

A TOMADA DE DECISÃO, O BIG DATA E A LOGÍSTICA.

Gabriele Franco Pavani (IC) e Massaki de Oliveira Igarashi (Orientador)

Apoio: PIBIC Mackenzie

RESUMO

O ser humano sempre buscou tomar a decisão mais assertiva. Com a evolução da tecnologia, mais especificamente da tecnologia da informação, evoluíram também os métodos que conceituam uma tomada de decisão; estes métodos podem ser utilizados em situações e áreas distintas como a engenharia, medicina, logística, entre outras. Nesta revisão bibliográfica buscou-se estudar alguns métodos como árvore de decisão, tomada de decisão multicritérios, processo hierárquico analítico e também os conceitos que fundamentam o Big Data para uma tentativa de encontrar um elo entre o processo de tomada de decisão, o big data e a logística. Dentre os métodos estudados para tomada de decisão este projeto de pesquisa destaca, inclusive, um exemplo de utilização do Processo Hierárquico Analítico cuja decisão se dá pela análise de pares considerando-se as respectivas prioridades dos múltiplos critérios estabelecidos. Ele auxilia em decisões como, por exemplo, escolha entre duas empresas de logística ou qual rota escolher. Não obstante, esta pesquisa de revisão bibliográfica destaca a possibilidade de utilização deste método de tomada de decisão na logística, onde o panorama atual é de uma logística modernizada tecnologicamente que tem sensores e equipamentos para captura, em tempo real, de uma vasta quantidade de dados, inserindo-se ao Big Data. Portanto, com o apoio das ferramentas Big Data, pode-se analisar com uma alta velocidade um grande volume de dados relacionados a problemas/situações na logística definindo-se quais os critérios e suas respectivas prioridades, e utilizar o Processo Hierárquico Analítico para uma efetiva tomada de decisão.

Palavras-chave: tomada de decisão, métodos, logística.

ABSTRACT

The human being has always sought to make the most assertive decision. With the evolution of technology, more specifically information technology, have also evolved the methods that conceptualize decision making; These methods can be used in different situations and areas such as engineering, medicine, logistics, among others. This bibliographic review sought to study some methods such as decision tree, multi-criteria decision making, analytical hierarchical process and also the concepts that underlie Big Data for an attempt to find a link between the decision making process, big data and logistics. Among the methods studied for decision making, this research project also highlights an example of using the Analytical Hierarchical Process, whose decision is made by peer analysis considering the respective priorities of the multiple criteria established. It assists in decisions such as choosing between two logistics companies or which route to choose. Nevertheless, this literature review highlights the possibility of using this decision making method in logistics, where the current scenario is

of a technologically modernized logistics that has sensors and equipment to capture, in real time, a vast amount of data. by entering Big Data. Therefore, with the support of Big Data tools, it is possible to analyze with great speed a large volume of data related to problems / situations in logistics, defining the criteria and their respective priorities, and use the Analytical Hierarchical Process for an effective decision making.

Keywords: decision making, methods, logistics.

1. INTRODUÇÃO

Existem diversos métodos para tomada de decisão e, alguns deles podem ser aplicados à logística, como o método Processo Hierárquico Analítico (do inglês *Analytic Hierarchy Process* - AHP), MACBETH (siglas do inglês *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) e Método Árvore de decisão (do inglês *Decision Tree*) (VARGAS, 1990; BANA E COSTA, 2010; GONZÁLES, 2002; SANTOS, 2002).

Com base na revisão bibliográfica feita, foi realizada uma síntese do entendimento elencando-se, na Tabela 1, os métodos que podem ser utilizados para uma tomada de decisão no contexto da logística e também suas principais características.

Dentre os métodos citados para tomada de decisão, nota-se que o método de Processo Hierárquico Analítico, também conhecido pela sigla do termo original em inglês, *Analytic Hierarchy Process* - AHP; seja, dentre os métodos analisados, o mais indicado para ser aplicado à logística, devido a sua análise multicritério, o que para a logística permite considerar diversos elementos que a compõem (controle de estoque, tráfego e transporte, armazenagem e estocagem, dentre outros). Além disso, tal método reduz os problemas de hierarquia no processo de decisão, além de fazer a modelagem propriamente dita. Tais etapas devem se organizar de forma com que os critérios traduzam o problema da maneira mais eficiente.

A logística depende de tomadas de decisões estratégicas, já que a mesma é vinculada à organização da demanda de material e produto, ao gerenciamento técnico da movimentação, aquisição de produtos, armazenamento de produtos e transporte; que devem ser organizados para haver maior lucratividade e, portanto, a satisfação do cliente a um menor custo. Sendo assim, estudar e entender as diferentes características que indiquem o método escolhido como o mais indicado, dentre os métodos selecionados, para tomadas de decisão na logística não somente pode ajudar as empresas na escolha da metodologia empregada para suas decisões, mas também a otimizar os serviços prestados e ajudar na análise dos dados que já produzem.

Neste contexto, este trabalho de revisão bibliográfica teve o objetivo de estudar os métodos para tomada de decisão existente no âmbito da logística da cadeia de suprimentos, relacionando-os a possibilidade de utilização de ferramentas Big Data. Logo, destacando o modelo mais adequado para tomada de decisão na logística da cadeia de suprimentos.

Tabela 1 - Métodos para tomada de decisão que podem ser aplicados à logística.

