

## **PRÁTICAS DE GESTÃO NO SETOR DE TRANSPORTES: UM ESTUDO DA ADOÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA, SUSTENTABILIDADE, ECONOMIA CIRCULAR E INDÚSTRIA 4.0**

**Samuel Augusto Mota Silva**

**Henrique Figueira Costa**

**Lucas Veiga Avila**

**Leander Luiz Klein**

**Daniel Winter**

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM  
Curso de Engenharia de Transportes e Logística – ETL

### **RESUMO**

As indústrias buscam constantemente o caminho da inovação e da modernidade, alinhadas as mudanças da sociedade e da economia internacional, com profundas transformações que permitem uma automação por meio da indústria 4.0 e da produção enxuta, as quais imprimem um ritmo de produção eficiente, com o propósito de melhores práticas que permitem redução de danos ambientais, e o apoio a sustentabilidade e a economia circular da região onde a empresa está inserida ou gera impacto com seus produtos ou processos. O presente estudo tem como objetivo analisar a adoção das práticas de produção enxuta, sustentabilidade, economia circular e indústria 4.0 por empresas do setor de transportes de cargas e passageiros. Quanto ao método, a pesquisa caracteriza-se por uma análise quantitativa de 17 empresas do setor de transportes participantes da Feira Transposul 2019. A coleta de dados foi realizada por meio de um instrumento composto de 17 questões com escala *likert*, aplicado aos gestores das empresas. Como principais resultados de cada assunto pesquisado destacam-se: As empresas buscam selecionar trabalhadores da região, diminuindo custos e otimizando conflitos de distância com relação a mão-de-obra; as empresas tomam ações e decisões a longo-prazo, pensando em aumentar os ganhos e otimizar os processos produtivos; as empresas se consideram inovadoras e sustentáveis com foco no cliente e as empresas possuem sistemas de operação em tempo real que consiste tomar decisões com base em dados. Os resultados demonstram que o setor de transportes está se modernizando e ao mesmo tempo em que se encontra conectado aos aspectos econômicos, sustentáveis e inovadores.

### **ABSTRACT**

Industries constantly seek the path of innovation and modernity, aligned with changes in society and the international economy, with profound transformations that allow automation through industry 4.0 and lean production, which produce an efficient production rate, with the purpose of best practices that allow reduction of environmental damages, and support the sustainability and the circular economy of the region where the company is inserted or generates impact with its products or processes. The present study aims to analyze the adoption of lean production, sustainability, economy and industry 4.0 by companies in the cargo and passenger transportation sector. As for the method, the research is characterized by a quantitative analysis of 17 companies in the transport sector participating in the Transposul 2019 Fair. Data collection was carried out through an instrument composed of 17 questions with likert scale applied to the managers of the companies. The main results of each subject are: Companies seek to select workers in the region, reducing costs and optimizing distance conflicts with respect to labor; Companies take long-term actions and decisions, thinking of increasing profits and optimizing production processes; Companies consider themselves to be innovative and sustainable with a customer focus. Companies have real-time operating systems that consist of making decisions based on data. The results show that the transport sector is modernizing and at the same time that it is connected to economic, sustainable and innovative aspects.

## **1. INTRODUÇÃO**

A necessidade crescente de fornecimento de alimentos, água, energia e mais recentemente de bens de consumo em geral está transformando a face da Terra (Artaxo, 2014). A degradação

ambiental se expandiu de uma escala local para uma global, com o passar dos anos. As consequências desta aceleração são claras: enquanto o crescimento econômico e a prosperidade aumentaram a qualidade de vida para bilhões de pessoas, eles também desestabilizaram o clima e degradaram os recursos naturais do mundo (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2014). A competição global por recursos e a concentração da oferta tem vindo a aumentar, o que torna a indústria e a sociedade dependentes das importações e vulneráveis a preços elevados, volatilidade do mercado e da situação política em alguns países fornecedores (Leitão, 2015).

Através da indústria 4.0 e da produção enxuta, as empresas constantemente estão buscando uma modernização, fomentado por meio dos processos de inovação e de sustentabilidade, os quais estão sendo conectados ao comportamento dos clientes e da economia circular. No setor de transportes e logística, dentre vários efeitos, um dos principais ocorre através da aceleração da inovação e na velocidade da ruptura da economia tradicional, para uma economia internacional circular, a qual permite muitas adaptações e produtos inteligentes e com menor impacto ambiental. Essas constantes proposições, alteram não apenas os conceitos industriais, pois os clientes demandam pela entrega de bens e serviços com preços competitivos que satisfazem as necessidades humanas e trazem mais qualidade de vida, reduzindo assim progressivamente os impactos ambientais, através de todo o ciclo de vida, em linha com a capacidade estimada dos recursos naturais.

Sendo assim, torna-se importante conhecer como as empresas estão preparadas para os processos mais inteligentes, como estão buscando a eficiência e entrega de valor aos seus clientes, como estão desenvolvendo os sistemas econômicos circulares desde a captação dos recursos da cadeia de suprimentos até a logística reversa. Diante do exposto pode-se verificar que as organizações estão passando por constantes transformações. Com este enfoque, o presente estudo visa analisar a adoção das práticas de produção enxuta, sustentabilidade, economia circular e indústria 4.0 por empresas do setor de transportes de cargas e passageiros. A seguir são apresentadas as seções do referencial teórico.

