

## DEMANDA POR TRANSPORTE DE PASSAGEIROS EM SÃO LUÍS- MA: UM ESTUDO PARA O EIXO ITAQUI-BACANGA

João Gonsalo de Moura<sup>1</sup>  
Alan Vasconcelos Santos<sup>2</sup>  
Ricardo Zimbrão Affonso de Paula<sup>3</sup>

### RESUMO

Um dos problemas mais urgentes na esfera dos grandes centros urbanos é a crescente demanda por transporte coletivo que, cada dia mais intensamente, se defronta com uma oferta insuficiente e ineficaz. A cidade de São Luís não representa uma exceção a essa regra. No entanto, se adentrarmos ao interior de tais centros urbanos, em algumas áreas o referido problema se manifestará mais fortemente do que em outras. Este é o caso, por exemplo, da área denominada Eixo Itaqui-Bacanga, em São Luís, onde a presença de um grande contingente populacional, de um complexo portuário, da Universidade Federal do Maranhão, dentre outros equipamentos urbanos, tem exacerbado a dimensão do problema em tela. Diante desse fato, o objetivo do presente trabalho é elaborar uma previsão da demanda por deslocamentos por meio do transporte coletivo no referido eixo. Os resultados obtidos a partir da utilização da técnica de alisamento sazonal de Holt-Winters apontam para a expansão significativa da necessidade de transporte público na área, demandando dos formuladores de políticas públicas um conjunto de ações preventivas, inclusive, conforme sugerido, novas modalidades de transporte que possam atender aos novos fluxos que surgirão com o passar do tempo, como é o caso de trem e VLT.

**Palavras-chave:** Transporte coletivo, planejamento urbano, demanda, São Luís-MA.

### ABSTRACT

*One of the most urgent problems in the sphere of the great urban centers is increasing demand for public transportation that every day more intensely, faced with insufficient and inefficient supply. The city of St. Louis is not an exception to this rule. However, if we enter the interior of such urban centers in some areas that problem will manifest itself more strongly than others. This is the case, for example, the area called Itaqui-Bacanga Axis, in St. Louis, where the presence of a huge population, a port complex, the Federal University of Maranhão, among other urban equipment, has exacerbated the scale of screen problem. Given this fact, the aim of this work is to develop the demand forecast one by shifts through public transport on that axis. The results obtained from the use of seasonal smoothing technique Holt-Winters pointed to the significant expansion of the need for public transportation in the area, demanding the policymakers a set of preventive measures, including, as suggested, new modes of transport that can meet the new flows that arise in the course of time, such as railway and tramway.*

**Keywords:** public transport, urban planning, demand, Sao Luis, MA.

---

<sup>1</sup>Doutor em Economia pelo PIMES/UFPE. Professor Associado do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico da UFMA.

<sup>2</sup>Doutor em Economia pelo CAEN/UFC. Professor Adjunto do Departamento de Economia da UFMA.

<sup>3</sup>Doutor em Economia pelo IE/UNICAMP. Professor Associado do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico da UFMA.

## **1. INTRODUÇÃO**

O processo crescente de urbanização da população brasileira, que tomou impulso significativo a partir dos meados do século XX, tem provocado um crescimento demográfico exacerbado nas cidades do país, sobretudo nas capitais das unidades da federação. Como resultado desse processo de urbanização, o local de moradia de grande parcela dos habitantes de tais localidades passou a ser estabelecido em espaços cada vez mais afastados, resultando em uma demanda crescente por deslocamentos (PEREIRA, 2001).

Diversas opções se apresentam para viabilizar a mencionada necessidade de deslocamentos diários por parte dos habitantes das grandes cidades. Em primeiro lugar, parte dos demandantes dispõe de seus próprios meios de transporte, geralmente formados por uma frota crescente de veículos motorizados, composta por automóveis de passeio, veículos utilitários, motocicletas, etc. Em segundo lugar, uma expressiva parcela dos habitantes que necessitam se deslocar, estando desprovida de equipamentos particulares de transporte, ou, embora dispondo dos mesmos, não deseja utilizá-los, passando assim a compor a chamada demanda pelo transporte coletivo, composto por meios como trem, metrô, ônibus, etc.

Ou seja, embora os demandantes do serviço em análise possam ser distinguidos pelos diferentes meios que utilizam para viabilizar seus deslocamentos, o que os une são os motivos pelos quais esses deslocamentos se fazem necessários, a saber: o exercício de sua condição de agentes econômicos, sobretudo enquanto atores diretos de atividades tais como estudo, produção, consumo, lazer, dentre outras possibilidades afins (FERRONATO, 2002).

A partir da caracterização acima estabelecida, dois desdobramentos tornam-se aparentes, quais sejam: o primeiro é um visível e crescente fluxo de veículos motorizados ocupando as vias urbanas, congestionando o tráfego e consumindo níveis alarmantes de combustíveis poluentes, causando uma espécie de degradação da qualidade de vida nos grandes centros urbanos (ARIAS *et al*, 2001). O segundo é uma também visível e crescente demanda pelo transporte de massa (coletivo), que não pode ser viabilizado pela mão invisível do mercado, carecendo, pois, da presença do Estado como regulador, tendo em vista as próprias características deste tipo de serviço.

A eficiência alcançada pelo Estado na regulação de serviços como o transporte coletivo nas grandes cidades torna-se fundamental, tendo em vista que o mesmo se torna crucial para a viabilização da própria forma de organização dos espaços, com um

distanciamento crescente entre os locais de moradia, lazer e produção. Além disso, um sistema de transporte urbano eficiente pode gerar outros benefícios, destacadamente aqueles que aparecem listados a seguir:

*a) Quando um grande número de pessoas é transportado em um mesmo veículo, diversos veículos individuais podem deixar de circular nas vias públicas, descongestionando ruas e avenidas;*

*b) Quando um único veículo transporta um grande número de pessoas, eliminado um grande número de veículos particulares, diminui o consumo de combustíveis e reduz a emissão de poluentes na atmosfera;*

*c) Ao diminuir a quantidade de veículos nas ruas e avenidas o tempo de deslocamento entre o ponto de partida e o ponto de chegada poderá ser reduzido, gerando um ganho para a população em termos de outras opções que como a convivência familiar e o próprio lazer;*

*d) Quando um maior número de pessoas passa a utilizar um único veículo para o transporte, o custo de deslocamento, em termos monetários, passa a ser menor, dado que o mesmo passa a ser custeado coletivamente, e não individualmente, incidindo um menor dispêndio para cada cidadão.*

Dessa forma, dados os benefícios acima enumerados, cabe então ao poder público não apenas a tarefa de regulamentar, mas, também apoiar e estimular o transporte de massa em cidades como São Luís, que, principalmente por conta do crescimento populacional experimentado nas três últimas décadas, se depara em escala crescente com o problema decorrente do distanciamento entre o local onde as pessoas moram, estudam, produzem, consomem e praticam as atividades de lazer; que são os principais motivadores da demanda por deslocamentos (CAMPOS, 2013).

