

Mobilidade do Futuro: um Modelo Disruptivo para São José dos Campos

Etapa VI: Acompanhamento

Produto 23: Relatório de Acompanhamento 8

Equipe

Coordenação: **Ciro Biderman**

Coordenação institucional: **Patricia Alencar Silva Mello**

Pesquisadores:

Caio de Souza Castro

Claudia Marcela Acosta

Eliana Martins de Mello Montagna

Eliane Teixeira dos Santos

Eurídice Gomes da Silva Hernandez

Juliana Reimberg

Leonardo Bueno

Livia Pazianotto Torres

Matheus Barboza

Mayurí Annerose Moraes

Rebeca de Jesus Carvalho

Sarah M. Matos Marinho

Tainá Souza Pacheco

Vitor Estrada de Oliveira

Vinícius Galante de Souza

Apoio técnico:

Luís Otávio Calagian

SUMÁRIO

Introdução	2
Projeção de demanda para o novo sistema	3
Melhoria nos serviço e aumento de demanda	3
Modelo para estimação da demanda de passageiros em SJC	8
Resultado da estimação	15
Previsão de demanda	17
Resultados da previsão	21
Considerações finais	22
Ajuste na modelagem econômico-financeira	24
Passageiros equivalentes	24
Nova tarifa técnica	25
Data base do contrato	26
Revisões na minuta de edital de licitação	28
Referências	32

Introdução

O objetivo principal deste relatório é detalhar as atividades de re-estimação dos fluxos financeiros das concessões dos lotes de transporte público de São José dos Campos. O equilíbrio econômico-financeiro está intimamente ligado com os custos e receitas da operação. Pelo lado dos custos foi necessário atualizar os valores desde a última versão do edital de acordo com a fórmula paramétrica prevista em contrato. Pelo lado das receitas foi necessário revisar as estimativas de demanda por parte dos usuários do transporte público. O relatório apresenta os modelos estatísticos e as novas premissas econômicas e financeiras utilizadas para essas atualizações. Cabe ressaltar que para essa revisão foram realizados diversos estudos que pudessem dar conta do novo cenário mundial, que ainda sofre os efeitos da pandemia de Covid-19. Ao longo do texto, serão apresentados os detalhes metodológicos sobre como lidar com esse novo cenário.

Além disso, como um objetivo secundário, este relatório também sugere como os resultados da re-estimação dos fluxos financeiros da concessões de transporte público podem ser alocados na minuta de edital de licitação, bem como outras revisões pontuais que devem ser empreendidas na minuta para o evento da sua republicação. A minuta de edital consolidada após as revisões sugeridas segue como um anexo deste relatório.

1. Projeção de demanda para o novo sistema

1.1. Melhoria nos serviço e aumento de demanda

Os sistemas de transporte público são tradicionalmente planejados para atender uma determinada demanda. Assim, dimensionam-se rotas e frequências que sejam economicamente atrativas para uma empresa privada prever o serviço e socialmente funcionais para a população que é atendida. Com o passar dos anos a composição da demanda pode mudar e é comum que sejam feitos ajustes operacionais para que a operação continue economicamente atrativa. Se a demanda cai, normalmente são feitos cortes ou junções de linhas, e não raro reduções de frequência.

O problema com essa estratégia de reequilíbrio operacional é que muitas vezes ela gera um desequilíbrio ainda maior socialmente, dando início a um círculo vicioso de perda de passageiros(as). Se a queda inicial de demanda foi motivada por uma deficiência na qualidade do serviço para algumas pessoas, uma redução ainda maior do nível de serviço pode fazer com que o sistema perca ainda mais passageiros.

Existem alguns estudos que buscam entender como o preço da passagem afeta o número de usuários(as) do transporte público, mas são poucos os que isolam a qualidade do serviço no ganho ou perda de passageiros(as), talvez pela dificuldade de se mensurar e categorizar “qualidade de serviço”. Seria possível melhorar a qualidade do serviço sem aumentar os custos de capital e operacionais do sistema de transporte?

No cenário nacional é possível citar a implementação do Bilhete Único na cidade de São Paulo como uma mudança na qualidade do serviço que atraiu mais pessoas. A cidade vinha estudando a possibilidade de implementar uma bilhetagem eletrônica desde 1997, mas foi só em 2004 que a solução ficou operacionalizável e pode ser entregue para a população. A tendência de passageiros totais no sistema era de queda até 2004, e a partir desse período apresentou uma forte recuperação, estacionando cerca de 10 anos

depois. A Imagem 1 abaixo ilustra como o final da tendência de queda na demanda (linha preta, passageiros diários na cidade de São Paulo) foi revertida a partir do início da implementação do Bilhete Único. Evidentemente, a inovação tecnológica não foi o único fator influenciando o aumento de demanda verificado. No entanto, é forte o argumento de que disrupções tecnológicas são fundamentais para os ciclos econômicos e para a constante evolução dos mercados (Schumpeter, J., & Backhaus, U. , 2003).



Imagem 1: Evolução de passageiros(as) diários no sistema de ônibus da cidade de São Paulo.

Fonte e elaboração: Oliveira et. al., 2015.

Com o uso do Bilhete Único o(a) usuário(a) não precisava esperar aquele único ônibus que fizesse toda sua viagem; do contrário, poderia pegar um ônibus que fizesse um pedaço da viagem e outro que fizesse outro pedaço, se aproveitando da sobreposição de linhas em determinadas regiões da cidade. Assim, mesmo sem nenhuma mudança operacional, as pessoas puderam experimentar um ganho de frequência. A melhora na qualidade do serviço atraiu, então, mais passageiros(as) ao sistema.

Outro exemplo de melhoria operacional que atraiu passageiros(as) é o caso do sistema de ônibus da cidade de Londres. A cidade desejava melhorar a confiabilidade de seu sistema, e implementou, no ano 2000, uma nova maneira de contratação das empresas

provedoras de serviço. Ao invés de monitorar e recompensar as empresas por parâmetros como quilometragem rodada, a contratação passou a ser ancorada em indicadores de qualidade de serviço, como pontualidade e frequência. Com isso, os atrasos caíram drasticamente e passaram a ser de cerca de 1 minuto (tempo extra que um(a) passageiro(a) espera pelo veículo).

Com o aumento na qualidade do serviço, a cidade viu a demanda, que vinha estacionada em um patamar baixo, dar um salto, ultrapassando as máximas históricas de muitos anos atrás.