MÉTODO	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
Processo Hierárquico Analítico (Analytic Hierarchy Process - AHP)	• Sua Principal característica é a modelagem de problemas segundo uma estrutura hierárquica. • O método é baseado na teoria matemática da hierarquia e permite a avaliação do impacto de um nível sobre o próximo nível. • Evidenciam que as comparações paritárias são adquiridas por meio de questionamento direto as pessoas ou por meio de indicadores numéricos associados aos critérios de decisão.
MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique)	• Técnica de análise de decisão multicritério que permite uma estruturação flexível e compreensível por meio do raciocínio natural e sistemático. • Une a representação numérica da informação com os critérios escolhidos para análise. • A técnica é uma abordagem interativa que auxilia a construção de conceitos de julgamentos sobre o grau de atratividade entre os elementos.
Tomada de decisão multicritérios (Multiple Criteria Decision Aid – MDCA)	• Técnica multicritério e de complexa aplicação. • Ajuda no gerenciamento de sobrecargas de informações por meio da organização de um problema complexo em uma estrutura compreensível. • Técnica que permite sumarizar informações, julgamentos e conhecimentos. • Avalia todas as informações de maneira conjunta, de forma que as conclusões alcançadas reflitam sentimentos do tomador de decisão.
Método de Árvore de decisão	• Tal método busca construir classificadores que desmembram um conjunto de dados em grupos menores, de tal forma que estes possuam características parecidas, ou seja, anteveem classe baseada nos valores de atributos de um conjunto de dados, ajudando na tomada de decisões. • O resultado gerado pelo Método árvore de decisão são dados organizados compactamente, que são utilizados para classificação de novos casos.

Fonte: Elaborado pela autora

2. DESENVOLVIMENTO DO ARGUMENTO

Neste item são apresentados e discutidos os elementos conceituais e as implicações dos itens contidos nesta pesquisa. Primeiramente será abordado a logística, com suas principais características. Em seguida, o método AHP é apresentado, além de se citar outras aplicações para o mesmo. Dessa forma, os assuntos abordados são unidos no tópico seguinte e, por fim, é apresentado o conceito e a forma com a qual o Big Data pode ser aplicado à logística.

2.1. A Logística

Mesmo sendo uma atividade econômica bastante antiga, a logística pode ser considerada como um conceito moderno. A ideia de estocagem nasce da evolução da produtividade que proporcionou excedentes à demanda fundamental para consumo imediato.

Como consequência dessa necessidade de movimentação surgiu o transporte, para a comercialização da produção (ROSA, 2018).

Uma corporação deve oferecer, da maneira mais eficiente possível aos seus clientes, produtos e/ou serviço, conforme suas necessidades e exigências (VIEIRA, 2016).

Compõem o sistema logístico os seguintes elementos: controle de estoque, compras, processamento de pedidos, serviço ao cliente, tráfego e transporte, armazenagem e estocagem, dentre outros (VIEIRA, 2016).

Algumas dessas atividades (elementos) citadas são consideradas atividades-chave, já que possuem o objetivo de diminuir os custos com a distribuição e manter um bom nível de serviços ao cliente; ou seja, tem o objetivo de oferecer valor para clientes e fornecedores. Tal valor é representado como tempo e lugar, logo, o transporte adiciona valor de lugar aos produtos e serviços, enquanto estoque, valor de tempo (VIEIRA, 2016).

Mais recentemente, um conceito muito divulgado pela comunidade acadêmica como “Big Data” (GANDOMI, 2019; GOVINDAN, 2018; MENEZES, 2019) trouxe orientações e ferramentas que podem colaborar, inclusive, com a tomada de decisões sobre cadeias de suprimentos orientadas a dados. A análise e a interpretação de grande quantidade de dados em tempo real podem ajudar as organizações a tomar decisões mais assertivas e mais rápidas para satisfazer as exigências do cliente. Além disso, ajudará também a melhorar o design e o gerenciamento da cadeia de suprimentos, amenizando e reduzindo os riscos (GOVIDAN, 2018).

Ao se utilizar a análise e ferramentas Big Data, muitas áreas na gestão da cadeia de suprimentos poderiam se beneficiar, podendo citar como exemplos a mitigação do efeito chicote, tomada de decisão multicritério, gestão sustentável da cadeia de suprimentos, manutenção preditiva baseada em dados de sensores em manufatura, logística eficiente, previsão e gerenciamento de demanda e, planejamento e programação (GOVIDAN, 2018).

O método matemático de tomada de decisão AHP é uma ferramenta auxiliadora para análises de multicritérios, sendo um dos principais e mais utilizados artifícios voltado para determinar uma escolha, devido à sua aplicabilidade e não utilização de cálculos complexos (FERNANDES, 2018).

2.1 O Método Processo de Análise Hierárquica

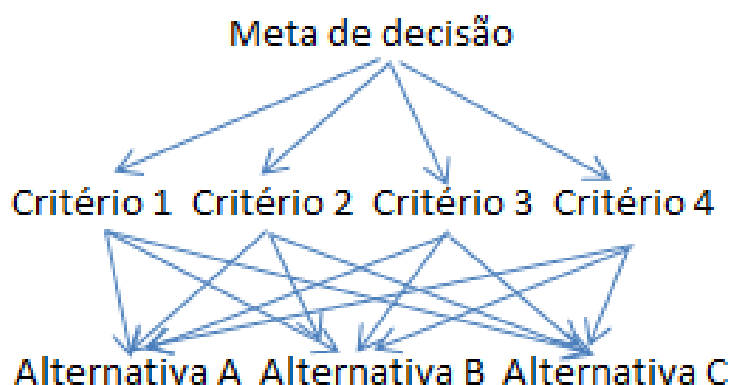
Thomas L. Saaty desenvolveu, nos anos 1970, um método denominado método Processo Hierárquico Analítico, tradução do inglês *Analytic Hierarchy Process - AHP* o qual compreende uma análise multicritérios, que avalia por meio de comparações paritárias, demonstradas através de escalas de prioridade, com base no julgamento de especialistas sobre um assunto definido, que propicia a tomada de decisão (GUBERT, 2016).

