

# PREVISÃO DE DEMANDA POR MÉTODOS ECONOMÉTRICOS SUBSIDIANDO A OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL E A EMPREGABILIDADE NO TRANSPORTE

Marcelo Prado Sucena (Fundação Getulio Vargas) E-mail: marcelo.sucena@fgv.br  
Marcus Vinícius Quintella Cury (Fundação Getulio Vargas) E-mail: marcus.quintella@fgv.br

**Resumo:** Por intermédio do uso de métodos adequados para análise de demanda futura é possível tratar rapidamente as flutuações originadas de fatores externos de várias características que podem interferir no planejamento de sistemas produtivos, fundamental para dimensionar a disponibilidade de ativos, insumos e, principalmente, de recursos humanos. É nesse viés que se enquadra este artigo. Objetiva-se com este artigo apresentar a potencialidade e a simplicidade do uso de métodos estocásticos para previsão de demanda por séries históricas para avaliação do futuro da empregabilidade do transporte, por intermédio de um estudo de caso. Utilizam-se dados da base primária do novo CAGED/CNT, permitindo-se a prospecção de dados futuros em pesquisa aplicada e descritiva para interpretação de cenário operacional e de recursos humanos do transporte de carga. Para tanto usam-se três métodos estocásticos para geração dos valores dos componentes aleatório e sistemático da demanda projetada. Após a análise do componente aleatório de da razão de viés, identifica-se como melhor método Holt como o que se enquadra na faixa com menor amplitude para qualquer medida da diferença entre a previsão e a demanda real. Pela prospecção de dez períodos adiante compôs-se a ideia de otimização das infraestruturas dos modos de transporte para minimização de demissões, além da maior intensidade de operações de multimodalidade. Com do estudo é possível perceber a importância e a potencialidade do uso de métodos estocásticos para previsão de demanda para melhoria de resultados operacionais, além da melhoria da eficiência da aplicação dos recursos humanos no transporte de cargas, que pode impactar em menor variabilidade nos saldos de empregos nos vários modos de carga.

**Palavras-chave:** Transporte de carga, Recursos humanos, Métodos estocásticos, Demanda.

## DEMAND FORECASTING BY ECONOMETRIC MODELS SUPPORTING OPERATIONAL OPTIMIZATION AND EMPLOYABILITY IN TRANSPORT

**Abstract:** Through the use of suitable methods for analyzing future demand, it is possible to quickly deal with fluctuations originating from external factors of various characteristics that may interfere with the planning of production systems, which is essential for sizing the availability of assets, inputs and, above all, human resources. It is in this bias that this article is framed. The objective of this article is to present the potential and simplicity of using stochastic methods for forecasting demand using historical series to assess the future employability of transport, through a case study. Data from the primary base of the new CAGED/CNT are used, allowing prospecting for future data in applied and descriptive research for the interpretation of the operational scenario and human resources of cargo transport. For that, three stochastic methods are used to generate the values of the random and systematic components of the projected demand. After analyzing the random component and the bias ratio, the best Holt method is identified as the one that fits in the range with the smallest amplitude for any measure of the difference between forecast and actual demand. By prospecting ten periods ahead, the idea of optimizing the infrastructures of the modes of transport was composed to minimize layoffs, in addition to greater intensity of multimodality operations. With the study it is possible to perceive the importance and potentiality of the use of stochastic methods for forecasting demand to improve operational results, in addition to improving the efficiency of the application of human resources in the transport of cargo, which can impact on less variability in balances of jobs in the various load modes.

**Keywords:** Freight transport, Human Resources, Stochastic methods, Demand.

## **1. Introdução**

Observando-se a retração econômica ocorrida no Brasil por volta de 2014, agravada severamente com o processo pandêmico resultante da proliferação do COVID-19 a partir de 2020, notam-se impactos severos no controle fiscal, com consequente queda dos investimentos públicos e privados e, principalmente, aumento do desemprego.

A partir daí tal cenário nos direciona para o futuro com crescimento lento do PIB brasileiro e impacto negativo na produção industrial pela redução da demanda interna, em grande parte, pela queda da renda familiar, fazendo do setor de serviços uma oportunidade para alavancar o desenvolvimento nacional, degradado durante o período anterior à vacinação contra o coronavírus.

Essa conjuntura é ratificada pela 34ª publicação do Anuário Mundial de Competitividade (IMD, 2022) que registra que o Brasil caiu duas posições na lista das 63 nações pesquisadas, passando para 59ª posição. Nesse relatório avalia-se a capacidade das nações em gerenciar fatores e competências que possibilitem alcançar um crescimento econômico de longo prazo.

O transporte de cargas, tomado como um serviço que conecta partes de certo sistema produtivo, tem sua operação vinculada à existência de demanda e apresenta significativo abalo quando existem flutuações econômicas no ambiente onde está inserido. Setor fundamental para sustentar o crescimento econômico do Brasil, teve a oferta reduzida diante da situação externada anteriormente, provocando desemprego no setor, acionando o sinal de alerta para os próximos períodos produtivos diante do menor crescimento global provocado pela pandemia, custo alto dos empréstimos e amplificação dos gargalos nas cadeias mundiais de abastecimento.

O Relatório sobre o Futuro dos Empregos (WEF, 2023), gerado pelo Fórum Econômico Mundial, expõe a situação do mercado de trabalho em nível global para os próximos cinco anos, listando os possíveis alavancadores para melhorias mercadológicas, denotando também os impactos previstos no emprego. Este compêndio anota que o crescimento econômico global será mais lento, com escassez de oferta de empregos e custo de vida crescente. Espera-se que ocorra rotatividade nos empregos na faixa média de 23%, entretanto, nas cadeias de suprimento e transporte este movimento deve ser acima da média, associado aos níveis de empregabilidade inferiores aos de 2019, que é um fato preocupante.