Considerando que a dissociação acima referida se apresenta de forma diferenciada nas diferentes áreas de uma cidade como São Luís, as ações do poder público no sentido de abrir espaço para o transporte coletivo devem acompanhar as especificidades, ou prioridades, nos diferentes bairros, ou distritos. Tais diferenças se manifestam através das demandas que caracterizam cada área, que podem ser desde a melhoria ou abertura de novas vias; até o tipo de veículo que poderá viabilizar os fluxos de deslocamento oriundos e com destino a cada área, no caso, veículos como ônibus, metrô, trem, etc. O alcance social de tais medidas é sempre expressivo (GOMIDE, 2003).

Tomando esta última particularidade, no caso, a viabilização dos fluxos de deslocamentos de áreas específicas de uma cidade como São Luís, o presente trabalho tem por finalidade estimar a demanda por transporte coletivo no Eixo Itaqui-Bacanga, para os próximos anos, considerando o período que se estende até o ano de 2020. Convém mencionar que é ali que se encontram estabelecidos o porto público do Itaqui, o porto Ponta da Madeira (pertencente à companhia VALE), bem como o terminal da linha férrea (também de propriedade da companhia VALE), a Universidade Federal do Maranhão, fábricas de cimento recém-instaladas, além de inúmeros projetos do Programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal.

Para alcançar o objetivo proposto, além desta introdução, na seção 2 é feita uma breve caracterização da área em estudo. Na seção 3 é apresentada a metodologia básica para abordar o problema em tela; enquanto na seção 4 são apresentados os resultados e tecidas as devidas considerações sobre os mesmos. Finalmente, na seção 5 são enumeradas as principais conclusões do trabalho.

## **2. Caracterização do Eixo Itaqui-Bacanga**

Com base nas próprias considerações trazidas à luz na introdução deste trabalho, algumas variáveis surgiram ali, naturalmente, como candidatas a fatores que, em última análise, seriam elementos determinantes da demanda por transporte de passageiros numa grande cidade, como é o caso de São Luís. Da mesma forma, tais elementos determinantes não seriam diferentes numa porção específica da mesma, quais sejam:

- a) *A população residente na área específica;*
- b) *O número de estabelecimentos de ensino, comerciais e industriais;*
- c) *A disponibilidade de equipamentos de lazer*
- d) *A presença de terminais rodoviários, ferroviários, portuários, etc.;*
- e) *Outros fatores não listados nos quatro itens acima.*

Cabe, portanto, tecer breves considerações sobre cada um dos fatores determinantes da demanda por transporte coletivo, de forma que se tornem evidentes alguns aspectos que se tornarão importantes para a interpretação dos resultados que posteriormente serão apresentados e analisados.

### 3. Considerações sobre a População

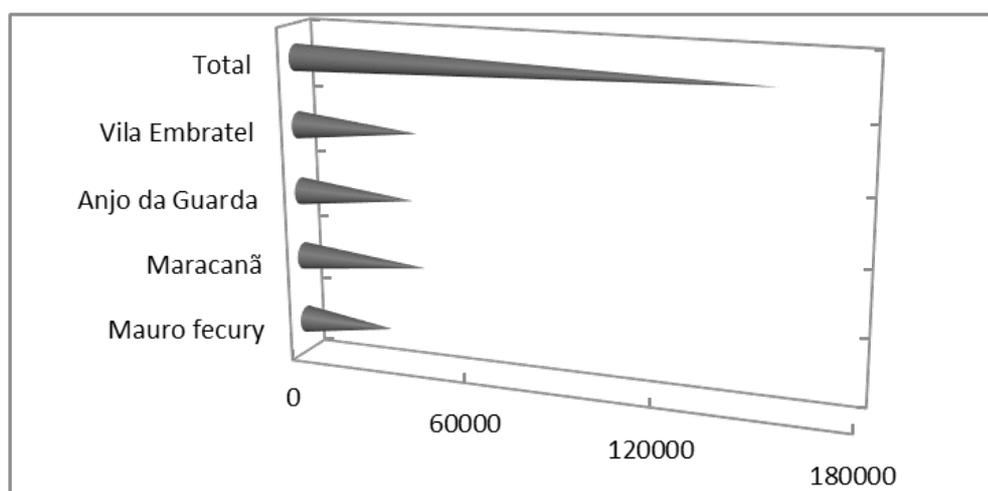
#### 3.1 População residente

O Eixo Itaqui-Bacanga abriga dois dos mais importantes distritos urbanos da cidade de São Luís, distritos estes denominados Anjo da Guarda e Vila Embratel, que, por sua vez abrigam pequenos bairros e vilas.

No caso do distrito Anjo da Guarda, além do bairro que leva o próprio nome, o mesmo abriga outros bairros menores, como é o caso de Fumacê, Gancharia, Vila Bacanga, Vila Dom Luís e Vila Isabel. No caso do distrito Vila Embratel, além do bairro que leva o próprio nome, constam ainda os bairros do Jambeiro e Sá Viana. Além disso, na demanda por transporte da área em tela deve conter também os distritos vizinhos de Maracanã e Vila Mauro Fecury, tendo em vista que os veículos que servem a estes últimos servem também aos primeiros, dado que representam uma passagem quase que obrigatória para os veículos que trafegam para os distritos cujos nomes foram acrescidos.

No Gráfico 01 aparece a população residente nos distritos aqui abordados, denominados, para efeito do presente trabalho, como Eixo Itaqui-Bacanga, conforme o Censo Populacional de 2010 (IBGE).

#### População residente no Eixo Itaqui-Bacanga



**Gráfico 1:** População residente nos quatro distritos abrangidos (2010)

Fonte: IBGE 2010.

Considerando apenas os dois distritos de Anjo da Guarda e Vila Embratel, de acordo com os dados do Censo de 2010 do IBGE, pode-se observar no Gráfico 1 que a população ali

domiciliada somava aproximadamente 80.000 pessoas. Nos dois distritos adjacentes, Maracanã e Mauro Fecury, também o número de habitantes é expressivo, ultrapassando a soma de 73.000 moradores.

A expressividade populacional dos dois últimos distritos citados no parágrafo acima resulta dos bairros importantes que os mesmos abrigam; além daqueles que levam o próprio nome do respectivo distrito. No caso do distrito Mauro Fecury, constam os bairros da Vila Nova e do Alto da Esperança. Para o caso do distrito do Maracanã, estão ali inseridos os bairros do Cajueiro e Vila Maranhão.

Sintetizando o item gerador de demanda que emana da população residente, pode-se observar que o total de residentes na área de São Luís aqui denominada Eixo Itaqui-Bacanga, um total aproximado de 153.000 habitantes, representando assim uma parcela aproximada de 10% da população total da capital maranhense. Trata-se, pois, de um contingente populacional representativo de uma cidade de médio porte. Importa dizer que daí deve resultar uma importante demanda por deslocamentos, tendo em vista que esta população detém interesses econômicos e sociais em outras áreas da cidade, assim como grande parte da população das demais áreas da cidade também ali deposita interesses da mesma natureza.