A conversão de dados empíricos em modelos matemáticos é o principal diferencial do método AHP. Os valores obtidos são processados e comparados. Para cada um dos fatores serão atribuídos pesos que serão necessários para a avaliação dos elementos dentro da hierarquia definida (AGÁPITO, 2016)

O método AHP verifica medidas de natureza qualitativa, une partes de uma circunstância complexa identificando os fatores dominantes e avaliando o peso de sua influência; comparando-os aos pares, compreendendo as importâncias relativas em uma escala. Por isso é denominado um método de tomada de decisão multicritério (GUBERT, 2016).

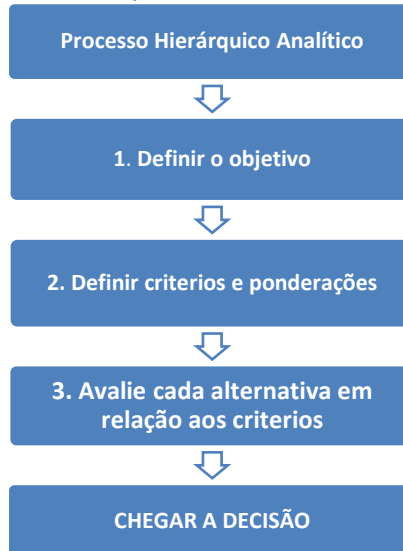
O problema é estruturado e alocado os critérios em níveis hierárquicos (Figura 1), para que o tomador de decisão obtenha um melhor entendimento sobre o mesmo. Neste nível são identificados os principais elementos para a tomada de decisão, colocando em camadas específicas os conjuntos afins (MACHADO, 2012).

Figura 1 - Estrutura hierárquica geral do método AHP.



Fonte: Adaptado MARCHEZETTI, 2011.

Existem três níveis no AHP (Figura 2), e cada um desses níveis é essencial para o sucesso geral do problema em questão (FREE MANAGEMENT EBOOKS, 2018).

Figura 2 - Níveis dentro do Processo Hierárquico Analítico.

Fonte: Adaptado de FREE MANAGEMENT EBOOKS, 2018.

Primeiramente deve-se decidir o objetivo, que na maioria das vezes é fácil de completar. Porém, necessita-se de cuidado para que o objetivo seja definido corretamente antes de seguir para os próximos estágios. Se o objetivo não estiver claro, tudo terá um grau de ambiguidade que prejudicará todo o processo (FREE MANAGEMENT EBOOKS, 2018).

Em seguida, no segundo nível, será necessário listar todos os critérios que serão utilizados para a decisão. Assim que todos os critérios forem estabelecidos, cada um receberá um peso, tal que o total de todos os critérios utilizados some um total de 1 (FREE MANAGEMENT EBOOKS, 2018).

No terceiro e ultimo nível do processo, todas as escolhas potenciais que poderiam ser feitas serão listadas na seção de alternativas, sendo classificadas nos critérios antes estabelecidos. Ao usar as pontuações de classificação emitidas para cada alternativa, em conjunto com pesos estipulados aos critérios em questão, obtém-se uma pontuação para cada opção que ajudará a declarar a melhor opção (FREE MANAGEMENT EBOOKS, 2018).

O AHP tem como uma de suas vantagens a análise de atributos e critérios sem a necessidade de se prender em uma escala comum para todos eles. A Tabela 2 mostra a escala usada para fazer as comparações.

Tabela 2 - AHP escala de 9 pontos utilizados nos comparativos pareados.

ESCALA	AValiação	RECÍPROCO	COMENTÁRIO
Igual importância	1	1	Os dois contribuem igualmente para os objetivos
Importância moderada	3	1/3	A experiência e o julgamento favorecem um critério levemente sobre o outro
Mais importante	5	1/5	A experiência e o julgamento favorecem um critério fortemente em relação a outro
Muito importante	7	1/7	Um critério é fortemente favorecido em relação a outro e pode ser demonstrado na prática
Importância Extrema	9	1/9	Um critério é favorecido em relação a outro com o mais alto grau de certeza
Valores intermediários	2, 4, 6 e 8		Quando se procura condições de compromisso entre duas definições. É necessário acordo.

Fonte: Adaptado de GARCIA, 2014.

Comparativos em pares são feitos com o objetivo de determinar o quão importante são os critérios e atributos. O tomador de decisão envolvido deve comparar a importância de um elemento para o outro, usando a escala de nove pontos mostrada na Tabela 2. Pode-se citar como exemplo a matriz A (Tabela 3) na qual o primeiro critério é classificado como elemento com forte dominância sobre o elemento 2, então na posição A_{12} o valor 5 é colocado e, respectivamente, 1/5 é colocado na posição A_{21} (GARCÍA, 2014).

Tabela 3 - Matriz A (matriz de dominâncias)

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4
Critério 1	1	5		
Critério 2	1/5	1		
Critério 3			1	
Critério 4				1

Fonte: Elaborado pela autora.

Uma das vantagens deste método é que ele permite identificar as inconsistências dos tomadores de decisão, uma vez que raramente são consistentes em seus julgamentos sobre fatores qualitativos.