Para ilustrar melhor a condição atual da empregabilidade no Brasil, acessa-se inicialmente a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD), desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que pode ser mais bem compreendida em IBGE (2022a), que retrata em avaliação no terceiro trimestre de 2022 que a taxa de desocupação chegou a 8,7%, com redução de 0,6% em relação ao trimestre anterior e de 3,9% em relação ao mesmo período de 2021. Tal fenômeno foi observado no trimestre seguinte com leve redução, chegando a 7,9%, 0,8% e 3,2%, respectivamente (IBGE, 2022b). No primeiro trimestre de 2023 (IBGE, 2023) observa-se a mudança do viés da taxa de desocupação, com 8,8%, com tendência de crescimento de 0,9% no quarto trimestre de 2022, mas ainda com redução 2,4% em relação ao mesmo período de 2022.

O subgrupo Transportes, Armazenagem e Correios, contido na mesma PNAD, apresenta população empregada estimada de 5,23 milhões (IBGE, 2022a), e apresentou para os terceiro e quarto trimestres de 2022, além do 1º de 2023, em relação aos mesmos no ano anterior, incrementos constantes na força de trabalho de 9,2%, 10,0% e 7,9%,

respectivamente, denotando certa recuperação do setor.

O Novo CAGED (Cadastro Geral de Empregados e Desempregados), formado pelas bases de dados dos sistemas corporativos federais eSocial, CAGED (antigo) e Empregador Web, registra as admissões e dispensas de empregados formais. Nele atesta-se que o setor de serviços é a maior área de empregabilidade no Brasil, com saldo de empregos (admissões – desligamentos) de 122.323, sendo na área de transportes, armazenagem e correio de 23.422, com forte predomínio da Região Sudeste. Aponta ainda que esta mesma área foi a única a obter variação positiva (0,48%) de salários médios de admissão diante das outras do mesmo grupamento de serviços (MTE, 2023).

Para detalhar melhor a evolução da empregabilidade brasileira, a Figura 1 resgata a série histórica dos saldos mensais de empregos, com as tendências em nível Brasil e, especificamente, na área de transportes (e agregados).

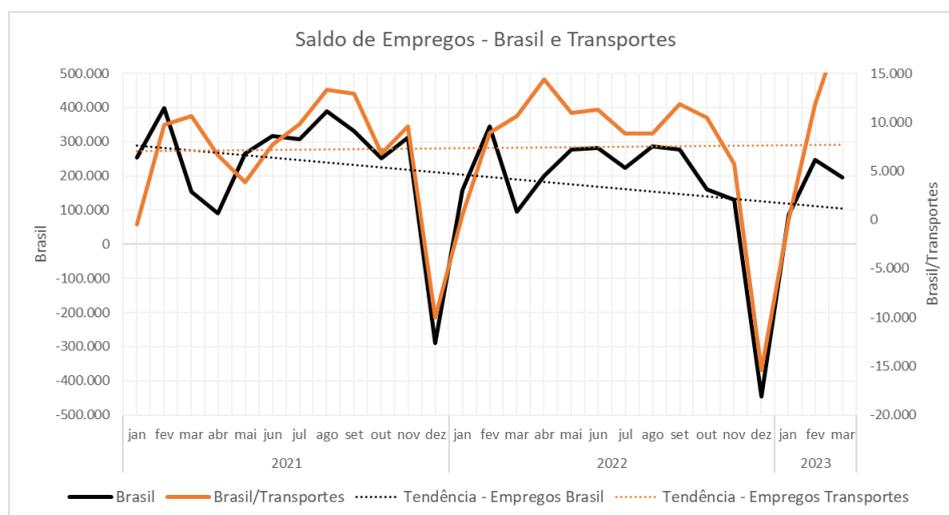


Figura 1. Série Histórica de Saldos de Empregos (Brasil e Transportes)  
Fontes: MTE (2023) e CNT (2023)

Apesar das diferentes escalas verticais apresentadas no gráfico anterior, é possível perceber certa similaridade na evolução dos saldos de emprego, como, por exemplo, os vales destacados nos meses de dezembro de 2021 e 2022, que geraram impactos negativos nos dois vieses plotados. Apesar deste declínio pontual, as retas de tendências indicam projeções temporais com opostas, com leve crescimento e sinal de recuperação na área de transportes, opondo-se à redução da empregabilidade nacional como um todo.

Quando se analisam as condições do emprego no setor de transportes pela ótica dos seus modos, debruçando-se no Painel do Emprego da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2023), que se fundamenta em dados sobre saldos de empregos do Novo CAGED, observa-se a evolução dos empregos nos modos de carga aéreo, aquaviário, ferroviário e rodoviário. A Figura 2 adiante expressa a série histórica representativa da evolução dos saldos de emprego em transportes com as contribuições de cada modo.

