FUNDAÇÃO DOM CABRAL

PROPOSTA DE INDICADOR PADRONIZADO DE PONTUALIDADE PARA O TRANSPORTE DE PASSAGEIROS NO MODAL RODOVIÁRIO

Douglas Lopes
Henrique Diniz
Leonardo Balbino
Liemar Pretti
Liomar Freitas
Tiago Vieira
Wellington Gonçalves

Vitória
2021

Douglas Lopes

Henrique Diniz

Leonardo Balbino

Liemar Pretti

Liomar Freitas

Tiago Vieira

Wellington Gonçalves

PROPOSTA DE INDICADOR PADRONIZADO DE PONTUALIDADE PARA O TRANSPORTE DE PASSAGEIROS NO MODAL RODOVIÁRIO

Projeto apresentado à Fundação Dom Cabral como requisito parcial para a conclusão do Programa de Especialização em Gestão de Negócios.

Professor Orientador:
Paulo César Pêgas Ferreira, DSc.

Vitória

2021

Dedicamos este trabalho a todos os nossos familiares, que nos apoiaram e incentivaram de forma incomparável, bem como às nossas organizações, pela oportunidade e confiança, motivos que nos serviram de fonte inspiradora para a conclusão deste TCC.

AGRADECIMENTOS

A vida do ser humano se resume em diversas etapas, e a conclusão do curso de Especialização em Gestão de Negócios é mais uma etapa que alcançamos em nossas trajetórias.

Agradecemos primeiramente a DEUS pelo objetivo alcançado. Através de sua bondade infinita, Ele nos concedeu o potencial de concretizar mais uma conquista em nossas vidas, pois sem Ele nada é possível.

A nossas famílias, pelo estímulo e paciência.

Aos professores, orientadores e à coordenação da Fundação Dom Cabral, que contribuíram para a elaboração deste projeto.

Agradecimento em especial à administração e aos colaboradores da Unesul de Transportes Ltda. pela oportunidade ofertada e pela contribuição com a disponibilidade de informações.

Aos amigos e colegas pela força e companheirismo nesta caminhada.

“A velocidade da mudança não vai diminuir no futuro próximo. Ao contrário, a concorrência na maioria dos setores provavelmente só vai aumentar nas próximas décadas.”

John P. Kotter (1997)

RESUMO

O objetivo do trabalho foi preencher a lacuna de estudos e critérios amplamente divulgados para a pontualidade do modal rodoviário de passageiros no Brasil e, assim, estabelecer um indicador que possa ser homologado e utilizado pela agência reguladora como fator adicional de garantia à qualidade dos serviços prestados à sociedade pelas empresas que operam trechos entre pares de cidades de forma regular conforme concessão pública. O modal aéreo foi entendido como referência em pontualidade e, a partir dele, foram estudados dados estatísticos de viagens do trecho Rio de Janeiro a São Paulo de uma grande companhia aérea no ano de 2019, e, então, foram comparados o índice de advertências e a variabilidade das amostras em relação ao tempo programado para os modais ferroviário, metroviário. Por fim, compararam-se 4 empresas rodoviárias nos trechos do mesmo par de cidades. A percepção dos clientes rodoviários também foi pesquisada para entender se o atraso é sentido na partida ou na chegada das viagens e qual a tolerância ao atraso pela população pesquisada. Espera-se com este trabalho possibilitar aos clientes maior confiabilidade nos horários executados para o trecho no momento da escolha de sua companhia rodoviária.

Palavras-chave: Tempo de viagem. Pontualidade. Empresas aéreas. Atraso de partida. Atraso de chegada. Modal rodoviário.

ABSTRACT

The main purpose of the study is to fill the lack of studies and widely disseminated criteria for the punctuality of the passenger road transport in Brazil and thus establish an indicator that can be approved and used by the regulatory agency as an additional factor to guarantee the quality of services provided to society by companies that operate between pairs of cities on a regular basis according to public concession. The air transport was understood as a reference in punctuality and from it, statistical data of trips from the Rio de Janeiro to São Paulo obtained from a large airline in 2019 were studied to then compare the warnings and variability index of the samples in relation to the programmed time for rail, subway and, finally, 4 road companies in the sections of the same pair of cities. The perception of road customers was also researched to understand if the delay is felt by the departure or arrival and what is the expected tolerance for delay by the surveyed population. It is expected with the study, to allow customers greater reliability of the schedules executed for the stretch at the time of choosing their bus company.

