

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO E SOCIECONÔMICAS- ESAG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

Curso: MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO

Área de Especialidade: Tecnologias de gestão em organizações intensivas em conhecimento e em TICs.

**UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA AHP NA ESCOLHA DE FERRAMENTAS DE
BIG DATA ANALYTICS PARA INDÚSTRIAS 4.0**

CPF: 029.893.000-58

Florianópolis, SC

2022

1 INTRODUÇÃO - CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E OBJETIVO DA PESQUISA

Com o crescimento da Indústria 4.0 no Brasil, vários temas pertinentes surgem para serem abordados neste novo contexto. Um deles é a geração de uma grande quantidade de dados a partir dos processos, pois cada vez mais, as máquinas e ferramentas são automatizadas e informatizadas, com isso, tudo pode ser quantificado e analisado. Isto pode ser considerado como uma das principais características da Indústria 4.0, a capacidade de abranger um conjunto de tecnologias de ponta conectadas a internet com o objetivo de tornar os sistemas mais flexíveis e colaborativos (Santos *et al*, 2018).

Assim, o Big Data Analytics (BDA) é parte muito importante da Indústria 4.0, visto que, os dados estão sendo gerados em alta velocidade, no processo produtivo, necessitando serem analisados o mais próximo possível do tempo real. Além disso, estamos vendo um rápido crescimento de novas tecnologias da informação, como computação em nuvem, internet das coisas e redes sociais, que fornecem uma grande quantidade de dados externos à empresa (WASIM *et al.*, 2019). Para analisar esse grande volume de dados, precisamos de ferramentas modernas e adaptadas a este novo contexto que sejam capazes de trabalhar, de maneira eficiente, com essa grande quantidade de dados. Pois, a partir delas poderemos coletar informações do processo de produção e analisá-las conjuntamente com dados de outras fontes, que possuam informações de clientes, fornecedores e intermediários (BAG *et al.*, 2020).

Com isso, podemos tirar proveito dos benefícios que as ferramentas de BDA podem trazer para a empresa, principalmente, no sentido de otimizar toda uma cadeia de produção, controlar o ciclo de vida completo do produto e aumentar a competitividade da empresa. Principalmente, em um cenário atual onde o padrão de consumo do cliente, exige uma personalização cada vez maior, além de uma rápida resposta aos seus desejos. Por isso, a capacidade de adaptação e flexibilidade da empresa tem que ser cada vez maior.

Atualmente, diversas soluções são encontradas no mercado, para o gerenciamento de um grande volume de dados, mas o problema para a indústria é saber quais delas se aplicam às suas necessidades. Principalmente, na hora que a empresa busca automatizar a sua indústria e aproximá-la ainda mais dos recursos criados e utilizados em Indústrias 4.0. Por isso, conhecer as ferramentas de BDA e saber, como e porque selecionar uma em detrimento de outra, é fundamental não apenas para a competitividade e produtividade de seus processos, mas também para a sua saúde financeira, já que essas tecnologias, exigem esforço orçamentário, por parte da empresa, muito grande, não só na aquisição, mas também na manutenção

O objetivo da pesquisa é definir as ferramentas de BDA mais aderentes à Indústria 4.0. Assim, os objetivos específicos são: selecionar critérios que sejam relevantes na escolha destas ferramentas, fazer um levantamento e entrevistar especialistas e profissionais que trabalham com Big Data e Indústria 4.0 em empresas brasileiras, e aplicar uma metodologia de Multi-Criteria Decision Making, chamada Analytic Hierarchy Process (AHP), para selecionar as ferramentas mais aderentes à Indústria 4.0.

A vantagem do AHP é que se pode trabalhar com critérios múltiplos e conflitantes, com vários objetivos e atributos, permitindo resolver problemas complexos no ambiente de negócios (ACHILLAS et al., 2013). Além do AHP, existem vários tipos de MCDM, cada um mais aderente a um determinado tipo de problema.