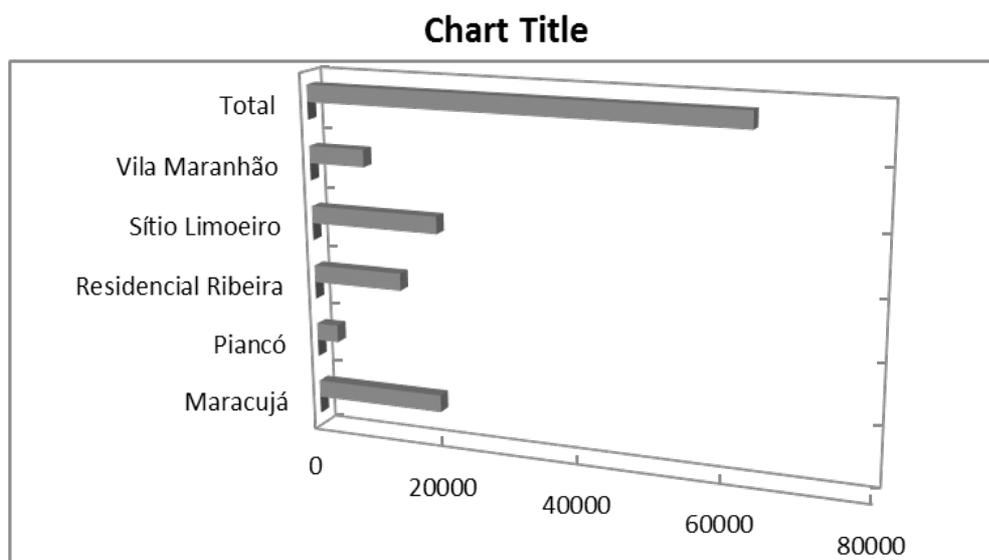
### **3.2 Expansão residencial**

Além da população apresentada no subitem anterior deve ser mencionado aqui o fato relevante que é a destinação de uma grande quantidade de novas moradias para esta região da cidade de São Luís, previstas pelo Programa Minha Casa Minha Vida, do governo federal.

O principal objetivo do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) é subsidiar a aquisição da moradia própria para famílias com renda até R\$ 1.600,00 e facilitar as condições de acesso ao imóvel para famílias com renda até R\$ 5 mil. Embora a iniciativa seja do governo federal, a responsabilidade pela seleção das famílias beneficiárias é das prefeituras municipais. Ficam habilitadas a tomar parte no MCMV, as famílias que comprovem enquadramento nas faixas de renda acima especificadas, cumprindo os requisitos adicionais de não possuir moradia própria; ou serem beneficiárias de financiamento em qualquer unidade da federação; além de não terem gozado, em momento anterior, de algum benefício de natureza habitacional originário do governo federal (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2011).

Considerando apenas o Programa Minha Casa Minha Vida, prevê-se um acréscimo de residências, aos distritos em análise, da ordem de 16.524 novas unidades, entre casas e apartamentos. Como não são exatamente as residências que demandam transporte coletivo, mas sim os moradores, no Gráfico 02 encontram-se os dados resultantes de uma estimativa da expansão do número de habitantes na área em análise, como decorrência exclusiva dos projetos habitacionais relacionados ao MCMV. Trata-se de um cálculo simplificado, tomando como base a atual densidade domiciliar no Eixo Itaqui-Bacanga, que corresponde a 3,81 pessoas por domicílio, segundo dados revelados pelo último censo demográfico (IBGE, 2010).

Partindo então do cálculo acima sugerido, o Gráfico 2 apresenta o impacto sobre a dinâmica populacional do Eixo Itaqui-Bacanga resultante do fenômeno da expansão do MCMV. Conforme os dados apresentados, somente por conta do referido fenômeno prevê-se uma expansão aproximada de 63.000 pessoas, o que representa, na verdade, adicionar esta área uma cidade como muitas que existem hoje no estado do Maranhão.



**Gráfico 2:** Previsão de novos moradores pelo MCMV nos distritos abrangidos

Fonte: Caixa Econômica Federal

Retomando o objetivo central do presente trabalho, pode-se dizer que os projetos de expansão de moradias previstos no âmbito do MCMV exercem a função fator aceleracionista ao fluxo normal que já se acresce naturalmente à demanda pelo transporte coletivo na cidade de São Luís, especialmente no Eixo Itaqui-Bacanga. Portanto, este é mais um elemento a pressionar a demanda por deslocamentos naquela região ao longo do tempo.

### **3.3 Considerações sobre outros fatores relevantes**

A demanda por deslocamentos em uma determinada área não decorre apenas do fato de haver uma maior ou menor quantidade de domicílios na mesma, ou no seu entorno. Ao contrário, tal demanda também depende, em larga medida, da existência de estabelecimentos educacionais, órgãos públicos, estabelecimentos produtivos, equipamentos de lazer, dentre outros (CAMPOS, 2013). Sendo assim, tendo em vista que a presença de tais estabelecimentos constitui uma regra para a área em estudo, convém tecer breves considerações sobre aqueles com maior potencial para explicar a dimensão dos resultados que serão posteriormente apresentados.

### **3.4 Deslocamentos motivados por educação – UFMA**

Tem-se na presença do campus da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) no Eixo Itaqui-Bacanga uma dos mais importantes fatores determinantes da demanda por deslocamentos naquela região da cidade de São Luís. A Cidade Universitária do Bacanga constitui o núcleo da referida universidade, em termos administrativos e acadêmicos. Neste último caso, tanto no que se refere aos cursos de graduação como aos cursos de Pós-Graduação (mestrado e doutorado), podem ser ali detectados grandes fluxos diários de pessoas com uma característica comum, qual seja: necessitam fazer uso de algum meio de transporte acessar aquele recinto.

Segundo estimativas da própria instituição, o fluxo diário de pessoas na Cidade Universitária chega a doze mil pessoas. Além do público diretamente envolvido com funcionamento norma da UFMA, no caso, professores, alunos e técnicos administrativos, existem ainda, fluxos adicionais de indivíduos em razão de outras atividades que também resultam da própria grandiosidade de da referida instituição, tais como agências bancárias, lanchonetes, livrarias, bancas de revista, etc.

Ou seja, tendo em vista que todas as pessoas que acessam a Cidade Universitária diariamente carecem de um deslocamento de ida, e de um deslocamento de volta; e considerando ainda que a maior parte da demanda por tais deslocamentos é viabilizada pelo transporte coletivo, fica evidente a importância da presença da UFMA no Eixo Itaqui-Bacanga para a potencialização da demanda por tal tipo de transporte naquela fração da cidade de São Luís.