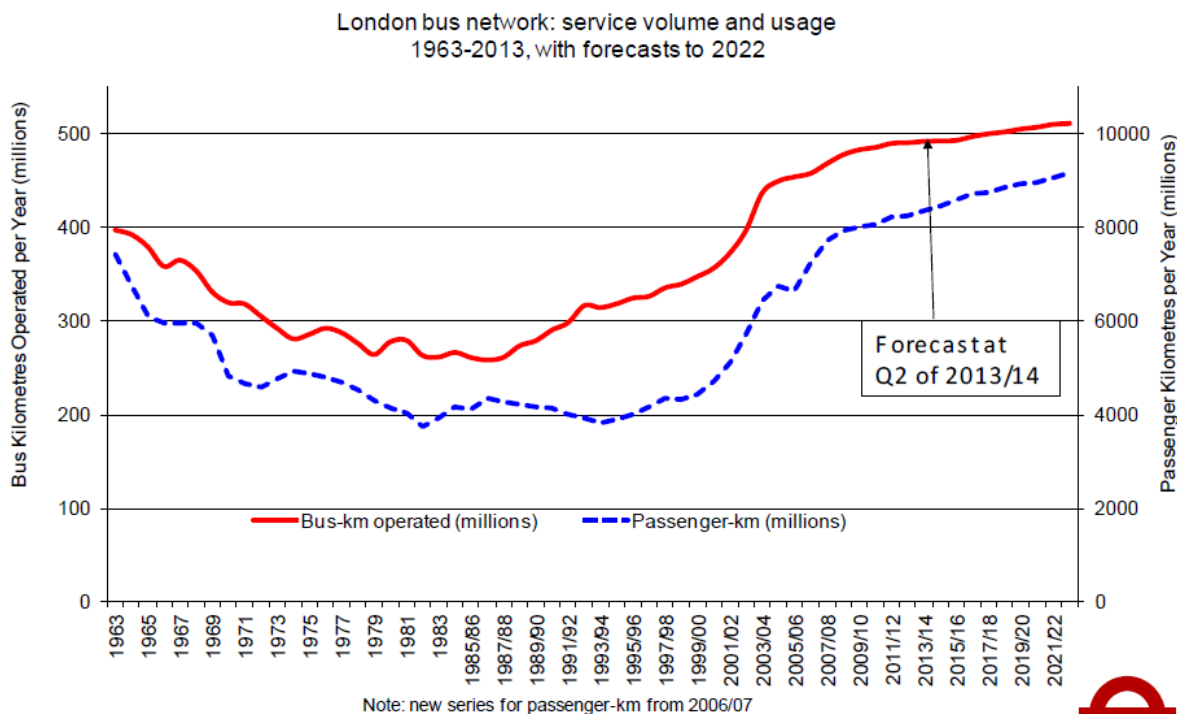


Imagem 2: evolução do número de passageiros em Londres.

Fonte e elaboração Transport for London¹.

Mais recentemente, celulares inteligentes e geoprocessamento permitiram o surgimento e a popularização de transporte sob demanda individual. Esse serviço é oferecido por empresas de transporte de passageiros por aplicativos (ou TNC na sigla em inglês),

¹ <https://wricidades.org/sites/default/files/9.%20Alex%20Moffat%20-%20London.pdf>

como a Uber ou a 99 (maiores agentes no mercado brasileiro). Com a popularização desses serviços, algumas cidades perceberam a possibilidade de incorporá-los em sua rede de transporte público como forma de aliviar regiões com linhas muito deficitárias (como em bairros com baixa densidade em que os ônibus rodam sempre vazios, ou em horários noturnos). Essas experiências dão uma pista de como a melhora na qualidade do serviço pode induzir uma nova demanda, quebrando o círculo vicioso de perda de passageiros.

Em 2017 a cidade de Innisfil, Ontario, Canadá, passou a subsidiar corridas de Uber para seus residentes. Sendo uma cidade nos subúrbios de Toronto, apenas 45 minutos de carro, e portanto pouco densa e com concentração de gratuidades como idosos e crianças, a manutenção de um sistema tradicional de ônibus com linhas e horários fixos não se mostrou economicamente viável (a cidade estimava um custo de \$16 por passageiro(a)). A projeção do sistema de transportes estimava uma necessidade de 17 mil corridas anualmente, mas quando a parceria com a Uber foi inaugurada, as autoridades se depararam com 8 mil corridas mensais.

O sistema implementado pela Uber junto à prefeitura não foi simplesmente a disponibilização de carros individuais, mas a adaptação de vans que pudessem atender mais pessoas em rotas semelhantes. Assim, reduzia-se custo e aumentava-se a eficiência da rede.



Imagem 3: Veículos da Uber utilizados na cidade de Innisfil, Canadá.

Fonte: Reuters. Retirado de CityLab².

A cidade de São Petersburgo, Flórida, Estados Unidos, viu acontecer fenômeno semelhante. O município precisava oferecer um serviço melhor para as corridas noturnas, principalmente para pessoas de baixa renda. Em parceria com a Uber, passaram a subsidiar corridas para essa população nas madrugadas. As pessoas precisavam se inscrever para o programa para poder participar. O serviço foi tão exitoso que o número de inscrições superou em muito o planejado, forçando a autoridade de transportes a suspender momentaneamente novas inscrições para reformular o programa.

A grande aderência da população mostra como uma melhora na qualidade do serviço via avanços tecnológicos pode induzir uma demanda que não estava sendo prevista inicialmente pelos projetos de transportes. No caso das duas cidades, o fator preço foi menos relevante do que o fator qualidade do serviço, já que as tarifas desembolsadas pelos(as) usuários(as) eram coerentes com as tarifas de sistemas de transporte público. É justamente essa premissa do novo sistema de transporte público de São José dos

² <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-04-29/when-a-town-takes-uber-instead-of-public-transit>

Campos: o aumento da qualidade do serviço (medido em frequência, tipo de veículo, lotação, pontualidade e confiabilidade) poderá reverter a tendência da queda de demanda que a cidade vem experimentando nos últimos anos.

As duas últimas experiências apresentadas são parcerias das cidades com a empresa Uber. No caso da licitação de transporte público coletivo de São José dos Campos o serviço a ser prestado para a população (rotas sob demanda) será parecido, mas a maneira de contratação e operação será diferente. Aqui, a licitação irá selecionar uma empresa que, de forma planejada junto com o poder público, irá fornecer o serviço como parte do sistema de transporte coletivo.

1.2. Modelo para estimação da demanda de passageiros em SJC

Modelos econométricos são utilizados para o planejamento de transportes por fornecerem um embasamento quantitativo a partir da utilização sistemática de bases de dados setoriais e relevantes para o transporte urbano de cada cidade. Tais modelos usam dados do passado e algumas premissas para gerar parâmetros que podem ser utilizados em simulações e construções de cenários futuros. Existem diversas classes de modelos utilizadas para previsão de demanda em mercados de transporte, em particular transporte público. Cada método poderá ser mais ou menos adequado, a depender da realidade local, da disponibilidade de dados e dos objetivos de estimação do projeto em que se insere. Profillidis & Botzoris (2018) sugerem que alguns dos métodos quantitativos mais comuns de estimação de demanda em transportes são os seguintes:

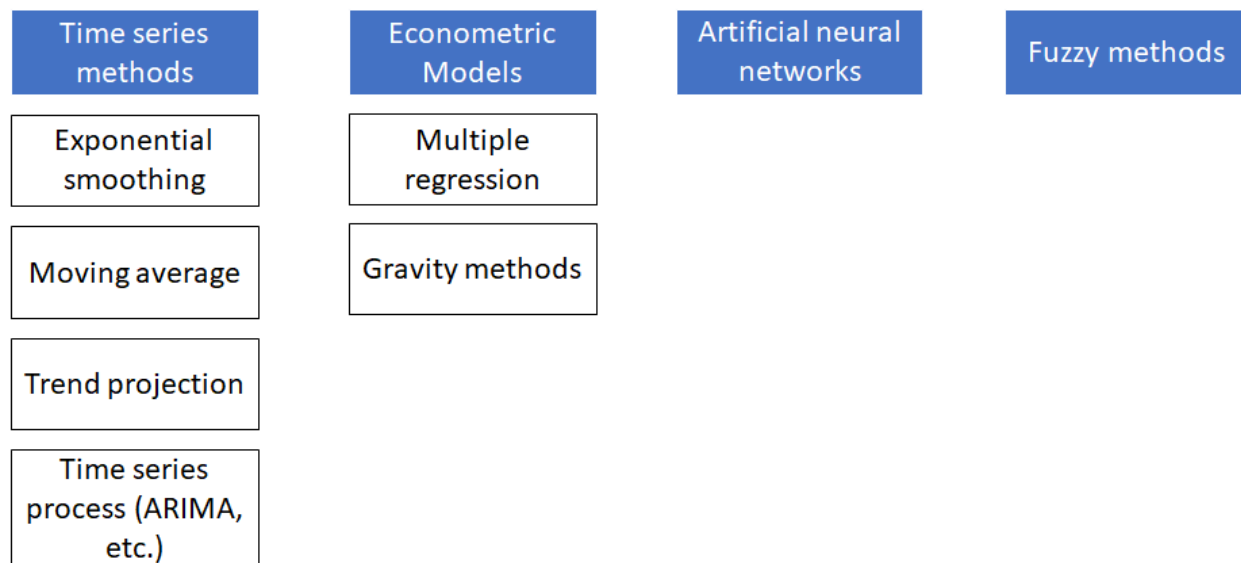


Imagem 4: Principais classes de modelos quantitativos

Fonte: adaptado de Profillidis & Botzoris (2018).

