

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Luiza Scaletzky Huber

**A MORTE DO TRANSPORTE PÚBLICO – ANÁLISE DA
SUSTENTABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO
SISTEMA DE ÔNIBUS DE PORTO ALEGRE**

Porto Alegre
Junho de 2019

LUIZA SCALETZKY HUBER

**A MORTE DO TRANSPORTE PÚBLICO – ANÁLISE DA
SUSTENTABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO
SISTEMA DE ÔNIBUS DE PORTO ALEGRE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Luiz Afonso dos Santos Senna

Porto Alegre

25 de Junho 2019

LUIZA SCALETZKY HUBER

TÍTULO DO TRABALHO DIPLOMAÇÃO: SUBTÍTULO

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo Professor Orientador e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, junho de 2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna (UFRGS)
Ph.D. pela Leeds Metropolitan University, Inglaterra
Orientador

Prof. Fernando Dutra Michel (UFRGS)
Dr. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Me. Maria Cristina Molina Ladeira (UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a minha família, que estiveram presentes em todos os momentos da minha formação, tanto acadêmica, quanto de caráter.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Senna, por todos ensinamentos, em suas aulas que eram verdadeiras palestras. A minha mãe Sílvia e meu pai Luiz Ronaldo por todo o amor, carinho e paciência que tiveram comigo desde sempre, mas em especial a partir do vestibular até o final da graduação. Muito obrigada ao meu irmão Jaime e ao meu namorado Ettore, por tudo que vocês me ajudam e ensinam, mas sobretudo pelas conversas sobre engenharia de transportes e produção.

If your dreams don't scare you, they aren't big enough.

Mohammed Ali

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo aferir quando as operações do sistema de ônibus da cidade de Porto Alegre não serão mais viáveis, do ponto de vista econômico e financeiro. Para tal, mesclaram-se duas metodologias consagradas: as previsões por séries temporais e análises de Custo-Volume-Lucro. As previsões foram realizadas pelo método ARIMA, a fim de determinar o futuro dos custos variáveis e fixos, preço da tarifa e número de passageiros pagantes para então, posteriormente, encontrar o número de passageiros que equivalem aos pontos de equilíbrio econômico, contábil e financeiro e também o ponto de fechamento. Ao final, foram comparados todos os pontos encontrados com os passageiros equivalentes, para obter o ano em que o sistema entraria em déficit.

Palavras-chave: Avaliação econômico-financeira. Previsão. ARIMA. Sistema de ônibus.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Divisão geográfica dos consórcios de Porto Alegre	14
Figura 2 – Série histórica de Passageiros Equivalentes	26
Figura 3 – Passageiros Equivalentes para todo o período calculado, incluído limites de confiança para as previsões	27
Figura 4 – Histórico do preço da tarifa e do custo variável	28
Figura 5 – Projeções da tarifa e do custo variável, e MCu calculado	29
Figura 6 – Comparação entre o número de passageiros equivalentes e o calculado para cada ponto de equilíbrio	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Previsão dos Passageiros Equivalentes até 2035	26
Tabela 2 – Previsão da tarifa e custo variável e cálculo da margem de contribuição unitária	28
Tabela 3 – Projeção dos custos fixos para cada um dos pontos de equilíbrio	30
Tabela 4 – Projeções dos passageiros equivalentes para comparação com os pontos de equilíbrio	31
Tabela 5 – Limite da projeção dos passageiros equivalentes para comparação com os pontos de equilíbrio	33
Tabela 6 – Tabela Resumo.....	34

LISTA DE SIGLAS

ARIMA - Modelo Auto-regressivo Integrado de Médias Móveis (em inglês)

ARMA - Modelo Auto-regressivo de Médias Móveis (em inglês)

ARLA – Agente Redutor Líquido de Óxido de Nitrogênio Automotivo

BRT – Bus Rapid Transit

COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

CVL – Custo-Volume-Lucro

EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação

GEIPOT – Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ISSQN - Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza

IPK – Índice de Passageiros por Quilometro

NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos

PAM - Partial Adjustment Model

PE – Ponto de Equilíbrio

PIS – Programa de Integração Social

STS – Sistema Transportador Sul

TCU – Tribunal de Contas da União

TPU – Transporte Público Urbano

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE SÍMBOLOS

Tar – Tarifa (R\$)

CV – Custo variável por passageiro (R\$)

CV/km – Custo variável por quilometro (R\$)

CF – Custo Fixo (R\$)

MCu – Margem de Contribuição Unitária

Q* - Número de passageiros necessários para cobrir o custo do sistema

RCu – Razão de Contribuição Unitária

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	18
3.1 PREVISÕES DE DEMANDA	18
3.2 PREVISÕES DE PREÇO E CUSTO	20
3.3 CUSTO-VOLUME-LUCRO	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
4.1 PASSAGEIROS EQUIVALENTES	25
4.2 TARIFA E CUSTO VARIÁVEL POR PASSAGEIRO	27
4.3 PONTOS DE EQUILÍBRIO E FECHAMENTO	29
5 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	36
APENDICE A	39
APENDICE B	40
APENDICE C	41

1 INTRODUÇÃO

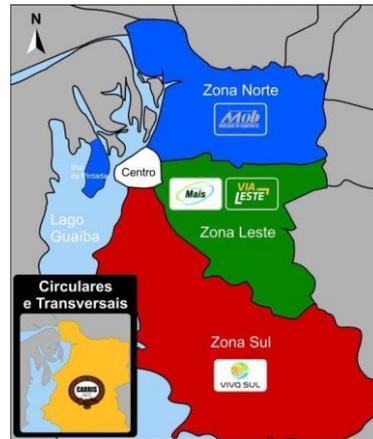
O jornal Zero Hora¹ publicou no dia 13 de março de 2019 uma reportagem a respeito do novo valor da passagem de ônibus na cidade, que deixaria de ser R\$ 4,30, passando então a custar R\$ 4,70, em um reajuste de 9,7%. Nesta mesma reportagem, também foi publicada que, enquanto a população não enxerga melhorias que justifiquem o aumento da passagem, as autoridades municipais explicam que uma das causas deste aumento é em razão do grande número de isenções dadas dentro do sistema.

Fundada em 1772, a cidade de Porto Alegre viu em seu centésimo aniversário, em 1872, ainda durante o Império, a criação da Companhia Carris, inicialmente operando bondes. Durante o tempo em que esta foi administrada pela empresa americana *Bond & Share*, a cidade recebeu em 1929 o seu primeiro ônibus, passando então a operar com ambos os modais. Alguns anos mais tarde, a empresa estadunidense, endividada, cedeu a Carris para a Prefeitura Municipal de Porto Alegre. E em 1970, a empresa municipal passa a desativar os bondes, ficando apenas com os ônibus. No entanto, isso não foi o suficiente para salvar a empresa das dificuldades financeiras; para não ser declarado falência, foi necessário que a companhia desse início à operação dos ônibus transversais, como T1 e T7.

Desde a década de 70, no entanto, Porto Alegre cresceu. Atualmente, a cidade possui, além da Carris – responsável pela operação das linhas transversais e do centro da cidade - mais quatro operadores de transporte coletivo urbano, que juntos realizam 43% das viagens diárias da capital gaúcha (EPTC, 2004). Um para zona sul, conhecido como Viva Sul (antigo STS), dois para a região leste e sudeste, o Via Leste e Consórcio Mais (que juntos eram a extinta Unibus) e por último, a Mob operando a zona norte.

Figura 1 - Divisão geográfica dos consórcios de Porto Alegre

¹ Diário de grande circulação em Porto Alegre



(fonte: Portal PMPA - http://www2.portoalegre.rs.gov.br/porta1_pmpa_novo/default.php?p_noticia=184625&NOVO+SI+STEMA+DE+TRANSPORTE+ENTRA+EM+OPERACAO+NA+SEGUNDA-FEIRA acessado em: 16 de julho às 16h33)

Apesar do crescimento de sua população (IBGE, 2010), Porto Alegre, junto com outras oito capitais brasileiras, perdem 3 milhões de passageiros ao dia (NTU, 2016). Sendo essa diminuição em Porto Alegre causada pela ausência de soluções para os principais problemas sentidos pelos usuários: superlotação dos ônibus, tempos de espera, preço da passagem e insegurança (BUBICZ; SELLITTO, 2014). Somados à crise econômica que o Brasil enfrenta desde 2011 (NTU, 2016), foi criado um cenário de incerteza em relação à sustentabilidade tanto econômica quanto financeira dos consórcios porto-alegrenses; por isso, o presente trabalho avaliará até quando o número de passageiros será suficiente para justificar a operação do sistema.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Uma primeira etapa para compreender a evolução da demanda por transporte público é a disposição de modelos qualificados de previsão. A seguir, vem a etapa de previsão de preços e custos e, finalmente, uma análise de custo-volume-lucro.

A Previsão de Demanda é uma forma matemática de tentar prever o futuro de vendas observando dados históricos e, por vezes, incorporando fatores qualitativos. Porém, o risco de uma previsão de demanda pouco acurada é normalmente ignorada em detrimento da economia ou do bem estar social (FLYVBJERG; SKAMRIS HOLM; BUHL, 2005). O mesmo trabalho avaliou 183 projetos em transportes, sendo mais de 50% deles rodoviários; concluiu-se então que há uma diferença de mais ou menos 20% entre o *forecast* e a situação real. Para diminuir isso, Flyvbjerg *et al.* (2005) indicam o *reference class forecasting*, que é um método que analisa cenários semelhantes para gerar o prognóstico mais provável.