### 3.5 Deslocamentos motivados pelo terminal ferroviário de passageiros da VALE

A presença do terminal de passageiros da estação ferroviária da VALE no bairro Anjo da Guarda representa outro importante fator de potencialização da demanda por deslocamentos na área Itaqui-Bacanga.

É certo que a dimensão da demanda por deslocamentos via transporte coletivo, gerada pela presença do terminal de passageiros da companhia VALE, depende dos fluxos de pessoas (passageiros) que o mesmo é capaz de movimentar em determinado período de tempo. No caso, a dimensão de tais fluxos pode ser dimensionada pelas informações prestadas pela própria empresa ofertante do serviço de trem, senão vejamos:

*O trem de passageiros da Estrada de Ferro Carajás (EFC) conecta os estados do Maranhão e do Pará, passando por 25 localidades, entre povoados e municípios. Além de seguro e eficiente, o serviço tem passagens até 50% mais baratas do que o transporte rodoviário e, por isso, é a escolha de cerca de 1.300 passageiros por dia. Em funcionamento desde 1986, o trem parte da Estação Ferroviária do Anjo da Guarda, em São Luís, Maranhão, com destino a Parauapebas, no sudeste do Pará, às segundas-feiras, quintas-feiras e sábados, às 8h. Às terças-feiras, sextas-feiras e domingos, realiza o percurso de volta. Não há viagem na quarta-feira (...). Para muitos moradores, o trem de passageiros EFC é o único meio de transporte disponível na época das chuvas, quando muitas estradas ficam inacessíveis para carros e ônibus (VALE, 2015).*

Algumas informações contidas na citação acima apresentada são de grande utilidade para efeito de elucidação da importância da presença do terminal de passageiros da companhia VALE, no bairro Anjo da Guarda, para impulsionar a demanda por deslocamentos no Eixo Itaqui-Bacanga. Uma das informações de maior utilidade consiste no dado que atesta o movimento diário da ferrovia atendendo cerca de 1.300 passageiros, considerando especificamente os dias em que a mesma opera este tipo de transporte. Por meio de inferências simplificadas, pode-se dizer que:

- a) *Considerando 1.300 passageiros/dia, pode-se inferir que haveria um fluxo mensal de aproximadamente 32.500 pessoas transportadas;*
- b) *Considerando 32.500 passageiro/mês, pode-se inferir que haveria um fluxo anual de aproximadamente 390.000 pessoas transportadas.*

Duas considerações devem ser feitas antes que se possa atribuir todo o fluxo acima estimado à demanda por deslocamentos no Eixo Itaqui-Bacanga. Em primeiro lugar, nem

todos os passageiros que compõem os números acima apresentados embarcam ou desembarcam na estação do Anjo da Guarda. Em segundo lugar, mesmo aqueles que embarcam o desembarcam na referida estação, nem todos são demandantes do transporte coletivo, que constitui o alvo principal do presente estudo.

De qualquer modo, pela dimensão dos dados apresentados, pode-se crer, e isto é bastante razoável, que uma expressiva fração desses passageiros demanda o transporte coletivo. Além disso, uma parte dos passageiros que utilizam outro meio de transporte para se deslocar entre residência e estação procede de tal maneira apenas em função da deficiência do transporte de massa, mas, de qualquer modo, são demandantes em potencial do transporte coletivo.

Obras em curso como a duplicação da Estrada de Ferro Carajás deverá ampliar a capacidade de transporte de passageiros pela citada ferrovia, uma vez que o trem poderá fazer os dois percursos diariamente, aumentando assim a sua capacidade de transporte e, como consequência, o fluxo de passageiros em cada estação, gerando maior demanda por deslocamentos em direção e a partir do bairro Anjo da Guarda, que é a parte que constitui o interesse maior do presente trabalho.

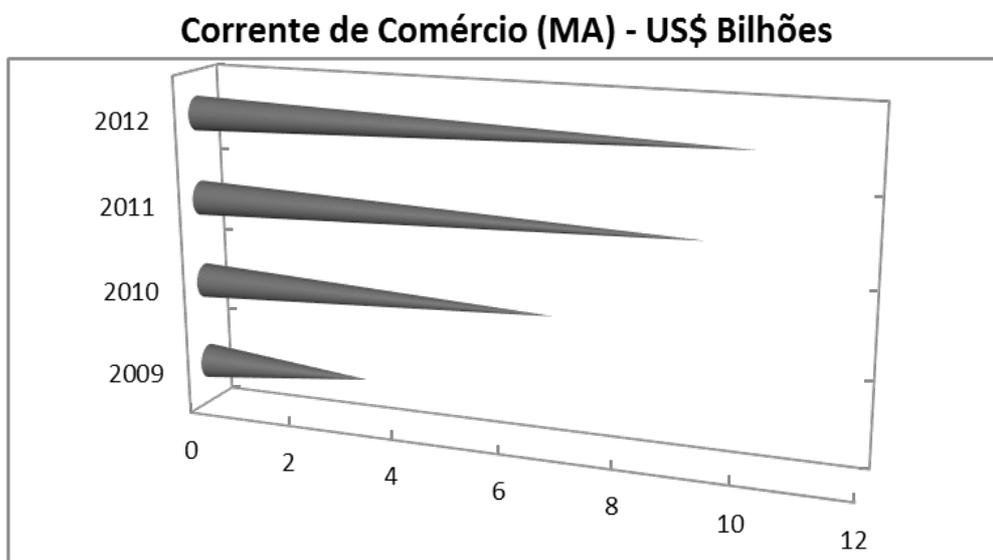
### **3.6 Deslocamentos motivados por trabalho – Porto do Itaqui**

O Complexo Portuário do Itaqui representa uma das principais fontes geradoras de emprego e renda para a cidade de São Luís e, por extensão, para o próprio estado do Maranhão. O porto é o detalhe mais importante, mas, por conta do mesmo, floresceu nas suas imediações um conjunto de atividades que buscam, de algum modo, explorar alguma vantagem de se instalar nas proximidades de um escoadouro de produtos e de desembarque de matérias-primas para empreendimentos industriais e do agronegócio.

Com relação ao complexo portuário, o mesmo é formado pelo porto do Itaqui e pelos terminais portuários privativos das empresas VALE (Ponta da Madeira) e da ALUMAR. Situado na Baía de São Marcos, o Porto do Itaqui movimenta o maior volume de cargas, entre os portos brasileiros, atingindo cerca de 15,7 milhões de toneladas em 2012. Convém admitir, entretanto, que isto se deve à capacidade dos navios que ancoram no complexo portuário em tela, aproveitando a profundidade do canal. É claro que o Porto de Santos, embora não movimente tal volume de carga, em termos de movimento de navios, containers e valores monetários, supera em larga medida o Porto do Itaqui (CARVALHO, 2014).