## 2. PRÁTICAS EMPRESARIAIS

### 2.1 Produção Enxuta

A produção enxuta é oriunda do modelo Toyota de produção, conhecido como *Toyota Production System* (TPS) (Gao e Low, 2014). Esse modelo surgiu no Japão por estudos pioneiros de Taiichi Ohno, após a Segunda Guerra Mundial, como forma de eliminar o desperdício e aumentar os retornos econômicos no sistema de produção de um país que foi destruído durante a guerra. Seu objetivo era implantar um sistema de produção adequado às necessidades do mercado e que pudesse suportar a realidade dos trabalhadores japoneses.

Ohno (1988) afirma que um elemento importante da filosofia do Modelo Toyota é trabalhar de forma inteligente e eliminar o desperdício, um dos propósitos centrais do modelo de trabalho. A produção enxuta é uma tradução do termo “*lean production*” e conforme definido por Shah e Ward (2007), o *Lean* é um sistema sócio técnico integrado cujo objetivo principal é eliminar o desperdício. Gupta, Sharma e Sunder (2016) corroboram ao definirem o *Lean* (sistema enxuto) como uma abordagem multidimensional integrada, englobando pacotes de práticas de gestão baseadas em valores ou princípios que buscam a eliminação do desperdício.

O sistema de produção enxuta (assim como qualquer desdobramento do *Lean - Lean Office, Lean Construction, Lean HealthCare*, etc) ao buscar eliminar os desperdícios na empresa, proporciona a ela um maior nível de flexibilização que a torna capaz de responder às necessidades dos clientes, agregando valor e entregando produto ou serviço com mais qualidade e menores custo e tempo. Tendo em vista esses pressupostos básicos, a filosofia *Lean* (que engloba a Produção Enxuta) apoia-se em cinco princípios descritos por Womack e Jones (2003): definir valor do ponto de vista do cliente. Especificamente, a empresa deve identificar e atender a necessidade do cliente e buscar eliminar qualquer atividade que não agrega valor a ele; especificar o fluxo de valor em toda cadeia produtiva; fluxo contínuo: Criar um fluxo de processos em que o produto “flua suavemente” sem interrupções ao longo da cadeia de valor; produção puxada: deixar que o consumidor “puxe o valor”; busca pelo estado de perfeição, que consiste no aprimoramento contínuo em busca da perfeição e redução do número de etapas para entrega do produto ou serviço final.

Estes princípios e objetivos fizeram com que a produção enxuta (e a filosofia *Lean* em geral) venha sendo implementada em diversas empresas na perspectiva de melhoria de desempenho. O pensamento de “fazer mais com menos recursos” (Salhieh e Abdallah, 2019) motiva as empresas para essa forma de trabalho. No campo acadêmico, inúmeros trabalhos podem ser encontrados sobre a implementação da produção enxuta (Bruque-Cámara e Moyano-Fuentes, 2017; Wickramasinghe e Wickramasinghe, 2017) como um caminho de otimização de resultados operacionais, administrativos, financeiros e sustentáveis nas organizações.

## 2.2 Sustentabilidade

A sustentabilidade é um processo complexo, sendo um caminho trilhado diariamente que exige diálogo permanente, monitoramento de novas tecnologias e busca de conhecimentos para mudar a realidade. Desde 1968, a partir da Conferência sobre a Biosfera em Paris, o movimento do desenvolvimento sustentável vem sendo discutido. Mesmo após décadas, ainda não se tem um conceito único de desenvolvimento sustentável, conforme observam Robinson (2004) e Kates, Parris e Leiserowitz (2005). Independente das discussões acerca de o termo “desenvolvimento sustentável” ser ou não apropriado, o que importa é a busca pelo desenvolvimento socialmente justo e ambientalmente sustentável.

A definição de desenvolvimento sustentável como sendo “um desenvolvimento que satisfaça as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades” (WCED, 1987) começou a nortear os planos na busca da sustentabilidade em diferentes organizações, estando cada vez mais presente nas discussões globais e pressionando as universidades, que ainda não estavam engajadas no contexto da sustentabilidade, a serem agentes ativos dessa ação (Ávila, 2014).

Uma abordagem possível para promover as relações entre a inovação e o desenvolvimento sustentável é com a utilização de uma quadri-hélice para abordagem, no âmbito do qual as universidades podem trabalhar com o governo, agências, empresas e os setores civis (por exemplo, ONGs).

## 2.3 Economia circular

Tendo em vista que as destinações atuais não são capazes de solucionar satisfatoriamente os problemas ambientais, existe a necessidade de encontrar não apenas alternativas de disposição final, mas opções que englobem o modelo produtivo como um todo. Uma das soluções que visa à reestruturação do modelo produtivo é a Economia Circular. A Economia Circular

propõe, em linhas gerais, a reinserção dos materiais no ciclo produtivo, visando minimizar a deposição no ambiente e consequentemente evitando a geração de impactos ambientais negativos. O fechamento de ciclos proposto pela Economia Circular já foi adotado em diversos processos produtivos, com crescente documentação na literatura científica, e vem estabelecendo-se progressivamente como modelo de gestão ambiental (Foster et al., 2017).

Vários estudos foram desenvolvidos e aplicados em diferentes países, como por exemplo, a Índia, país que está em pleno desenvolvimento. A economia circular poderia trazer a Índia benefícios anuais de 624 bilhões de dólares até 2050 em comparação com o caminho de desenvolvimento atual - um benefício equivalente a 30% do PIB atual da Índia. Além de criar benefícios econômicos diretos para empresas e residências, seguir uma trajetória circular de desenvolvimento econômico reduziria externalidades, como por exemplo, as emissões de gases de efeito estufa seriam 44% menores até 2050 em comparação com o caminho de desenvolvimento atual, e outras externalidades como o congestionamento e a poluição cairiam significativamente, proporcionando saúde e benefícios para os cidadãos indianos (Macarthur, 2016). A Europa pode aproveitar a iminente revolução tecnológica para obter um benefício líquido de € 1,8 trilhão até 2030, um valor superior ao atual caminho da economia linear de € 0,9 trilhão (Macarthur, 2015).