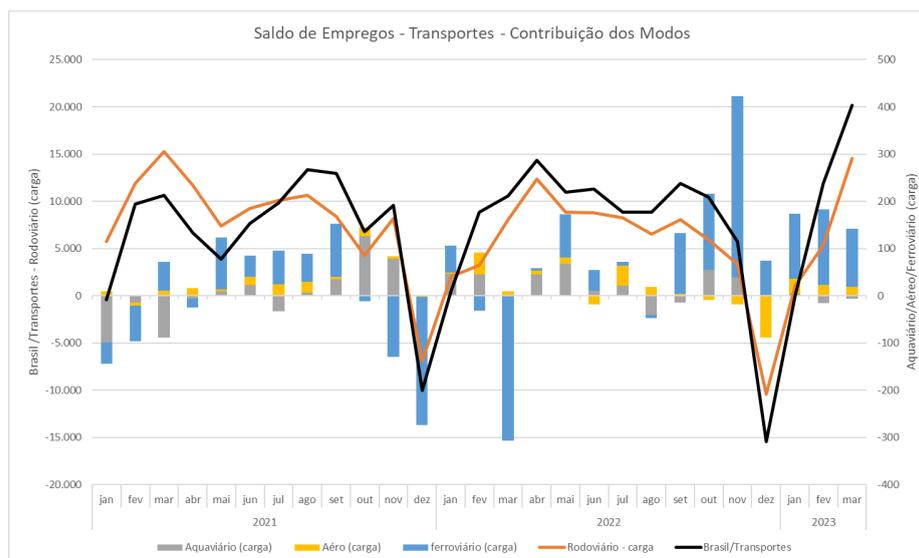


Figura 2. Série Histórica de Saldos de Empregos nos Modos de Transportes  
Fontes: MTE (2023) e CNT (2023)

Acentuando-se o cuidado analítico com as proporções diferentes geradas por duas escalas verticais, pela Figura anterior percebe-se novamente a variabilidade acentuada dos saldos de contratações, mas agora com demonstrações das contribuições de cada modo de transporte para tais fenômenos. Observa-se que o modo rodoviário, fortemente conectado a outros modos pela necessidade de complementação para movimentação troncal, apresenta severa queda do saldo de empregos nos mesmos períodos. Como tal modo participa com mais de 60% da matriz de transportes de carga do Brasil, há grande influência no mercado de trabalho.

Como a maior parcela dos empregos para transporte rodoviário de cargas, que no Brasil tem vocação para movimentos de commodities, enfrenta a natural redução do final da colheita das safras de milho e algodão e a entressafra da soja, ocasionando maior quantidade de demissões. É possível considerar também neste período a aceleração do comércio varejista, momento representativo de crescimento dos modos aquaviário e aéreo, provavelmente pelo incremento das importações necessárias para abastecerem o mercado interno.

Ainda na Figura 2, é possível identificar no bimestre março/abril-2022 a existência do maior pico do modo rodoviário, principalmente pelo auge da colheita da soja, do milho e algodão, carecendo de maior necessidade de mão de obra, ratificando a forte dependência desse modo para escoamento da produção nacional. Nesta mesma tendência observa-se o puxamento dos modos ferroviário (carga) e aquaviário, ambos troncais, também seguindo o impulsionamento do agronegócio, primordialmente pela necessidade de exportação da plantação brasileira.

Sem considerar nenhum modo de transporte específico, facilmente se observa a ampla variabilidade, com desvio padrão de 7342 empregos, o que pode indicar a necessidade de melhoria de planejamento dos modos, com maior necessidade de integração logística entre eles, objetivando otimizar a infraestrutura existente para as várias vertentes logísticas nacionais. Investindo-se na análise de demanda de cada modo de transporte, considerando-se possíveis parcerias continuadas, busca-se aumentar a assertividade no planejamento dos detentores das cargas, reduzindo-se a ociosidade da mão de obra e, em consequência, a variabilidade dos saldos de empregos na área.

É nesse cenário que se posiciona a importância da previsão de demanda, fundamental insumo para sustentar o planejamento das capacidades de produção do transporte em seus vários modos e dimensões temporais, que se vinculam com o dimensionamento da disponibilidade dos ativos fixos e móveis, do nível de serviço para atendimento ao cliente e na definição das quantidades e qualidades dos colaboradores.

Por intermédio do uso de métodos adequados para análise de demanda futura é possível tratar rapidamente as flutuações originadas de fatores externos, em parte incontroláveis pelas corporações, dentre eles os preços promovidos pelos concorrentes, as variações dos combustíveis para tração e o comportamento do mercado consumidor. Dessa forma, aproxima-se o cenário planejado com o real que, neste caso estudado, redundará na mitigação da variabilidade das contratações, modificando tendências e, principalmente, otimizando a infraestrutura existente pela exploração das potencialidades de cada modo.

Assim, este artigo pretende apresentar a potencialidade e simplicidade do uso de métodos estocásticos para previsão de demanda por séries históricas, para avaliação do futuro da empregabilidade do transporte, por intermédio de um estudo de caso utilizando dados da base primária do novo CAGED/CNT, permitindo-se a prospecção de dados futuros.

## **2. Metodologia**

Baseando-se nos preceitos definidos em Prodanov e Freitas (2013) que dividem a visão metodológica de trabalhos científicos em natureza, objetivos, procedimentos técnicos e abordagem do problema, pretende-se atingir os objetivos deste estudo seguindo-se os seguintes passos listados adiante:

1 – Quanto à natureza da pesquisa: é tomada como pesquisa aplicada, pois está destinada à análise de um problema específico, gerando-se conhecimento direcionado para tal, subsidiando a interpretação das consequências operacionais do transporte, além dos impactos nos empregos nesse setor;

2 – No que tange aos objetivos: trata-se de pesquisa descritiva, pois foca na análise de dados utilizando-se métodos econométricos para descrever fatos, mas sem interferência direta neles. São utilizados três métodos procurando-se observar os fenômenos representados na série histórica, principalmente durante o processo pandêmico, para tentar interpretar como pode ser a retomada na captação de mão de obra pela melhor integração entre modos. Nesse contexto, a pesquisa pode ser tratada também como explicativa, pois aborda o aprofundamento da previsão da demanda para apoiar a melhoria do desempenho futuro dos transportes, que apresenta relação causal com a empregabilidade.