Com o MCDM, conseguimos substituir a mera decisão pela intuição dos envolvidos, visto que, decisões estratégicas não podem se basear apenas nas experiências ou intuições de seus tomadores de decisão, uma vez que podem refletir um juízo de valor particular e não coletivo, e uma decisão de qual ferramenta de BDA será utilizada na indústria, é extremamente estratégica para a empresa, além de representar um custo muito, podendo, em caso de uma decisão errada, comprometer a sustentabilidade financeira da instituição.

O método AHP foi o escolhido para a pesquisa porque é um modelo simples, mas que é extremamente eficiente para tratar com problemas complexos, além de ser possível criar medidas para analisar variáveis qualitativas, com base em julgamentos subjetivos emitidos pelos decisores

2 JUSTIFICATIVA

A importância dessa pesquisa se dá pela necessidade de modernização da indústria brasileira para competir com o contexto internacional. A indústria representa hoje menos que 10% do PIB e o Brasil com relação aos avanços tecnológicos, está muito atrás se comparado a outros países (SAKURAI, 2018). Segundo a pesquisa da GNI (2019), o Brasil ganhou cinco posições no índice Global de Inovações subindo de 69º para o 64º lugar de 126 países em um ranking das economias com maiores capacidades e sucesso de inovação. Entre as áreas em que o país se destacou, estão gastos com P&D, importações e exportações líquidas de alta tecnologia, publicações científicas.

Dentro disso está inserida a Indústria 4.0, que atualmente é o estado da arte da indústria, e que vem se mostrando fundamental na automatização dos processos para aumentar exponencialmente a sua produtividade e eficiência (SCHWAB, 2016). Uma característica

muito comum da quarta revolução é interoperabilidade das máquinas e ferramentas, com isso, é de fundamental importância analisar e estudar sobre o Big Data, para que o processo possa usufruir da melhor performance possível dessas máquinas, e consiga antecipar algum problema de manutenção desses equipamentos para não prejudicar a produtividade do processo.

Além disso, Indústria 4.0 e BDA são temas que surgiram recentemente, e que estão constantemente evoluindo. Por isso, essa pesquisa se faz necessária para aprofundar mais sobre o assunto e com isso, prestar um suporte para a indústria catarinense e brasileira. Também, as informações que podem ser extraídas de dados são extremamente valiosas, e guiam os analistas e gestores para uma administração cada vez mais próxima da realidade, e menos nas intuições dos profissionais que fazem parte da empresa.

Para a vida profissional do aluno, esta pesquisa se faz extremamente importante, pelo fato de já estar imerso no universo de Data Science, devido ao MBA na área, além de trabalhar no dia a dia com o tema, tudo isso inserido em um ambiente, que é a Federação da Indústrias de Santa Catarina (FIESC), que visa criar soluções para as indústrias do estado, e dar um suporte com relação às novas tecnologias que se fazem presente no mundo contemporâneo e que podem contribuir com o desenvolvimento da indústria.

Também, trabalhar com uma grande quantidade de dados e extrair valor a partir disso, é um trabalho rotineiro para o aluno. Existem muitas tecnologias novas que surgem e que contribuem para o trabalho com um grande volume de dados. Por isso, adentrar mais profundamente neste universo e poder ampliar o conhecimento sobre o tema é de interesse do aluno, para que sua contribuição à indústria catarinense seja mais proveitosa e valiosa por parte das empresas.

Além disso, poder conhecer outras metodologias científicas como a MCDM, e ter a oportunidade de aplicá-la na prática é de extremo interesse para o aluno em seu trabalho, a fim de tornar os processos e rotinas de trabalho cada vez mais eficazes e eficientes.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 BIG DATA