Para além da escolha de qual método utilizar, é tanto quanto importante entender, a partir das dinâmicas locais, quais são as principais variáveis atuando no mercado de transporte e que possam influenciar a demanda dos usuários. Nesse sentido, a literatura é vasta em apontar quais podem ser os fatores chave que irão determinar as dinâmicas econômicas. Balcombe et al. (2004) fazem uma extensa revisão sobre tais fatores e elencam os mais citados em trabalhos empíricos:

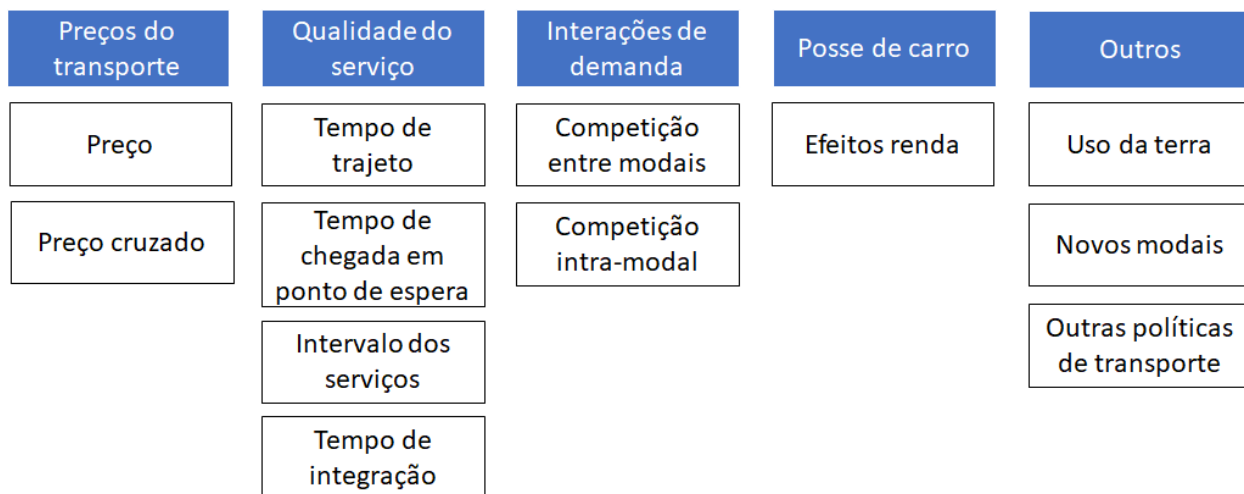


Imagem 5: Variantes determinantes em transporte público

Fonte: adaptado de Balcombe et al. (2004).

A partir da revisão de literatura foi possível determinar qual modelo de previsão seria mais adequado para estimar a demanda de São José dos Campos e quais variáveis poderiam ser testadas como possíveis fatores explicativos. Como um dos principais objetivos do novo modelo de concessão do transporte público da cidade é priorizar a qualidade do sistema, buscou-se realizar uma modelagem quantitativa que pudesse incorporar não somente variáveis de mercado como também variáveis que em alguma medida refletissem essa melhora de qualidade.

A análise de regressão permite descrever e fazer inferência sobre diversas variáveis, mostrando como uma variável de interesse varia ou é função de outras variáveis secundárias. Por exemplo, num modelo de demanda a variável de interesse é o total de passageiros, e uma variável secundária é o preço da passagem. Assim, de maneira estimada e não determinística, a análise de regressão permite predizer o comportamento bem como a magnitude de variação de uma variável quando outra, ou outras, variam. É preciso definir a variável de interesse, ou seja, aquela que se deseja estimar: essa será chamada de variável dependente. Dependente porque seu valor será explicado por, ou vai depender do valor das demais variáveis independentes, cujos valores são apenas imputados no modelo.

Os modelos de série temporal propostos na literatura (Profillidis & Botzoris, 2018; Balcombe et al., 2004) em geral valem-se somente dos processos históricos da variável dependente para projetar seu comportamento futuro, deixando de lado outras variáveis que ajudem a explicar o fenômeno estudado. Por outro lado, modelos econométricos de variáveis múltiplas, apesar de se valerem de outras variáveis explicativas, em alguns casos acabam desconsiderando a trajetória temporal da variável dependente a ser explicada. Métodos como *artificial neural networks* ou *fuzzy methods* fogem do escopo da presente pesquisa e julgou-se que não seriam adequados dadas as disponibilidades de dados. Dessa forma, optou-se por um método similar ao aplicado por Oliveira et al. (2015), em que a técnica principal é uma regressão multivariada, mas que incorpora

tendências temporais e sazonalidades, típicas de modelos de série de tempo. Assim, é possível respeitar as características temporais da série histórica da demanda e ao mesmo tempo modelar empiricamente o mercado de transporte público da cidade com variáveis explicativas relevantes.

O modelo proposto para São José dos Campos adiciona à análise de Oliveira et al. (2015) algumas variáveis que a literatura julga como importantes em transportes e ainda algumas variáveis específicas sobre a qualidade do sistema da cidade. Para selecionar tais variáveis foram utilizadas os seguintes dados:

- Postos de emprego formais, calculados a partir da base de dados do Registro Anual de Informações Sociais (RAIS);
- Massa salarial do emprego formal, calculada a partir da base da RAIS;
- Saldo de postos de emprego, calculado a partir da base de dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED);
- Frota de automóveis, utilitários e motocicletas, calculado a partir da base de dados do Registro Nacional de Veículos (RENAVAM) do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN);
- Passageiros equivalentes do sistema de ônibus da cidade de São José dos Campos, calculado a partir de dados do Consórcio 123;
- Preço da tarifa do sistema de ônibus da cidade de São José dos Campos, obtida junto à Prefeitura de São José dos Campos;
- Indicadores de qualidade de serviço (frequência) do sistema de ônibus da cidade de São José dos Campos, estimados segundo dados do Consórcio 123.
- Índices de inflação
- Índice Nacional de Preços ao Consumidor para São Paulo (INPC-SP) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);

No caso do estudo de demanda aqui realizado, a variável dependente é a quantidade de passageiros equivalentes no mês, e as variáveis independentes são:

- Preço médio da tarifa por transporte público em São José dos Campos (SJC) (em termos reais);
- Massa salarial dos trabalhadores de SJC (em termos reais);
- Frota de motocicletas da cidade de SJC;
- Tempo médio de intervalo entre ônibus em SJC;

Como comumente utilizado na literatura, o modelo empregado para a estimação da demanda é um modelo econométrico multivariado de séries temporais, em que a demanda em cada período é estimada a partir das variáveis descritas acima, incorporando uma variável de tendência³ e uma variável de sazonalidade⁴. A periodicidade dos dados é mensal, englobando o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2019. A projeção de demanda vai de janeiro de 2020 a dezembro de 2023.