Como em todas as grandes transformações, é vital ter uma abordagem sistemática, desvendando as questões no ponto de maior alavancagem. Existem três caminhos para ação, todos com o potencial de transportar circularidade para uma inclinação ponto, são eles: Configurar redes reversas globais para produtos e componentes; reorganizar e agilizar os fluxos de materiais puros; inovar modelos de negócios no lado da demanda (Macarthur, 2014).

## 2.4 Indústria 4.0

Iniciando com uma breve contextualização sobre Revolução Industrial, a qual ocorreu em meados do século XVIII, entre os anos (1760-1840) na Inglaterra, tendo dentre vários avanços industriais, principalmente com relação ao surgimento da máquina a vapor que ajudou a aumentar a produção têxtil. Com base nesses avanços, pode-se salientar que foi um *start* inicial para o desenvolvimento econômico, em especial no continente Europeu.

Em meados do século XIX iniciou-se a produção em massa, fortalecendo e caracterizando as atividades da Segunda Revolução Industrial (1850-1950). A terceira fase da revolução foi registrada em meados do século XX, após o fim da Segunda Guerra Mundial, onde ocorreu a implementação de componentes eletrônicos e automação de processos, caracterizou-se também o surgimento da ciência da computação, tendo seu grande marco a internet, tal período, foi caracterizado como a Terceira Revolução Industrial (Aires et al., 2017).

**Quadro 1:** Revoluções da Industrial

• Primeira (entre 1760 e 1840): máquina a vapor, ferrovias;
• Segunda (final do séc. XIX): advento da eletricidade e da linha de montagem;
• Terceira (década de 60): revolução digital ou do computador;
• Quarta (virada do século): inteligência artificial, robótica, internet das coisas, veículos autônomos, impressão em 3D, nanotecnologia, biotecnologia, armazenamento de energia.

Fonte: Aires et al (2017)

Muitos autores destacam que atualmente estamos vivenciando a 4ª revolução Industrial (Schwab, 2017, Dombrowski e Wagner, 2014) formada pelos avanços tecnológicos, processos digitais; tal revolução irá trazer algumas mudanças, Klaus Schwab (2016), Klaus escreve em seu Livro “*the fourth Industrial Revolution*” são quatro as principais alterações esperadas na Indústria em geral:

- ✓ Alterações nas expectativas dos clientes.
- ✓ Produtos mais inteligentes e mais produtivos.
- ✓ Novas formas de colaboração e parcerias.
- ✓ A transformação do modelo operacional e conversão em modelo digital.

A 4ª revolução industrial é caracterizada por um alto nível de complexidade, usando uma integração total de rede de produtos e processos de produção. Portanto, é necessário encontrar uma maneira de personalização na produção em massa. Este campo de pesquisa é conhecido como customização em massa (Dombrowski e Wagner, 2014).

Para (Silveira e Lopes, 2016) a indústria 4.0 é um conceito de indústria proposto recentemente e que engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas aos processos de manufatura. A partir de Sistemas *Cyber-Físicos*, Internet das Coisas e Internet dos Serviços, os processos de produção tendem a se tornar cada vez mais eficientes, autônomos e customizáveis.

## 2.5 O Setor de Transportes e Logística no Brasil

O transporte representa o elemento mais importante em termos de custos logísticos para inúmeras empresas, em geral, a movimentação de cargas absorve de um a dois terços dos custos logísticos totais. Por isso, o operador logístico precisa ser um grande conhecedor da questão dos transportes (Ballou, 2006). Para entendermos o atual cenário do setor de transportes no Brasil, são pontuadas brevemente a seguir as fases iniciais do modal rodoviário direcionado para o transporte de cargas no país.

As primeiras rodovias brasileiras surgiram no século XIX, mas a ampliação da malha rodoviária ocorreu no governo Vargas (1932), com a criação do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) em 1937. Mais tarde, novamente ocorreu uma nova ampliação do modal rodoviário através da implantação da indústria automobilística, na segunda metade da década de 1950, a aceleração do processo de industrialização e a mudança da capital federal para Brasília. A partir de então, a rede rodoviária se ampliou de forma notável e se tornou a principal via de escoamento de carga e passageiros do país. (CNTTL, 2007).

No setor rodoviário de cargas, o caminhão é o principal meio de transportes. A frota nacional de caminhões em circulação representa 70%. (CNTTL, 2007). O modal rodoviário é o principal modal quando se trata do transporte de cargas, representando hoje aproximadamente 60 % das cargas transportadas no país, é praticado por três tipos de operadores: empresas transportadoras, empresas de cargas próprias e transportadores autônomos. Sendo que os autônomos representam 70% da frota existente. (CNTTL, 2007).