3 – Para os procedimentos técnicos: trata-se de estudo de caso que utiliza dados registrados por instituição governamental oficial e outra renomada na área de transportes. Por isso, a aplicação dos métodos é de forma imediata para se gerarem informações. Nesse sentido, parte-se do princípio que também se apresenta como uma pesquisa quantitativa e, por isso, seguem-se os passos detalhados dessa visão:

3.1 – Identificação dos métodos: efetua-se revisão bibliográfica restrita, abordando estudos em áreas diversas e aplicados na área do transporte. Dentre os métodos identificados optou-se pelos modelos econométricos da média móvel (MM), da suavização exponencial simples (SES) e da suavização exponencial de séries com tendência (Holt);

3.2 – Coleta de dados: os dados são obtidos das plataformas CNT e CAGED que

registram o saldo dos empregos no Brasil e especificamente na área de transportes, inclusive por modos;

3.3 – Tratamento dos dados: utiliza-se planilha eletrônica para manipulação e tratamento dos dados, permitindo-se analisá-los sob a ótica dos três métodos econométricos escolhidos, aplicando-se o método do Gradiente Reduzido Generalizado (GRG) para definição dos valores das constantes de suavização nos métodos SES e Holt. Para se distinguir a eficácia para projeção da demanda futura analisa-se o componente aleatório da demanda projetada pela observação do Desvio Absoluto Médio, da Raiz do Erro Quadrático Médio e do Erro Absoluto Médio Percentual. Além disso, aplica-se a análise da Razão de Viés, que orienta se a previsão obtida está subestimada ou superestimada em relação a série histórica original;

3.4 – Análise das informações geradas: pelo uso de gráficos e dos valores gerados no Componente Sistemático da demanda projetada é possível identificar o método mais eficaz, tecendo observações sobre as potencialidades de cada um. Além disso, pela interpretação da resposta de cada método, é possível identificar as condições futuras da demanda para dez períodos subsequentes à série histórica disponibilizada pelas fontes de dados.

4 – Quanto à abordagem do problema: o problema da análise da empregabilidade na área de transportes, vinculada à melhoria da otimização da infraestrutura dos modos, é apoiada em métodos econométricos, revestindo-se de análise qualitativa sustentada em informações geradas conforme detalhado no item 3. Considera-se que há uma relação dinâmica entre o mundo real e as informações geradas pelos métodos econométricos, caracterizando-se como vínculo indissociável entre os mundos objetivo e subjetivo, possibilitando a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados. É dessa forma que se estabelecem as conclusões desse artigo, pela valorização dos métodos econométricos para previsão de séries históricas como instrumento para redução da variabilidade das quantidades de empregos, pela maximização operacional do transporte.

### **3. Métodos Econométricos para Análise de Demanda**

Em busca de aumentar a assertividade no planejamento diante dos riscos e incertezas associadas e naturais em um processo decisório, utilizam-se métodos que permitem aperfeiçoar, por exemplo, o orçamento de insumos, mão de obra e recursos financeiros.

Contudo entende-se “planejar” como um processo contínuo de, sistematicamente e com o maior conhecimento possível do futuro, tomar decisões que envolvem riscos, medindo-se o resultado dessas decisões em confronto com as expectativas delineadas. (Drucker, 1984)

É nesse sentido que se posicionam os métodos para previsão de demanda, fundamentais para se planejarem as capacidades de produção, que se vinculam com o dimensionamento das condições dos itens em estoque, das quantidades e qualidades das pessoas, do nível de serviço para atendimento ao cliente, entre outros.

Dentre as formas para previsão de demanda, Hassan e Qadi (2018) destacam três tipos: séries temporais (econométricos), causais e qualitativos (ou de julgamento). As séries temporais, foco desse estudo, tentam prever o futuro usando dados históricos, diferindo-se dos demais em termos da melhor acurácia nos registros futuros, mas dependente de base de dados da qual deriva a previsão.

Uma série temporal representa uma sequência de dados uniformemente espaçados no tempo, que podem apresentar tendências, isto é, que caracterizam crescimento ou redução de forma consistente; e sazonalidade, quando existem picos e vales que se repetem de forma cíclica.

Para Chopra e Meindl (2003), a previsão da demanda em séries temporais pode ser dividida em duas partes: a previsão do Componente Sistemático (CS) e a estimativa do Componente Aleatório (CA). A primeira parte é composta de nível, que é a demanda atual sem as sazonalidades, além da tendência e da própria sazonalidade; e a segunda refere-se à medida de erro entre a previsão e a demanda real.

Maiores detalhes sobre os vários métodos econométricos para previsão de demanda podem ser encontrados em Song et al. (2019) Ghalekhondabi et al. (2019) que apresentam detalhado estado da arte; Tanizakia et al. (2019) que avalia em um estudo de caso com quatro métodos; Cambuí et al. (2023) que revisa os principais métodos econométricos para análise de séries temporais; e Araújo et al. (2018), Ferro (2019), Lazarin et al. (2019), Santos (2020), Dadhich et al. (2021), Castán-Lascorz et al. (2022), Dinis et al. (2022), Ishak e Harun (2022) que aplicam os principais métodos econométricos.