Keywords: Time trip. Punctuality. Airlines. Departure delay. Arrival delay. Road transport.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Comparativo do organograma da empresa tradicional com a orientada ao cliente 17

Figura 2 – Pirâmide de Elementos de Valor 18

Figura 3 – Primeira viagem não comercial do trem protótipo do Metrô 28

Figura 4 – AIRBUS A-320-200 39

Figura 5 – Locomotiva da Cia. Vale do Rio Doce – Estrada de Ferro Vitória-Minas 41

Figura 6 – Trens do Metrô Bahia 42

Figura 7 – Modelos de ônibus urbanos e de turismo da Plena Transportes e Turismo 43

Figura 8 – Ônibus Viação Águia Branca 44

Figura 9 – Companhias mais pontuais do mundo 2019 - Cirium 46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução da oferta, demanda, passageiros transportados e decolagens realizadas 20

Gráfico 2 – Mercado Interno de Passageiros transportados pelo modal aéreo em março de 2020 21

Gráfico 3 – Causas de atraso em viagens 23

Gráfico 4 – Indicadores de Concentração 32

Gráfico 5 – Indicadores de Dispersão 34

Gráfico 6 – Curva Normal Reduzida 36

Gráfico 7 – Gênero dos entrevistados 50

Gráfico 8 – Faixa etária dos entrevistados 51

Gráfico 9 – Frequência de utilização do transporte rodoviário intermunicipal . 51

Gráfico 10 – A importância da pontualidade na qualidade do serviço 52

Gráfico 11 – Percepção de pontualidade no modal de transporte rodoviário intermunicipal 53

Gráfico 12 – Percepção de pontualidade quanto à partida ou chegada da viagem 53

Gráfico 13 – Tolerância de atraso em uma viagem 54

Gráfico 14 – Análise do Transporte Aéreo Rio-São Paulo no ano de 2019 57

Gráfico 15 – Análise do Transporte Aéreo Rio-São Paulo no ano de 2020 58

Gráfico 16 – Análise do Transporte Ferroviário Cariacica – João Neiva no ano de 2020 63

Gráfico 17 – Análise do Transporte Ferroviário Cariacica – João Neiva no ano de 2020 63

Gráfico 18 – Análise do Transporte Metroviário Acesso Norte – Aeroporto em janeiro de 2020 67

Gráfico 19 – Análise do Transporte Metroviário Acesso Norte – Aeroporto em Janeiro de 2020 67

Gráfico 20 – Análise do Transporte Rodoviário RJ-SP em janeiro de 2020 Empresa A 70

Gráfico 21 – Análise do Transporte Rodoviário RJ-SP em janeiro de 2020 Empresa B 73

Gráfico 22 – Análise do Transporte Rodoviário RJ-SP em janeiro de 2020 Empresa C 75

Gráfico 23 – Análise do Transporte Rodoviário RJ-SP em janeiro de 2020 Empresa D 78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Companhias mais pontuais do mundo 2019 – OAG 45
Tabela 2 – Companhias mais pontuais do mundo 2020 - OAG 45
Tabela 3 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso - aéreo ..57
Tabela 4 – Índice de advertência nas viagens estudadas - Aéreo 58
Tabela 5 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra - aéreo 59
Tabela 6 – Indicadores de concentração e de dispersão – aéreo 59
Tabela 7 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra - aéreo.....60
Tabela 8 – Fatores da curva normal reduzida ajustada ao novo índice de advertências 61
Tabela 9 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso - ferroviário.....62
Tabela 10 – Índice de advertência nas viagens estudadas - ferroviário.....62
Tabela 11 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra - ferroviário 64
Tabela 12 – Indicadores de concentração e de dispersão – ferroviário.....64
Tabela 13 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra - ferroviário.....65
Tabela 14 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso - metroviário.....66
Tabela 15 – Índice de advertência nas viagens estudadas - metroviário.....66
Tabela 16 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra - metroviário 68
Tabela 17 – Indicadores de concentração e de dispersão – metroviário 68
Tabela 18 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra - metroviário....69
Tabela 19 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso – rodoviário A 70
Tabela 20 – Índice de advertência nas viagens estudadas – rodoviário A 71
Tabela 21 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário A.....71
Tabela 22 – Indicadores de concentração e de dispersão – rodoviário A.....71
Tabela 23 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário A 72
Tabela 24 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso – rodoviário B 72
Tabela 25 – Índice de advertência nas viagens estudadas – rodoviário B 73