Porém como foi citado no capítulo Indústria 4.0, diante da perspectiva de produção, com inúmeras tecnologias sendo aplicadas no setor de transporte de cargas, muitas coisas vão ser modificadas, fazendo com que exista total integração e compartilhamento de dados e

informações em todo o processo produtivo, impactando diretamente e causando grandes mudanças no modelo de entregas de mercadorias. Segundo (Diez-Olivan *et al.*, 2019) podemos citar três principais tipos de integrações:

- a) Integração vertical: no contexto de produção e automação, este conceito refere-se à integração de diversos sistemas de TIC em diferentes níveis hierárquicos, desde os muito básicos até os mais altos níveis de gerenciamento de produção, execução, planejamento e programação.
- b) Integração horizontal: este nível inclui a integração de tecnologias de TIC em mecanismos e agentes envolvidos nas diferentes etapas dos processos de fabricação e planejamento de negócios.
- c) Integração Circular: integrações verticais e horizontais são unidas para vincular o usuário final e o ciclo de vida do produto.

### 3. MÉTODO DO ESTUDO

A análise das práticas de produção enxuta, sustentabilidade, economia circular e indústria 4.0 é o enfoque deste artigo. O instrumento de pesquisa quantitativa, foi desenvolvido com base na literatura, sendo composto de 21 questões. 17 com escala likert de 5 pontos, e 4 questões técnicas, que o especialista poderia escolher apenas 1 alternativa. Além dessas questões, o instrumento também coletou informações sobre o perfil da empresa, que são apresentados na abertura próxima seção.

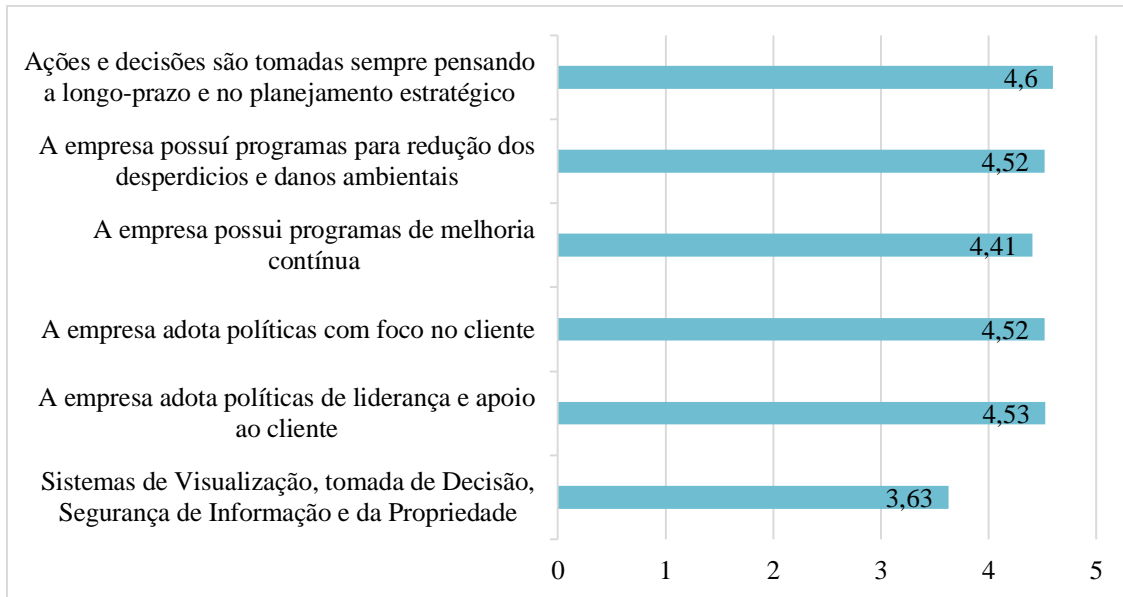
O instrumento foi desenvolvido pelos pesquisadores do Curso de Transportes e Logística da UFSM Campus Cachoeira do Sul, baseando-se na literatura, com reuniões de grupo entre especialistas e por fim foi realizado um pré-teste com especialistas sobre os temas para validação. O estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa, aplicado aos gestores de grandes empresas do setor de Transportes de Cargas ou Passageiros, participantes da principal feira do setor, denominada Transposul, realizada em junho de 2019. Ao todo participaram da pesquisa 17 respondentes, os quais são os gestores responsáveis pela tomada de decisão da empresa. Foram participantes da pesquisa 17 empresas, sendo que 3 delas atuam nos dois ramos, passageiros e cargas e 14 atuam no ramo de cargas.

Com base nas informações do perfil das empresas, pode-se salientar que 12 empresas possuem um total de até 500 funcionários, 3 empresas possuem de 500 a 1000 funcionários e por fim 2 empresas com maior número, sendo que uma possui 4000 funcionários e a outra 20.000 funcionários apenas no Brasil. Quanto ao faturamento anual estimado, o menor valor de faturamento anual é de 1 milhão de reais, já o maior informado foi de 400 milhões de reais, os demais variam entre 100 e 200 milhões.

Para análise dos dados foi realizada uma análise descritiva simples, usando a técnica de frequência, a qual caracteriza a mais usual para o número de respondentes, na concepção de Hair *et al* (2014).

### 4. RESULTADOS E ANÁLISES

Nesta seção são apresentados os resultados e as análises dos dados obtidos através da aplicação dos questionários com os gestores das empresas participantes.