O modelo a ser estimado para **cada lote** da concessão pode ser descrito como:

$$Ps.Eq._t = \beta_0 + \beta_1 tend\hat{e}ncia + \beta \sum_{k=1}^{12} saz.m\hat{e}s_k + \beta_3 Tarifa_t + \beta_4 Massa.sal._t + \beta_5 Moto + \beta_6 Int._t + \varepsilon_t$$

Em que:

- t é o indexador de tempo, medido em meses;
- $Ps.Eq.$ é a demanda, medida em passageiros equivalentes, por lote;
- $tend\hat{e}ncia$ é uma variável de tendência da séries histórica de $Ps.Eq.$;

³ A variável de tendência captura as variações de longo prazo na variável dependente - como variações ao longo de anos.

⁴ A variável de sazonalidade captura as variações de curto prazo na variável dependente - como variações ao longo de meses de um mesmo ano.

- $\sum_{k+1}^{12} \text{ saz.mês}_k$ é o somatório de dummies de sazonalidade para os meses do ano, em que omite-se a dummy⁵ do primeiro mês na regressão para evitar multicolinearidade;
- *Tarifa* é variável de preço médio ponderado por tipo de passageiro (Bilhete único comum, vale-transporte, passe em dinheiro, estudante, isentos);
- *Massa.sal* é a massa salarial dos trabalhadores da cidade, discriminados aproximadamente por lote;
- *Moto* é o número de motocicletas em posse dos moradores de SJ;
- *Int* é a média global do tempo de intervalo médio entre ônibus de uma mesma linha. A variável, portanto, faz uma média entre a performance das linhas de um mesmo lote;
- ε_t é o erro idiossincrático do modelo de regressão.

A variável *Tarifa* é a mais comum de ser utilizada em qualquer modelo econômico, pois os preços de produtos e serviços costumam sempre ser determinantes para as dinâmicas de mercado. Para evitar efeitos incorretos, a série histórica dessa variável foi deflacionada a valores de janeiro de 2010 a partir do indexador INPC-SP, extraído do IBGE. A estimação realizada no próximo tópico é guiada por algumas hipóteses. É esperado que o preço atue de maneira inversamente proporcional à demanda, ou seja, quanto maior o preço, menos será a demanda por aquele serviço (coeficiente negativo na regressão). A variável *Massa.sal* entra no modelo com o propósito de captar as flutuações econômicas mais gerais da cidade de São José dos Campos, pois nela está implícita a evolução do emprego e dos salários. Quanto maior a massa salarial espera-se maior aquecimento da economia local e, portanto, mais viagens acontecendo, incentivando o uso de transporte público. Assim, o coeficiente da regressão deverá ser positivo para essa variável, de acordo com a teoria. Já a variável *Moto* capta o efeito de

⁵ Variável que assume valor zero quando o mês não é o mês em questão e 1 se for o mês em questão. Assim, “Sazonalidade 2” refere-se ao mês de fevereiro, e assim por diante.

mercados concorrentes com o transporte público, pois é o bem substituto mais próximo. Pelo fato das motocicletas serem mais baratas que os automóveis, a decisão de abandonar o transporte público passa muito pela compra de motocicletas. Assim, espera-se que o sinal do coeficiente para essa variável seja negativo na regressão, ou seja, quanto maior a compra de motocicletas menor a demanda por transporte público. Por fim, *Int* é a variável que melhor capta a qualidade do sistema e que poderia ser facilmente calculada e incorporada no modelo. O intervalo entre ônibus de uma mesma linha passando nos pontos de parada é uma medida de confiança e de qualidade do sistema, pois quanto menor forem os intervalos e quanto mais precisos eles forem, mais fácil será para o(a) passageiro(a) utilizar o serviço. Ao invés de esperar muito tempo no ponto, é melhor para o(a) usuário(a) tempos de intervalos pequenos. Essa medida está diretamente relacionada à frequência de ônibus da linha, que por sua vez, também pode impactar outras variáveis, como lotação dos veículos. No caso do modelo econométrico, espera-se que essa variável tenha coeficiente negativo, pois quanto maior o tempo de intervalo médio, pior para os(as) usuários(as).

A tabela a seguir apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no modelo econométrico.

Tabela 1: Estatísticas Descritivas das variáveis dos modelos

	Média	Desv. Pad.	Máximo	Mínimo
Tarifa Lote 1 (R\$ a preços de 2010)	1,54	0,20	2,01	1,32
Tarifa real Lote 2 (R\$ a preços de 2010)	1,56	0,20	2,03	1,35
Massa salarial Lote 1 (R\$ a preços de 2010)	112.578.079	7.313.819	131.415.675	102.223.876
Massa salarial Lote 2 (R\$ a preços de 2010)	147.071.468	21.754.658	184.023.691	116.561.920
Estoque motocicletas	51.289	4.329	58.721	41.547
Intervalo médio Lote 1 (em minutos)	69,7	1,4	78,6	64,1
Intervalo médio Lote 2 (em minutos)	57,5	6,0	88,4	52,3

Fonte: elaboração própria.

1.2.1. Resultado da estimação

Os resultados dos modelos para cada lote atestam para a validade das hipóteses que foram levantadas em relação ao mercado de transporte público de São José dos Campos. De fato, há uma grande sazonalidade na demanda mensal na cidade, algo bastante comum no setor de transportes. Além disso, as variáveis de preço possuem o efeito esperado de impactarem negativamente a demanda (sinal negativo). Da mesma forma, estoque de motocicletas e intervalo médio também diminuem a demanda conforme aumentam de valor. A massa salarial dos trabalhadores por outro lado tem efeito positivo nos dois modelos, novamente conforme o esperado.

Tabela 2: Resultados Regressão Lote 1

		Estimativa	Erro Padrão		t-value	Pr(> t)
Intercepto		13,30	2,54		5,23	8,89e-07 ***
Tendência	-	0,0013	0,0008	-	1,59	0,116008
Sazonalidade 2		0,0486	0,0170		2,86	0,005097 **
Sazonalidade 3		0,1672	0,0170		9,85	< 2e-16 ***
Sazonalidade 4		0,1231	0,0169		7,29	6,62e-11 ***
Sazonalidade 5		0,1806	0,0170		10,64	< 2e-16 ***
Sazonalidade 6		0,1103	0,0171		6,44	3,94e-09 ***
Sazonalidade 7		0,0654	0,0171		3,82	0,000229 ***
Sazonalidade 8		0,2062	0,0174		11,87	< 2e-16 ***
Sazonalidade 9		0,1568	0,0177		8,85	2,71e-14 ***
Sazonalidade 10		0,1926	0,0179		10,79	< 2e-16 ***
Sazonalidade 11		0,1583	0,0183		8,68	6,45e-14 ***
Sazonalidade 12		0,1224	0,0188		6,50	2,92e-09 ***
Tarifa real Lote 1	-	0,1990	0,0864	-	2,30	0,023346 *
Massa salarial Lote 1		0,5693	0,1122		5,07	1,74e-06 ***
Estoque Motocicletas	-	0,5991	0,3039	-	1,97	0,051386 .
Intervalo médio Lote 1	-	0,6170	0,1919	-	3,22	0,001745 **
N		120				
R-quadrado Ajustado		0,89				
F-statistic:		63,68	p-value: < 2.2e-16***			

Níveis de significância: *** 0,1%; ** 1%; * 5%; . 10%

Obs: Todas as variáveis foram inseridas no modelo em formato logarítmico, assim os coeficientes refletem diretamente elasticidades.

Fonte: elaboração própria.