De acordo com a Associação Americana de Transporte Público, 48% das viagens americanas no transporte público durante o ano de 2016 foram realizadas em ônibus, *trolleybus* ou BRT, tendo perdido 11% de viagens desde os anos 2000 (APTA, 2018). Mesmo assim, a maioria dos trabalhos disponíveis sobre os passageiros nos EUA são do tipo “Matriz, Origem e Destino”, cuja metodologia não se aplica a este trabalho. Já na Europa, há estudos aplicados às mais diversas cidades, inclusive àquelas de grande importância econômica.

Como mostram trabalhos realizados para todo o sistema rodoviário da Islândia (FRIDGEIRSSON, 2016), que avaliaram a substituição do método atual, baseado em séries temporais, pela previsão de demanda *reference class*, concluindo que não haveria melhora significativa na taxa de precisão, mantendo o erro na faixa de 6%. Entretanto, Fridgeirsson (2016) acredita que o método de classes de referência é uma opção quando há informações de outros projetos semelhantes ao atual. Já para o transporte público de Madrid (Espanha), houve a comparação entre dois métodos com dados mensais para prever o número de viagens. García-Ferrer *et al.* (2006) utilizaram Regressão Harmônica Dinâmica e Função de Transferência, começando pelo método IARIMA, apontando que os dois métodos são adequados para o sistema público da capital espanhola quando se trata de dados não-estacionários e com sazonalidade. Enquanto isso, na Lituânia, o previsto por Butkevičius *et al.* (2004) foi o número de passageiros, sem usar uma metodologia específica de *forecasting*, mas

sim análises de múltiplas regressões entre os anos analisados e o salário médio da população. E por último, em Zagreb (Croácia), foram realizadas previsões com modelos logarítmico, duplo logarítmico, linear e exponencial (RAJSMAN; TOLIĆ; RAJSMAN, 2013). Aplicando as equações na série histórica, foi encontrado como o melhor coeficiente de correlação R igual a 0,77, o que não é muito significativo, considerando que o coeficiente deve ser o mais próximo de um.

Já na Oceania, mais especificamente na cidade de Sydney (Austrália), foram testadas duas metodologias: PAM e ARIMA (TSAI; MULLEY; CLIFTON, 2014). A PAM correlaciona a demanda às suas variáveis explanatórias, enquanto a ARIMA é um modelo univariável, ou seja, apenas a série histórica é usada. Mesmo que ARIMA não seja capaz de explicar o motivo das variações na demanda, ele é mais acurado, tendo um erro de 0,67% nas previsões de curto prazo realizadas nesta cidade australiana. Por outro lado, o método PAM deve ser o escolhido quando se deseja verificar as variações na demanda em diversos cenários.

Ao trazer o estudo para a realidade brasileira, Siqueira (2016) avaliou três métodos para determinar o número de viagens de uma empresa de transporte rodoviário: Média Móvel, Suavização Exponencial e *Box-Jenkins* – também conhecido como ARIMA. Para esse trabalho, o autor opta pelo ARIMA, ainda que o resultado da Suavização Exponencial seja semelhante, porque é considerado um método estatisticamente melhor.

Por outro lado, o *forecast* com séries históricas - como é o caso do método ARIMA - não é amplamente usado para predizer o preço da passagem, nem os custos fixos e variáveis do transporte público para séries anuais, sendo este mais usado para previsões diárias ou mensais. Porém, seu uso é permitido porque, na Economia, entende-se que os valores atuais são funções de valores defasados da mesma variável (MORETTIN; TOLOI, 1987). Como mostra o artigo de Mondal *et al.* (2014), em que foram feitas previsões dos preços de ações de diversas empresas - inclusive na indústria de transportes - pela metodologia ARIMA, o que gerou um resultado bastante confiável, de aproximadamente 85%. Também foi estimada a inflação francesa por Box Jenkins, dividindo os setores da economia para realizar o prognóstico, havendo a segmentação inclusive por modais de transporte (CELERIER, 2010).

Já a análise de Custo-Volume-Lucro (ou CVL) é uma ferramenta que determina a quantidade do produto deve ser vendida para cobrir todos os custos - neste caso, o número de viagens que devem ser realizadas para que o consórcio comece a ter lucro. Esta metodologia busca

determinar os pontos de equilíbrio – econômico, contábil e financeiro - além do ponto de fechamento (BORNIA, 2017). Então, com preços e passageiros definidos, é necessário relacionar tudo com a análise de Custo-Volume-Lucro. Como foi usada por Rocha *et al.* (2015), concluindo que seriam necessárias 632 viagens para uma linha de ônibus de uma empresa do Rio Grande do Norte começar a ter lucro em 2015. A mesma metodologia foi utilizada para balsas no mar do Báltico, sendo que a maior diferença é que havia um mix de serviços, pela existência de transporte de cargas e passageiros (KIRILLOVA; MELESHENKO, 2014).

A análise do ponto de equilíbrio também pode ser usada para testar cenários, como fez Nash (1978) ao comparar três alternativas, visando a maximização do bem estar social, dos passageiros por milha ou das milhas andadas por ônibus. Restringido a um orçamento, o artigo analisou os subsídios internos e a possível ajuda governamental. Esta equação também pode ser usada para comparar duas empresas do mesmo setor, tendo no artigo de Mekoth (1997) comparações entre uma empresa pública e outra privada de transportes de Goa, na Índia.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para realizar a avaliação da sustentabilidade econômico-financeira do transporte público de Porto Alegre, o trabalho foi dividido em três partes. A primeira é a previsão de demanda de passageiros realizadas do sistema, seguido pela estimativa do preço da passagem e custos fixos e variáveis do sistema. Por último, juntando todos os dados calculados, foi avaliado se o sistema terá passageiros suficiente para cobrir seus custos até o ano de 2035, por meio da análise de Custo-Volume-Lucro.

3.1 PREVISÕES DE DEMANDA

Como a análise realizada neste trabalho é econômico-financeira, ela deve levar em consideração as isenções do sistema. Por isso, o cálculo dos passageiros equivalentes é o indicado para determinar o número de passageiros em que foi pago o valor integral. Ele é uma soma de todos os passageiros que pagaram integralmente - independentemente do método - mais a metade dos estudantes, mais uma parcela daqueles que fizeram a integração ônibus-ônibus ou trem-ônibus. A série histórica disponível é a média de passageiros por mês; logo, ela não é exatamente o que ocorreu naquele ano, porém todas os demais parâmetros previstos estão na mesma métrica, não trazendo prejuízo a análise.

Para fins comparativos, foi necessário prever a quantidade de passageiros que seriam realizadas no sistema, considerando a manutenção do comportamento histórico, sem a adição de parâmetros qualitativos. Para tal, foram considerados três métodos diferentes: curva logística, suavização exponencial e método ARIMA, sendo que ao final fora escolhido apenas um destes métodos.

A curva logística é usada para a projeção da população em grandes centros urbanos, em que se assume que a taxa de crescimento é gradualmente menor a cada período (INEA, 2011). No entanto, o método possui restrições para a sua aplicação, tais como: é preciso ter, no mínimo, três dados com os intervalos de medição iguais; precisa haver crescimento em todas as medições e também obedecer à inequação $P_0 * P_2 < P_1^2$, em que a multiplicação da população inicial e final deve ser menor que o quadrado da intermediária. Além de não se tratar de uma população, os dados obtidos para realizar este trabalho não atendem duas das três limitações,

sendo que a única limitação atendida é a do número de “populações”, com valores desde 1994. Portanto, este método não foi adotado.

O segundo método testado foi a suavização exponencial simples, sem considerar a sazonalidade, em razão de que os dados estão consolidados anualmente. De acordo com Morettin e Toloí (2006), esta técnica assume que os valores extremos da série são resultados da aleatoriedade, sendo assim suavizados. Como o método não exige uma grande quantidade de dados históricos, como o anterior, ele pode ser aplicado; porém, a obtenção de previsões negativas impossibilitou o seguimento com este modelo, além do fato de que o mesmo não é o mais indicado pela bibliografia.

Por fim, a metodologia ARIMA foi testada com o uso do software NCSS, realizando os quatro passos descritos por Morettin e Toloí (1981): especificação, identificação de um modelo com autocorrelações ou não, estimação e, por último, verificação se o modelo é adequado (sendo que, se este não for apropriado, devem ser feitas iterações até que o modelo convirja). Os mesmos autores também enfatizam que a fase de identificação é a mais complexa e que, apesar das dificuldades, este é um dos métodos mais precisos.

Morettin e Toloí (1987) descrevem a metodologia ARIMA como a integral de ARMA, incorporando transformações de uma série não-estacionária para uma estacionária (ou convergente) ao longo do tempo; isto é, estabilizando a média. Como todos os parâmetros têm tendências de crescimento (como a tarifa e os custos) ou de decréscimo (como os passageiros equivalentes), o uso apenas de ARMA não seria possível. O modelo escolhido é composto por três variáveis - p , d e q - sendo d a responsável por transformar as séries não-estacionárias por meio de processos iterativos, que foram realizados pelo próprio NCSS, até a convergência. Depois de definido este fator, o método se torna um modelo autorregressivo de médias móveis (ARMA), com o p representando a autocorrelação entre as observações, e q entre os resíduos. Para todas as séries de dados deste trabalho, foram testadas o modelo ARIMA (1,0,1), avaliando se haveria convergência, obtendo assim um d , e se atenderia ao teste de Portmanteau (LJUNG; BOX, 1978). Como todas as verificações foram atendidas, o modelo pode então ser adotado.

3.2 PREVISÕES DE PREÇO E CUSTO

O *forecasting* de preços e custos diferencia-se do número de passageiros porque é uma análise monetária. Mesmo assim, o método escolhido para a previsão foi o ARIMA sem sazonalidade, a fim de manter o padrão no estudo, a despeito do seu pouco uso em previsões anuais. Para manter a tendência observada nos gráficos deste trabalho, optou-se por não incluir cálculos inflacionários. Além disso, para que a aplicação do método seja possível, é necessário observar as especificidades do custeio da passagem de Porto Alegre - como, por exemplo, quais são as despesas variáveis e os fixos - e como é feita a precificação da tarifa de ônibus da capital gaúcha.

