz S., Kohl H. (2018) Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential. Process Safety and Environmental Protection.
- The Industrial Internet Consortium 2014. (2017) A Global Nonprofit Partnership of Industry, Government and Academia, 2014. Disponível em: <http://www.iiconsortium.org/about-us.htm> (accessed on 18.04.2017).
- United Nations (2015). Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development.
- United Nations, Sustainable Development Goal (2018). Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> (accessed on: 21.11.2018).