Tabela 3: Resultados Regressão Lote 2

	Estimativa	Erro Padrão	t-value	Pr(> t)
Intercepto	4,60	7,62	0,60	0,547607
Tendência	0,0049	0,0014	3,53	0,000628 ***
Sazonalidade 2	0,0025	0,0408	0,06	0,9509
Sazonalidade 3	0,1190	0,0406	2,93	0,004155 **
Sazonalidade 4	0,0740	0,0406	1,82	0,071457 .
Sazonalidade 5	0,1634	0,0406	4,02	0,000110 ***
Sazonalidade 6	0,0804	0,0406	1,98	0,050592 .
Sazonalidade 7	0,0156	0,0408	0,38	0,703578
Sazonalidade 8	0,1599	0,0409	3,91	0,000166 ***
Sazonalidade 9	0,1123	0,0411	2,73	0,007393 **
Sazonalidade 10	0,1515	0,0411	3,68	0,000371 ***
Sazonalidade 11	0,1142	0,0413	2,77	0,006746 **
Sazonalidade 12	0,0686	0,0408	1,68	0,095730 .
Tarifa real Lote 2	- 0,0843	0,2102 -	0,40	0,689219
Massa salarial Lote 2	1,2249	0,1946	6,30	7,62e-09 ***
Estoque Motocicletas	- 0,9883	0,6115 -	1,62	0,109071
Intervalo médio Lote 2	- 0,7378	0,1214 -	6,08	2,09e-08 ***
N	120			
R-quadrado Ajustado	0,89			
F-statistic:	63,68	p-value: < 2.2e-16***		

Níveis de significância: *** 0,1%; ** 1%; * 5%; . 10%

Obs: Todas as variáveis foram inseridas no modelo em formato logarítmico, assim os coeficientes refletem diretamente elasticidades.

Fonte: elaboração própria.

Conforme esperado, o resultado dos modelos mostram que os parâmetros estimados são importantes para explicar a demanda. Os modelos estão bem ajustados e são confiáveis para o objetivo de tecer projeções de curto prazo. Nos dois modelos a estatística F indica que os coeficientes são conjuntamente estatisticamente significativos ao nível de 0,1%. Ou seja, há validade estatística robusta de que os parâmetros são todos diferentes de zero, indicando a existência dos efeitos dos coeficientes da regressão.

1.2.2. Previsão de demanda

O objetivo principal da previsão de demanda é estimar qual seria o seu nível de *steady state*, ou seja, a demanda natural da cidade de São José dos Campos para os próximos anos. Essa demanda natural é um conceito de equilíbrio entre os mercados atuantes na

cidade e que influenciam o uso de transporte público. As flutuações de demanda são normais, mas em geral “giram em torno” da demanda natural. As estimativas serão úteis para dar previsibilidade à modelagem econômico-financeira dos projetos de concessão. Os níveis de demanda em *steady state* serão a base para os cálculos dos equilíbrios financeiros dos operadores do sistema. Optou-se por projetar a demanda para os anos de 2020 a 2023, pois para mais do que isso há níveis de incerteza e imprevisibilidade muito grandes, que somente mecanismos de revisão contratual são capazes de contornar.

O modelo econométrico permitiu estimar parâmetros que podem ser utilizados para fazer a previsão de demanda para o sistema de transporte público da cidade de São José dos Campos. No desenvolvimento da previsão de demanda foram tomadas as seguintes premissas:

Ano 2020:

Em primeiro lugar, cumpre destacar a característica atípica de tal ano. Por conta da pandemia de Covid-19, a demanda por transporte público caiu de forma drástica e generalizada. O efeito empírico dessa queda para os modelos de regressão é imediatamente distorcer todos os parâmetros estimados. Como o interesse aqui é estimar uma demanda de *steady state*, optou-se por não se utilizar os dados reais derivados do momento de pandemia, por serem demasiado atípicos. Portanto, o exercício consiste em estimar qual seria a demanda em 2020 caso ela seguisse a tendência que já apresentava desde os anos anteriores, de acordo com as demais variáveis de interesse, e mais importante, sem os efeitos da crise pandêmica. Assim, ao invés de usar os dados existentes, 2020 foi também projetado, assim como os demais anos que estão por vir em um horizonte próximo (2021, 2022 e 2023).

As premissas para as variáveis explicativas em 2020 são:

- *Tarifa* : valores nominais mantidos constantes. Queda real dos preços, pois foi incorporada a inflação do período.

- *Massa. sal*: mantida constante em termos reais utilizando o patamar de 2019.
- *Moto*: mantido dados de compra de veículos de 2020 obtidos nas bases do DENATRAN.
- *Int*: mantidos os valores verificados imediatamente pré-crise de Covid-19.

Ano 2021:

Para o ano de 2021 é esperado um início de recuperação econômica, que deverá se refletir também no setor de transportes. Assim, a demanda deverá subir um pouco em relação à 2020 para os dois lotes. As premissas e o modelo refletem essas ideias:

- *Tarifa* : os valores nominais continuam mantidos constantes, conforme expectativas da prefeitura. Utiliza-se projeções de inflação do Banco Central para deflacionar os preços. O resultado é a queda real das tarifas de transporte público. O que irá contribuir para a retomada da demanda.
- *Massa. sal*: mantida constante em termos reais.
- *Moto*: mantido estoque constante à níveis de 2020.
- *Int*: início das melhorias na qualidade do serviço. Queda da média dos intervalos na ordem de -2,15% ao mês. Essa premissa está de acordo com o que foi projetado para a reorganização de linhas para o edital de concessão, como mostra a tabela abaixo:

Tabela 4: Variação Intervalo médio - Rede proposta

Atual		Proposto		Variação %	
Freq PPM	Intervalo ppm	Freq PPM	Intervalo ppm	Freq PPM	Intervalo ppm
6,88	44,79	9,62	29,57	29%	-52%

Fonte: elaboração própria.

A proposta é diminuir em 52% o intervalo médio e aumentar em 29% a frequência de ônibus. No entanto, essa melhora naturalmente não se dará de uma só vez. Portanto, a premissa é que a queda de 52% aconteça no acumulado de dois anos (2021 a 2022). Isso implica uma taxa de queda no tempo de intervalo de -2,15% ao mês.

Ano 2022:

Continua a retomada da demanda, movimento iniciado em 2021. As premissas são:

- *Tarifa* : valores reais constantes. Ou seja, aumentos nominais acompanham a inflação.
- *Massa.sal*: continua mantida constante em termos reais.
- *Moto*: continua mantido o estoque constante.
- *Int*: premissa de queda na ordem de -2,15% ao mês mantida até o fim do ano.

Ano 2023:

A retomada da demanda já é plena dados os avanços econômicos e principalmente à melhoria da qualidade do sistema e às disrupções tecnológicas. As premissas para as variáveis explicativas do modelo são:

- *Tarifa* : mantida constante em termos reais
- *Massa.sal*: mantida constante em termos reais.
- *Moto*: continua mantido o estoque constante.

- *Int*: termina o período de melhora na qualidade, porém os intervalos mantêm-se no mesmo patamar melhorado.

1.2.3. Resultados da previsão

Com base nas premissas acima apresentadas, os gráficos abaixo indicam a série histórica e a previsão de demanda até o ano de 2023 para os dois lotes. Em cinza estão as séries históricas usadas nos modelos e em vermelho os anos projetados.