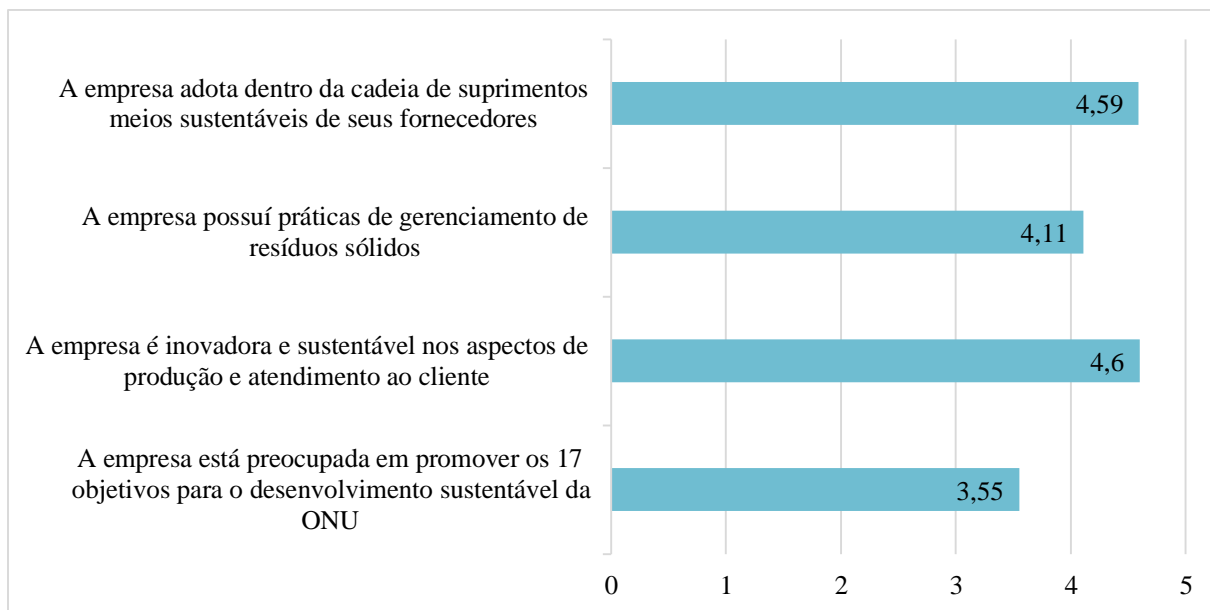


**Figura 1:** Práticas de Produção enxuta

O pensamento enxuto se baseia em cinco princípios: valor; cadeia de valor; fluxo; puxar; perfeição. O valor deve ser especificado a partir do ponto de vista do consumidor final. A cadeia de valor representa as atividades específicas necessárias para projetar, pedir e oferecer um produto específico, da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, e da matéria-prima às mãos do cliente. O fluxo significa a realização progressiva de tarefas ao longo da cadeia de valor, que deverá ser sem refugos ou retro fluxos. Puxar a produção significa o oposto da produção tradicional, que é empurrada, ou seja, com a produção puxada, nada deve ser produzido pelo fornecedor a montante, sem que o cliente a jusante solicite. A perfeição se refere a necessidade de se criar um círculo virtuoso permanente de criação de valor e eliminação de desperdício. Essa perfeição pode ser por meio de melhorias contínuas (kaizen) ou de melhorias radicais (kaikaku). (Elias e Magalhães, 2003).

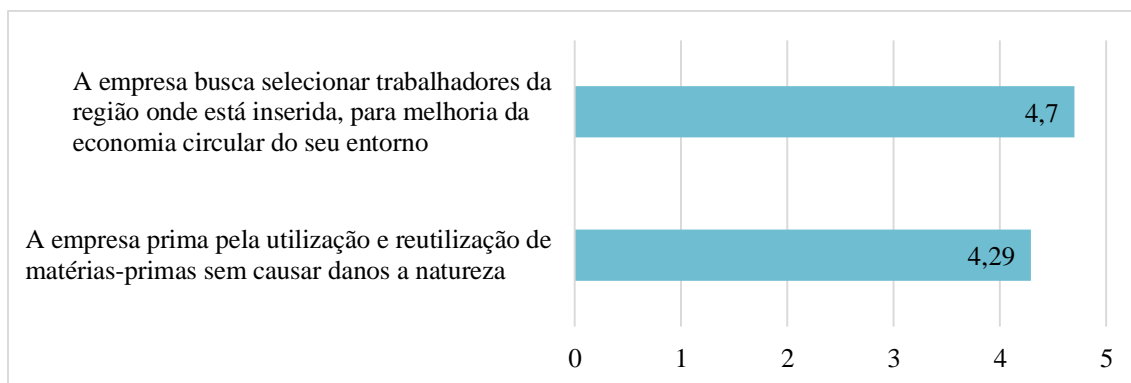
Os resultados referentes à produção enxuta apresentaram poucas variações, como se pode verificar na figura 1, a amplitude máxima foi de 4,6 e a mínima foi de 3,63. O restante dos dados se encontra na faixa etária entre 4,41 e 4,53. Portanto, a grande maioria das empresas adotam políticas de melhorias referentes a produção enxuta, com a finalidade de adotar variados programas com a missão de proporcionar melhorias contínuas, redução de custos, ações de tomadas de decisões e melhorias na relação empresa-cliente.

O conceito do tripé da sustentabilidade tornou-se amplamente conhecido entre as empresas e os pesquisadores, sendo uma ferramenta conceitual útil para interpretar as interações extras empresariais e especialmente para ilustrar a importância de uma visão da sustentabilidade mais ampla, além de uma mera sustentabilidade econômica. É importante salientar que dentro dos princípios de sustentabilidade, não se podem separar as questões sociais das questões ambientais. Por isso, quando uma organização é ecologicamente sustentável, ela também estará atuando de forma socialmente responsável, de forma a atender os interesses de todos os *stakeholders* que afetam ou são afetados por suas atividades (De Araújo *et al.*, 2006).