Além dos produtos importados, que ingressam no Brasil pelo Porto do Itaqui, como é o caso de combustíveis, fertilizantes, bens de capital, etc., o foco estratégico está concentrado na exportação. Entre os principais produtos exportados pelo Itaqui se destacam: minério de ferro e seus derivados, alumínio, manganês, cobre, ferro gusa, soja, trigo, e uma variedade de cargas gerais e contêineres (FRANÇA, 2014).

Um indicador bastante propício a demonstrar a importância do Porto do Itaqui para a economia do Maranhão, e particularmente para a cidade de São Luís, é soma dos valores movimentados nos embarques e desembarques de mercadorias naquele estabelecimento portuário, que pode ser representada pela corrente de comércio, cujas cifras aparecem no Gráfico 3, em US\$ bilhões anuais, para o período de 2009 a 2012.



**Gráfico 3:** Corrente de comércio do Estado do Maranhão (2009-2012)

Fonte: SECEX / MDIC. (US\$ bilhões/ano)

A própria dimensão e a expansão dos valores apresentados no Gráfico 3 demonstram a importância do Porto do Itaqui para o Maranhão e, sobretudo para o município de São Luís. Neste caso, retornando ao foco principal do presente estudo, convém chamar atenção para os seguintes aspectos decorrentes dos números aqui revelados:

- a) *A tendência crescente dos valores monetários representativos das mercadorias exportadas e importadas (corrente de comércio);*
- b) *Que os valores movimentados, resultantes da soma das exportações e das importações estaduais, representam algo que superaria  $\frac{1}{4}$  do PIB estadual, sendo, portanto, muito expressivo para a cidade de São Luís;*

*c) Com o crescimento do movimento de mercadorias no Porto do Itaquí, é natural que se expanda a quantidade de empregos atrelados à atividade portuária, gerando assim a expansão no movimento diário de pessoas, com destino e oriundas do referido complexo portuário;*

Ou seja, as informações acima apresentadas demonstram a importância econômica do Complexo Portuário do Itaquí para o município de São Luís, o que o torna um ponto de grande movimentação de fluxos populacionais diariamente, tanto em termos de origem como em termos de destino, principalmente daqueles indivíduos que, direta ou indiretamente, estão envolvidos com as atividades econômicas ali praticadas.

#### **4. Metodologia**

A metodologia empregada consistirá na aplicação de um modelo de série temporal determinístico, denominado alisamento exponencial. Como a série a ser analisada apresenta, ao longo do tempo, tendência e sazonalidade, serão utilizados os métodos de alisamento exponencial sazonal de Holt-Winters (aditivo e multiplicativo).

Tais métodos são, na verdade, métodos simples de previsões adaptativas, no sentido de que, automaticamente, ocorre um ajuste para a inclusão de dados mais recentes. Uma das características principais deste método de previsão é que o mesmo fornece uma previsão efetiva, mesmo quando se dispõe de poucas observações. Além disso, diferentemente do que acontece com os modelos de regressão, nos quais se utilizam de coeficientes fixos, as previsões obtidas através dos modelos de alisamento exponencial são baseadas nos erros de previsão passados.

O método a ser utilizado a seguir (Holt-Winters) revela-se mais apropriado para séries históricas com tendência linear e oscilações sazonais. A depender de certas características aplicáveis à série que está sendo trabalhada, podem ser adotados dois procedimentos diferentes para a previsão futura de valores resultantes deste tipo de dados. Nestes termos, pode-se adotar um procedimento específico para séries que apresentem oscilação sazonal multiplicativa; e outro procedimento para séries que apresentem oscilação sazonal aditiva (FULLER, 1996).

O procedimento que deve ser aplicado a séries com variação sazonal multiplicativa, pode ser apresentado, nos termos assim definidos:

$$\tilde{y}_t = \alpha \frac{y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(\tilde{y}_{t-1} + T_{t-1})$$

Série alisada exponencialmente ( $0 < \alpha < 1$ )

$$T_t = \beta (\tilde{y}_t - \tilde{y}_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Estimativa da tendência ( $0 < \beta < 1$ )

$$S_t = \gamma \frac{y_t}{\tilde{y}_t} + (1 - \gamma)S_{t-L}$$

Estimativa da sazonalidade ( $0 < \gamma < 1$ )

$$\hat{y}_{t+h} = (\tilde{y}_t + hT_t)S_{t-L+h}$$

Previsão da série h períodos à frente

Quanto ao segundo procedimento, que deve ser utilizado quando a série temporal possui variação sazonal aditiva, o mesmo pode ser apresentado, nos termos assim definidos:

$$\tilde{y}_t = \alpha(y_t - S_{t-L}) + (1 - \alpha)(\tilde{y}_{t-1} + T_{t-1})$$

Série alisada exponencialmente ( $0 < \alpha < 1$ )

$$T_t = \beta (\tilde{y}_t - \tilde{y}_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Estimativa da tendência ( $0 < \beta < 1$ )

$$S_t = \gamma (y_t - \tilde{y}_t) + (1 - \gamma)S_{t-L}$$

Estimativa da sazonalidade ( $0 < \gamma < 1$ )

$$\hat{y}_{t+h} = \tilde{y}_t + hT_t + S_{t-L+h}$$

Previsão da série h períodos à frente

Onde:  $\alpha$  é a constante de alisamento;

$\beta$  é a constante de alisamento da estimativa da tendência;

$\gamma$  é a constante de alisamento da estimativa da sazonalidade;

$T_t$  é a estimativa da tendência;

$S_t$  é a estimativa sazonal;

$L$  é a extensão da sazonalidade.

Considerando as duas versões acima apresentadas, tanto para o caso da sazonalidade multiplicativa quanto para o caso da sazonalidade aditiva, os valores das constantes de alisamento são calculados de forma a minimizar a soma dos quadrados dos erros de previsão. Apesar desta característica comum, as duas formas do algoritmo de Holt-Winters sazonal podem fornecer previsões que não se assemelham.

Por exemplo, caso a série apresente oscilações sazonais aproximadamente constantes, o modelo aditivo se torna mais indicado. De outra forma, caso as oscilações

sazonais se mostrem proporcionais ao nível da série, o modelo multiplicativo é que se torna mais indicado. Além disso, para evitar maiores dúvidas, também é normal utilizar as duas versões e, com os resultados em mãos, escolher aquele que resulta no menor erro de previsão (ENDERS, 1995).

Por fim, convém destacar para algumas desvantagens que podem resultar do emprego da metodologia proposta. Tais desvantagens podem ser de duas naturezas distintas. Em primeiro lugar, tem-se a dificuldade de determinação dos valores mais apropriados das constantes de alisamento e; em segundo lugar, tem-se a dificuldade de obtenção de propriedades estatísticas importantes, como a média e a variância de previsão, o que pode inviabilizar, por exemplo, a construção de intervalos de confiança.

## **5. Resultados e Discussão**

Para a previsão da demanda por transporte coletivo do Eixo Itaquí-Bacanga serão utilizadas as séries mensais de passageiros transportados pelos veículos que circulam na referida área da cidade de São Luís. Tais informações foram fornecidas pela Secretaria Municipal de Transportes (SMTT) para o período de janeiro de 2011 a dezembro de 2013.