Há vasta aplicação de métodos quantitativos de previsão de demanda aplicados ao setor do transporte, com destaque os estudos de: Hassan e Qadi (2018) – que abordam a análise de demanda de companhias aéreas da Arábia Saudita baseando-se em análise de séries temporais com tendência e sazonalidade; Olaniyi et al. (2018) – que aplicaram os métodos econométricos “média móvel” e “suavização exponencial simples” para previsão de demanda de passageiros no transporte aéreo da Nigéria; Asrah et al. (2018) – com o estudo referem-se à análise de demanda da empresa aérea Malásia Airlines com a AirAsia baseando-se em previsões de séries temporais; Wu et al. (2020) – onde analisam indicadores de desenvolvimento econômico-sociais na AirAsia Group Berhad objetivando observar fatores de impacto no tráfego de passageiros pelo uso de análise de regressão e previsão; Erygina et al. (2021) – onde denotam o desenvolvimento de método para previsão de tráfego aéreo de passageiros em Krasnoyarsk, na Rússia, considerando-se dados sobre a capacidade de pagamento dos consumidores, o objetivo de suas viagens e a disponibilidade de serviços de transporte por nível de renda; Pereira (2021) – que utiliza modelos de previsão aplicados na indústria da aviação, especificamente em previsão de passageiros que permitem definir aspectos operacionais em sistemas aeroportuários. A aplicação é efetuada em dados do aeroporto de Lisboa/Portugal utilizando-se três métodos econométricos; Barczak et al. (2022) – onde tratam da análise da diferença entre a demanda observada durante a pandemia e a que foi projetada antes deste evento. Para tanto, os autores utilizaram dados de aeroportos da União Europeia, que foram processados por dois modelos matemáticos.

Tomando-se como referência os estudos registrados neste subitem, optou-se pelos métodos econométricos de média móvel (MM), suavização exponencial simples (SES) e suavização exponencial de séries com tendência (Holt) para serem aplicados na análise da demanda do transporte. As principais características desses métodos estão expostas no Quadro 1. A escolha por estes métodos em detrimento de outros apresentados na revisão bibliográfica é sustentada pela simplicidade na modelagem e na inexistência explícita do elemento da Sazonalidade no CS, pois que a demanda utilizada não apresenta tal comportamento regular.

Quadro 1 - Métodos para Previsão de Demanda

| Métodos                              | Análise do componente sistemático |              | Adequabilidade temporal | Vantagens principais   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------|--|
|                                      | Tendência                         | Sazonalidade |                         |  |
| Média Móvel (MM)                     | não                               | não          | Curtíssimo prazo        | Simplicidade   |
| Suavização exponencial simples (SES) | não                               | não          | Curto prazo             | Simplicidade e constante de suavização para o nível ( $\alpha$ )         |
| Holt                                 | sim                               | não          | Curto e médio prazos    | Constantes de suavização para nível ( $\alpha$ ) e tendência ( $\beta$ ) |

Fonte: elaboração própria.

Conforme explicitado em Chopra e Meindl (2003), o método MM é utilizado quando a demanda não apresenta tendência ou sazonalidade e, portanto, o seu CS é dado por (1).

$$L_t = \frac{(D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-n+1})}{n} \quad (1)$$

Onde  $L_t$  é a estimativa de nível para o período  $t$ ;  $D_t$  é a demanda real em  $t$ ; e  $n$  é a quantidade de períodos da série histórica que é utilizada no cálculo da série histórica.

A previsão para os períodos futuros ( $F_{t+1}, F_{t+2}, \dots$ ) é igual a  $L_t L_{t,-,-}$ . Após a observação da demanda para o período  $t+1$ , revisa-se a estimativa usando (2), significando que em MM adiciona-se uma observação e retira-se a mais antiga. A previsão de demanda futura é expressa por  $F_{t+n} = L_t F_{t+n} = L_t$ .

$$F_{t+2} = L_{t+1} = \frac{(D_{t+1} + D_t + \dots + D_{t-n+2})}{n} \quad (2)$$

O método SES também é usado quando a demanda não apresenta tendência ou sazonalidade. Para se iniciar a previsão, utiliza-se a definição de um nível inicial ( $L_0$ ) calculado pela média aritmética simples de todos os dados históricos, porque se supôs que a demanda não apresentasse tendência ou sazonalidade. A previsão para os períodos futuros e parciais são iguais à estimativa do nível ( $F_{t+n} = L_t F_{t+n} = L_t$ ). Para revisar a estimativa do nível ( $L_{t+1} L_{t+1}$ ) considerando uma nova observação de demanda  $D_{t+1}$  utiliza-se (3), sendo  $\alpha$  uma constante de suavização ( $0 < \alpha < 1$ ).

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)L_t \quad (3)$$

No método Holt identifica-se a tendência no CS e, dessa forma, o nível inicial ( $L_0$ ) e a tendência inicial ( $T_0$ ) são definidos por regressão linear pelo método dos mínimos quadrados entre a demanda e o período. A previsão para períodos futuros é definida por  $F_{t+n} = L_t + nT_t$ , revisando-se as estimativas após cada observação de demanda para o período  $t$  usando (4) e (5).