**Figura 2:** Práticas de Sustentabilidade

A classificação dos dados ligados à sustentabilidade não dispusera de grande variação, conforme a figura 2 os resultados na escala *likert* não apresentaram muita discrepância, logo se nota que o valor que possui um índice relativamente mais baixo está relacionado a promover objetivos específicos de sustentabilidade da Organização das Nações Unidas, ao passo que as empresas realizam gerenciamento de resíduos sólidos, bem como adoção de medidas sustentáveis em relação a seus fornecedores.

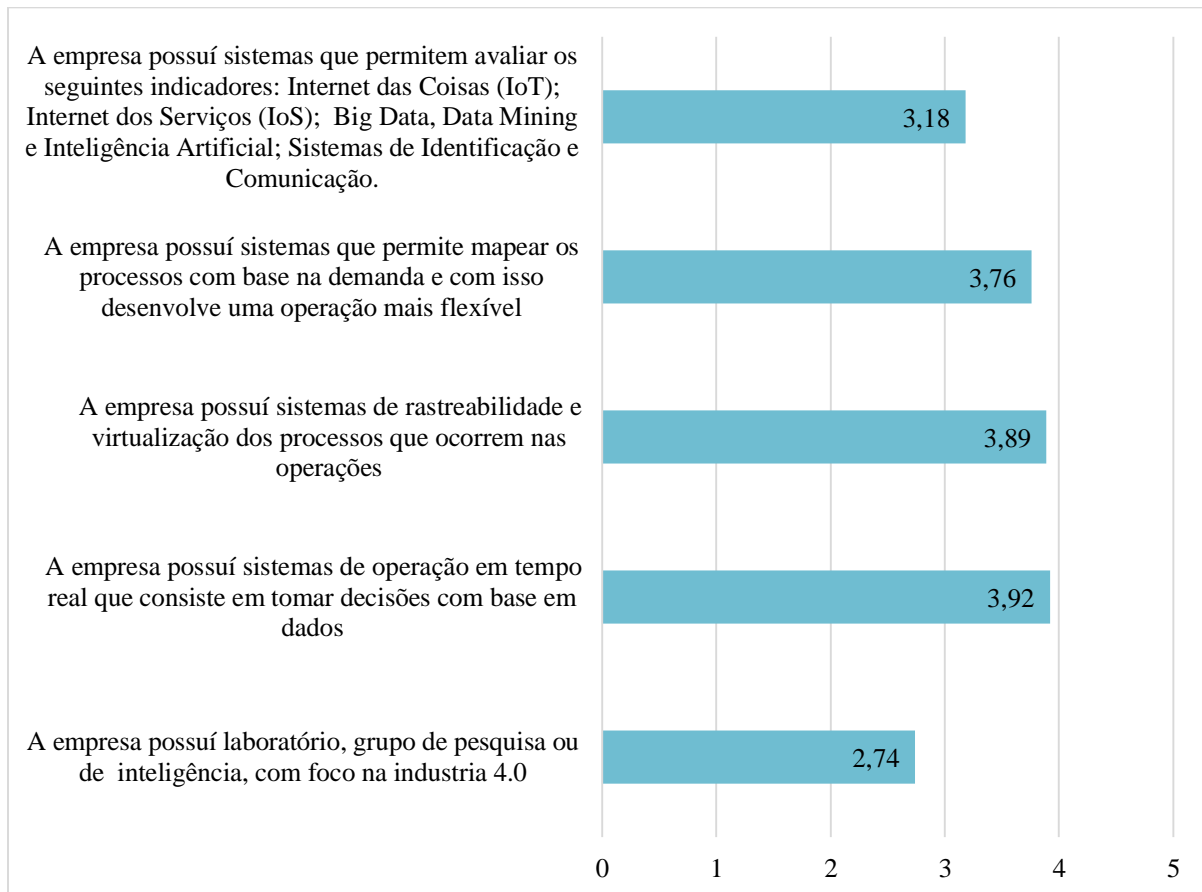


**Figura 3:** Práticas de Economia Circular

A economia circular assenta, portanto, num modelo que otimiza o fluxo de bens, maximizando o aproveitamento dos recursos naturais e minimizando a produção de resíduos. Este modelo permite a maximização do valor económico do produto. Esta nova forma de pensar as cadeias produtivas traz benefícios tanto operacionais como estratégicos, em ambos os níveis, micro e macroeconómico, rejeitando a ideia de que o crescimento é prejudicial para o ambiente. Assim, este novo modelo em que a indústria é regenerativa (e não destrutiva e predatória) proporciona uma oportunidade de negócio viável para enfrentar com êxito um mercado cada vez mais competitivo e com exigências ecológicas (Leitão, 2015).