Em casos em que prevalece a desconfiança de que a série a ser trabalhada/alizada apresenta tendência e/ou sazonalidade, torna-se oportuno recorrer à metodologia em que se lança mão de ambos os componentes, sendo este o caso do presente estudo. Ou seja, os modelos de alisamento exponencial sazonal de Holt-Winters, nas duas versões disponíveis, aditivo e multiplicativo, serão aqui utilizados. Portanto, os procedimentos metodológicos empregados a seguir obedecerão aos seguintes termos:

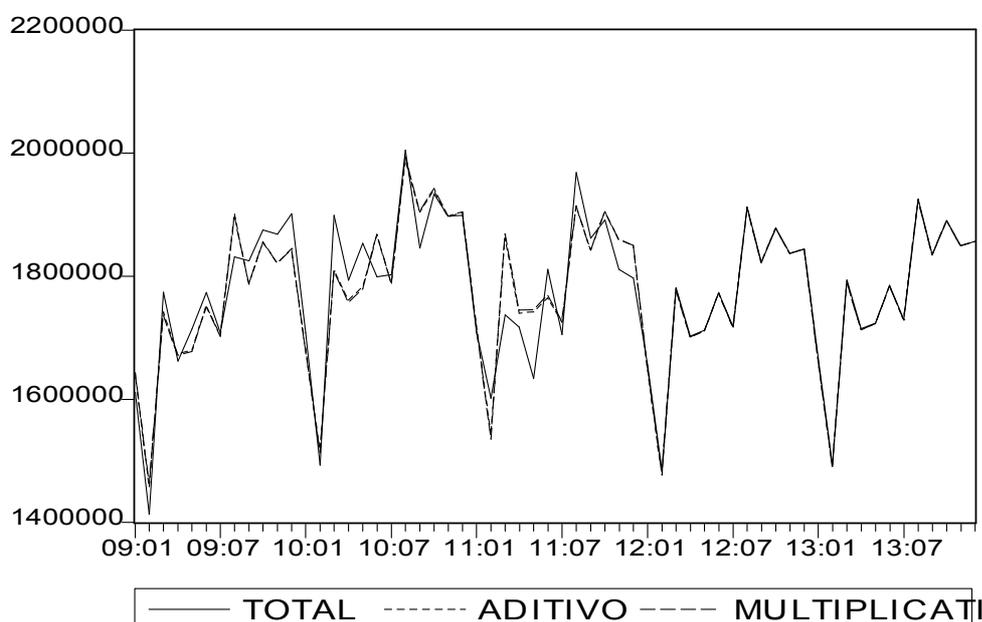
- a) *Na obtenção dos parâmetros da série alisada mediante o emprego dos modelos acima enumerados;*
- b) *Na apresentação dos valores previstos para a série em análise nos anos de 2014<sup>4</sup>, 2017, 2020 e 2023;*
- c) *Depois de obtidos os resultados através de cada versão do modelo de estimação, a obtenção dos valores definitivos se dará por meio do cálculo da média aritmética entre os valores gerados por cada uma das versões anteriormente aplicadas.*

---

<sup>4</sup> A série disponibilizada pela SMTT continha dados, apenas, até o ano de 2013.

Tomando tais premissas como base, apresenta-se a seguir os valores obtidos para os parâmetros em análise. O Gráfico 04 contém a série temporal original, bem como as duas séries obtidas por meio do processo de alisamento exponencial, aditivo e multiplicativo.

Observando os resultados apresentados no Gráfico 4, pode-se notar que, em primeiro lugar, em grandes extensões do mesmo, as três linhas se sobrepõem, dando a entender que se trata apenas de uma única linha, isto é, as outras duas ficam encobertas pela linha original. Em segundo lugar, em decorrência do primeiro fato, pode-se constatar que ambas as versões se mostram adequadas para os dados em questão.



**Gráfico 4:** Série original e de Holt-Winters aditivo e multiplicativo (2009 a 2013).

Fonte: Cálculo dos autores a partir de dados fornecidos pela SMTT.

Ou seja, atesta-se que tanto a série aditiva quanto a série multiplicativa apresentam um bom ajustamento para os dados referentes à demanda por transporte coletivo de passageiros no Eixo Itaquí-Bacanga, tendo em vista que as séries estimadas se movem adotando um padrão de comportamento que, quase que perfeitamente, se assemelha ao da série original.

Deste modo, tomando como referência os parâmetros estimados, emanam então as condições necessárias para a geração das previsões dos valores da variável de interesse em períodos adiante, no caso, o número de passageiros transportados para os anos de 2014, 2017,

2020 e 2023, considerando cada um dos modelos sazonais de Holt-Winters (aditivo e multiplicativo).

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para a varável em questão, mediante os procedimentos metodológicos anteriormente explicitados.

Com base nos dados contidos na Tabela 1, convém estabelecer uma tentativa de capturar os principais aspectos revelados pelas informações ali apresentadas, a saber:

a) *O número estimado de passageiros do transporte coletivo para o ano de 2023 se mostra 36% maior que o número ocorrido em 2013, indicando um expressivo crescimento no período;*

b) *Nos anos iniciais da série, conforme se observa, chega a haver até mesmo um decréscimo do número de passageiros transportados no Eixo Itaqui-Bacanga;*

c) *A característica apresentada no item b, acima, talvez possa ser justificada, na prática, pela expressiva presença do chamado transporte alternativo naquela região da cidade de São Luís, sobretudo em período recente;*

d) *Ainda sobre a característica trazida à luz no item b, o fenômeno mencionado no item c talvez tenha sido auxiliado por outro fator importante, que foi o envelhecimento da frota e redução da oferta no período em tela, atestada principalmente pelo Termo de Ajustamento de Conduta recente celebrado entre as empresas e o Ministério Público, onde as primeiras aceitaram seguir um plano de melhoria das condições oferta a partir do início do ano em curso.*

e) *Isto indica que os dados obtidos da SMTT talvez apresentem uma tendência de subavaliar a verdadeira dimensão da demanda, já que, com maior oferta e uma melhor qualidade do transporte coletivo, muitos dos deslocamentos que hoje se dão por meios de veículos como automóveis e motocicletas talvez migrassem para o transporte público, gerando resultados ainda mais expressivos.*

**Tabela 1: Previsão da demanda por transporte coletivo no eixo Itaqui-Bacanga.**

Ano	Aditivo	Multiplicativo	Média
2009	20.957.216	20.957.216	20.957.216
2010	21.930.036	21.930.036	21.930.036
2011	21.245.299	21.245.299	21.245.299
2012	21.119.126	21.119.126	21.119.126
2013	21.263.167	21.263.167	21.263.167
2014	21.339.650	21.339.144	21.339.397
2017	21.569.114	21.568.606	21.568.860

2020	21.798.578	21.798.069	21.798.324
2023	22.028.039	22.027.532	22.027.786

Fonte: Estimado pelos autores com base em dados fornecidos pela SMTT.