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)(L_t + T_t) \quad (4)$$

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t \quad (5)$$

Onde  $\alpha$  é a constante de suavização para o nível ( $0 < \alpha < 1$ ) e  $\beta$  é a constante de suavização para a tendência ( $0 < \beta < 1$ ). As constantes de suavização  $\alpha$  e  $\beta$  são definidas pelo método de otimização não linear usando o GRG por intermédio do Solver do Microsoft Excel. Para tanto, faz-se necessário minimizar o CA, que neste trabalho é

avaliado pelo Desvio Absoluto Médio (DAM) dado por (6), onde  $A_t$  é o valor absoluto de  $E_t$ , tomado como o erro da previsão determinado pela diferença entre a previsão de demanda  $F$  no período  $t$  e a demanda real  $D$  no mesmo período; e  $n$  é a quantidade de períodos da série histórica.

$$DAM_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t \tag{6}$$

Na sequência os métodos MM, SES e Holt são implementados para análise dos valores de nível e tendência, além do componente aleatório por intermédio da Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM), do Erro Absoluto Médio Percentual (EAMP), do DAM e da Razão de Viés (RV). Para este cálculo utilizam-se as expressões (6) a (9) apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Expressões para Análise do Componente Aleatório

| $REQM_n$                                | $EAMP_n$  | $RV_t$                           |
|---|---|----------------------------------|
| $\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_t^2}$ | $\frac{\sum_{t=1}^n \left  \frac{E_t}{D_t} \right  100}{n}$ | $\frac{\sum_{t=1}^n E_t}{DAM_t}$ |
| (7)                                     | (8)   | (9)                              |

Fonte: Chopra e Meindl (2003)

A  $RV_t$  deve indicar valores na faixa  $\pm 6$  para cada período  $t$  dentro dos  $n$  valores da série histórica, como orientador se a previsão não está subestimada ( $< -6$ ) ou superestimada ( $> +6$ ) e, por isso, analisa-se a menor amplitude tomando-se os valores mínimos e máximos da  $RV_t$ .

#### 4. Resultados Obtidos

Após a implementação dos métodos MM, SES e Holt utilizando-se a série histórica dos saldos de empregos em transporte (MTE, 2023 e CNT, 2023), obtiveram-se os resultados para o componente aleatório conforme as expressões (6) a (9), explicitados na Tabela 1.

Tabela 1 - Medidas do Componente Aleatório

| Método                                  | REQM          | EAMP (%)     | DAM           | RV<br>Mínimo | Máximo      |
|---|---------------|--------------|---------------|--------------|-------------|
| MM (n=4)                                | 9279,8        | 663,2        | 20008,3       | -2,9         | 20,1        |
| SES ( $\alpha=0,459$ )                  | <b>8084,5</b> | <b>513,2</b> | 17404,3       | -42,8        | 3,4         |
| Holt ( $\alpha=0,078$ ; $\beta=0,652$ ) | 8767,3        | 936,2        | <b>4924,7</b> | <b>-8,5</b>  | <b>6,18</b> |

Fonte: elaboração própria.

As menores medidas do componente aleatório REQM, EAMP e DAM para cada método estão destacadas na Tabela 1 em negrito. Primordialmente o método MM é descartado como viável para representar o fenômeno para projeção futura adequada, pois não apresenta nenhum valor representativo; os métodos SES e Holt apresentaram vantagens em algumas medidas de erros, mas sem convergência significativa para opção de um deles para representação fenomenológica. Assim sendo, a RV permite discernir sobre o método mais adequado para representar a série histórica, identificando-se o Holt como aquele que se enquadra na faixa com menor amplitude para qualquer medida da diferença entre a previsão e a demanda real. A Figura 3 registra os valores previstos para os dez períodos futuros pelo método Holt que fora selecionado, por intermédio da

aplicação de (4) e (5).

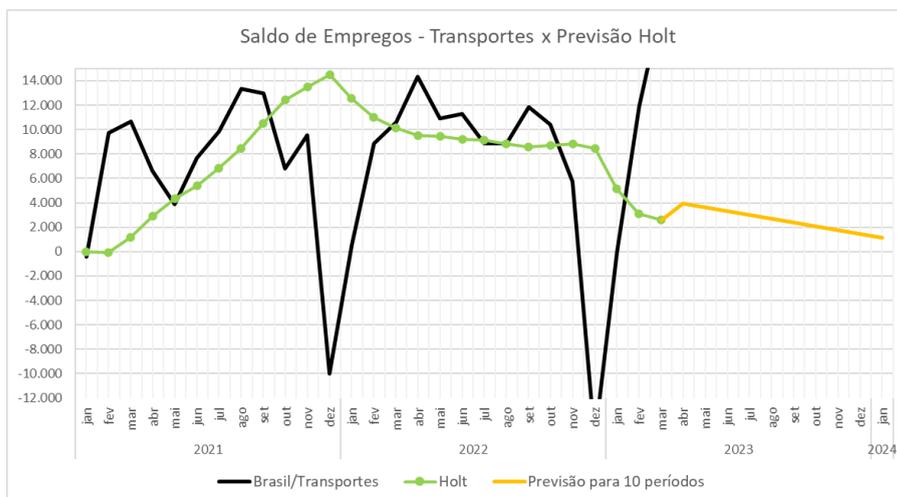


Figura 3 - Série Histórica de Saldos de Empregos em Transportes com Previsão para dez períodos  
Fontes: MTE (2023) e CNT (2023)

## 5. Considerações Finais

Inicialmente, é possível notar que cada fenômeno pode ter suas características representadas nas séries históricas, desde que existam dados registrados e que a escolha dos métodos mais adequados seja efetuada para cada situação específica. Assim, afasta-se a possibilidade da utilização de softwares que são sustentados em metodologia única para se prever valores futuros de demanda, sem considerar as especificidades de nível, tendência e sazonalidade para cada caso em particular.