A EPTC - Empresa Pública de Transportes e Circulação (2013) determina o preço da tarifa porto alegreense conforme a planilha GEIPOT de 1982, atualizando índices de uso e coeficientes de consumo conforme padrões locais. Os preços não têm determinação regulamentada, porém, são adotados os valores disponibilizados pelos principais fornecedores. Os custos determinados neste trabalho são aproximados pelo que é determinado pela tarifa disponibilizada pela EPTC, pois todos os insumos dependem da tomada de preço de cada concessionária, assim como da sua eficiência na utilização deles. Como a EPTC, (2015) divide as despesas variáveis em combustível, ARLA, lubrificante e pneus e recapagens, incluindo desde 2019, o custo de peças e acessórios. Também são questionáveis a inclusão do salário dos funcionários da linha de frente - como motoristas, cobradores e fiscais - dentro da variável. Porém, para manter o padrão de análise, não foi incorporado o salário dos funcionários, além de manter as peças e acessórios nos custos fixos, como era desde 1994, início da série histórica deste trabalho.

Todos os custos variáveis são diretamente calculados em reais por quilômetro, usando os preços dos insumos conforme referentes ao mês de dezembro do ano anterior. Assim, o custo do combustível é determinado pelo tamanho da frota de cada categoria de consumo multiplicada pelo coeficiente desta categoria e pelo preço do diesel em dezembro do ano, dividida pela frota total, tendo mudado em 2016 para incluir apenas a frota operante. Para lubrificantes, é uma simples multiplicação do preço pelo coeficiente de óleo de motor, óleo de caixa, óleo de diferencial, fluido de freio ou graxa. Já na categoria de pneus e recapagens, o cálculo depende dos quilômetros rodados com aquele pneu, sendo que há uma vida útil até a recapagem e outra depois dela. Cada tipo de veículo tem uma fórmula própria, porque tanto a vida útil quanto o preço para substituição ou recapagem do pneu são diferentes.

Conforme mencionado, os custos variáveis são dados em reais por quilômetro, e como foi realizada a análise para passageiros, foi feito a conversão dividindo este custo pelo IPK (Índice de Passageiros Equivalentes Transportados por Quilômetro), conforme mostra a fórmula 1. Sendo que o IPK é a divisão entre as médias móveis de passageiros equivalentes como denominador e a quilometragem. Neste caso, a média móvel utiliza os valores dos doze meses que antecedem o seu cálculo; assim, em janeiro de cada ano, se tem o IPK do ano anterior.

$$CV = (CV/km) / (IPK) \quad (\text{fórmula 1})$$

Sendo:

CV = custo variável por passageiro [R\$];

CV/km = custo variável por quilometro [R\$];

IPK = Índice de Passageiros por Quilometro.

Já os custos fixos foram determinados pela EPTC (2015) como aqueles que não dependem da quilometragem percorrida, que devem ser pagos se não houver operação. Os custos fixos são divididos em despesas de capital - ou seja, depreciação e remuneração, despesas com pessoal, gastos administrativos e dispêndios com peças e acessórios. Os gastos com funcionários são compostos por salários, benefícios e encargos que incidem diretamente na folha de pagamento. Isso também traz de volta a questão do salário dos funcionários operacionais, porque na busca pela excelência operacional, quanto mais quilômetros cada funcionário percorrer, menor é seu custo por quilômetro. Porém, isso é contornado com o uso do Fator de Utilização para esses funcionários - que é calculado com base nas tabelas horarias das tarifas de ônibus - para tornar possível a operação de todos veículos da frota, e ainda cobrir férias, folgas e faltas.

Para todos os itens fixos (com exceção de funcionários), é tomado como base de cálculo o veículo híbrido, que representa a média ponderada dos veículos existentes na frota. Sendo a depreciação considerada um custo fixo não desembolsável, seu valor não é sentido nas contas do sistema; porém, ele é incorporado no preço da tarifa pelo Método de Cole, em que há uma grande depreciação a partir do uso do equipamento ou do ônibus. Já a remuneração de capital

(ou custo de oportunidade) é composto pela remuneração dos mesmos itens que sofrem depreciação, somados ao custo do almoxarifado e da margem de lucro. Essa margem é variável, pois depende de todos insumos que compõem a tarifa. Até 2019, as peças e os acessórios faziam parte dos custos fixos, ainda que já houvesse a recomendação do Tribunal de Contas da União (TCU) de transformá-los em variável. Esse valor é calculado usando os percursos médios, aumentando conforme o uso do veículo; logo, devem ser considerados parte do valor variável, porém, na análise deste trabalho, optou-se pela manutenção de acordo com a série histórica.

Neste trabalho, no entanto, não foram incluídos os tributos. A opção por deixá-los de fora ocorreu em razão de os impostos incidirem sobre a receita operacional. Mesmo assim, a alíquota de impostos é baixa - 5%, desde 2013 - porque tiveram PIS, COFINS E ISSQN zeradas por meio de uma lei municipal.

3.2 CUSTO-VOLUME-LUCRO

Depois de previstas todas as incógnitas, é necessário fazer a análise do CVL, que consiste na divisão dos custos fixos pela margem de contribuição unitária, para assim obter o número de passageiros que o sistema deve realizar a fim de cobrir todos seus gastos. Sendo que a margem de contribuição unitária (MCu) é a diferença entre o preço de cada passageiro e as despesas variáveis para cada uma delas, conforme a fórmula 2.

$$MCu = Tar - CV \quad (\text{fórmula 2})$$

Sendo:

MCu = margem de contribuição unitária em reais;

Tar = tarifa em reais;

CV = custo variável por passageiro em reais.

A razão de contribuição unitária também foi calculada para fins comparativos, sendo ela a divisão da MCu pela tarifa, descrita pela fórmula 3. Para poder fazer a previsão é necessário ter bem claro o que é custo fixo e variável, por isso na seção anterior foi explanado como são determinados os custos.

$$RCu = Tar / MCu \quad (\text{fórmula 3})$$

Onde:

RCu = razão de contribuição unitária em porcentagem;

Tar = tarifa em reais;

MCu = margem de contribuição unitária em reais.

Determinados o custo variável por passageiro e o custo fixo total, foi possível realizar a previsão. Escolheu-se prever todos os custos juntos em razão do seu comportamento linear, como mostrados na figura 4. O preço, assim como os custos, foi pressuposto pela metodologia ARIMA a fim de manter um único método, já que este foi o escolhido para os passageiros equivalentes. Após, a fórmula 4, de Custo-Volume-Lucro foi aplicada, sendo posteriormente comparada com o resultado obtido com a demanda prevista, para enfim determinar se o sistema será ou não sustentável naquele ano.

$$Q^* = CF / MCu \quad (\text{fórmula 4})$$

Em que:

Q* = número de passageiros necessários para cobrir o custo do sistema;

CF = custo;

MCu = margem de contribuição unitária em reais.

Para a análise deste, foram determinados os três pontos de equilíbrio (PE) – econômico, contábil e financeiro - e o ponto de fechamento, tendo como diferença o que compõem os custos fixos. Começando com o *break-even point* econômico, que incorpora todos os custos fixos; já o PE contábil retira o custo de oportunidade. O financeiro é apenas os gastos que devem ser realmente desembolsados, ou seja, tanto os funcionários operacionais e operativos quanto as peças e acessórios. O PE econômico, então, incorpora os custos de remuneração de capital (ou custo de oportunidade), que é a taxa de atratividade, sendo ela comparável com outras possíveis alternativas de investimento, para então optar-se pela maior (Silva *et al.*,

1999). Por último, o ponto de fechamento, que segundo Bornia (2017), é composto pelos custos fixos elimináveis a curto prazo, sendo estes aqueles que não existiriam caso a empresa não estivesse mais operando.

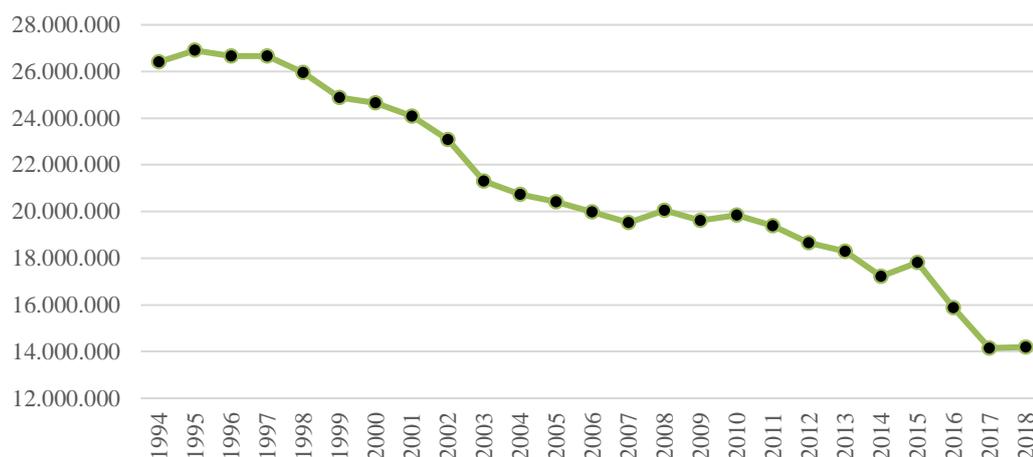
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Fornecida pela EPTC, a série histórica dos custos e passageiros começa no ano de 1994, resultando em uma série de 25 anos, sendo então realizado o *forecast* até 2035. Embora a previsão ultrapasse o que é considerado ideal de previsão - que é 20% do tamanho da amostra - ainda assim o método é adequado, porque a série histórica é maior que o tempo de previsão (HYNDMAN, 2014), estando os dados históricos apresentados no Apêndice A deste trabalho. De maneira semelhante às seções anteriores, essa também foi dividida em três partes: previsão dos passageiros equivalentes, *forecast* dos variáveis e tarifa, já apresentando a margem de contribuição unitária e o cálculo dos três pontos de equilíbrio (financeiro econômico e contábil) e por último, o ponto de fechamento, todos apresentando as previsões dos custos fixos correspondentes.