Nos últimos anos, as ferramentas de Big Data entraram em uma nova era de inovação e desenvolvimento, devido ao grande aumento da capacidade computacional em lidar com um grande volume de dados, consegue-se com praticidade, gerenciar, analisar e trabalhar os dados de uma forma bastante efetiva e eficiente. Muitos processos atuais de análise de dados se utilizam de técnicas de Big Data, como Data Mining, Machine Learning, recomendações

personalizadas, entre outros (BELLO-ORGAZ; JUNG; CAMACHO, 2016). Os dados, cada vez mais são extraídos de fontes de informações diferente às processadas pelas empresas, captadas por redes sociais, sensores em diversos produtos ou registros de tráfego de internet, entre outros, caracterizado muitas vezes pela expressão Big Data (SILVEIRA; MARCOLIN; FREITAS, 2015). Além disso, a velocidade que uma quantidade massiva de dados é gerada é cada vez maior. Por isso, costuma-se explicar o Big Data em 5V's: volume, veracidade, velocidade, valor e variedade (ANSHARI et al, 2019).

Com isso, a dificuldade de manipulação dos dados se torna cada vez maior para acadêmicos e profissionais, pois a capacidade de organizações de extrair informações valiosas é talvez a habilidade mais perseguida pelos negócios atualmente (KAUFFMANN et al, 2019).

Assim, ferramentas e técnicas tradicionais de manipulação de dados ficam defasadas, visto que elas não foram projetadas para lidar com um volume massivo de dados. Nesse contexto, empresas e universidades tiveram que desenvolver novas técnicas e ferramentas de análise de dados que permitissem a visualização e interpretação dos dados, com o objetivo principal do apoio à tomada de decisões, para este conjunto de ferramentas e técnicas, a literatura convencionou chamar de Big Data Analytics (BDA) (JANSSEN, VAN DER VOORT, WAHYUDI, 2017).

Além da volumetria dos dados, pode-se observar que o que diferencia uma análise de dados de forma tradicional do BDA é a capacidade de coletar não apenas informações estruturadas em tabelas ou algum outro formato amplamente conhecido, mas também coletar, analisar e visualizar dados não estruturados que possuem os mais diversos formatos.

Portanto, o BDA engloba várias técnicas de estatística, data mining e business analytics que visam analisar os dados de forma descritiva, preditiva e prescritiva. Também, uma variedade de softwares foram surgindo nos últimos anos para suprir as necessidades do Big Data Analytics, como Matlab, Python, R, Databricks e plataformas de Cloud, como Microsoft Azure, Amazon Web Services (AWS) e Google Cloud Platform (GCP) (AJAYI et al, 2020).

Sem dúvidas, novas tecnologias surgirão e novas técnicas cada vez mais eficientes na busca de informações também serão desenvolvidas, cabe a organização, a tarefa de decidir quais ferramentas são mais adequadas para se utilizar considerando as suas necessidades.

3.2 INDÚSTRIA 4.0

Com o surgimento de diversas tecnologias, máquinas e equipamentos cada vez mais interconectados, a indústria foi se modernizando e aumentando cada vez mais a sua

interoperabilidade. Com base nisso, em 2011, na feira de Hannover na Alemanha, surgiu o conceito de Indústria 4.0. Porém ela não reflete apenas o surgimento de máquinas e sistemas inteligentes e conectados. A Indústria 4.0 possui um escopo muito maior, ela é derivada de várias ondas de avanços que vão desde a nanotecnologia até a computação quântica, combinando com a interação entre estes vários sistemas físicos e digitais, o que faz desta revolução diferente de todas as outras (SCHWAB, 2016).

Tortorella (2017) corrobora com a ideia de que a Indústria 4.0 possui como característica principal máquinas conectadas, produtos e sistemas inteligentes com soluções inter-relacionadas. Além disso, ele acrescenta que o objetivo principal da Indústria 4.0 é uma produção autônoma e dinâmica, que incorpora tecnologias da informação e comunicação (TIC) para possibilitar uma produção em massa de produtos altamente customizáveis.

Telukdarie et al (2018) descreve que a Indústria 4.0 possibilita que máquinas em uma unidade fabril sejam capazes de planejar, programar e produzir produtos sem a necessidade de um operador. Também, a Indústria 4.0 aumenta a flexibilidade da produção, aumentando sua adaptabilidade a produtos cada vez mais customizáveis.