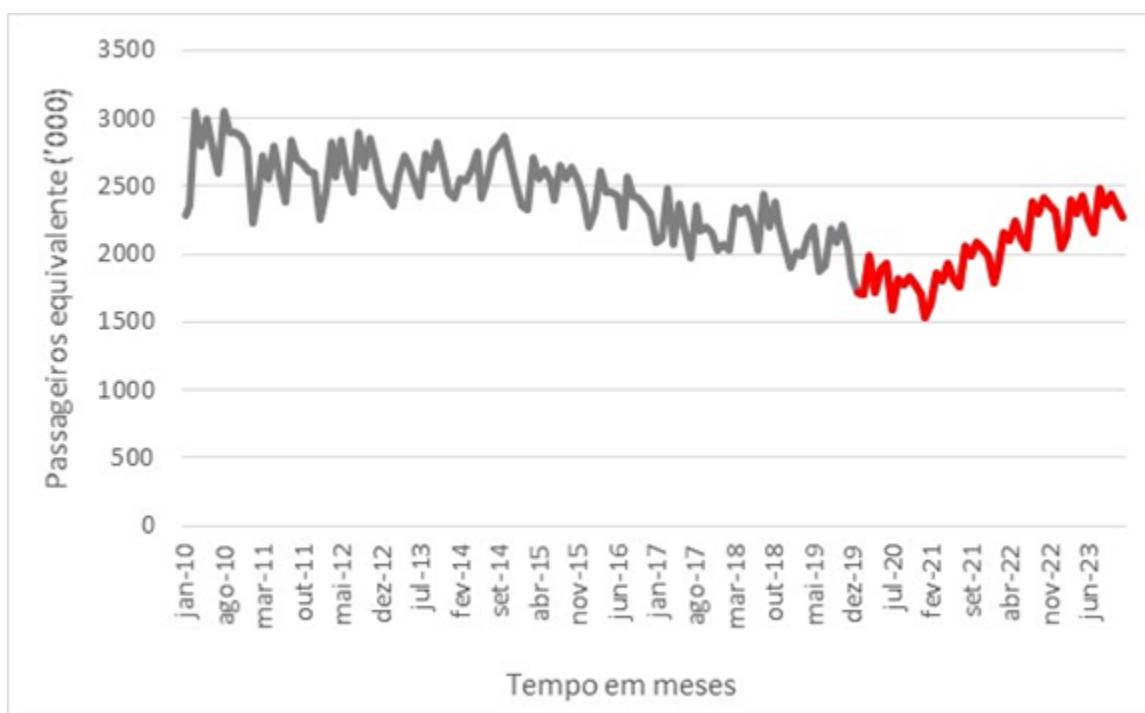


Imagem 6: Projeção de Demanda Lote 1

Fonte: elaboração própria.

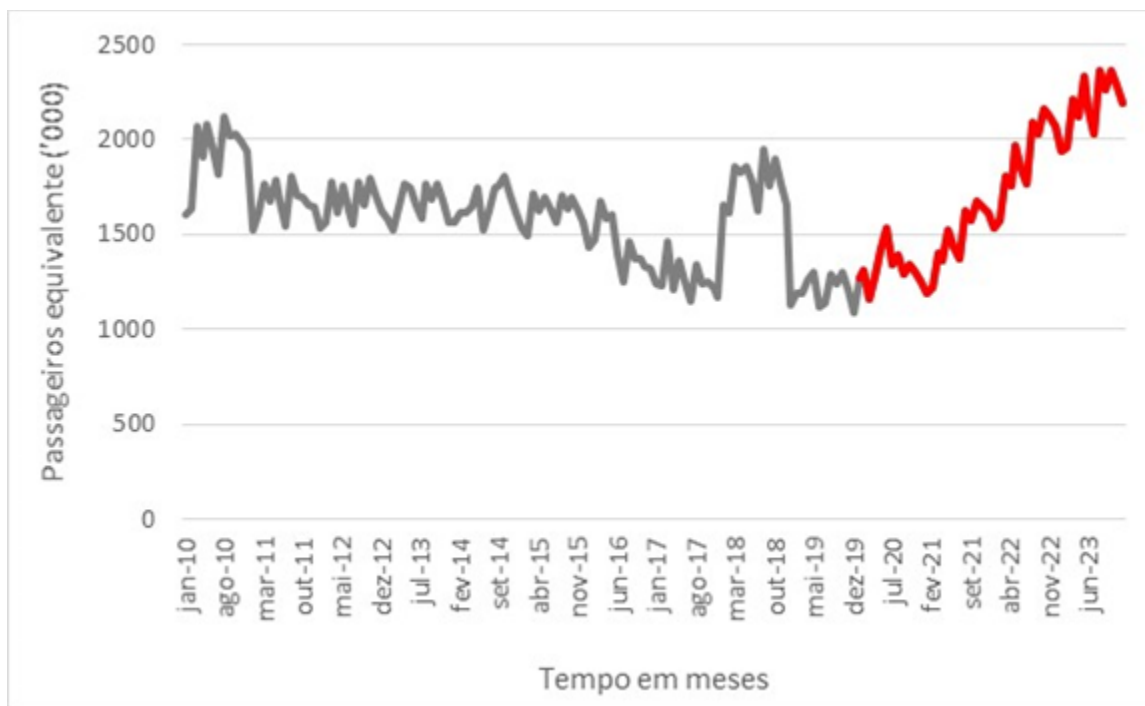


Imagem 7: Projeção de Demanda Lote 2

Fonte: elaboração própria.

1.3. Considerações finais

Portanto, para a modelagem econômico-financeira será utilizada a demanda projetada para 2021 a 2023, desconsiderando o efeito da pandemia do novo coronavírus no nível de passageiros(as) equivalentes do sistema. Existem duas principais razões para não considerar o efeito da pandemia: primeiro, esse é um fenômeno extremo, que não serve para estimativa de nenhum dado futuro independente do estado para o qual caminhamos. Em outras palavras, mesmo que o mundo "não seja o mesmo" após a pandemia, os dados de 2020 não trazem informações relevantes para o passado. O tamanho do impacto estrutural da pandemia só poderá ser analisado a posteriori.

Assim, qualquer tentativa de estimar o patamar de demanda nos próximos 2 ou 3 anos com base nos dados históricos seria um mero exercício especulativo. É preferível ter

uma conta conservadora amparada em dados reais e confiáveis, em cima do mundo que existia antes da pandemia. Em outras palavras, não há nada melhor para projetar o comportamento do transporte depois da pandemia do que o seu comportamento prévio.

Imputar uma demanda muito abaixo da potencialidade do sistema em um contrato de longo prazo aumentaria a tarifa no curto prazo (preço que é rígido para baixo, criando incentivos perversos para que o sistema perca ainda mais passageiros). Essa estratégia de adoção de uma projeção de demanda de longo prazo com ajuste contratual de curto prazo protege o sistema no longo prazo, não permitindo que ele se torne refém do círculo vicioso de perda de passageiros e limita o custo da fase intermediária com ajustes de oferta a serem realizados ao longo do contrato.

Por fim, cabe pontuar que o modelo não pressupõe um escalonamento para a redução da demanda no curso do contrato de concessão, modelado pelo prazo de 10 anos. Essa é a tendência do sistema de transporte público de São José dos Campos antes das inovações a serem introduzidas na próxima concessão; inovações que servem como incentivo exatamente para reverter o quadro de queda da demanda. Como mostram as experiências de outras cidades que fizeram parcerias com a Uber para incluir passageiros no transporte público; de Londres, que criou um sistema com tempos de espera reduzidos; e de São Paulo, com a introdução do Bilhete Único, mudanças no nível de serviço de transporte entregue à população tendem a reverter a queda de demanda. Ademais, para lidar com eventuais variações reais na demanda, existem os mecanismos de revisão ordinária e extraordinária do contrato de concessão, os quais a Lei Federal n.º 12.587 reputa como mandatários para contratos de concessão de transporte público desde 2012. Tais mecanismos de revisão servirão para verificar o equilíbrio econômico financeiro a cada contrato de concessão, determinando ajustes acordados entre as partes na operação garantindo que a taxa de retorno contratada se mantenha sempre que necessário. Os momentos de revisão contratual existem justamente para garantir que o contrato esteja equilibrado ao longo de toda sua vida. Se houver uma queda de demanda expressiva, esse fato será considerado na revisão contratual, só então revisando o valor da tarifa com base num fato concreto, e não em uma projeção incerta.