4.1 PASSAGEIROS EQUIVALENTES

Para a previsão de passageiros equivalentes, foi utilizado o método ARIMA. Como já explicado na seção anterior, o cálculo deste parâmetro é realizado por meio da média móvel; sendo assim, nem todos os anos estão com o número de janeiro a dezembro. Porém, para fins comparativos, foi considerado que aquele seria o valor para o ano analisado. Além disso, esta é a única série que começa em 1993, pois não se trata de dados aproximados, mas sim de dados reais. Então, o número de passageiros equivalentes ao longo dos anos é demonstrado na figura 2.

Figura 2 - Série histórica de Passageiros Equivalentes



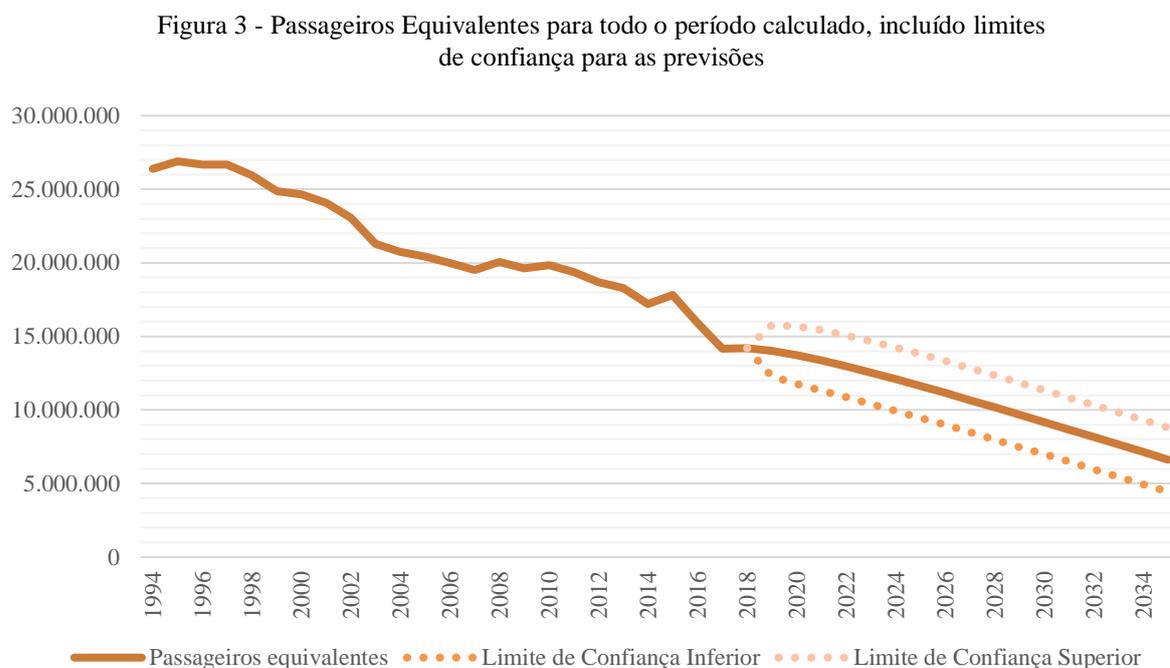
(fonte: elaborada pelo autor)

É possível notar que a média de passageiros mensais está caindo continuamente. Logo, o modelo proposto deveria acompanhar este decréscimo. Conforme a metodologia de *Box-Jenkins* (EHLERS, 2009) exige que o modelo escolhido deve atender o teste de *Portmanteau*, que testa a aleatoriedade da série histórica (LJUNG; BOX, 1978). Então, o modelo adequado para este parâmetro é ARIMA(1,0,1), sem sazonalidade, por se tratar de dados anuais; desta forma, temos a previsão começando em 2019.

Tabela 1 - Previsão dos Passageiros Equivalentes até 2035

Ano	Passageiros Equivalentes
2019	14.019.897,4
2020	13.719.378,4
2021	13.364.707,0
2022	12.969.534,5
2023	12.544.071,1
2024	12.095.952,8
2025	11.630.890,8
2026	11.153.156,6
2027	10.665.944,6
2028	10.171.644,2
2029	9.672.042,4
2030	9.168.475,5
2031	8.661.943,2
2032	8.153.192,9
2033	7.642.784,0
2034	7.131.134,4
2035	6.618.556,9

Por se tratar de uma fórmula que informa o número de passageiros pagantes, levando em conta que nem todos os usuários dos ônibus pagam a tarifa integral, é razoável que não haja arredondamentos. Sendo assim, o gráfico de passageiros equivalentes considerando o intervalo de confiança de 95% é o seguinte.

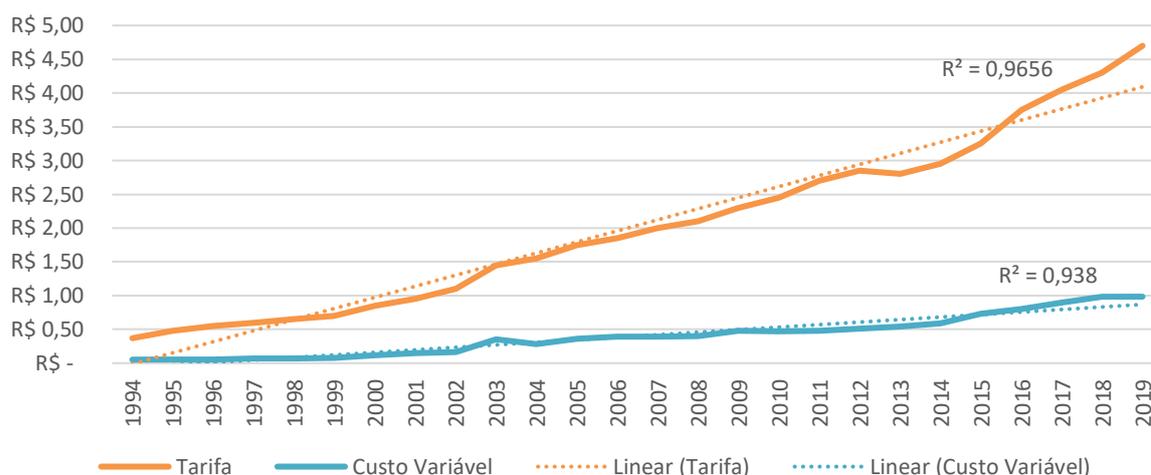


(fonte: elaborada pelo autor)

4.2 TARIFA E CUSTO VARIÁVEL POR PASSAGEIRO

Ambos os parâmetros seguem o mesmo método de cálculo dos passageiros. A diferença é que ambos estão constantemente crescendo, e não decrescendo. Na figura 4, há o coeficiente de determinação R^2 , que calcula o quanto a série se ajusta a uma reta, variando entre 0 a 1, sendo 1 o ajuste perfeito à reta (QUININO; REIS; BESSEGATO, 1991). Portanto, a tarifa e o custo variável têm variações bastante lineares, porque seus coeficientes R^2 são respectivamente 0,9656 e 0,938.

Figura 4 - Histórico do preço da tarifa e do custo variável



(fonte: elaborada pelo autor)

É possível ver no gráfico anterior que a tarifa tem um coeficiente angular maior que o custo variável; por isso, a primeira tem um crescimento mais acentuado. Assim, podemos concluir que a margem de contribuição unitária (MCu) vem crescendo também. A seguir, são apresentados os custos variáveis, a tarifa e a diferença entre os dois parâmetros.

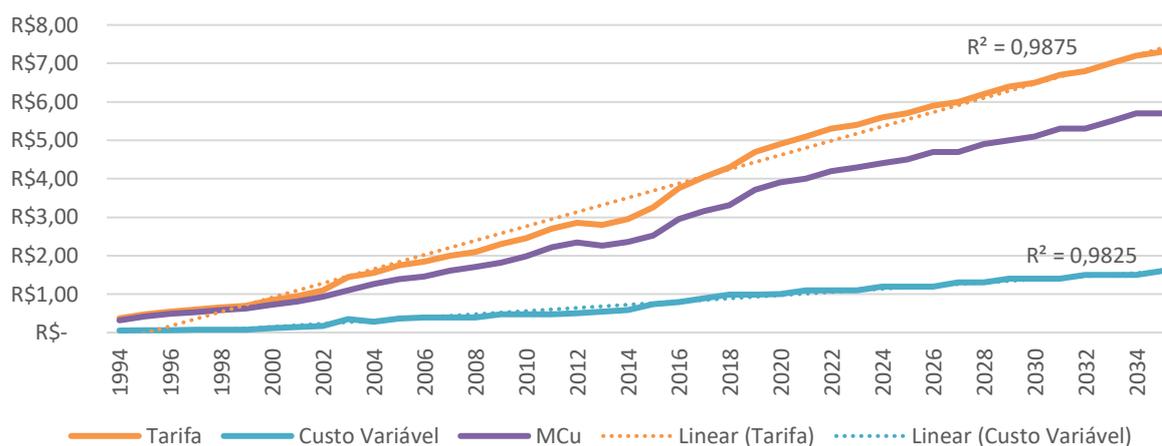
Tabela 2 - Previsão da tarifa e custo variável e cálculo da margem de contribuição unitária