Conforme os critérios de eficiência do AHP, um Índice de Consistência (IC) (Equação I)

$$IC = \frac{\delta_{MAX} - n}{n - 1} \quad (I)$$

e uma Relação de Consistência (RC)* (Equação II) são incorporados à análise (GARCÍA, 2014).

$$RC = \frac{IC}{RI} \quad (II)$$

O RC é utilizado para medição da qualidade dos julgamentos feitos por um tomador de decisão. Um RC menor que 0,10 é considerado aceitável, enquanto um RC superior a 0,10 necessita que o tomador de decisão faça avaliações ou julgamentos novamente (GARCÍA, 2014).

*Obs.: RI é equivalente ao índice randômico (números que não possuem medida definida, que, quando colocados em sequencia não é possível definir com exatidão o próximo numero, no entanto, para matrizes existe uma tabela pré-definida com esses valores).

2.1.1 OUTRAS APLICAÇÕES DO MÉTODO AHP

O método AHP é uma ferramenta de apoio ao processo de tomada de decisão cujo âmbito de aplicação engloba desde áreas da engenharia até áreas da educação, indústria, medicina, agrícola, entre outros. O AHP está sendo amplamente aplicado na resolução de problemas contendo a tomada de decisão com múltiplos critérios ou de múltiplos objetivos; ambos os nomes utilizados para o mesmo fim (ALVES, 2015).

Como é um método de apoio à tomada de decisão que estuda múltiplas alternativas e indica a melhor em ordem de prioridade, levando em consideração os critérios predefinidos pelo tomador de decisão, o AHP, torna possível a estruturação de problemas incorporando conhecimento e julgamentos de maneira que as questões envolvidas sejam claramente estruturadas, avaliadas, debatidas e priorizadas. Uma preeminência que pode ser citada é a possibilidade de formar um problema com dados quantitativos e qualitativos, envolvendo também graus de certeza e incerteza (ALVES, 2015).

O AHP pode ser aplicado em vários problemas, como decisões em grupo, alocação de recursos, seleção de portfolio de projetos, seleção de fornecedores, gestão de conflitos e outras áreas. Vários órgãos governamentais e empresariais utilizam esta metodologia no Brasil e no exterior (SANTOS, 2016).

O método AHP possui quatro elementos essenciais (SANTOS, 2016):

- Atributos e Propriedades – No qual um número finito de alternativas é confrontado em função de um número finito de propriedades.
- Correlação Binária – é realizada onde um critério pode ser melhor ou indiferente a outro.
- Escala Fundamental – para cada elemento é vinculado um valor de prioridade sobre outros elementos, baseados em uma escala numérica de números positivos e reais.
- Hierarquia – os critérios são ordenados em níveis hierárquicos.

Dentre as diversas outras aplicações do método AHP destacam-se os seguintes casos, alguns não relacionados à logística (mas que podem ser úteis para entender suas aplicações):

O extravasamento de água para o leito do rio acarreta em um fenômeno chamado inundação. Utilizou-se o método AHP para gerar o mapa de suscetibilidade de ordem de gás da bacia do rio Uraim, no município de Paragominas Pará, e assim analisar a suscetibilidade ao alagamento em alguns pontos da bacia, com base nas características físicas e na bacia morfométrica, além da localização da mesma, para saber quais pontos estão mais suscetíveis ao alagamento. Ou seja, utilizam-se critérios para determinar as principais localizações que podem sofrer com possível alagamento da bacia (CORREA, 2018).

Gerar eletricidade por meio de fontes renováveis é uma das soluções para atender à demanda cada vez maior por energia elétrica no país e no mundo. Recentemente foram realizados leilões de energia no Brasil, no qual grandes usinas fotovoltaicas foram planejadas para operar em alguns anos. Entretanto, a grande dimensão territorial e baixa qualidade de infraestrutura são elementos que dificultam tomadas de decisão eficazes que acelerem o crescimento desse segmento. Para o auxílio de órgãos governamentais, agências regulamentadoras, entre outros, utilizou-se critérios associados ao método AHP, para auxiliá-los na tomada de decisão, a fim de se escolher regiões prioritárias para implantação de usinas solares fotovoltaicas (BULHÕES, 2017).

O método AHP foi utilizado para especializar as manchas de inundação do município de Vitória no Estado do Espírito Santo, Brasil, utilizando o mapeamento em registros documentais, campanhas de campo e um evento de maior precipitação concentrada dos últimos quarenta e cinco anos. Dessa forma, com o resultado, pode-se calcular as áreas inundáveis em graus de susceptibilidades. O AHP possibilita também, a avaliação de outras áreas de municípios e regiões com características semelhantes, gerando uma importante informação no auxílio da gestão territorial, como a implantação ou revisão de plano de drenagem urbana e plano diretor municipal (COELHO, 2017).

A manutenção preventiva dos equipamentos de telecomunicações das plataformas de petróleo da bacia de Campos era realizada de acordo com um cronograma. O aumento da quantidade de unidades na região de produção, ligado a otimização dos custos na logística *offshore*, ocasionaram a revisão das políticas de manutenção. As ações de prevenção, até então executadas exclusivamente sobre cada rede ou sistema, passaram a englobar mais de uma especialidade, objetivando o melhor aproveitamento da oportunidade de embarque. A utilização do método AHP se deu pelo fato de elencar qual plataforma deveria receber a equipe de manutenção preventiva de telecomunicações, já que muitas já não possuem mais o técnico a bordo (DA SILVA NETO, 2016).