2. Ajuste na modelagem econômico-financeira

O presente capítulo descreve, sucintamente, os procedimentos utilizados para o ajuste na modelagem econômico-financeira após a estimação da demanda para a cidade de São José dos Campos nos anos de 2021 a 2023.

2.1. Passageiros equivalentes

A projeção de demanda apresentada na seção anterior já utilizou o total de passageiros equivalentes. Observando a grade tarifária atual da cidade de São José dos Campos é possível ver que a tarifa é diferente para cada tipo de passageiro(a) ou meio de pagamento.

Tabela 5: Grade tarifária São José dos Campos

Modalidade	Valor
Bilhete Único - vale transporte	R\$ 5,20
Bilhete Único - comum	R\$ 4,50
Bilhete Único - estudante	R\$ 2,25
Dinheiro	R\$ 5,00

Fonte: Prefeitura de São José dos Campos⁶

O modelo econômico-financeiro retorna a tarifa para o Bilhete Único do tipo comum, portanto é preciso fazer um ajuste no total de passageiros(as) das outras categorias - conforme foi feito na modelagem anterior. A razão entre Vale Transporte e Comum é 1,15555, portanto o total de passageiros(as) do tipo Vale Transporte é multiplicado por 1,15. **Esse é um pequeno ajuste em relação à modelagem anterior, que considerava o peso de passageiros(as) de Vale Transporte como apenas 1,1, sendo que esse**

⁶ <https://www.sjc.sp.gov.br/media/100040/estudo-tarifario.pdf>

tipo de passageiro tem peso 1,15. A premissa é que essa diferença de tarifa entre o bilhete comum e o bilhete do Vale Transporte continuará existindo no novo sistema.

A razão entre Estudante e Comum é 0,5, então é preciso multiplicar o total de passageiros(as) estudantes por meio. Como o novo sistema não aceitará pagamento em dinheiro, não será feito nenhum fator de ajuste para o total de passageiros que pagam em dinheiro, considerando que esses(as) passageiros(as) irão migrar para a modalidade do tipo comum. Passageiros(as) isentos(as), integrações e gratuidades são desconsiderados para a modelagem econômico-financeira nem na projeção de demanda.

Assim, para os primeiros 36 meses de contrato será utilizada a demanda projetada conforme explicação da seção anterior. Para todos os demais meses será utilizada a média da demanda projetada para o ano de 2023. A tabela abaixo resume os valores que serão utilizados na média anual, considerando as sazonalidades.

Tabela 6: demanda média projetada para 2021, 2022 e 2023

Ano de projeção	Contrato	Projeção lote 1	Projeção lote 2	Total da cidade
2021	12 primeiros meses de contrato	1.874.711	1.470.119	3.344.830
2022	13º a 24º mês de contrato	2.177.781	1.893.791	4.071.572
2023	A partir do 25º mês de contrato	2.303.614	2.185.865	4.489.479

Fonte e elaboração próprias.

2.2. Nova tarifa técnica

A tarifa técnica, ou seja, o que o operador recebe por passageiro equivalente foi ajustada com a nova premissa de demanda, chegando nos seguintes valores:

Tabela 7: Tarifa técnica de cada lote

	Passageiros equivalentes 2019 (média mensal) - bilhetagem	Participação na ponderação	Tarifa nova demanda
Lote 1	2.162.701	55%	5,09
Lote 2	1.736.939	45%	4,79
Ponderado	-		4,96

Fonte e elaboração próprias.

Nenhuma outra premissa além da demanda foi alterada na modelagem do fluxo econômico-financeiro.

2.3. Data base do contrato

A modelagem econômico-financeira foi feita com data base de janeiro de 2020. Para que a data base do contrato possa ser alterada para janeiro de 2021, será aplicada a fórmula futura de correção da tarifa técnica de remuneração seguindo a fórmula paramétrica existente no contrato.

A fórmula paramétrica é uma composição de variação de preços de salários, combustível e inflação, ponderada pela participação de salários, combustível e outras despesas em cada lote.

- w: é a variação percentual acumulada referente aos salários nos últimos 12 (doze) meses anteriores ao Reajuste Anual. Será utilizado o índice acumulado do INPC (Índice Nacional de Preços ao Consumidor - IBGE) da data base de referência para o primeiro Reajuste Anual, ou da data do último Reajuste Anual, se for o caso, até a data de Reajuste Anual;
- c: é a variação percentual acumulada dos preços dos combustíveis nos últimos 12 (doze) meses anteriores ao Reajuste Anual. Será utilizada a variação do preço do diesel S10, ou aquele que o venha substituir em razão de adequações dos motores dos ônibus, conforme Pesquisa de Preços da Agência Nacional de

Petróleo - ANP (Sistema de Levantamento de Preços -SLP), considerando a coleta mensal no município de São José dos Campos - Preço Distribuidora - Preço Médio, sendo sempre considerado o preço referente ao mês anterior à data base de referência para o primeiro Reajuste Anual ou ao mês anterior ao último Reajuste Anual, conforme o caso, e o preço correspondente ao mês anterior do Reajuste Anual.

- p: é a variação do índice acumulado da inflação nos últimos 12 (doze) meses. Será utilizado o Índice de Preços ao Consumidor (IPC - FIPE). Esse índice é divulgado em publicação mensal realizada pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo (FIPE). Será utilizada a variação do índice da data base de referência para o primeiro Reajuste Anual, ou da data do último Reajuste Anual, se for o caso, até a data de Reajuste Anual.

O dado do INPC está disponível no sistema Sidra do IBGE, tabela 1736⁷, que já traz o total acumulado nos últimos 12 meses, justamente o período que é preciso olhar aqui. Assim, o valor do índice para dezembro de 2020 é de 5,45%.

O dado de variação do preço do diesel S10 está disponível no site da ANP⁸. Para dezembro de 2020 ainda não existe a informação do preço médio de distribuidora, então calculou-se a variação anual do preço médio de revenda ao consumidor. Por mais que o nível dos preços seja diferente, a variação mensal e acumulada deles é muito semelhante. Considerou-se, então, a variação negativa de 3,26%.

O IPC-FIPE acumulado pode ser encontrado diretamente na página da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas⁹ e acumulou 5,63% no período.

⁷ <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1736>

⁸ <http://www.anp.gov.br/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos/levantamento-de-precos/serie-historica-levantamento-precos> (até agosto de 2020) http://preco.anp.gov.br/include/Resumo_Ultimos_Meses_Index.asp (para novembro/2020, dezembro/2020 e janeiro/2021).

⁹ <https://www.fipe.org.br/pt-br/indices/ipc/#indice-mensal&macum>

A tabela abaixo resume os índices considerados, o peso de cada um deles para os lotes e a taxa de correção a ser aplicada na tarifa de cada lote.

Tabela 8: Componentes e valores da fórmula paramétrica de reajuste contratual

Item	variação	peso lote 1	peso lote 2
w	5,45%	40%	42%
c	-3,26%	30%	28%
p	5,64%	30%	30%
Correção a ser aplicada em cada lote		2,89%	3,07%

Fonte e elaboração próprias.