Ano	Tarifa	Custo Variável	MCu
2019	R\$ 4,70	R\$ 0,98	R\$ 3,72
2020	R\$ 4,90	R\$ 1,00	R\$ 3,90
2021	R\$ 5,10	R\$ 1,10	R\$ 4,00
2022	R\$ 5,30	R\$ 1,10	R\$ 4,20
2023	R\$ 5,40	R\$ 1,10	R\$ 4,30
2024	R\$ 5,60	R\$ 1,20	R\$ 4,40
2025	R\$ 5,70	R\$ 1,20	R\$ 4,50
2026	R\$ 5,90	R\$ 1,20	R\$ 4,70
2027	R\$ 6,00	R\$ 1,30	R\$ 4,70
2028	R\$ 6,20	R\$ 1,30	R\$ 4,90
2029	R\$ 6,40	R\$ 1,40	R\$ 5,00
2030	R\$ 6,50	R\$ 1,40	R\$ 5,10
2031	R\$ 6,70	R\$ 1,40	R\$ 5,30
2032	R\$ 6,80	R\$ 1,50	R\$ 5,30
2033	R\$ 7,00	R\$ 1,50	R\$ 5,50
2034	R\$ 7,20	R\$ 1,50	R\$ 5,70
2035	R\$ 7,30	R\$ 1,60	R\$ 5,70

(fonte: elaborada pelo autor)

A tarifa aumenta constantemente - geralmente acima da inflação. Porém, os custos variáveis por passageiros têm um crescimento muito mais lento. Isso ocorre porque a tarifa está em função do número de passageiros. Então, depois de previsto, foi testado o novo R^2 para todo o intervalo, obtendo assim um valor ainda maior: 0,9875 para a tarifa e 0,9825 para os custos variáveis por passageiro.

Figura 5 - Projeções da tarifa e do custo variável, e MCu calculado



(fonte: elaborada pelo autor)

4.3 PONTOS DE EQUILÍBRIO E FECHAMENTO

Para entender em que ano o transporte via ônibus em Porto Alegre deixará de ser sustentável, este trabalho trouxe uma análise de Custo-Volume-Lucro, amplamente utilizada na indústria, para um serviço público. O resultado é a quantidade de passageiros necessária para cobrir todos os custos, e ao compará-la com a previsão de passageiros equivalentes calculados na seção 4.1 deste artigo temos então a data aproximada em que este modal de transporte coletivo “morrerá”. Sabe-se que atualmente o sistema, como um todo, ainda é sustentável, visto que ainda está em funcionamento, embora existam consórcios operando em regime de déficit. Como descrito na seção 3.2, todos os cálculos de CVL precisam do custo fixo; portanto, foi necessário prevê-los até 2035, obtendo assim os resultados que estão apresentados na tabela 3.

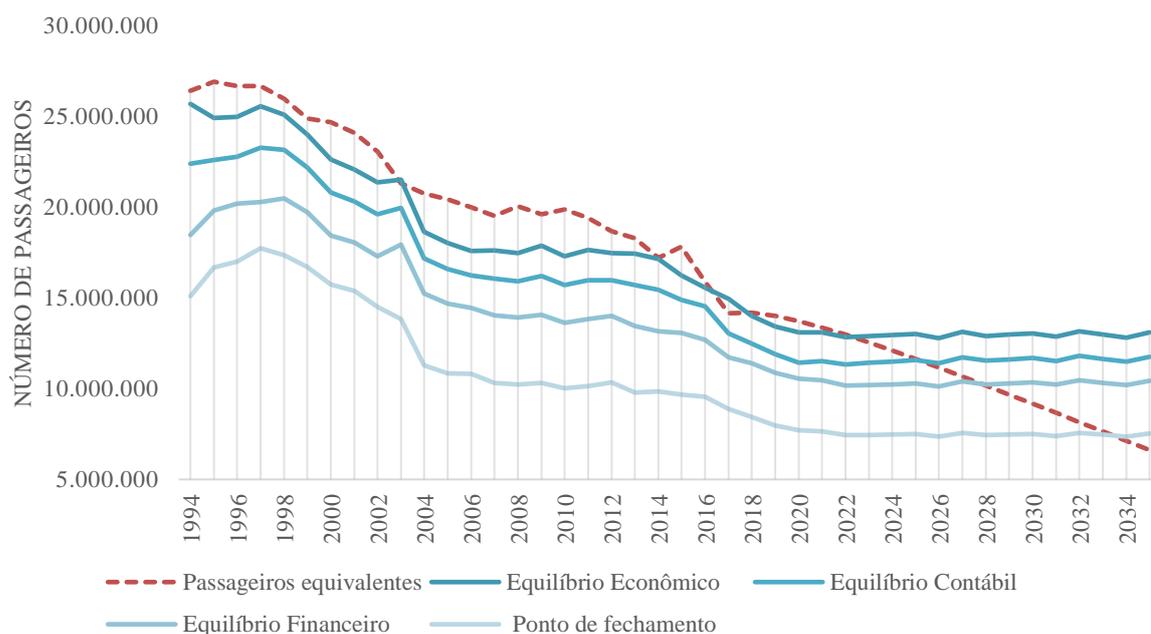
Tabela 3 - Projeção dos custos fixos para cada um dos pontos de equilíbrio

Ano	Custo Fixo Total Econômico	Custo Fixo Total Contábil	Custo Fixo Total Financeiro	Custo Fixo Eliminável
2019	R\$49.844.528,57	R\$44.207.370,09	R\$40.412.607,40	R\$29.599.438,57
2020	R\$51.031.292,40	R\$44.590.496,70	R\$41.167.497,60	R\$30.039.247,50
2021	R\$52.452.348,40	R\$46.087.789,40	R\$41.831.565,00	R\$30.559.866,90
2022	R\$53.914.765,30	R\$47.585.071,20	R\$42.759.926,00	R\$31.232.386,30
2023	R\$55.411.841,20	R\$49.082.342,00	R\$43.848.156,90	R\$32.000.274,50
2024	R\$56.937.959,90	R\$50.579.601,50	R\$45.033.092,20	R\$32.828.039,00
2025	R\$58.488.415,60	R\$52.076.849,30	R\$46.276.523,70	R\$33.693.396,10
2026	R\$60.059.264,70	R\$53.574.085,30	R\$47.555.339,10	R\$34.582.355,30
2027	R\$61.647.202,70	R\$55.071.309,10	R\$48.855.558,20	R\$35.486.132,90
2028	R\$63.249.460,60	R\$56.568.520,50	R\$50.168.724,20	R\$36.399.214,00
2029	R\$64.863.718,00	R\$58.065.719,10	R\$51.489.721,70	R\$37.318.136,20
2030	R\$66.488.030,60	R\$59.562.904,70	R\$52.815.456,40	R\$38.240.725,70
2031	R\$68.120.769,10	R\$61.060.076,90	R\$54.144.056,70	R\$39.165.617,70
2032	R\$69.760.568,10	R\$62.557.235,50	R\$55.474.390,40	R\$40.091.955,20
2033	R\$71.406.283,60	R\$64.054.380,10	R\$56.805.772,60	R\$41.019.200,40
2034	R\$73.056.956,90	R\$65.551.510,30	R\$58.137.789,00	R\$41.947.015,30
2035	R\$74.711.784,70	R\$67.048.625,80	R\$59.470.189,00	R\$42.875.188,00

(fonte: elaborada pelo autor)

Como as demais valorações monetárias, essa também está crescendo, principalmente pelos acordos com o sindicato dos funcionários operacionais, cujos aumentos salariais estão acima da inflação. De posse de todas as previsões, calcula-se a quantidade de passageiros, obtendo a figura 6 e a tabela 4.

Figura 6 - Comparação entre o número de passageiros equivalentes e o calculado para cada ponto de equilíbrio



(fonte: elaborada pelo autor)

Tabela 4 - Projeções dos passageiros equivalentes para comparação com os pontos de equilíbrio

Ano	Passageiros equivalentes	Equilíbrio Econômico	Equilíbrio Contábil	Equilíbrio Financeiro	Ponto de Fechamento
2019	14.019.897	13.416.398	11.899.073	10.877.656	7.967.130
2020	13.719.378	13.084.947	11.433.461	10.555.769	7.702.371
2021	13.364.707	13.113.087	11.521.947	10.457.891	7.639.967
2022	12.969.535	12.836.849	11.329.779	10.180.935	7.436.282
2023	12.544.071	12.886.475	11.414.498	10.197.246	7.441.924
2024	12.095.953	12.940.445	11.495.364	10.234.794	7.460.918
2025	11.630.891	12.997.426	11.572.633	10.283.672	7.487.421
2026	11.153.157	12.778.567	11.398.742	10.118.157	7.357.948
2027	10.665.945	13.116.426	11.717.300	10.394.800	7.550.241
2028	10.171.644	12.908.053	11.544.596	10.238.515	7.428.411
2029	9.672.042	12.972.744	11.613.144	10.297.944	7.463.627
2030	9.168.476	13.036.869	11.679.001	10.355.972	7.498.182
2031	8.661.943	12.852.975	11.520.769	10.215.860	7.389.739
2032	8.153.193	13.162.371	11.803.252	10.466.866	7.564.520
2033	7.642.784	12.982.961	11.646.251	10.328.322	7.458.036
2034	7.131.134	12.817.010	11.500.265	10.199.612	7.359.125
2035	6.618.557	13.107.331	11.762.917	10.433.366	7.521.963

(fonte: elaborada pelo autor)

O gráfico mostra em que ano o sistema entrará em déficit. Estando ele no ponto de equilíbrio econômico em 2023, isso significa que não será mais possível fazer a remuneração do custo de capital. Então, a margem de lucro deverá ser diminuída, tornando outros investimentos mais atrativos, já que o custo de oportunidade não é mais absorvido pelo sistema. Neste momento, o sistema ainda tem uma sobrevida, porque é possível diminuir a margem de lucro, ao mesmo tempo que aumenta a quantidade de passageiros, visto que é complicado diminuir custos, como já aconteceu em 2003 e 2017. Medindo a razão entre a margem de contribuição unitária e o preço da tarifa, desde o início da série histórica (1994) até 2002, o sistema tinha uma razão unitária média (RCu) de 87,33%, sendo diminuída em 2003, quando o sistema entrou em déficit econômico pela primeira vez, baixando para 80,19% até o novo colapso em 2017, tendo nos anos seguintes um valor médio de 78,72%, e considerando o previsto até 2035, 78,07%.