Tabela 26 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário B 73

Tabela 27 – Indicadores de concentração e de dispersão – rodoviário B 74

Tabela 28 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário B 74

Tabela 29 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso – rodoviário C 75

Tabela 30 – Índice de advertência nas viagens estudadas – rodoviário C 75

Tabela 31 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário C 76

Tabela 32 – Indicadores de concentração e de dispersão – rodoviário C 76

Tabela 33 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário C 77

Tabela 34 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso – rodoviário D 77

Tabela 35 – Índice de advertência nas viagens estudadas – rodoviário D 78

Tabela 36 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário D 79

Tabela 37– Indicadores de concentração e de dispersão – rodoviário D 79

Tabela 38 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário D 79

Tabela 39 – Comparativo estatístico entre modais 81

LISTA DE ABREVIATURAS

ABEAR	Associação Brasileira de Empresas Aéreas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANPTrilhos	Associação Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos
ANTF	Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários
CCO	Centro de Controle de Operações
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CNTTL	Confederação Nacional dos Trabalhadores em Transportes e Logística
EASA	European Union Aviation Safety Agency
ES	Espírito Santo
EUA	Estados Unidos da América
FAA	Federal Aviation Association
FNQ	Fundação Nacional da Qualidade
HOTRAN	Horário de Transporte
IAC	Instrução de Aviação Civil
IATA	International Air Transport Association
IPPi	Índice de Pontualidade Parcial
LI	Limite Inferior
LS	Limite Superior
MG	Minas Gerais
OSO	Ordem de Serviço Operacional
PIB	Produto Interno Bruto
PPP	Parceria Público-Privada
SP	São Paulo
T	Tempo Programado
TM	Tempo Médio

SUMÁRIO

1 RESUMO EXECUTIVO 14
1.1 Problema de Pesquisa 14
1.2 Justificativa da escolha do problema a ser trabalhado e a relevância do projeto para a organização 14
1.3 Objetivos 15
1.3.1 Objetivo geral 15
1.3.2 Objetivo específico 15
1.3.3 Breve apresentação dos capítulos do Projeto 15

2 BASES CONCEITUAIS 17
2.1 O valor percebido pelo cliente – Conceito 17
2.2 Peculiaridades que envolvem a regularidade e pontualidade dos diferentes modos de transportes de passageiros 19
2.2.1 Setor Aéreo 19
2.2.2 Setor Rodoviário 24
2.2.2.1 Leis aplicadas aos atrasos 24
2.2.2.2 Indicadores utilizados 25
2.2.3 Setor Ferroviário 27
2.3 Probabilidade aplicada aos serviços 30
2.3.1 Indicadores de Concentração 30
2.3.1.1 Média 30
2.3.1.2 Moda 31
2.3.1.3 Mediana 31
2.3.2 Indicadores de Dispersão 32
2.3.3 Definição de Tempos Limite Superior e Inferior 34
2.3.3.1 A Normal Reduzida 35

3 METODOLOGIA DA PESQUISA 37

4 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DA INFORMAÇÃO 39
4.1 Empresas analisadas 39
4.1.1 LATAM 39
4.1.2 Trem de Passageiros da Estrada de Ferro Vitória x Minas – Vale 40
4.1.3 Metrô Bahia 41
4.1.4 Plena Transportes e Turismo 42
4.1.5 Viação Águia Branca 43
4.2 *Benchmarking* realizado com a companhia aérea LATAM 44
4.3 Estudo de Caso 48