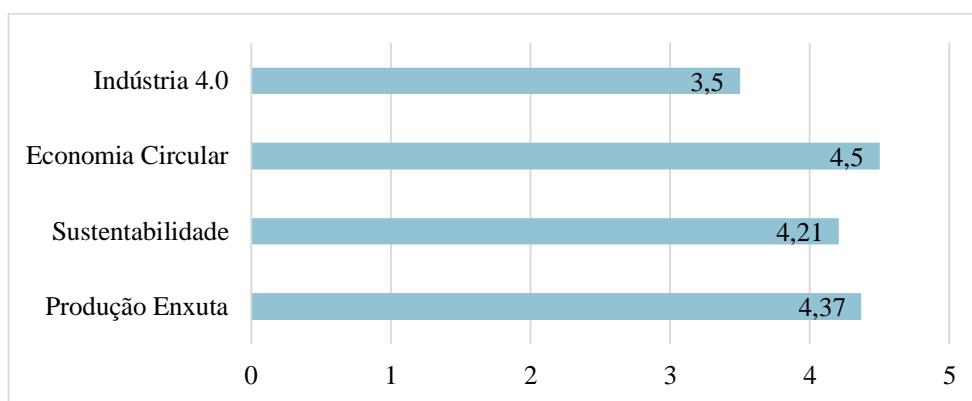
Com base nas práticas voltadas a economia circular, quando abordada a questão de selecionar trabalhadores da região onde a empresa está inserida obteve-se um total de 4,7 na escala *likert*, já relacionado à preocupação da empresa e seus colaboradores na utilização e reutilização de matérias-primas sem causar danos a natureza, o resultado obtido foi de 4,29 na mesma escala. Ambos os resultados são considerados elevados, devido o valor máximo ser de 5, logo comprova que as empresas possuem atividades voltadas a busca de otimização de custos relacionado a mão-de-obra e emprego de matérias primas.



**Figuras 4:** Práticas de Industria 4.0

A quarta revolução industrial gerará grandes benefícios e desafios de oferta em igual medida. Uma preocupação particular é a desigualdade exacerbada. Os desafios impostos pela crescente desigualdade são difíceis de quantificar, já que a grande maioria de nós somos consumidores e produtores, portanto, a inovação e a ruptura afetarão positiva e negativamente nossos padrões de vida e bem-estar. A quarta revolução industrial tornou possível que novos produtos e serviços que aumentam praticamente sem custo a eficiência de nossas vidas pessoais como consumidores. Pedir um táxi, encontrar um voo, comprar um produto, realizar um pagamento, ouvir música ou assistir a um filme - qualquer uma dessas tarefas agora pode ser feita remotamente. Os benefícios da tecnologia para todos nós que consumimos são incontroversos. A internet, o smartphone e os milhares de aplicativos estão tornando nossas vidas caseiras e no geral mais produtivas (Schwab, 2017).

Com relação à análise das práticas voltadas a indústria 4.0 e a forma como as empresas estão se preparando, adaptando e empregando as novas tecnologias, os resultados obtidos estão em uma faixa etária entre 2,74 e 3,92 na escala *likert*, como se pode comprovar na figura acima. O maior índice se refere as empresas possuem sistemas de operação em tempo real, que consiste tomar decisões com base em dados, já o índice de valor mais baixo trata da prática das empresas possuem laboratório, grupo de pesquisa ou inteligência, com foco na indústria 4.0. Portanto nota-se que muitas empresas ainda não adquiriram ou desenvolveram sistemas responsáveis por realizar mapeamentos, rastreabilidade, virtualização dos processos e demais elementos ligados aos processos de operação, compreendendo assim que mesmo se tratando de uma nova revolução industrial, a fase de adaptação e emprego de suas tecnologias está se dando de uma forma um quanto como lenta.



**Figura 5:** Práticas empresariais

Ao final da análise dos dados, quando realizado uma média por categoria, com a finalidade de se obter a informação de quais categorias possuem mais práticas sendo empregadas pelas empresas. Sendo assim, a categoria que apresenta o índice maior é a economia circular, seguida da produção enxuta 4,37 e da sustentabilidade 4,21 e pôr fim a indústria 4.0 com um valor de 3,50. Logo se pode notar que as médias da economia circular, sustentabilidade e produção enxuta são equilibradas, comprovando que as empresas detêm ações que buscam a otimização dos processos produtivos, bem como redução de custos e preservação do meio ambiente, todavia o uso ou emprego de novas tecnologias ainda está se dando de forma mais gradativa, até porque estamos adentrando em uma nova revolução que trará muitas mudanças em todos os setores, sejam industriais, governamentais ou sociais.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sustentabilidade é tratada como principal ponto do desenvolvimento futuro tanto do planeta quanto das próximas gerações. Depois da mecanização dos bens de consumo e da constante exploração dos recursos naturais do planeta a sociedade parou para refletir depois de muitas décadas que nossos recursos não são infinitos, logo traz consigo o pensamento de que ainda dá tempo para recuperarmos o estrago causado por grande parte da humanidade ao nosso meio ambiente.

Complementando com a questão anterior surge a possibilidade de uma utilidade aos resíduos descartados incorretamente, buscando reutilizar e reciclar os processos de geração dos mesmos. Com base em um novo modelo de economia em formato circular, onde todos os processos e etapas se unem com a função de diminuir ao máximo dos danos causados ao

ecossistema bem como otimização da produção, retornando assim uma maior lucratividade para diferentes setores.

Relacionado a esse conceito está à questão de enxugar a produção, buscando reduzir os custos produtivos assim como a diminuição de desperdícios da empresa, proporcionando uma maior qualidade dos produtos ofertados e aumentando a lucratividade da instituição. Essas questões de ganhos de processos ligados à produção se tornam mais fáceis de serem compreendidas e colocadas em práticas com o auxílio de novas tecnologias.

Realizar ações virtuais através de um simples aparelho conectado a internet se tornou algo rotineiro para todos nós, por conseguinte, as empresas trazem consigo essa ideia de conectividade, onde cada máquina estará interligada uma com a outra e todas interligadas com o setor fabril. A priori parece estranho, contudo com o uso de conectividade através da IoT (Internet das Coisas) isso será possível, além disso essas máquinas (Robôs) não necessitam que alguém informe qual a melhor decisão a ser tomada, pois as mesmas consultaram um gigantesco banco de dados (*Big Data*) onde todas informações bem como as soluções de determinados problemas estarão anexadas.