Já o segundo é o ponto de equilíbrio contábil - que é o mais usado em análises de CVL - porque ao incluir a depreciação, ele considera que haverá uma renovação na frota de ônibus a fim de esta possa continuar a operação em níveis semelhantes aos atuais, sendo a sua “morte” em 2026. Dois anos depois, o ponto de equilíbrio financeiro é atingido, o que significa que a partir daquele momento, o sistema não tem mais a capacidade de pagar as suas contas. O dinheiro que ela está recebendo das passagens não é o suficiente para sanar suas dívidas. Ou seja, a previsão é de que, em 2028, não haverá dinheiro em caixa para pagar tanto a operação quanto o administrativo, sendo este é o ponto em que as contas começam a ficar “no vermelho”.

Por último, temos o ponto de fechamento, que é quando a empresa não consegue pagar seus custos operacionais, compostos pela mão-de-obra direta (motoristas, cobradores e fiscais) e pelas peças e acessórios. Então, a partir de 2034, o sistema de transporte público via ônibus de Porto Alegre, não teria mais condições sequer de operar.

Foram também calculados os limites de confiança inferior e superior do número de passageiros equivalentes, conforme mostra a tabela 5. Isto possibilitou determinar um intervalo de datas, não apenas um ano, em que o sistema atingiria cada um dos pontos de equilíbrio e fechamento. Além de viabilizar a análise em dois cenários. O primeiro em que o número de passageiros decresce mais rapidamente, com o limite de confiança inferior,

podendo ser chamado de pessimista. Enquanto o otimista, seria aquele em que o número de passageiros é mais estável, sendo o limite de confiança superior.

Tabela 5 - Limite da projeção dos passageiros equivalentes para comparação com os pontos de equilíbrio

Ano	Limite de Confiança Inferior	Limite de Confiança Superior	Equilíbrio Econômico	Equilíbrio Contábil	Equilíbrio Financeiro	Ponto de Fechamento
2019	12.279.174	15.760.621	13.416.398	11.899.073	10.877.656	7.967.130
2020	11.772.214	15.666.543	13.084.947	11.433.461	10.555.769	7.702.371
2021	11.311.098	15.418.316	13.113.087	11.521.947	10.457.891	7.639.967
2022	10.858.724	15.080.346	12.836.849	11.329.779	10.180.935	7.436.282
2023	10.401.930	14.686.213	12.886.475	11.414.498	10.197.246	7.441.924
2024	9.936.485	14.255.421	12.940.445	11.495.364	10.234.794	7.460.918
2025	9.461.791	13.799.991	12.997.426	11.572.633	10.283.672	7.487.421
2026	8.978.688	13.327.626	12.778.567	11.398.742	10.118.157	7.357.948
2027	8.488.478	12.843.411	13.116.426	11.717.300	10.394.800	7.550.241
2028	7.992.503	12.350.786	12.908.053	11.544.596	10.238.515	7.428.411
2029	7.491.965	11.852.120	12.972.744	11.613.144	10.297.944	7.463.627
2030	6.987.874	11.349.077	13.036.869	11.679.001	10.355.972	7.498.182
2031	6.481.049	10.842.837	12.852.975	11.520.769	10.215.860	7.389.739
2032	5.972.135	10.334.251	13.162.371	11.803.252	10.466.866	7.564.520
2033	5.461.635	9.823.933	12.982.961	11.646.251	10.328.322	7.458.036
2034	4.949.934	9.312.335	12.817.010	11.500.265	10.199.612	7.359.125
2035	4.437.328	8.799.786	13.107.331	11.762.917	10.433.366	7.521.963

(fonte: elaborada pelo autor)

Conforme a tabela 5, o ponto de equilíbrio econômico deve ser atingido entre o ano corrente (2019) e 2027. Quanto ao PE contábil, o intervalo de acontecimento é entre 2021 a 2030. Para o ponto de equilíbrio financeiro, a previsão otimista é para o ano de 2032, enquanto a pessimista para 2024. Por último, o ponto de fechamento não foi atingido pelo limite de confiança superior de passageiros equivalentes, logo em uma situação favorável o sistema ainda teria condições de operar. Porém, em um cenário desfavorável, a operação deixaria de ser viável em 2030.

5 CONCLUSÃO

Há pelo menos 90 anos, o sistema de ônibus de Porto Alegre transporta os gaúchos, tendo enfrentado diversas mudanças tanto internas (como mudança de concessionárias) quanto externas (como o clima político e econômico do país). Porém, nos últimos anos, este sistema vem enfrentando dificuldades em manter o número de passageiros, o que faz com que isso implique na redução da receita. Isto tem se tornado um ciclo vicioso, em que não há dinheiro para novos investimentos, e pela falta deles, os usuários diminuem, levando assim o sistema à falência a longo prazo. Por isso, a relevância do presente trabalho, que buscou estimar os anos que ocorrerão os quatro pontos de virada. A partir dessas informações o poder público, juntamente com as concessionárias, podem fazer mudanças para que o sistema continue em operação.

Para entender em qual ano o sistema não seria mais sustentável, foram realizadas quatro análises de custo-volume-lucro: econômica, financeira, contábil e de fechamento. Cada uma gerou o número de passageiros necessários para cobrir seus custos fixos, sendo então comparado com a quantidade de usuários que o sistema teve ou que deverá ter, se seguir a tendência. Como o estudo buscava prever o ano de “morte” do transporte público urbano de Porto Alegre, foram necessárias previsões de demanda e preço, realizadas pelo método de *Box-Jenkins*, tendo como principais resultados a tabela a seguir.

Tabela 6 - Tabela Resumo

Evento	Previsão de ocorrência	Interpretação
Ponto de equilíbrio econômico	2023	Ano em que as concessionárias e a Carris ² não poderão mais manter a margem de lucro, tornando outros investimentos mais atrativos.
Ponto de equilíbrio contábil	2026	Momento em que as empresas não conseguem renovar a frota sem que haja prejuízo na sua operação.
Ponto de equilíbrio financeiro	2028	Período que não haverá dinheiro em caixa para pagar as contas adquiridas.
Ponto de fechamento	2034	Ponto que indica que o número de passageiros não será suficiente para cobrir os custos operacionais.

(fonte: elaborada pelo autor)

² A empresa pública Carris já apresenta déficits operacionais, necessitando aporte do acionista.

Por se tratar de previsões, não é possível determinar uma data. Mesmo assim, o trabalho mostra que o sistema está se tornando insustentável, o qual necessita de mudanças para que o número de usuários volte a crescer. Por isso, é sugerida a realização de análises dos custos e de passageiros por linha para entender os possíveis subsídios internos do sistema, a fim de eliminar ou modificar caminhos que hoje possuem operações deficitárias. Outro estudo complementar poderia ser a análise de sensibilidade de cada um dos itens dos custos - tanto dos fixos quanto dos variáveis - prevendo assim o comportamento de cada um deles a fim de obter pontos de equilíbrio e fechamento mais precisos.

REFERÊNCIAS

APTA. Public Transportation Fact Book 2018. [s. l.], 2018. Disponível em: <<http://trid.trb.org/view.aspx?id=1225089>>

BORNIA, Antonio Cezar. **Livro: Análise Gerencial de Custos Aplicação Em Empresas Modernas - Antonio Cezar Borna** Estante Virtual, 2017.

BUBICZ, Marta Elisa; SELBITTO, Miguel Afonso. **Qualidade em serviço de transporte de passageiros: um estudo de caso no sistema urbano de Porto Alegre. Revista Produção Online**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 704–726, 2014.

BUTKEVIČIUS, Jonas et al. Analysis and forecast of the dynamics of passenger transportation by public land transport. **Transport**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 3–8, 2004.

CELERIER, Claire. Forecasting Inflation in France. [s. l.], n. December, 2010.

EHLERS, R. S. Análise de Series Temporais. [s. l.], p. 114, 2009.

EPTC. Pesquisa de Origem e Destino de Porto Alegre - EDOM. [s. l.], 2004.

EPTC. Manual de cálculo da tarifa de ônibus de porto alegre 2013 –. [s. l.], 2013.

EPTC. Manual de cálculo da tarifa de ônibus de Porto Alegre 2015. [s. l.], 2015.

FLYVBJERG, Bent; SKAMRIS HOLM, Mette K.; BUHL, Søren L. How (In)accurate are demand forecasts in public works projects?: The case of transportation. **Journal of the American Planning Association**, [s. l.], v. 71, n. 2, p. 131–146, 2005.

FRIDGEIRSSON, Thordur Vikingur. Reference class forecasting in Icelandic transport infrastructure projects. **Transport Problems**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 103–115, 2016.

GARCÍA-FERRER, Antonio et al. Demand forecast and elasticities estimation of public transport. **Journal of Transport Economics and Policy**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 45–67, 2006.

HYNDMAN, Rob J. Measuring forecast accuracy. **Journal of Business Forecasting Methods & Systems**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 461–473, 2014. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>

INEA. METODOLOGIA DE PROJEÇÃO POPULACIONAL. [s. l.], p. 1–77, 2011.