4.3.1 Caso Metrô Rio *48*
4.4 A Realidade Atual das Empesas **48**
4.4.1 Gestão da Pontualidade – Realidade atual da Viação Águia Branca *49*
4.5 Pesquisa Realizada **49**
4.6 Análise dos Dados **54**

5 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO **56**
5.1 Proposta de Solução **56**
5.1.1 Modal Aéreo *56*
5.1.2 Modal Ferroviário *61*
5.1.3 Modal Metroviário *65*
5.1.4 Modal Rodoviário *69*
5.1.4.1 Empresa A *70*
5.1.4.2 Empresa B *72*
5.1.4.3 Empresa C *74*
5.1.4.4 Empresa D *77*
5.1.4.5 Comparativo *80*
5.2 Análise de Viabilidade **82**
5.2.1 Viabilidade técnica *82*
5.2.2 Viabilidade operacional, estratégica e financeira *82*

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES **83**

REFERÊNCIAS **84**

APÊNDICE A – Tabela Normal Reduzida **89**

1 RESUMO EXECUTIVO

Em um ambiente cada vez mais dinâmico, o tempo não é mais apenas uma duração relativa na vida do ser humano, mas sim uma grande tarefa que precisa ser muito bem gerida para se ter maior eficiência das nossas atividades corporativas e pessoais.

O Brasil tem o transporte rodoviário predominante sobre os demais modais, tanto no de cargas quanto o de passageiros. O modal rodoviário é responsável pelo transporte de 58% dos passageiros, de acordo com a pesquisa Custos Logísticos no Brasil, da Fundação Dom Cabral.

O transporte rodoviário é vantajoso em relação aos demais modais no sentido de acessibilidade (pode se chegar à quase totalidade do território brasileiro), grande oferta de veículos e rotas, além de ter os maiores investimentos estatais de infraestrutura.

Nesse contexto, é notória a evidência da relação do modal rodoviário com o tempo de deslocamento. Neste trabalho, dissertaremos sobre a pontualidade de empresas rodoviárias no trecho Rio-SP, as relações da experiência do cliente sobre esse tema e uma proposta de padronização para medir e definir se uma empresa é pontual ou não.

1.1 Problema de Pesquisa

De acordo com a pesquisa feita para este trabalho, 96% dos entrevistados se importam com a pontualidade das empresas de transporte de passageiros. Isso realmente se torna relevante, tendo em vista que o cliente anseia por essa qualidade no serviço prestado.

1.2 Justificativa da escolha do problema a ser trabalhado e a relevância do projeto para a organização

Além da experiência do cliente, o qual vem exigindo muito a pontualidade para ganho de tempo, a má gestão da viagem pode trazer grandes prejuízos à companhia, como maior consumo de combustível, maiores desgastes dos veículos, geração de

horas extras e potencial efeito para possíveis processos de indenização e danos morais.

As ofertas de horários e a quantidade de empresas no trecho Rio-SP são bastante amplas, gerando maior competitividade e um grande leque de escolha para os clientes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O estudo dos indicadores de pontualidade mostra as características das empresas de transporte de passageiros rodoviários no trecho Rio-SP, de modo a evidenciar para o cliente a empresa que melhor cumpra os horários estabelecidos.

É objetivo geral desenvolver um indicador de pontualidade no transporte rodoviário de passageiros no trecho Rio-SP.

1.3.2 Objetivo específico

Estabelecer a tolerância de atraso dos modais ferroviário, metroviário, aéreo e rodoviário, dos trechos específicos do trabalho, gerando uma metodologia de Controle, independentemente de pontualidade dos itinerários das empresas.

Com essa metodologia, é esperada a agregação de valor à companhia, melhorando a experiência do cliente ao fornecer informação *real-time* dos horários de partida e estimativa de chegada ao itinerário, se há otimização do controle de utilização de frota e custos de operação (indicador de saúde operacional da empresa).