Mas, independentemente das questões acima apresentadas, ao longo deste trabalho foram exibidas condições concretas para a existência de fatores que podem tornar as séries apresentadas na Tabela 1 carentes de ajustes que as direcionem para uma trajetória de maior proximidade com a realidade que está por se mostrar no futuro. Conforme já mostrado, os projetos relativos ao MCMV para o Eixo Itaqui-Bacanga e adjacências podem acrescer à população da área valores significativos, a ponto de requerer uma calibragem nas previsões anteriormente obtidas.

O fato de haver uma previsão de cerca de 63.000 moradores para a região em análise apenas por conta dos projetos do MCMV, torna-se perfeitamente plausível considerar que tal fenômeno perturbará as estimativas apresentadas na Tabela 01, uma vez que tais estimativas consideram apenas o curso normal dos acontecimentos. Para introduzir aos valores então obtidos os prováveis efeitos dos acontecimentos que se apresentam, algumas considerações importantes se fazem necessárias.

Nem todos os moradores de determinado bairro são demandantes de deslocamentos diários. Algumas pessoas estudam, trabalham e consomem nas proximidades de suas moradias. Além disso, muitos deslocamentos não são feitos por intermédio do transporte coletivo. Em qualquer população, um significativo contingente não se desloca na maior parte do tempo, uma vez que permanece em casa, por razões diversas. Sendo assim, qualquer adição aos números gerados pelo modelo proposto deve ser feita sob a percepção de que tais premissas precisam ser consideradas.

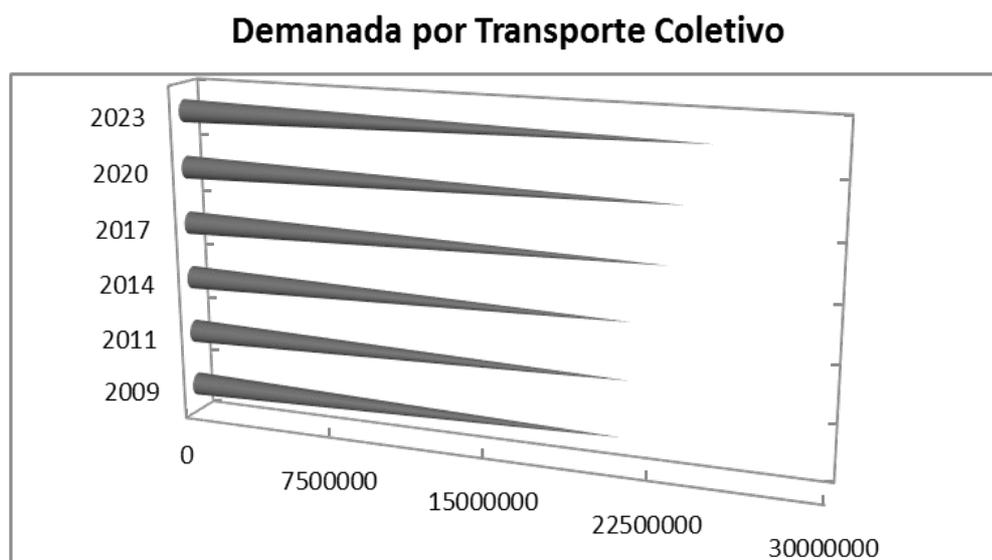
Assim, na tentativa de não deixar à parte o realismo e a moderação propostos acima, toma-se como referência as considerações que seguem:

- a) *Que de cada quatro novos moradores decorrentes dos projetos do MCMV apenas um se desloque diariamente;*
- b) *Que de cada quatro moradores que demandem deslocamentos diários, a metade deles não utilize o transporte coletivo;*
- c) *Que tais acréscimos se reflitam na demanda pelo transporte coletivo do Eixo Itaqui-Bacanga apenas a partir do ano de 2017, dado o cronograma das obras;*

d) *Que os acréscimos na demanda pelo transporte coletivo transcorram obedecendo aos seguintes termos: um quarto dos demandantes de deslocamentos a partir de 2017; um terço dos demandantes de deslocamentos a partir de 2020; metade dos demandantes de deslocamentos a partir de 2023 (o restante estará alocado em outras modalidades), com cada indivíduo demandando algo em torno de 30 deslocamentos mensais.*

Os procedimentos de revisão das estimativas, a partir das observações propostas no parágrafo anterior, denotam assim a necessidade de que sejam feitos alguns ajustes nos resultados, tendo em vista a presença de um fenômeno adicional que, certamente, interferirá na demanda futura, e que não foi devidamente capturado pelas estimativas originais. Ou seja, trata-se de um procedimento de calibragem dos resultados gerados pelo modelo proposto.

Para o Gráfico 5 apresenta os mesmos indicadores anteriormente disponibilizados na quarta coluna da Tabela 1, após o procedimento de calibragem explicitado acima.



**Gráfico 5:** Demanda por transporte coletivo no eixo Itaqui/Bacanga (2014-2023)

Fonte: Cálculos dos autores a partir de dados fornecidos pela SMTT.

O cenário traçado pelos dados apresentados no Gráfico 5 indica que os formuladores de políticas públicas, sobretudo aqueles diretamente envolvidos com o planejamento do transporte urbano, devem formular propostas condizentes com uma demanda crescente por transporte coletivo no Eixo Itaqui-Bacanga, na cidade de São Luís. Sem dúvida, a presença dos projetos de expansão de moradias atrelados a MCMV potencializarão significativamente o crescimento da necessidade de transporte por transporte público na referida área.

O crescimento mais moderado no início da série, representado pelos dados originais para o período de 2009 a 2014, coincide com a perda de dinamismo da economia brasileira, em grande medida explicado pela queda no preço das commodities no mercado internacional. Tal fenômeno se torna aqui ainda mais relevante devido ao fato do Porto do Itaquí ser especializado na exportação de tais mercadorias (minério de ferro, alumínio e soja), o que pode ter concorrido para o arrefecimento dos deslocamentos motivados por trabalho. Aliados a isto, fenômenos anteriormente relatados, como a expansão do transporte alternativo e a diminuição da oferta de transporte (em termos de quantidade e qualidade) podem se juntar à explicação inicialmente proposta para dar conta das características apresentadas pelos dados referentes aos anos iniciais da série.

A intensificação do crescimento da demanda por deslocamentos através do transporte coletivo, nos anos posteriores, sobretudo a partir de 2017, pode ser creditada, em larga medida, aos projetos de expansão de moradias decorrentes do MCMV. Mesmo tomando as devidas precauções para não exacerbar os valores da série prevista, pode-se observar que o aumento na demanda será significativo ao longo dos próximos anos. A expansão do número de moradores na região em tela será como acrescentar uma nova cidade naquela área, o que corrobora a dinâmica evolutiva dos valores finais mostrados no Gráfico 5.