Este estudo denota também a importância de se aprofundar na análise de demanda para subsidiar adequadamente o planejamento produtivo do transporte, independente do modo. Visando a sensibilizar as empresas, ressalta-se que, pela análise de demanda, se subsidia o planejamento de custos logísticos, a otimização da fabricação dos produtos e na utilização de serviços, evitando-se desperdícios dos recursos disponíveis. Converte-se também para o aumento da eficiência produtiva, redução de gastos diretos e indiretos, aperfeiçoando-se a eficiência na gestão de recursos, inclusive os humanos, diminuindo a ociosidade e a necessidade de demissões. Com isso, é possível minimizar as variabilidades acentuadas, principalmente aquelas que representam vales, pelo conhecimento da capacidade de atendimento de cada modo de transporte e pela possibilidade de otimização da infraestrutura (fixa e móvel) de cada modo de transporte.

Pela disseminação da cultura do planejamento de demanda é possível condicionar as empresas para formação de parcerias, que podem redundar em acordos multimodais, onde o OTM – Operador de Transporte Multimodal é o responsável, deixando-se os modos com a operação em si. De certa forma, agrega-se maior eficiência, economia e segurança para movimentação de cargas, principalmente para os modos troncais, movimentando mercadorias em longas distâncias.

Essa alternativa logística minimiza os custos administrativos e os riscos para os envolvidos na cadeia logística pela redução da burocracia documental na emissão de um conhecimento de transporte, aumento da capacidade de ofertar serviços mais confiáveis, redução do frete entre origem e destino e, principalmente, manutenção dos saldos de empregos em condições mais estáveis, entre outras vantagens.

Por fim, é possível perceber que a disseminação do uso de métodos econométricos para séries históricas passa pelo entendimento da simplicidade de conhecimentos e de infraestrutura de hardware e software, pois carece apenas de computadores pessoais e planilha eletrônica. Acrescenta-se a isso a percepção das vantagens gerenciais por essa opção de método, haja vista que se apresentar mais do mesmo, com apenas incremento de esforço, não é aspecto motivacional em si. Visualizar potencialidades para melhoria da gestão, pela geração de melhores resultados produtivos para a organização e redução de riscos operacionais e, principalmente, a redução das variabilidades dos saldos de empregos, é um dos objetivos almejados por este artigo.

### Referências

- ARAÚJO, G.C.; DA SILVA, J. P.Z.; SOUZA, L.R.; LOUREIRO, M.B.& FERONI, R. DE C.** Previsão de Demanda e Análise Simplificada da Gestão de Estoque Aplicadas a Uma Empresa do Setor Alimentício. *Brazilian Journal of Production Engineering*, V.4, N.2, p. 48-64, 2018.
- ASRAH, N M; NOR, M E; RAHIM, S N A& LENG, W K** Time Series Forecasting of the Number of Malaysia Airlines and AirAsia Passengers *Journal of Physics* doi:10.1088/1742-6596/995/1/012006, 2018.
- BARCZAK, A.; DEMBINSKA, I.; ROZMUS, D.& SZOPIK-DEPCZYNSKA, K.** The Impact of COVID-19 Pandemic on Air Transport Passenger Markets-Implications for Selected EU Airports Based on Time Series Models Analysis. *Sustainability* V.14, N.4345. <https://doi.org/10.3390/su14074345>, 2022.
- CAMBUÍ, C. M. C.; PIRATELLI, C. L.; ACHCAR, J. A.; PINTO, R. H. F.& PACHECO, B. C. S.** Aplicações de previsão de demanda por meio de séries temporais. *Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)*, V.14, N. 2, p.1477-1490, DOI: 10.7769/gesec.v14i2.1627, 2023.
- CASTÁN-LASCORZ, M.A.; JIMÉNEZ-HERRERA, P.; TRONCOSO, A.& ASECIO-CORTÉS, G.** A new hybrid method for predicting univariate and multivariate time series based on pattern forecasting. *Information Sciences*. V.586, p.611-627, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.12.001>, 2022.
- CHOPRA, SUNIL & MEINDL.** *Peter Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação* Editora Prentice Hall, São Paulo, 2003.
- CNT – Confederação Nacional do Transporte.** *Evolução Mensal do Mercado de Trabalho*. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/painel-emprego-transporte>. Acesso em: maio/2023, 2023.
- DADHICH, A.P.; GOYAL, R.& DADHICH, P.N.** Assessment and Prediction of Groundwater using Geospatial and ANN Modeling. *Water Resour Manage* V.35, p.2879-2893 doi: <https://doi.org/10.1007/s11269-021-02874-8>, 2021.
- DINIS, DUARTE; BARBOSA-PÓVOA, ANA& TEIXEIRA, ÂNGELO PALOS.** Enhancing capacity planning through forecasting: An integrated tool for maintenance of complex product systems. *International Journal of Forecasting* V.38, N.1, p.178-192, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.05.003>, 2022.
- DRUCKER, PETER FERDINAND** *Introdução à Administração* Ed. Pioneira, 714p., ISBN 8522101035, São Paulo, 1984.
- ERYGINA, L.V.; BELYAKOVA, E.V.; SELIVANOV, A.V.& RYZHAYA A.A.** Methodological Bases for Forecasting Passenger Flow on Regional Airlines *Journal of Contemporary Issues in Business and Government* V.27, N.3, ISSN1323-6903, doi: 10.47750/cibg.2021.27.03.253, 2021.
- FERRO, W.A.; LIMA, J.D.& TRENTIN, M.G.** Combinações de Métodos Quantitativos na Previsão de Demanda de Vendas de Eletrodomésticos. *GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, V.14, N.5, p. 67-88, 2019.
- GHALEHKHONDABI, IMAN; ARDJMAND, EHSAN; YOUNG, WILLIAM A.& WECKMAN, GARY R.** A review of demand forecasting models and methodological developments within tourism and passenger transportation industry *Journal of Tourism Futures* V.5 N.1 p. 75-93, ISSN 2055-5911, doi: 10.1108/JTF-10-2018-0061, 2019.
- HASSAN, SAID ALI& QADI, ABDULAZIZTARIQ.** Forecasting Passenger Numbers in Saudi Arabian Airlines Flights *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)* ISSN: 2319 -6734.