1.3.3 Breve apresentação dos capítulos do Projeto

O capítulo 1 trata da parte introdutória do trabalho, em que são mostrados o resumo, o motivo da escolha do tema e o que esperar de seu desenvolvimento.

No capítulo 2, serão apresentadas as bases conceituais de gestão, além do olhar da experiência do cliente e as peculiaridades entre a regularidade e pontualidade dos modais aéreo, metroviário, ferroviário e rodoviário.

No capítulo 3, serão abordadas as principais metodologias de pesquisas utilizadas no trabalho.

O quarto capítulo é dedicado ao levantamento e análise da informação, uma revisão do modelo conceitual, apresentando-se a posição da equipe relativa aos pontos de extrema importância na realização de um projeto dessa magnitude, buscando sugerir melhores práticas e pontos de atenção essenciais para a implementação. Nesse capítulo observam-se as empresas analisadas para a pesquisa, além de estudo de caso e *benchmarking*.

No capítulo 5 é feita a análise da viabilidade de implantação do conceito de pontualidade, mostrando o retorno esperado e a proposta de solução aplicada dentro de um cronograma.

E, por fim, no capítulo 6, são descritas as conclusões deste trabalho, mostrando as vantagens de sua aplicação, além de tratar de considerações e recomendações fora do escopo do projeto, que são úteis como ponto de atenção para o desenvolvimento e melhoria contínua do processo.

2 BASES CONCEITUAIS

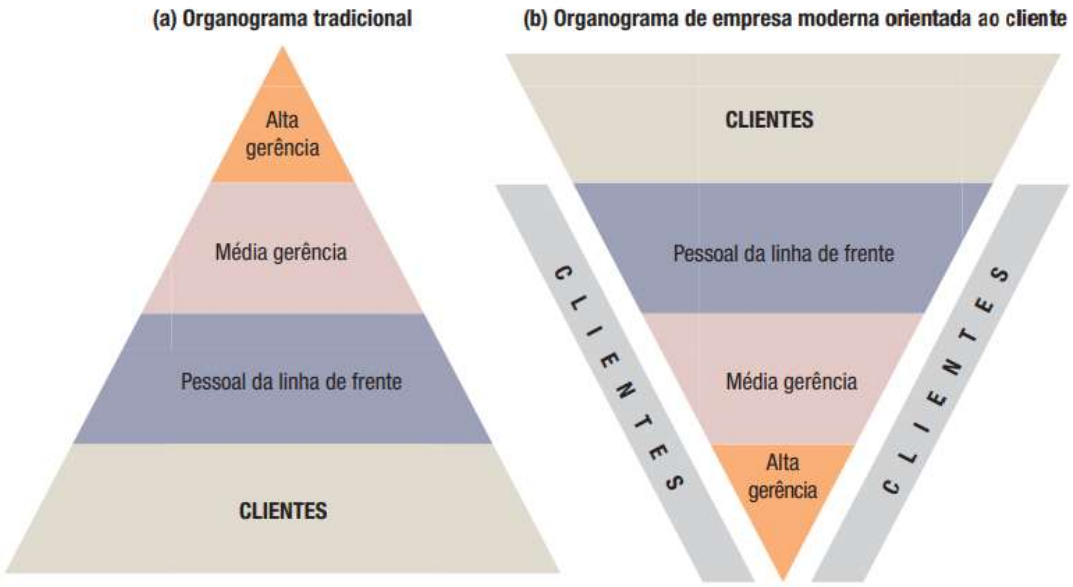
2.1 O valor percebido pelo cliente – Conceito

Com o advento da globalização, percebe-se que a concorrência tem aumentado significativamente nos últimos anos. Com isso, as empresas têm que buscar meios de terem um diferencial e, com isso, atraírem e fidelizarem mais clientes.

Segundo Kotler e Keller (2012, p.130), nas empresas que dominam bem o *marketing*, no topo da cadeia estão os clientes (Figura 1), e

> [...] os consumidores de hoje em dia, cada vez mais informados, esperam que as empresas façam mais do que se conectar com eles, mais do que satisfazê-los e até mais do que encantá-los. Eles esperam que as empresas os ouçam e os atendam.