As diversas possibilidades de aplicações do método AHP evidenciam que esta análise de pares e as respectivas prioridades dos múltiplos critérios estabelecidos permitem que ele seja um método muito flexível em função do vasto número de aplicações no auxílio a decisões.

2.1.2 O MÉTODO AHP E A LOGÍSTICA

Para coordenar a oferta e a demanda é necessário um transporte confiável e uma resposta rápida. No entanto, essa combinação resulta, muitas vezes, em altos custos. Portanto, o projeto eficiente da cadeia de suprimentos é necessário para fornecer um melhor fluxo de materiais e reduzir os custos logísticos das instalações (VIEIRA, 2017).

Haja vista o exposto, a área de logística precisa se munir de subsídios que sustentem uma tomada de decisão acertada, e um dos métodos comumente empregados para subsidiar as decisões é o AHP (GUBERT, 2016).

A responsabilidade da Logística, além da gestão dos fluxos dos materiais, destaca a gestão da informação, o qual uma informação bem administrada reduz as perdas de estoques, diminuindo os desperdícios. Outro aspecto relevante, referente à gestão da informação, é que por meio da logística, é viável restringir os prazos de entrega, o que torna possível servir melhor os clientes. A logística é uma conexão que une os mais diversos elos da cadeia, tanto os internos como externos, possibilitando a coordenação e integração, o qual auxilia na melhoria da influência das organizações e, por conseguinte a economia (GUBERT, 2016).

A distribuição física alcança funções como a gestão de estoque, a administração dos pedidos, a armazenagem, o transporte, entre outras. Logo, por fazer parte de tantas ações, conclui-se que sua boa administração faz a empresa obter vantagem competitiva, colocando seus produtos ao alcance dos consumidores (LEITE, 2017).

Na prática, o AHP é aplicado também para indicar o provedor de serviços logísticos mais adequados, envolvendo custos, tecnologia, eficiência entre outros critérios como localizações de armazéns. Este processo também é utilizado para apontar a melhor localização de um centro logístico emergencial, tendo em consideração critérios sociais, ambientais, econômicos e técnicos (GUBERT, 2016).

Para tomada de decisões mais simples na logística, por exemplo, numa escolha entre duas rotas para entregas, o método AHP pode expor a decisão mais assertiva em forma de percentual onde as matrizes e critérios para decisão podem ser calculados através de uma simples planilha Excel.

Seguindo as etapas já descritas no tópico 2.2, foi elaborada uma problemática sobre qual a melhor opção de rota a ser seguida por uma empresa, sendo esta resolvida por meio de Excel. Este exemplo contribui para demonstrar o entendimento sobre o tema pesquisado e também comprovar as possibilidades de aplicação destacadas.

Logo, foram elencadas Rota 1 e Rota 2 e, o objetivo definido foi o de escolher a melhor rota, de acordo com os critérios estabelecidos. Sendo eles, Fluxo de tráfego, Headway¹ de tempo, Densidade de veículos e eventualidades.

Em seguida, foram definidos os pesos de acordo com a Tabela 1 e, em seguida, foram realizados os cálculos no Excel. Tais cálculos referem-se ao Auto vetor e ao Auto Vetor Nominal (Tabela 4).

Tabela 4 – Matriz com critérios e pesos definidos.

	Fluxo de tráfego	Headway de tempo	Densidade de veículos	Eventualidades	Auto vetor	AVN
Fluxo de tráfego	1,00	3,00	0,33	0,20	0,67	12%
Headway de tempo	0,33	1,00	0,20	0,14	0,31	6%
Densidade de veículos	3,00	5,00	1,00	0,50	1,65	30%
Eventualidades	5,00	7,00	2,00	1,00	2,89	52%
Soma	9,33	16,00	3,53	1,84	5,53	100%

Fonte: Elaborado pela autora.

Após a elaboração da matriz acima, foram calculados o $\lambda_{\max}$, o IC e o RC, sendo o $\lambda_{\max}$ utilizado para calcular o IC e este utilizado para calcular o RC, que indica o quão inconsistente estão os dados, não podendo ultrapassar 10% (Figura 3).

Figura 3 – Cálculos para encontrar inconsistência de dados

$$\lambda_{\max} = 4,0549$$

$$IC = 0,0183$$

$$RC = 2,1\%$$

Significa que está apenas
2,1% incoerente

Fonte: Elaborado pela autora.

Após a confirmação de que os dados obtidos até o momento estão de coerentes ao método, faz-se a comparação entre as duas rotas para cada critério, calculando-se também o auto vetor e o auto vetor nominal. Conforme se constata através da Tabela 5, a seguir:

Tabela 5 – Adequação dos pesos para Rotas de acordo com os critérios.

Eventualidades	Rota 1	Rota 2	Auto vetor	AVN
Rota 1	1	3	1,7	75%
Rota 2	0,33	1	0,6	25%
Soma	1,33	4	2,3	100%

¹ **Headway** é o intervalo de tempo entre sucessivos veículos quando estes passam em um ponto da via.

Fluxo de tráfego	Rota 1	Rota 2	Auto vetor	AVN
Rota 1	1	7	2,65	88%
Rota 2	0,14	1	0,38	13%
Soma	1,14	8	3,02	100%

Headway de tempo	Rota 1	Rota 2	Auto vetor	AVN
Rota 1	1	5	2,24	83%
Rota 2	0,2	1	0,45	17%
Soma	1,2	6	2,68	100%

Densidade de veículos	Rota 1	Rota 2	Auto vetor	AVN
Rota 1	1	3	1,73	75%
Rota 2	0,33	1	0,58	25%
Soma	1,33	4	2,31	100%

Fonte: Elaborado pela autora.