Destaca-se na Indústria 4.0 sete principais tecnologias aplicadas: Big data, computação em nuvem, inteligência artificial, internet das coisas, robótica, tecnologias de comunicação sem fio, sensores e atuadores (VERMULUM, 2016). Com essas tecnologias trabalhando em conjunto e se conectando em um processo produtivo, produzem uma capacidade de interoperabilidade muito maior se comparado com indústrias mais tradicionais.

Com todas estas tecnologias que vieram contribuir para aumentar a eficiência da indústria, uma questão muito importante pode se levantar, a capacidade das empresas implementar todas elas de acordo com suas necessidades. Sung (2018) pontua as dificuldades de qualquer empresa para encontrar as tecnologias que podem fornecer um maior retorno sobre o investimento, visto que, a escolha de uma tecnologia errada para a empresa pode trazer um impacto muito grande para a saúde financeira da organização. Outra questão levantada se refere ao impacto que estas tecnologias, que automatizam cada vez mais o processo, tem na empregabilidade, principalmente em profissões que exigem um baixo nível de escolaridade.

No Brasil, a maior parte das indústrias ainda transita entre a segunda e terceira revolução industrial. O setor mais avançado em relação às tecnologias empregadas da Indústria 4.0 é o automotivo, cujos profissionais e processos estão em constante atualização para atender a demanda. Destaca-se ainda que o maior desafio para o país se concentra em fatores como:

políticas que fomentem a indústria brasileira, por parte do governo; união entre os empreendedores do país e formação de profissionais altamente qualificados, por parte das universidades em conjunto com a indústria (FIRJAM, 2016).

Em resumo, a Indústria 4.0 é fundamental como diferencial competitivo para as organizações, já que ela possui tecnologias capazes de otimizar o processo produtivo, além de torná-lo cada vez mais flexível a novas mudanças. Porém, é importante ressaltar que a aplicação destas tecnologias é extremamente complexa visto o seu alto custo e a exigência de se ter profissionais qualificados capazes de trabalhar com estas novidades.

3.3 MULTI-CRITERIA DECISION MAKING

A tomada de decisão em organizações é um processo complexo e incerto. Diante disso, faz-se necessário a adoção de metodologias que organizem e ajudem a tornar este processo cada vez mais eficaz. Com isso, o Multi-Criteria Decision Making (MCDM) tem por objetivo ajudar os gestores responsáveis por tomar decisões, dando um suporte metodológico para que a decisão seja mais eficaz e consistente (ALVAREZ; ISHIZAKA; MARTÍNEZ, 2021).

Portanto, o MCDM pode ser definido como um conjunto de métodos utilizados para resolver um problema de decisão no qual exista mais de uma alternativa, em que dois ou mais critérios conflitantes são considerados de forma simultânea e explícita (GOMES et al, 2016).

Diferentes tipos de métodos foram desenvolvidos nos últimos anos, cada método pode ser utilizado de acordo com a organização onde a decisão é tomada e o tipo de problema. O método utilizado na pesquisa, como já citado anteriormente é o AHP.

O Analytic Hierarchy Process (AHP) é um método matemático de análise de decisões complexas utilizando-se tanto de dados quantitativos, como dados qualitativos, baseados na experiência e intuição de tomadores de decisão (UNVER; ERGENC, 2020). Ele foi criado por Thomas L. Saaty na década de 1970, o seu objetivo era de elaborar um modelo que refletisse o funcionamento da mente humana, na avaliação de várias alternativas em busca de uma solução para um problema complexo.

Saaty (1991) cita que o AHP contempla as seguintes fases: estruturação dos critérios e alternativas; coleta de julgamentos; cálculo de prioridades; verificação da consistência do julgamento; e, por último, o cálculo das prioridades globais das alternativas. Com isso, têm-se

uma estrutura em que são aplicadas técnicas matemáticas que aliadas a subjetividade e ao conhecimento empírico dos especialistas torna o processo decisório muito mais assertivo.