KIRILLOVA, Yelena V.; MELESHENKO, Yekaterina S. Justification of financial safety analysis approach in cargo-and-passenger ferry operations management. **Transport and Telecommunication**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 111–119, 2014.

LJUNG, Author G. M.; BOX, G. E. P. On a measure of lack of fit in time series models. **Biometrika**, [s. l.], v. 65, n. 2, p. 297–303, 1978.

MEKOTH, Nandakumar. Passenger Road Transport in Goa : A Model of Unfair Competition. [s. l.], p. 18–21, 1997.

MONDAL, Prapanna; SHIT, Labani; GOSWAMI, Saptarsi. Study of Effectiveness of Time Series Modeling (Arima) in Forecasting Stock Prices. **International Journal of Computer Science, Engineering and Applications**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 13–29, 2014.

MORETTIN, Pedro; TOLOI, Clélia. **Análise de Séries temporais**. 2. ed. [s.l: s.n.].

NASH, C. A. Management Objectives, Fares and Service Levels in Bus Transport. **Journal of Transport Economics and Policy**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 70–85, 1978.

NTU. Ônibus perde 3 milhões de passageiros por dia no Brasil. **Revista NTU urbano**, [s. l.], p. 44, 2016. Disponível em:
<<https://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub636120575837109247.pdf>>

QUININO, R. C.; REIS, E. A.; BESSEGATO, L. F. O Coeficiente de Determinação R^2 como Instrumento Didático para Avaliar a Utilidade de um Modelo de Regressão Linear Múltipla. [s. l.], n. 1991, p. 1–14, 1991.

RAJSMAN, Marijan; TOLIĆ, Van; RAJSMAN, Bruno. Development of Trend Model of the Passenger Demand for Public Bus Transport. **Journal of Traffic and Logistics Engineering**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 218–221, 2013.

ROCHA, Jonas Capistrano Teixeira et al. Gestão de Custos em uma Empresa de Transporte Rodoviário de Passageiros do Rio Grande do Norte. **Congresso Brasileiro de Custos**, [s. l.], 2015. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4125/4126>>

SILVA, ALEXANDRE DOS SANTOS; REIS, ERNARDO ANTÔNIO DOS; LEÃO, LUCIANO DE CASTRO GARCIAL. Custo de Oportunidade. **Revista Brasileira de Custos**, [s. l.], v. 1, p. 51–68, 1999.

SIQUEIRA, Augusto. Previsão da Demanda por Meio de Técnicas de Séries Temporais em Empresa de Serviços de Transporte Rodoviário. [s. l.], 2016.

TSAI, Chi Hong; MULLEY, Corinne; CLIFTON, Geoffrey. Forecasting public transport demand for the Sydney Greater Metropolitan Area: A comparison of univariate and multivariate methods. **Road and Transport Research**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 51–68, 2014.

APÊNDICE A – Tabela dos itens de custeio por quilômetro de 1994 à 2019

	Custo Variável por km				Custos Fixos por km						Dados		
	Combustível	Óleos e Lubrificantes	Pneus e Recapagem	ARLA	Depreciação	Remuneração	Pecas e acessórios	Operação	Administrativo	Outros	Tarifa	IPK	KM totais
1994	R\$ 0,11	R\$ 0,02	R\$ 0,03	R\$ -	R\$ 0,15	R\$ 0,12	R\$ 0,14	R\$ 0,42	R\$ 0,04	R\$ 0,08	R\$ 0,37	3,10	8.526.393,09
1995	R\$ 0,11	R\$ 0,01	R\$ 0,04	R\$ -	R\$ 0,14	R\$ 0,12	R\$ 0,15	R\$ 0,68	R\$ 0,07	R\$ 0,09	R\$ 0,48	3,11	8.488.084,48
1996	R\$ 0,12	R\$ 0,02	R\$ 0,04	R\$ -	R\$ 0,15	R\$ 0,13	R\$ 0,18	R\$ 0,82	R\$ 0,08	R\$ 0,11	R\$ 0,55	3,20	8.416.685,42
1997	R\$ 0,14	R\$ 0,02	R\$ 0,06	R\$ -	R\$ 0,18	R\$ 0,14	R\$ 0,18	R\$ 0,87	R\$ 0,09	R\$ 0,06	R\$ 0,60	3,01	8.846.890,39
1998	R\$ 0,14	R\$ 0,02	R\$ 0,05	R\$ -	R\$ 0,18	R\$ 0,13	R\$ 0,18	R\$ 0,96	R\$ 0,10	R\$ 0,11	R\$ 0,65	3,01	8.846.890,39
1999	R\$ 0,15	R\$ 0,02	R\$ 0,04	R\$ -	R\$ 0,16	R\$ 0,12	R\$ 0,17	R\$ 0,95	R\$ 0,09	R\$ 0,11	R\$ 0,70	2,79	9.293.697,09
2000	R\$ 0,24	R\$ 0,02	R\$ 0,06	R\$ -	R\$ 0,19	R\$ 0,14	R\$ 0,20	R\$ 1,04	R\$ 0,10	R\$ 0,11	R\$ 0,85	2,68	9.292.803,64
2001	R\$ 0,31	R\$ 0,02	R\$ 0,05	R\$ -	R\$ 0,19	R\$ 0,15	R\$ 0,21	R\$ 1,10	R\$ 0,11	R\$ 0,12	R\$ 0,95	2,61	9.436.407,18
2002	R\$ 0,33	R\$ 0,02	R\$ 0,07	R\$ -	R\$ 0,22	R\$ 0,17	R\$ 0,20	R\$ 1,21	R\$ 0,12	R\$ 0,15	R\$ 1,10	2,51	9.603.662,00
2003	R\$ 0,70	R\$ 0,04	R\$ 0,10	R\$ -	R\$ 0,23	R\$ 0,17	R\$ 0,21	R\$ 1,36	R\$ 0,30	R\$ 0,16	R\$ 1,45	2,37	9.731.335,51
2004	R\$ 0,56	R\$ 0,01	R\$ 0,06	R\$ -	R\$ 0,25	R\$ 0,19	R\$ 0,20	R\$ 1,28	R\$ 0,31	R\$ 0,20	R\$ 1,55	2,21	9.637.639,13
2005	R\$ 0,71	R\$ 0,01	R\$ 0,07	R\$ -	R\$ 0,28	R\$ 0,21	R\$ 0,23	R\$ 1,35	R\$ 0,33	R\$ 0,23	R\$ 1,75	2.174,131	9.536.167,68
2006	R\$ 0,78	R\$ 0,01	R\$ 0,07	R\$ -	R\$ 0,28	R\$ 0,21	R\$ 0,24	R\$ 1,45	R\$ 0,36	R\$ 0,21	R\$ 1,85	2.188,064	9.331.067,18
2007	R\$ 0,77	R\$ 0,01	R\$ 0,07	R\$ -	R\$ 0,35	R\$ 0,27	R\$ 0,29	R\$ 1,50	R\$ 0,37	R\$ 0,28	R\$ 2,00	2.158,404	9.257.117,82
2008	R\$ 0,76	R\$ 0,01	R\$ 0,06	R\$ -	R\$ 0,36	R\$ 0,28	R\$ 0,31	R\$ 1,56	R\$ 0,38	R\$ 0,29	R\$ 2,10	2.094,857	9.317.624,29
2009	R\$ 0,92	R\$ 0,01	R\$ 0,07	R\$ -	R\$ 0,41	R\$ 0,32	R\$ 0,33	R\$ 1,64	R\$ 0,40	R\$ 0,31	R\$ 2,30	2.106,394	9.520.954,60
2010	R\$ 0,89	R\$ 0,01	R\$ 0,06	R\$ -	R\$ 0,43	R\$ 0,33	R\$ 0,35	R\$ 1,73	R\$ 0,42	R\$ 0,32	R\$ 2,45	2.052,084	9.557.455,60
2011	R\$ 0,90	R\$ 0,02	R\$ 0,07	R\$ -	R\$ 0,49	R\$ 0,38	R\$ 0,40	R\$ 1,93	R\$ 0,47	R\$ 0,37	R\$ 2,70	2.056,167	9.655.626,56
2012	R\$ 0,90	R\$ 0,02	R\$ 0,09	R\$ -	R\$ 0,47	R\$ 0,36	R\$ 0,38	R\$ 2,09	R\$ 0,51	R\$ 0,37	R\$ 2,85	1.982,864	9.776.500,80
2013	R\$ 0,92	R\$ 0,02	R\$ 0,09	R\$ -	R\$ 0,52	R\$ 0,40	R\$ 0,42	R\$ 1,82	R\$ 0,58	R\$ 0,26	R\$ 2,80	1.891,171	9.872.020,75
2014	R\$ 1,01	R\$ 0,02	R\$ 0,06	R\$ -	R\$ 0,54	R\$ 0,40	R\$ 0,35	R\$ 1,99	R\$ 0,35	R\$ 0,43	R\$ 2,95	1.839,903	9.949.747,63
2015	R\$ 1,21	R\$ 0,03	R\$ 0,08	R\$ -	R\$ 0,48	R\$ 0,35	R\$ 0,36	R\$ 2,18	R\$ 0,58	R\$ 0,32	R\$ 3,25	1.802,56	9.549.694,58
2016	R\$ 1,32	R\$ 0,03	R\$ 0,09	R\$ -	R\$ 0,55	R\$ 0,31	R\$ 0,34	R\$ 2,50	R\$ 0,65	R\$ 0,28	R\$ 3,75	1.800,107	9.992.581,80
2017	R\$ 1,32	R\$ 0,03	R\$ 0,08	R\$ 0,00	R\$ 0,42	R\$ 0,61	R\$ 0,31	R\$ 2,53	R\$ 0,67	R\$ 0,25	R\$ 4,05	1.608,744	9.874.323,21
2018	R\$ 1,42	R\$ 0,03	R\$ 0,08	R\$ 0,00	R\$ 0,40	R\$ 0,56	R\$ 0,39	R\$ 2,70	R\$ 0,77	R\$ 0,31	R\$ 4,30	1.560,735	9.069.911,87
2019	R\$ 1,47	R\$ 0,03	R\$ 0,09	R\$ 0,00	R\$ 0,43	R\$ 0,65	R\$ 0,55	R\$ 2,84	R\$ 0,84	R\$ 0,40	R\$ 4,70	1.623,872	8.737.788,71