Após a análise do capítulo anterior observa que o fenômeno chamado Indústria 4.0 é composto por uma engrenagem estabelecida pelos os três conceitos aplicados neste trabalho. Sendo assim, através da aplicação da economia circular é possível obter um reaproveitamento de grande parte dos resíduos gerados em ocorrência do processo de produção, fazendo com que gere maior lucratividade e automaticamente menor custo, tal fator está diretamente ligado com a sustentabilidade, pois ao evitar que novos insumos sejam necessários para uma nova produção e transformando resíduos em matéria prima, claramente observamos um processo produtivo sustentável circular, tais aplicações em harmonia com toda a cadeia de suprimentos, não reduz somente os custos e aumenta a lucratividade, mas também diminui amplamente os impactos ambientais e possibilita maior otimização de tempo, tais características são fortemente observadas através da produção *Lean* reduzindo os desperdícios de todo processo produtivo. Os quatro conceitos aplicados e geridos com conhecimento técnico fazem com que os gestores das organizações possam tomar decisões em tempo real e da melhor forma possível, se tornando dessa forma uma empresa com tecnologias 4.0.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aires, R. W. A., Moreira, F. K., e Freire, P. S. (2017) Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. In: VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação, 2017, Foz do Iguaçu. Anais Ciki. Foz do Iguaçu: UFSC.
- Artaxo, P. (2014) Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno? Revista Usp, n. 103, p. 13-24.
- Avila, L. V. (2014) A perspectiva da sustentabilidade no plano de desenvolvimento institucional: um estudo das instituições federais de ensino superior. 2014. 117 p. Dissertação (Mestrado em Administração), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Ballou, R. H. (2006) Gerenciamento da cadeia de suprimentos / logística empresarial. (Bookman, Ed) (5o Edição.). Porto Alegre.
- Bruque-Cámara, Á. U. S., e Moyano-Fuentes, J. (2017) " Lean production, workforce development and operational performance ", Management Decision, Vol. 55 Iss 1 pp. 1-23.
- CNTTL (2007) original: <https://cnttl.org.br/modal-rodoviario>.
- De Araújo, G. C. (2006) et al. Sustentabilidade empresarial: conceito e indicadores. Anais do, v. 3.
- Diez-Oliván, A., Del Ser, J., Galar, D., e Sierra, B. (2019). Data fusion and machine learning for industrial

- prognosis: Trends and perspectives towards Industry 4.0. *Information Fusion*, 50(July 2018), 92–111. doi:10.1016/j.inffus.2018.10.005
- Dombrowski, U., e Wagner, T. (2014) Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution. In: *Variety Management in Manufacturing. Proceedings of the 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems. Procedia CIRP* 17, 100-105.
- Elias, S. J. B., e Magalhães, L. C. (2003) Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção mais Limpa. *Revista Produção Online*, v. 3, n. 4.
- Foster, A., Roberto, S. S., e Igari, A. T. (2017) Economia circular e resíduos sólidos: uma revisão sistemática sobre a eficiência ambiental e econômica. Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo. Disponível em: < <http://engemausp.submissao.com.br/18/anais/arquivos/115.pdf>>. Acesso em, v. 5.
- Gao, S., e Low, S. P. (2014) The Toyota Way model: an alternative framework for lean construction. *Total Quality Management & Business Excellence*, 25(5-6), 664-682.
- Gupta, S., Sharma, M., e Sunder, M. (2016), "Lean services: a systematic review", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 65 No. 8, pp. 1025-1056.
- Hair, J. F., BLACK W, C., BABIN, B, J., e ANDERSON, R, E. (2014), *Multivariate data analysis*. Pearson Education Ltd, London.
- Kates, R., PARRIS, T. M., e LEISEROWITZ, A. A. (2005) What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, v. 47, n. 3, p. 8-21.
- Leitão, A. (2015) Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting*, v. 1, n. 2.
- Macarthur, E., e McKinsey & Company. (2014) *Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*. Ellen MacArthur Foundation.
- Macarthur, E. (2015) *Rumo a uma economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição*. Ellen MacArthur Foundation.
- Macarthur, E. (2016) *Circular Economy in India: Rethinking growth for long-term prosperity*. Ellen MacArthur Foundation.
- Ohno, T. (1988) *Toyota production system: beyond large-scale production*. crc Press.
- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. (2014) *GEO-5 para o Setor de Negócios: Impactos de um Meio Ambiente em Mudança sobre o Setor corporativo*.
- Robinson, J. (2004) Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development. *Ecological Economics*, v. 48, p. 369-384.
- Salhieh, L., e Abdallah A. A. (2019) "A two-way causal chain between lean management practices and lean values", *International Journal of Productivity and Performance Management*, <https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2018-0289>.
- Schwab, K. (2017) *The fourth industrial revolution*. Currency.
- Schwab, K. (2016) "Historical context," em *The Fourth Industrial Revolution*, WEF, p. 7.
- Shah, R., e Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of operations management*, 25(4), 785-805.
- Silveira, C., e Lopes, G. (2017) O que é indústria 4.0. *Citisystems*, nov/2016.
- WCED – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Nosso futuro comum*. (1991) 2 ed. Tradução de *Our common future*. 1 ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas.
- Wickramasinghe, G.L.D., e Wickramasinghe, V. (2017) "Implementation of lean production practices and manufacturing performance: The role of lean duration", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 28 Issue: 4, pp.531-550.
- Womack, J.P., e Jones, D.T. (2003) *Lean Thinking*. Free Press, New York.