Além do AHP, dentre as inúmeras metodologias MCDM, existem outros dois importantes métodos e que são bastante utilizados, o ELECTRE e o PROMETHEE.

O Elimination and Choice Translating Reality (ELECTRE), consiste em duas principais fases: seleção de critérios que fornecem a base para fazer comparações de várias alternativas disponíveis seguidas da segunda fase que elabora várias recomendações baseadas na primeira fase. Este método pode ser utilizado para vários tipos de decisões como seleções, priorizações e classificações. Em geral, ELECTRE é aplicado com a finalidade de encontrar várias soluções subestimadas em um conjunto variado de soluções (THAKKAR, 2021).

Já o Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE), é baseado em um sistema de ranqueamento que seleciona uma ou mais alternativas, considerando todo tipo de alternativas possíveis, utilizando vários critérios que podem ser conflitantes entre si. Este método tenta encontrar a melhor alternativa dentro de um ranking de alternativas, sua principal característica é a simplicidade e clareza na aplicação (THAKKAR, 2021).

Em suma, existem várias metodologias que podem ajudar o tomador de decisão a organizar e estruturar este processo, cabe a ele verificar aquele que mais atende às suas necessidades e características.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa pode ser considerada do tipo quantitativa, já que se utiliza de algumas ferramentas matemáticas para analisar as alternativas, e qualitativa quando se refere ao levantamento das ferramentas de Big Data Analytics e em relação as entrevistas que serão necessárias para compor a pesquisa.

Ela é uma pesquisa de natureza aplicada, já que gera conhecimentos para aplicações práticas com objetivo de solucionar problemas específicos.

É uma pesquisa que tem o objetivo de ser exploratória, pelo fato de entrevistar pessoas que tiveram experiências práticas com o problema abordado na pesquisa.

Em relação aos procedimentos, é uma pesquisa experimental, pois objetiva analisar diversas variáveis para escolha das ferramentas de Big Data Analytics, além de ser bibliográfica, pois serão necessários vários estudos em materiais já publicados, como livros,

artigos, periódicos, internet etc. Na tabela 1, é possível ver o esquema do que foi dito anteriormente, em relação as metodologias que serão utilizadas na pesquisa.

A pesquisa proposta irá acontecer exclusivamente no setor industrial, abordando especificamente indústrias 4.0, já que a pesquisa se propõe a abordar um item bastante característico da Indústria 4.0, que é o Big Data.

Para a pesquisa, serão necessárias entrevistas com especialistas em Big Data e Indústria 4.0, além de profissionais que já trabalham em uma empresa que possui ao menos uma unidade fabril que se enquadre nas características de uma indústria 4.0.

Em relação aos dados necessários para a pesquisa, primeiramente será realizado um estudo amplo de várias frentes, desde artigos científicos atualizados até estudos de caso de grandes empresas mundiais, para saber o estado da arte de ferramentas de Big Data Analytics (BDA). Além disso, serão realizadas entrevistas com os especialistas já mencionados, com o objetivo de compor a matriz de tomada de decisão e verificar os critérios necessários para avaliar as ferramentas de BDA que mais se adequam à Indústria 4.0. Após, serão definidas, também junto aos especialistas, as principais ferramentas disponíveis atualmente no mercado.

Os dados serão organizados na nuvem do Google, o Google Drive, através de pastas, de maneira que facilite a busca por esses documentos quando eles forem necessários. Dividindo em tópicos principais como exemplo: Estudos bibliográficos, estudos de caso, entrevistas com especialista, entre outros temas importantes que podem surgir com o andamento da pesquisa.

Abordagem	Propósito	Natureza	Procedimento
Quantitativa e Qualitativa	Exploratório	Aplicada	Pesquisa experimental

Tabela 1- Elaborada pelo autor, 2022

5 VIABILIDADE/IMPLEMENTAÇÃO

Os resultados visam ajudar as empresas que pretendem implementar ferramentas de Big Data Analytics (BDA) em um contexto de Indústria 4.0. De um âmbito mais prático, esses resultados podem ser utilizados pelo próprio pesquisador em seu trabalho na Federação das Indústrias de Santa Catarina, no sentido de assessorar o industrial com esse tema, guiando-o para uma escolha mais metodológica e, portanto, mais precisa dessas ferramentas que podem ser de grande utilidade para a sua empresa.