Além disso, caso o cenário de crescimento da economia brasileira retorne a patamares positivos nos próximos anos, principalmente com a melhoria do preço das commodities no mercado internacional, este será mais um fator a pressionar os resultados apresentados na direção positiva. Os dados trazidos pelo Gráfico 3 já denotam crescimento da importância do Porto do Itaquí em um cenário adverso. Maior ainda seria a contribuição do mesmo, nas viagens motivadas por emprego e renda, em um cenário favorável.

Com uma maior frota e maior conforto deste tipo de transporte, muitos demandantes de outras modalidades de transporte talvez migrassem para o transporte coletivo. O importante é que todos os fatores aqui mencionados, e que não foram devidamente introduzidos nos resultados finais contribuiriam apenas para elevar, e nunca para diminuir, os valores apresentados.

Entretanto, os resultados finais das estimativas e as considerações acima apresentadas não visam apresentar uma visão distorcida dos fatos, ou um proposital subdimensionamento da demanda futura. Ao contrário, a intensão aqui prevalecente é indicar aos formuladores de políticas públicas que, mesmo estimando a demanda por transporte

coletivo no Eixo Itaqui-Bacanga no mais cauteloso dos cenários, mesmo assim a mesma cresce em proporções expressivas.

Além da melhoria das condições de acesso a esta área da cidade de São Luís, através da construção de novas vias e melhoria das condições daquelas que já se encontram disponíveis, há que se pensar em novas modalidades de transporte público para a região em tela, mais rápidas e mais baratas para o demandante, como é o caso do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), ou mesmo trem ou metrô. Caso contrário, o que hoje representa apenas uma demanda futura poderá, verdadeiramente, se transformar em problema.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O principal objetivo deste estudo foi realizar previsões anuais da demanda por transporte coletivo no eixo Itaqui-Bacanga, na cidade de São Luís, que atualmente é totalmente atendida pela modalidade ônibus.

A relevância da questão central aqui abordada ficou demonstrada ao longo do trabalho, se devendo, principalmente, a três motivos específicos, quais sejam: o grande contingente populacional já estabelecido nos bairros que compõem a área estudada; as atividades econômicas ali estabelecidas, sobretudo, a presença de dois portos privados e um porto público, que formam o Complexo Portuário do Itaqui; além dos inúmeros projetos de expansão de moradias capitaneados pelo Programa Minha Casa Minha Vida do governo federal. Tais fenômenos motivadores fazem com que não apenas a demanda atual por deslocamentos seja bastante significativa, mas, também, com que haja uma previsão de crescimento expressivo da mesma ao longo dos próximos anos.

Na tentativa de alcançar o objetivo proposto, a metodologia utilizada para a estimação dos resultados foi a técnica de alisamento exponencial sazonal de Holt-Winters, nas versões aditiva e multiplicativa, conforme requerido pelo tipo de dados e a configuração da série a ser trabalhada. Diante da capacidade de ajustamento apresentado por ambas as versões, os valores definitivos das estimativas foram obtidos a partir do cálculo da média aritmética simples, gerando assim resultados bastante satisfatórios.

Além do emprego da técnica acima especificada, foram utilizadas algumas premissas básicas sobre o comportamento da população residente e a residir na área, no sentido de que fosse possível corrigir os resultados inicialmente gerados. Embora tenham sido tomadas as devidas precauções para que os resultados não apresentassem um crescimento exacerbado,

mesmo assim, tornou-se evidente um cenário de forte crescimento da demanda pelo transporte coletivo no Eixo Itaquí-Bacanga, ao longo dos próximos anos. Para efeito dos objetivos aqui propostos, tal resultado indica a necessidade de intervenção imediata do poder público no sentido de viabilizar o atendimento à referida demanda, tanto por uma questão de planejamento (antever problemas e antecipar soluções), como também pelo próprio alcance social deste tipo de transporte (coletivo).

Considerando que, a exemplo das grandes cidades brasileiras, sobretudo em relação às capitais dos estados, as vias já se encontram, deveras, congestionadas, o que não é diferente no Eixo Itaquí/Bacanga, talvez não seja possível atender à expansão futura apenas com a introdução de mais e melhores veículos (ônibus), sendo necessário construir novos canais de escoamento do trânsito e, principalmente, planejar novas opções para a modalidade de transporte em tela (coletivo)

Diante do fato de utilizar vias próprias, descongestionando ruas e avenidas, e oferecer inúmeros atributos requeridos pelos demandantes (conforto, comodidade, rapidez, etc.) novas opções como trens, metrô, e principalmente o VLT, por ser mais barato para os passageiros, e demandar menor custo de implantação para o setor público, os mesmos se tornam opções propícias para o alcance mais eficiente do atendimento futuro das necessidades da população.

## **7. REFERÊNCIAS**

ARIAS, Z. P.; CAMPOS, V. B. G.; DIOGO, F. A. Análise multicriterial aplicada à seleção de alternativas de transporte coletivo urbano. Anais do XLIII simpósio brasileiro de pesquisa operacional. Campos do Jordão, 2001.

CAMPOS, V. B. G. Planejamento de transportes: conceitos e modelos. São Paulo: Interciência, 2013.

CARVALHO, W. R. Dinâmica do complexo portuário de São Luís-MA: Uma avaliação com base na movimentação no período de 2004 a 2012. (Monografia de Graduação). São Luís: UFMA, 2014.

ENDERS, W. Applied Econometric Time Series. John Wiley & Sons, inc, 1995.

FERRONATTO, L. G. Potencial de Medidas de Gerenciamento da Demanda no Transporte Público Urbano por Ônibus. (Dissertação de Mestrado). Porto Alegre: UFRS, 2002.

FRANÇA, P. R. O papel da infraestrutura portuária como fonte de crescimento econômico: uma avaliação do desempenho recente do Porto do Itaquí. (Monografia de Graduação). São

Luís: UFMA, 2014.

FULLER, W. A. Introduction to Statistical Time Series. New York. John Wiley and Sons, 1996.

GOMIDE, A. de A. Transporte urbano e inclusão social: elementos para políticas públicas. Texto para discussão n. 960, Brasília: IPEA, 2003.

IBGE. Censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO. Balança comercial por unidades da federação. Brasília: SECEX / MDIC, 2015.

PEREIRA, W. A. N. Modelo multicritério de avaliação de desempenho operacional do transporte coletivo por ônibus no município de Fortaleza. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: UFC, 2001.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Lei Nº 12.424 de 16 de Junho de 2011. Disponível em [www.planalto.gov.br/ccivil](http://www.planalto.gov.br/ccivil). Acesso em fevereiro de 2015.

SECRETARIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E TRANSPORTES - SEMTT. Mapa da operação por linha. São Luís: SMTT, 2014.

VALE. Trem de Passageiros da Estrada de Ferro Carajás. Disponível em <http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/Passenger-Train-Service-Carajas/Paginas/default.aspx>. Acesso em fevereiro, 2015.