Com isso, chega-se na seguinte tarifa técnica de cada lote e ponderada para a cidade

Tabela 9: Tarifa na data-base de janeiro de 2021

	Tarifa nova demanda data-base jan/2020	Reajuste fórmula paramétrica	Tarifa data-base janeiro/2021
Lote 1	5,09	2,89%	5,24
Lote 2	4,79	3,07%	4,94
Ponderado	4,96		5,10

Fonte e elaboração próprias.

3. Revisões na minuta de edital de licitação

Por conta não apenas da re-estimação dos fluxos financeiros das concessões modeladas, mas também de outros debates jurídicos e econômicos que ocorreram no curso da tramitação do edital de licitação para tais concessões em 2020, algumas

revisões foram empreendidas pelo Cepesp/FGV na minuta do edital, que está consolidada como um anexo deste relatório. Tais revisões estão consolidadas nos pontos abaixo:

- Foi retirada a limitação do tempo de exposição do edital ao público do preâmbulo do edital.
- A alínea “a” do item 3.1.1 da minuta de edital como consta no anexo deste relatório foi uma inclusão realizada para salientar que instituições financeiras, fundos de investimento e entidades de previdência complementar só poderão aderir a consórcios para oferecer propostas se submetidas à legislação brasileira.
- A alínea “b” do item 8.3.2 foi modificada para refletir o valor de base da Tarifa Técnica de Remuneração por lote conforme a data-base de janeiro de 2021.
- Foram acrescentados os subitens “iv” a “viii” no item 8.4.13, alínea “a”, da minuta de edital para garantir que os licitantes possam comprovar sua qualificação econômico-financeira mediante a comprovação de um patrimônio líquido igual a pelo menos 10% do valor estimado para os investimentos das concessionárias durante os doze primeiros meses da concessão.
- A menção à garantia de proposta foi retirada do item 13 da minuta de edital.
- No item 13.1 da minuta de edital foi substituída a expressão “valor total estimado do Contrato” por “valor estimado para investimentos previstos no Contrato”. O fluxo de caixa já calcula a garantia de execução com base no valor estimado dos investimentos, mas o texto do edital tinha acabado com uma redação que não refletia isso plenamente.
- A alínea “a” foi incluída no item 15.3 da minuta de edital com um rol exemplificativo de atividades inerentes, acessórias, complementares e alternativas ao objeto principal da concessão que podem vir a ser contratadas com terceiros.

- A redação original da alínea “a” do item 16.3.1 da minuta de edital foi suprimida, já que a Prefeitura de São José dos Campos não vai mais usar nenhum critério quantitativo de compartilhamento de risco de demanda para nortear a revisão extraordinária dos contratos de concessão.
- Foi acrescentada a redação da alínea “g” do item 16.3.1 da minuta de edital para indicar expressamente que o contrato de concessão pode vir a ser objeto de revisão extraordinária, inclusive anteriormente ao início da operação, por conta de eventos como o da pandemia de COVID-19, que geram impactos de curto prazo na demanda por transporte público.
- As menções que existiam na minuta de edital e constavam no item 17 a um modelo de superávit tarifário como algo obrigatório na concessão foram suprimidas.
- O item 17.2.3, que permitia às concessionárias escolher se querem dar descontos tarifários aos usuários, foi suprimido da minuta de edital, pois o valor da tarifa pública está fora do poder de agência das concessionárias de transporte no modelo de concessão proposto.
- Foi acrescentada a alínea “a” no item 17.4.2 da minuta de edital com a referência para o anexo IF, em que, ao final, explica-se os parâmetros a ser levados em conta pela Prefeitura de São José dos Campos na divisão dos ganhos com receitas alternativas pelas concessionárias de transporte público.
- Foi acrescentada a alínea “a” no item 17.8 da minuta de edital para indicar expressamente que não caberão custos ou investimentos imputáveis às concessionárias pela contratação de terceiros para oferecer meios de pagamento para os usuários de transporte público.
- Foi acrescentada a alínea “a” no item 17.8.1 da minuta de edital para indicar expressamente que não caberão custos ou investimentos imputáveis às concessionárias pela adesão ao sistema de liquidação e compensação de valores necessário para a coleta dos pagamentos dos usuários e o pagamento da sua remuneração.

- Foi inserida a alínea “c” no item 22.1.1.2 da minuta de edital, para esclarecer que a multa na forma de advertência se aplica toda vez a minuta de edital e de contrato fazem referência à aplicação de advertência.
- Foi inserida a alínea “d” do item 22.1.2 da minuta de edital, para esclarecer que aplicar-se-ão as multas do anexo IE a partir do desempenho da concessionária, quando for o caso.
- Foi inserido o item 26.26.1 na minuta de edital para indicar a possibilidade de comunicações eletrônicas sobre o contrato de concessão.
- O prazo para o início da operação foi alterado para 150 dias, como consta na redação atual do item 2.4.2 do anexo I da minuta de edital.
- A visita técnica foi retirada das exigências da minuta de edital.
- O anexo IF da minuta de edital foi revisado para refletir o fluxo de caixa revisado.
- O anexo IG foi inserido na minuta de edital para explicar o modelo de projeção de demanda adotado.

Todas as alterações empreendidas na minuta de edital, quando cabível, foram replicadas nos anexos da minuta de edital em que tão replicação se fez ne necessária, como no projeto básico, que consta no anexo I, e na minuta-modelo do contrato de concessão, que consta no anexo VII da minuta de edital.

Além das revisões diretamente empreendidas pelo Cepesp/FGV, cabe à Prefeitura de São José dos Campos observar alguns detalhes procedimentais relativos à tramitação do edital de licitação quando da sua republicação, abaixo resumidas:

- A realização de uma nova audiência pública.
- A disponibilização do edital para consulta durante todo o prazo para envio de propostas, e mesmo depois de passado esse prazo.
- Faz-se necessário incluir os nomes dos componentes da comissão de acompanhamento do edital de licitação no item 10.3.1 da minuta de edital.
- Permitir e dispor de meios para que as comunicações relativas aos contratos de concessão sejam realizadas de forma eletrônica.

- É importante revisar o decreto municipal que regula as concessões de transporte de São José dos Campos de forma a confirmar que todos os critérios de fiscalização das atividades das concessionárias já estão previstos.
- Faz-se necessário inserir o nome do diretor do Departamento de Recursos Materiais ao final da minuta de edital.
- Faz-se necessário atualizar o conteúdo dos links inseridos no anexo IF, em que a prefeitura indica um caminho para o download das planilhas do fluxo de caixa por lote.
- Recomenda-se à Prefeitura verificar se o número da concorrência pública, que hoje é 007/SGAF/2020, vai mudar. Caso esse número vá mudar, as referências feitas à minuta edital na minuta-modelo do contrato de concessão, que consta no anexo VII, precisam ser todas revisadas.

4. Referências

Balcombe, R., Mackett, R., Paulley, N., Preston, J., Shires, J., Titheridge, H., & White, P. (2004). *The demand for public transport: a practical guide*.

Oliveira, A. V. et. al. (2015). Estudo e previsão de demanda do transporte urbano coletivo público na Região Metropolitana de São Paulo. *Revista dos Transportes Públicos-ANTP*-Ano, 37, 1º.

Profillidis, V. A., & Botzoris, G. N. (2018). *“Modeling of Transport Demand: Analyzing, Calculating, and Forecasting Transport Demand”*. Elsevier.

Schumpeter, J., & Backhaus, U. (2003). The theory of economic development. In *Joseph Alois Schumpeter (pp. 61-116)*. Springer, Boston, MA.