6 CRONOGRAMA

O cronograma da pesquisa é uma estimativa estabelecida pelo aluno, a qual no seu decorrer poderá sofrer alterações.

A primeira etapa consistirá em um estudo aprofundado nas bibliografias sobre o tema, buscando os mais diferentes recursos, com o objetivo de ter conhecimento suficiente para dar prosseguimento a pesquisa. Com isso será definido, junto ao professor orientado, os especialistas e profissionais em BDA e Indústria 4.0 que poderão participar da pesquisa. Posteriormente, serão levantados os especialistas em BDA e Indústria 4.0 e será verificado a disponibilidade de cada um em participar da pesquisa. Após isso, será feita a seleção das ferramentas de BDA e, conseqüentemente, a escolha dos critérios relevantes a serem utilizados na metodologia para a escolha das ferramentas e, com isso aplicado o questionário, utilizando a metodologia AHP. Os dados levantados serão tabulados, em seguida se dará a aplicação do passo a passo a ser seguido, de acordo com que é definido pela metodologia, para se chegar ao resultado. Com o resultado em mãos, a redação da pesquisa prosseguirá com a análise dos resultados obtidos.

O maior tempo se dará na escrita da redação do trabalho, para uma posterior revisão dos pares envolvidos e finalizando com a apresentação final, frente à banca.

Na tabela 2, é possível observar, de maneira mais visual, o cronograma da pesquisa, com as datas estimadas pelo aluno onde serão realizadas cada atividade.

Etapas	Ago- Out/22	Nov- Dez/22	Mar- Mai/23	Mai- Jul/23	Ago- Out/23	Nov- Dez/23	Mar- Mai/224	Mai- Jul/24
Levantamento bibliográfico	x	x						
Levantamento e escolha especialistas		x						
Escolhas das ferramentas de BDA		x	x					
Escolha dos critérios			x					
Organização/aplicação questionário			x	x				
Tabulação dos dados				x	x			
Aplicação da metodologia					x			
Análise dos resultados					x			
Redação da pesquisa			x	x	x	x	x	
Revisão						x	x	
Apresentação da pesquisa								x

Tabela 2 - Elaborada pelo autor, 2022.

7 REFERENCIAL TEÓRICO

- ACHILLAS, Charisios et al. **The use of multi-criteria decision analysis to tackle waste management problems: A literature review.** Waste Management and Research, United Kingdom, 2013. ISSN 1096-3669. Disponível em: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84874054333&doi=10.1177%2f0734242X12470203&origin=inward&txGid=0a0547a6fa633008665965aa1bfc0e7b&featureToggles=FEATURE_NEW_DOC_DETAILS_EXPORT:1. Acesso em: 12 mar. 2022.
- AJAYI, Anuoluwapo *et al.* **Optimised Big Data analytics for health and safety hazards prediction in power infrastructure operations.** Reino Unido: Safety Science, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925753520300539>. Acesso em: 02 fev. 2022.
- ANSHARI, Muhammad *et al.* **Customer relationship management and big data enabled: Personalization & customization of services.** Applied Computing And Informatics, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210832718300735>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- BAG, Surajit *et al.* **Big data analytics as an operational excellence approach to enhance sustainable supply chain performance.** Resources, Conservation And Recycling, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344919304653>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- BELLO-ORGAZ, Gema; JUNG, Jason J.; CAMACHO, David. **Social big data: Recent achievements and new challenges.** Coreia do Sul: Inf. Fusion, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566253515000780>. Acesso em: 02 fev. 2022.
- FIRJAN. **Indústria 4.0: Panorama da Inovação**, 2016. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0-1.htm>. Acesso em: 21 fev. 2022.
- GNI. **Global Innovation Index.** Índice Global de Inovação, 2019. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/portaldaindustria/noticias/media/filer_public/01/ce/01ce693a-2a6c-43b9-a30a-2cdc3b0ce5b3/indice_global_de_inovacao_ingles.pdf. Acesso em: 27 mar. 2022.
- GOMES, Carlos F.S. *et al.* **Estratificação das 16 técnicas multicritério mais utilizadas: estudo bibliométrico de artigos indexados na base Scopus.** Limeira-SP: Anais. ERPO, 2016. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/4133/M2016%20-%20Jose%20Artur%20Moraes%20Vieira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 mar. 2022.
- JANSSEN, Marijn; VAN DER VOORT, Haiko; WAHYUDI, Agung. **Factors influencing Big Data decision-making quality.** Journal of Business Research, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296316304945>. Acesso em: 12 mar. 2022.