APÊNDICE B – Série Histórica da Tarifa, Custos Variáveis e MCu

Ano	Tarifa	Custo Variável	MCu
1994	R\$ 0,37	R\$ 0,05	R\$ 0,32
1995	R\$ 0,48	R\$ 0,05	R\$ 0,43
1996	R\$ 0,55	R\$ 0,06	R\$ 0,49
1997	R\$ 0,60	R\$ 0,07	R\$ 0,53
1998	R\$ 0,65	R\$ 0,07	R\$ 0,58
1999	R\$ 0,70	R\$ 0,08	R\$ 0,62
2000	R\$ 0,85	R\$ 0,12	R\$ 0,73
2001	R\$ 0,95	R\$ 0,15	R\$ 0,80
2002	R\$ 1,10	R\$ 0,17	R\$ 0,93
2003	R\$ 1,45	R\$ 0,35	R\$ 1,10
2004	R\$ 1,55	R\$ 0,28	R\$ 1,27
2005	R\$ 1,75	R\$ 0,36	R\$ 1,39
2006	R\$ 1,85	R\$ 0,39	R\$ 1,46
2007	R\$ 2,00	R\$ 0,39	R\$ 1,61
2008	R\$ 2,10	R\$ 0,40	R\$ 1,70
2009	R\$ 2,30	R\$ 0,48	R\$ 1,82
2010	R\$ 2,45	R\$ 0,47	R\$ 1,98
2011	R\$ 2,70	R\$ 0,48	R\$ 2,22
2012	R\$ 2,85	R\$ 0,51	R\$ 2,34
2013	R\$ 2,80	R\$ 0,54	R\$ 2,26
2014	R\$ 2,95	R\$ 0,59	R\$ 2,36
2015	R\$ 3,25	R\$ 0,73	R\$ 2,52
2016	R\$ 3,75	R\$ 0,80	R\$ 2,95
2017	R\$ 4,05	R\$ 0,89	R\$ 3,16
2018	R\$ 4,30	R\$ 0,98	R\$ 3,32
2019	R\$ 4,70	R\$ 0,98	R\$ 3,72
2020	R\$ 4,90	R\$ 1,00	R\$ 3,90
2021	R\$ 5,10	R\$ 1,10	R\$ 4,00
2022	R\$ 5,30	R\$ 1,10	R\$ 4,20
2023	R\$ 5,40	R\$ 1,10	R\$ 4,30
2024	R\$ 5,60	R\$ 1,20	R\$ 4,40
2025	R\$ 5,70	R\$ 1,20	R\$ 4,50
2026	R\$ 5,90	R\$ 1,20	R\$ 4,70
2027	R\$ 6,00	R\$ 1,30	R\$ 4,70
2028	R\$ 6,20	R\$ 1,30	R\$ 4,90
2029	R\$ 6,40	R\$ 1,40	R\$ 5,00
2030	R\$ 6,50	R\$ 1,40	R\$ 5,10
2031	R\$ 6,70	R\$ 1,40	R\$ 5,30
2032	R\$ 6,80	R\$ 1,50	R\$ 5,30
2033	R\$ 7,00	R\$ 1,50	R\$ 5,50
2034	R\$ 7,20	R\$ 1,50	R\$ 5,70
2035	R\$ 7,30	R\$ 1,60	R\$ 5,70

APÊNDICE C – Série Histórica do Custo Fixo por Ponto de Equilíbrio

Ano	Fixo Total - Econômico	Fixo Total - Contábil	Fixo Total - Financeiro	Fixo Total - Fechamento
1994	R\$ 8.151.746,00	R\$ 7.106.616,21	R\$ 5.862.778,79	R\$ 4.792.069,56
1995	R\$ 10.583.948,85	R\$ 9.602.245,11	R\$ 8.422.624,43	R\$ 7.087.152,64
1996	R\$ 12.320.195,84	R\$ 11.246.547,46	R\$ 9.966.998,84	R\$ 8.386.487,72
1997	R\$ 13.495.697,18	R\$ 12.289.611,68	R\$ 10.707.824,08	R\$ 9.365.747,05
1998	R\$ 14.606.230,87	R\$ 13.478.244,68	R\$ 11.928.691,70	R\$ 10.110.130,59
1999	R\$ 14.937.307,50	R\$ 13.810.078,39	R\$ 12.277.943,19	R\$ 10.404.324,71
2000	R\$ 16.528.569,13	R\$ 15.207.827,09	R\$ 13.472.633,08	R\$ 11.489.514,41
2001	R\$ 17.714.305,71	R\$ 16.318.619,11	R\$ 14.493.250,17	R\$ 12.362.390,75
2002	R\$ 19.902.713,98	R\$ 18.271.655,81	R\$ 16.128.683,99	R\$ 13.510.355,72
2003	R\$ 23.667.036,15	R\$ 21.967.056,59	R\$ 19.720.950,09	R\$ 15.214.875,10
2004	R\$ 23.602.492,40	R\$ 21.751.262,98	R\$ 19.296.854,21	R\$ 14.289.774,45
2005	R\$ 25.036.297,19	R\$ 23.056.808,95	R\$ 20.412.849,05	R\$ 15.059.100,92
2006	R\$ 25.679.163,87	R\$ 23.705.137,78	R\$ 21.101.258,15	R\$ 15.795.912,19
2007	R\$ 28.321.720,68	R\$ 25.818.429,46	R\$ 22.563.298,29	R\$ 16.578.895,86
2008	R\$ 29.732.684,39	R\$ 27.095.284,70	R\$ 23.712.706,24	R\$ 17.428.116,85
2009	R\$ 32.505.267,29	R\$ 29.471.015,49	R\$ 25.576.665,96	R\$ 18.777.934,69
2010	R\$ 34.226.722,85	R\$ 31.073.970,44	R\$ 26.988.712,65	R\$ 19.844.466,86
2011	R\$ 39.123.337,58	R\$ 35.444.247,78	R\$ 30.688.178,60	R\$ 22.517.202,57
2012	R\$ 40.915.820,88	R\$ 37.381.668,33	R\$ 32.817.545,16	R\$ 24.193.090,46
2013	R\$ 39.394.656,38	R\$ 35.479.571,33	R\$ 30.385.471,04	R\$ 22.119.169,54
2014	R\$ 40.435.702,26	R\$ 36.447.053,71	R\$ 31.052.207,99	R\$ 23.220.631,80
2015	R\$ 40.850.839,12	R\$ 37.469.489,08	R\$ 32.910.288,36	R\$ 24.323.014,17
2016	R\$ 45.883.876,44	R\$ 42.853.124,12	R\$ 37.396.954,61	R\$ 28.165.821,28
2017	R\$ 47.118.434,47	R\$ 41.116.719,36	R\$ 37.016.934,41	R\$ 27.994.941,30
2018	R\$ 46.475.092,90	R\$ 41.413.187,85	R\$ 37.800.648,43	R\$ 28.022.844,21
2019	R\$ 49.844.528,57	R\$ 44.207.370,09	R\$ 40.412.607,40	R\$ 29.599.438,57
2020	R\$ 51.031.292,40	R\$ 44.590.496,70	R\$ 41.167.497,60	R\$ 30.039.247,50
2021	R\$ 52.452.348,40	R\$ 46.087.789,40	R\$ 41.831.565,00	R\$ 30.559.866,90
2022	R\$ 53.914.765,30	R\$ 47.585.071,20	R\$ 42.759.926,00	R\$ 31.232.386,30
2023	R\$ 55.411.841,20	R\$ 49.082.342,00	R\$ 43.848.156,90	R\$ 32.000.274,50
2024	R\$ 56.937.959,90	R\$ 50.579.601,50	R\$ 45.033.092,20	R\$ 32.828.039,00
2025	R\$ 58.488.415,60	R\$ 52.076.849,30	R\$ 46.276.523,70	R\$ 33.693.396,10
2026	R\$ 60.059.264,70	R\$ 53.574.085,30	R\$ 47.555.339,10	R\$ 34.582.355,30
2027	R\$ 61.647.202,70	R\$ 55.071.309,10	R\$ 48.855.558,20	R\$ 35.486.132,90
2028	R\$ 63.249.460,60	R\$ 56.568.520,50	R\$ 50.168.724,20	R\$ 36.399.214,00
2029	R\$ 64.863.718,00	R\$ 58.065.719,10	R\$ 51.489.721,70	R\$ 37.318.136,20
2030	R\$ 66.488.030,60	R\$ 59.562.904,70	R\$ 52.815.456,40	R\$ 38.240.725,70
2031	R\$ 68.120.769,10	R\$ 61.060.076,90	R\$ 54.144.056,70	R\$ 39.165.617,70
2032	R\$ 69.760.568,10	R\$ 62.557.235,50	R\$ 55.474.390,40	R\$ 40.091.955,20
2033	R\$ 71.406.283,60	R\$ 64.054.380,10	R\$ 56.805.772,60	R\$ 41.019.200,40
2034	R\$ 73.056.956,90	R\$ 65.551.510,30	R\$ 58.137.789,00	R\$ 41.947.015,30
2035	R\$ 74.711.784,70	R\$ 67.048.625,80	R\$ 59.470.189,00	R\$ 42.875.188,00