V.7 p. 01-14, 2018.

**IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** PNAD Contínua – 3º trimestre de 2022, Recuperado de: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9173-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-trimestral.html?edicao=35504&t=resultados>, 2023.

**IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** PNAD Contínua – 3º trimestre de 2022, Recuperado de: [https://ftp.ibge.gov.br/Trabalho\\_e\\_Rendimento/Pesquisa\\_Nacional\\_por\\_Amostra\\_de\\_Domicilios\\_continua/Trimestral/Quadro\\_Sintetico/2022/pnadc\\_202203\\_trimestre\\_quadroSintetico.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_continua/Trimestral/Quadro_Sintetico/2022/pnadc_202203_trimestre_quadroSintetico.pdf), 2022.

**IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** PNAD Contínua – 4º trimestre de 2022, Recuperado de: [https://ftp.ibge.gov.br/Trabalho\\_e\\_Rendimento/Pesquisa\\_Nacional\\_por\\_Amostra\\_de\\_Domicilios\\_continua/Trimestral/Quadro\\_Sintetico/2022/pnadc\\_202204\\_trimestre\\_quadroSintetico.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_continua/Trimestral/Quadro_Sintetico/2022/pnadc_202204_trimestre_quadroSintetico.pdf), 2023.

**IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** PNAD Contínua – 1º trimestre de 2023, Recuperado de: [https://ftp.ibge.gov.br/Trabalho\\_e\\_Rendimento/Pesquisa\\_Nacional\\_por\\_Amostra\\_de\\_Domicilios\\_continua/Trimestral/Quadro\\_Sintetico/2023/pnadc\\_202301\\_trimestre\\_quadroSintetico.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_continua/Trimestral/Quadro_Sintetico/2023/pnadc_202301_trimestre_quadroSintetico.pdf), 2023.

**IMD - International Institute of Management Development.** The 2022 IMD World Competitiveness Ranking. Recuperado de: <https://imd.cld.bz/IMD-World-Competitiveness-Booklet-2022/34/>, 2023.

**ISHAK I, OTHMAN NS & HARUN NH.** Forecasting electricity consumption of Malaysia's residential sector: Evidence from an exponential smoothing model [version 1; peer review: 1 approved with reservations]. F1000Research. V.11, N.54, doi: <https://doi.org/10.12688/f1000research.74877.1>, 2022.

**LAZARIN, DANIEL FRANÇA; STURARO, VINÍCIUS AITA; DA SILVA, GABRIELLA BIDURIN & CASTILLO, LUCIO ABIMAEEL MEDRANO** Análise de Métodos de Previsão de Demanda de Séries Temporais: Estudo de Caso em uma Empresa Fabricante de Máquinas e Equipamentos Eletromecânicos BJD - Braz. J. of Develop., V.5, N.12, p. 28479-28492, ISSN 2525-8761 doi: 34117/bjdv5n12-029, 2019.

**MTE – Ministério do Trabalho e Emprego.** NOVO CAGED - Estatísticas Mensais do Emprego Formal – Sumário Executivo. Recuperado de: [http://pdet.mte.gov.br/images/Novo\\_CAGED/2023/202303/1-sumarioexecutivo.pdf](http://pdet.mte.gov.br/images/Novo_CAGED/2023/202303/1-sumarioexecutivo.pdf), 2023.

**OLANIYI, ADENIRAN ADETAYO; ADEDOTUN, KANYIO OLUFUNTO & SAMUEL, OWOEYE ADELANKE** Forecasting Methods for Domestic Air Passenger Demand in Nigeria J. Appl. Res. Ind. Eng. V.5 p. 146–155, 2018.

**PEREIRA, B. M. M. G. DE S.** Forecasting model development and application in the aviation industry Dissertação de mestrado em Gestão de Serviços e da Tecnologia. ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10071/24949>, 2021.

**PRODANOV, C. C. & FREITAS, E. C. DE** Metodologia do Trabalho Científico [Recurso Eletrônico]: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico, 2. Ed. – Novo Hamburgo, RS, Brasil, 2013.

**SANTOS, PEDRO VIEIRA SOUZA** Previsão da demanda como suporte à filosofia leanExacta, V.18 N.1, p. 226-243. doi: 10.5585/ExactaEP.v18n1.8935, 2020.

**SONG, HAIYAN; QIU, RICHARD T.R. & PARK, JINAH** A review of research on tourism demand forecasting: Launching the Annals of Tourism Research Curated Collection on tourism demand forecasting Annals of Tourism Research V.75, p. 338-362 doi: 10.1016/j.annals.2018.12.001, 2019.

**TANIZAKIA, TAKASHI; HOSHINO, TOMOHIRO; SHIMMURAB, TAKESHI & TAKENAKAC, TAKESHI.** Demand forecasting in restaurants using machine learning and statistical analysis. Procedia CIRP V.79, p. 679-683 doi: 10.1016/j.procir.2019.02.042, 2019.

**WEF - World Economic Forum.** Future of Jobs Report 2023. Recuperado de: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf), 2023.

**WU, CHEN-YUH; HEIETS, I & SHVINDINA, HANNA OLEKSANDRIVNA.** Business Model Management of Low-Cost: in a Search for Impact-Factors of Performance (Case of AirAsia Group Airlines. Marketing and Management of Innovations I.2, ISSN 2227-6718, doi: 10.21272/mmi.2020.2-26, 2020.