Posteriormente a adequação dos pesos para cada critério em relação as rotas, é formulada uma nova matriz, na qual é calculada a decisão final para escolha da melhor opção de rota. Nesta ultima matriz são considerados o Auto Vetor Nominal e os Autos Vetores Nominais das Rotas 1 e 2. Por ultimo, a resposta (melhor opção) é obtida por meio do Vetor Decisão, através da matriz exibida na Tabela 6, que pode ser calculado através da formula =SOMARPRODUTO.

Tabela 6 – Matriz para encontrar a melhor decisão.

Critérios/alternativas	Fluxo de tráfego	Headway de tempo	Densidade de veículos	Eventualidades	Vetor Decisão
Vetor dos critérios	12%	6%	30%	52%	
Rota 1	88%	83%	75%	75%	76,98%
Rota 2	13%	17%	25%	25%	23,02%

Melhor opção

Fonte: Elaborada pela autora.

Portanto, nota-se que a Rota 1 é a melhor opção para a empresa transportar seus produtos. Percebe-se através da matriz que a Rota 1 é melhor que a Rota 2 em todos os critérios escolhidos.

Dessa forma, através desse exemplo, comprova-se a aplicabilidade do método AHP em processos logísticos, podendo ser em versões de fácil aplicabilidade, como essa, ou problemas mais complexos, podendo envolver cada vez mais critérios e números de rotas por exemplo.

2.2 BIG DATA NA LOGÍSTICA

O Big data pode ser definido como o processamento de grandes volumes de dados, os quais ferramentas tradicionais são incapazes de lidar na velocidade necessária. Não existe um volume específico para classificar o fenômeno Big Data, também marcado pela complexidade e velocidade de processamento. Dessa forma, a definição de grande volume deve ser analisada individualmente, pois o que pode ser considerado uma grande quantidade para uma situação, pode não ter a mesma classificação para outra (LUVIZAN, 2015).

A literatura descreve o termo Big Data através de palavras que iniciam com a letra V, mas a quantidade de V varia entre os autores (GANDOMI, 2015; GOVINDAN, 2018; MENEZES, 2019; SAHOO, 2018; UDDIN, 2014; ZHONG, 2016).

Ao se estudar os autores que definem Big Data percebe-se que quantidade de letras V que definem o termo começou com 3 e rapidamente foram acrescentados outros 3, definindo-se Big Data com 6 Vs (GANDOMI, 2015); autores como Uddin (2014) utilizam 7 Vs para definir Big Data e Sahoo (2018) o faz através de 9 Vs.

Fundamentalmente, os 3 Vs iniciais referem-se a:

- a) **Volume:** grande quantidade de dados envolvidos;
- b) **Variedade:** heterogeneidade dos dados disponíveis;
- c) **Velocidade:** alta velocidade necessário para captura e análise dos dados.

No entanto, somente os clássicos 3Vs não conseguem suprir as necessidades atuais de acordo com o avanço da maturidade e utilização dos dados. Dessa forma, foram adicionados mais 3Vs na construção do conceito que fundamentam o Big Data (GANDOMI, 2015):

- d) **Veracidade:** refere-se à confiabilidade dos dados; precisam de fato representar a população da qual está sendo analisada;
- e) **Variabilidade:** refere-se à taxa de variação no tempo;
- f) **Valor:** quanto à importância da informação obtida a partir da análise destes dados.

O Big Data é um conceito que tem se tornado mais importante a cada dia para as organizações; inclusive pode fornecer informações que auxiliam suas tomadas de decisão. No Brasil, num relatório emitido em 2016, por exemplo, 93% de uma amostragem de CEOs acreditava que nos próximos 5 anos o uso de Analytics/Big Data se tornaria essencial em suas tomadas de decisão (PWC, 2016).

Diferentes categorias de dados são analisadas de forma massiva pelo Big Data e esses dados estão espalhados pela rede pública (ex. dados de redes sociais) e privada (ex. dados internos de uma empresa). Esta grande disponibilidade necessita que técnicas

complexas sejam utilizadas para obter o melhor aproveitamento da análise deste grande volume de dados (MENEZES, 2019).

Em relação a logística, o uso de Big Data tem auxiliado na otimização de melhores tomadas de decisões em definição de local de instalação e diminuição do custo de transporte, além da utilização no campo de otimização de rota (MENEZES, 2019).

Para se capturar uma quantidade massiva de dados para logística, pode-se utilizar, por exemplo, a identificação por rádio frequência, (tradução do inglês *Radio Frequency Identification* - *RFID*). Tal ferramenta auxilia a identificação inteligente de recursos de na logística, isto é, possibilita a comunicação e identificação de cargas através das demais áreas conectadas na empresa, apoiado na tecnologia de computação em nuvem e Internet das coisas (do inglês *Internet of Things* - *IoT*) de maneira integrada (ZHONG; LAN; XU; DAI; HUANG, 2016).

Alternativas utilizando navegação global por satélite (tradução do inglês *Global Navigation Satellite System* - *GNSS*), mais especificamente o GPS (sigla do termo em inglês *Global Positioning System*), que é um dos mais populares sistemas de navegação por satélite, no caso, americano; também podem ser utilizadas para obter dados de transporte rodoviário e marítimo, podendo assim, fazer a otimização de rotas. No entanto a tendência tem demonstrado que a otimização de malha não vem de modelos e teorias complexas, mas sim da mineração de dados e correlações simples (MENEZES, 2019).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de revisão bibliográfica teve como objetivo analisar alguns métodos de tomada de decisão, porém o método AHP foi escolhido como foco para um estudo e exemplificação um pouco mais aprofundada devido as suas características que se enquadram melhor no âmbito da logística. A escolha, que se fundamentou na bibliografia estudada, deve-se ao fato de que o AHP possui inúmeras aplicações que servem de exemplo e base para futuras implementações.