KAUFFMANN, Eric *et al.* **A framework for big data analytics in commercial social networks**: A case study on sentiment analysis and fake review detection for marketing decision-making. *Industrial Marketing Management*, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0019850118307612>. Acesso em: 09 fev. 2022.

SAATY, Thomas L. (1990), **How to make a decision**: The analytic hierarchy process, *European Journal of Operational Research*, 1991. Disponível em: <http://www.scopus.com>. Acesso em: 12 de mar. de 2022.

SANTOS, David F. L. *et al.* **The trajectory of the ability to innovate and the financial performance of the Brazilian industry**. *Technological Forecasting and Social Change*, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/179267>. Acesso em: 12 mar. 2022.

SAKURAI, Ruudi; ZUCHI, Jederson D. **As revoluções industriais até a indústria 4.0**. *Revista Interface Tecnológica*, 2018. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/386#:~:text=A%20Ind%C3%BAria%204.0%20traz%20em,voltado%20para%20a%20era%20digital>. Acesso em: 27 mar. 2022

SCHWAB, Klaus. **The fourth industrial revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2016.

SILVEIRA, Márcio; MARCOLIN, Carla B.; FREITAS, Henrique M.R. **O Big Data e seu uso corporativo**: uma revisão de literatura. São Paulo: SINGEP, 4, 2015. Anais... Disponível em: <https://singep.org.br/4singep/resultado/245.pdf> Acesso em: 20 fev. 2022.

SUNG, T.K. **Industry 4.0**: a Korea perspective. *Coréia do Sul: Technological Forecasting and Social Change*, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162517313720>. Acesso em 20 fev. 2022.

TELUKDARIE, Arnesh *et al.* **Industry 4.0 and supply chain sustainability**: framework and future. *Benchmark: An International Journal*, 2018. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BIJ-03-2018-0056/full/html>. Acesso em: 20 fev. 2022.

THAKKAR, Jitesh J. **Multi-Criteria Decision Making**. National Rail and Transportation Institute (NRTI), 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-33-4745-8>. Acesso em: 05 mar. 2022.

TORTORELLA, Guilherme L.; FETTERMANN, Diego. **Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies**. International Journal of Production Research, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2017.1391420?journalCode=tprs20>. Acesso em: 15 fev. 2022.

UNVER, Saliha; ERGENC, Ibrahim. **Safety risk identification and prioritize of forest logging activities using analytic hierarchy process (AHP)**. Alexandria Engineering Journal, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016820305949>. Acesso em 05 mar. 2022.

VERMULUM, Roberto. **Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no brasil**. São Paulo: IEDI, 2018. Disponível em: https://iedi.org.br/media/site/artigos/20180710_politicas_para_o_desenvolvimento_da_industria_4_0_no_brasil.pdf. Acesso em: 20 fev. 2022.

WASIM, Akram et al. **Big Data Analytics** - Current Status, Challenges and Connection of unbounded data Processing platforms. International Journal Of Innovative Technology And Exploring Engineering, 2019. Disponível em: <https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/papers/v8i9S2/I11440789S219.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2022.