Especificamente na logística, área responsável pelo fluxo de materiais, o método que surgiu na década de 1970 e foi vastamente divulgado na década de 1980, pode ajudar muito na função de auxiliar o processo de tomada de decisão.

O conceito de logística é antigo, no entanto ele vem se modernizando a cada dia com a entrada de novas tecnologias que podem estar relacionadas com o conceito Big Data, que propicia ferramentas e tecnologias para análise, praticamente em tempo real, desta grande quantidade de informações; informações estas que servem para aperfeiçoar as tomadas de decisões, e que podem ser otimizadas pelo utilização do método AHP.

Logo, conclui-se que o método AHP apoia a escolha de solução que se adeque corretamente aos critérios estabelecidos. Tal método minimiza os erros na decisão, fazendo

a hierarquização do processo de tomada de decisão e facilitando o entendimento; portanto, otimizando o processo decisório.

Para tomada de decisões mais simples na logística, por exemplo numa escolha entre duas rotas para entregas, foi comprovado que o método AHP pode expor a decisão mais assertivas em forma de percentual, onde as matrizes e critérios para decisão podem ser calculados através de uma simples planilha Excel, portanto, os mesmos cálculos podem ser também embarcados em microcontroladores ou sistemas integrados com georreferenciamento, que poderiam, até mesmo, ajudar na autonomia e gestão da decisão, isto é praticamente uma das formas mais simples de inteligência artificial.

4. REFERÊNCIAS

AGÁPITO, Andrezza de Oliveira et al. **Utilização do método de análise hierárquica (ahp) como ferramenta de auxílio multicritério no processo de decisão de priorização de projetos de ciência, tecnologia e inovação na Amazônia azul.** Blucher Marine Engineering Proceedings, v. 2, n. 1, p. 474-483, 2016. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/marineengineeringproceedings/spolm2015/140542.pdf>. Acesso em: 02 de set 2018.

ALVES, José Roberto Xavier; ALVES, João Murta. **Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP).** Production Journal, v. 25, n. 1, p. 13-26, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v25n1/0103-6513-prod-0103-6513-2014-063712.pdf>. Acesso em: 02 de set 2018.

BANA E COSTA, Carlos A.; DE CORTE, Jean-Marie; VANSNICK, Jean-Claude. **Macbeth (measuring attractiveness by a categorical based evaluation technique).** Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science, 2010. Disponível em: [https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779579668440/MACBETH%20\(Measuring%20Attractiveness%20by%20a%20Categorical-Based%20Evaluation%20Technique\)%20WEORMS%202011%20eorms0970.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779579668440/MACBETH%20(Measuring%20Attractiveness%20by%20a%20Categorical-Based%20Evaluation%20Technique)%20WEORMS%202011%20eorms0970.pdf). Acesso em: 15 de nov 2018.

BULHÕES, Rômulo Lemos. **Emprego do processo analítico hierárquico para priorização de regiões para instalação de usinas eólicas e solares fotovoltaicas com estudo de caso no estado da Bahia.** 2017. Disponível em: <http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/bitstream/fieb/915/1/R%c3%b4mulo%20Lemos%20Bulh%c3%b5es.pdf>. Acesso em: 03 de out 2018.

COELHO, André Luis Nascentes. **Método de análise hierárquica (AHP) aplicado a inundação urbana após evento de chuva concentrado.** Geofocus: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, n. 20, p. 183-199, 2017. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6243590>. Acesso em: 03 de out 2018.

CORREA, Denison Lima; DA SILVA MATTA, Milton Antonio; VASCONCELOS, Marcelo Augusto Machado. **Method AHP to Flood Risk Map Approach.** International Journal of Advanced Engineering Research and Science, v. 5, n. 7. 2018. Disponível em: <https://www.neliti.com/publications/264214/method-ahp-to-flood-risk-map-approach>. Acesso em: 03 de out 2018.

DA SILVA NETO, Antonio Rodrigues; JÚNIOR, Milton Erthal. **Aplicando o método ahp no estudo da priorização da manutenção preventiva de telecomunicações em**

plataformas de petróleo. Blucher Marine Engineering Proceedings, v. 2, n. 1, p. 577-588, 2016. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/marineengineeringproceedings/spolm2015/140584.pdf>. Acesso em: 03 de out 2018.

FERNANDES, Karen Leticia; DA SILVA, Natália Gomes; OENING, Ana Paula. **Utilização do método ahp na análise de multicritérios para determinar um fornecedor de matéria prima.** Anais do EVINCI-UniBrasil, v. 3, n. 1, p. 232-232, 2018. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/anaisvinci/article/view/3517/2877>. Acesso em: 30 de set 2018.

FREE MANAGEMENT EBOOKS **“The Analytic Hierarchy Process”** Disponível em: <http://www.free-management-ebooks.com/news/analytic-hierarchy-process/>. Acesso em: 13 de setembro de 2018.

GANDOMI, Amir; HAIDER, Murtaza, **Beyond the hype: Big data concepts, methods and analytics**, International Journal of Information Management, v. 35, p.137-144, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007>. Acesso em: 26 de Jun. 2019.

GARCÍA, J. L. et al. **Multi-attribute evaluation and selection of sites for agricultural product warehouses based on an analytic hierarchy process.** Computers and Electronics in Agriculture, v. 100, p. 60-69, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169913002512>. Acesso em: 15 de set 2018.

GOVINDAN, Kannan et al. **Big data analytics and application for logistics and supply chain management.** 2018. Acesso em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554518302606>. Acesso em: 17 de set 2018.

GUBERT, Flavia et al. **Análise bibliométrica da produção científica sobre o Método AHP em Logística na Base Scopus.** In: XVI Mostra de Iniciação Científica, Pós-graduação, Pesquisa e Extensão. 2016. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/mostraucsppga/xvimostrappga/paper/viewFile/4697/1686>. Acesso em: 02 de set 2018.

LEITE, Caio Cesar Lemes et al. **A LOGÍSTICA E A GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: um estudo de caso em uma empresa da região do sul de Minas Gerais** DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v15i1.4046>. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 15, n. 1, p. 676-688, 2017. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4046/3014>. Acesso em: 19 de jan 2019.

MACHADO, Leandro Cleber Ribeiro et al. **O apoio multicritério à decisão por meio do método de análise hierárquica (AHP): aplicação em um problema de localização.** 2012. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/3619>. Acesso em: 02 de set 2018.

MARCHEZETTI, Ana Lúcia; KAVISKI, Eloy; BRAGA, Maria Cristina Borga. **Application of the AHP method to the hierarchy determination of municipal solid waste treatment alternatives.** Ambiente Construído, v. 11, n. 2, p. 173-187, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212011000200012&script=sci_arttext. Acesso em: 15 de set 2018.

MENEZES, Guilherme Pereira de. **Big Data Analytics aplicado a logística: um estudo de multicaseos.** 2019. Disponível em: <https://repositorio.fei.edu.br/bitstream/FEI/776/1/fulltext.pdf>. Acesso em: 19 de jul 2019.

PWC, **Indústria 4.0: Digitalização como vantagem competitiva no Brasil**. Pesquisa Global indústria 4.0: Relatório Brasil, p. 1-38, 2016. Disponível em: < <https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/assets/consultoria-negocios/2016/pwc-industry-4-survey-16.pdf> > Acesso em 27 de jun. 2019.

ROSA, Karla Raquel; BENEDETI, Paulo Henrique; MENDES, Oswaldo Lázaro. **UTILIZAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO NO DESENVOLVIMENTO ESTRATÉGICO LOGÍSTICO EM EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO TERCEIRIZADO**. *Revista Interface Tecnológica*, v. 15, n. 1, p. 148-158, 2018. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/370/220>. Acesso em: 22 de nov 2018.

SAHOO, Monali; RAUTARAY, Siddharth Swarup; PANDEY, Manjusha. **The Emergence of Big Data: A Survey**. 2018. Disponível em: <http://d.researchbib.com/f/fnnJcwp21uYzAioF9jqJWfnJAuqTyioaZinalhMGVjZGtilwMWAwn1YaOxMt.pdf>. Acesso em: 10 de mar 2019.

SANTOS, Marcos et al. **Aplicação do Método AHP na formação de um portfólio de projetos: um estudo de caso na área de TI de uma empresa sem fins lucrativos no Estado do Rio de Janeiro**. *Revista Produção*, v. 3, n. 01, p. 15-27, 2016. Disponível em: <http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/simeprod/article/view/1012/927>. Acesso em: 02 de set 2018.

SANTOS, Shyrley Kyono Yatsu. **Aplicação de árvores de decisão à análise de concessão de crédito**. Monografia (Especialização)—Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002. Disponível em: <http://leg.ufpr.br/lib/exe/fetch.php/projetos:machlearn:monografiacorrigida.doc>. Acesso em: 15 de dez 2018.

UDDIN, Muhammad Fahim et al. **Seven V's of Big Data understanding Big Data to extract value**. In: *Proceedings of the 2014 zone 1 conference of the American Society for Engineering Education*. IEEE, 2014. p. 1-5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6820689>. Acesso em: 19 de abr 2019.

VARGAS, L. G. **An overview of the Analytic Hierarchy Process and its applications**. *European Journal of Operational Research*, North-Holland, v. 48, p. 2-8. 1990. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/037722179090056H>. Acesso em: 13 de nov 2018.

VIEIRA, José Geraldo Vidal et al. **An AHP-based framework for logistics operations in distribution centres**. *International Journal of Production Economics*, v. 187, p. 246-259, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527317300592>. Acesso em: 13 de set 2018.

VIEIRA, José Geraldo Vidal; COUTINHO, Danielle Pires. **Avaliação da colaboração logística entre uma distribuidora e seus fornecedores**. *REVISTA PRODUÇÃO E ENGENHARIA*, v. 1, n. 1, p. 53-68, 2016. Disponível em: <http://www.fmepro.org/ojs/index.php/rpe/article/view/32/33>. Acesso em: 13 de set 2018.

ZHONG, Ray Y.; LAN, Shulin; XU, Chen; DAI, Qingyun; HUANG, George Q. **Visualization of RFID-enabled shopfloor logistics big data in cloud manufacturing**. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 84, n. 1, p. 5-16, Abr. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7702-1>. Acesso em: 19 de jul. 2019.

LUVIZAN, Simone S.; DINIZ, Eduardo H.; MEIRELLES, Fernando S. Big Data: **Evolução das publicações e oportunidades de pesquisa**. *Revista Electronica de Sistemas de Informação*, 2015, 14.3: 1.

Contatos: gabrielepavani27@gmail.com e massaki.igarashi@mackenzie.br