Figura 1 – Comparativo do organograma da empresa tradicional com a orientada ao cliente



Fonte: Kotler e Keller (2012, p.130).

Ainda para Kotler e Keller (2012, p.131), os clientes sempre estão em busca da maximização do valor de um determinado produto ou serviço, baseando-se em seus limites, sejam monetários, de conhecimento ou de mobilidade.

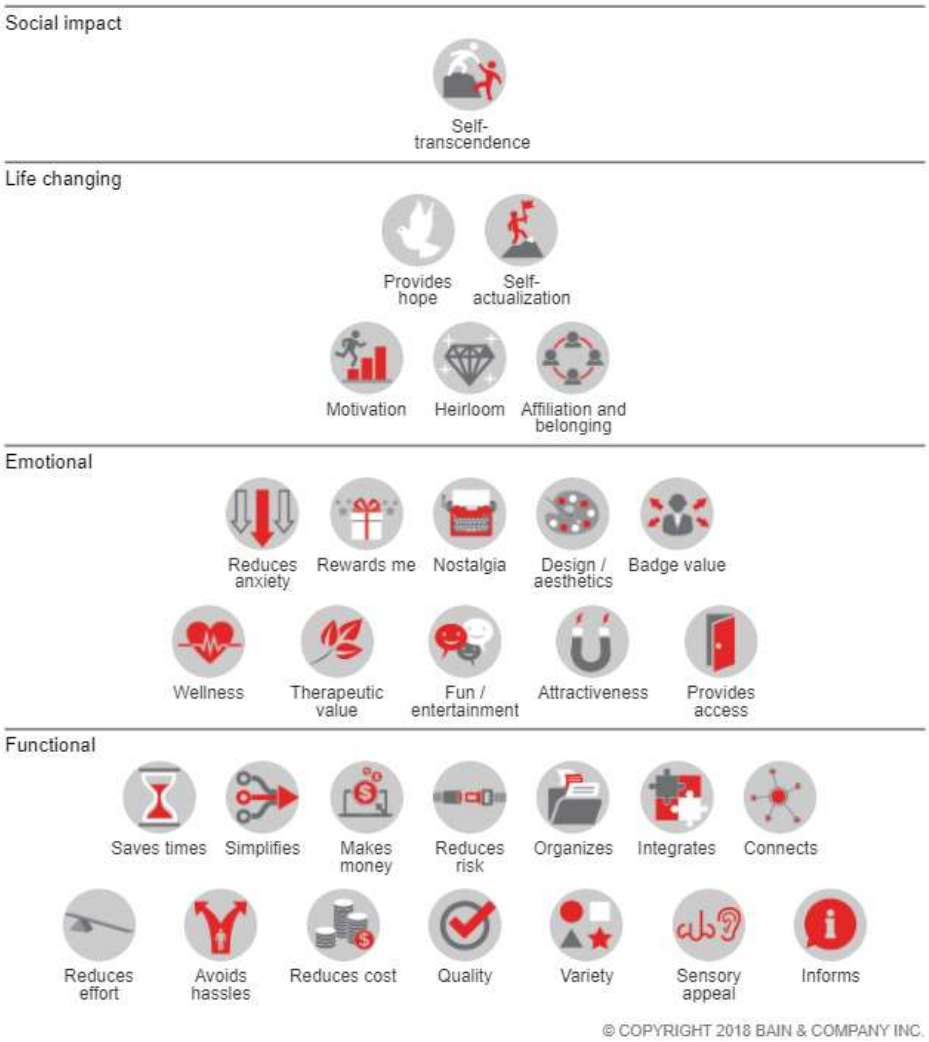
> Os clientes estimam qual oferta eles acreditam que – seja lá por qual razão – entregará o maior valor percebido e agem com base nisso. A probabilidade

> de satisfação e repetição da compra depende de a oferta atender ou não a essa expectativa de valor. O valor percebido pelo cliente se baseia, portanto, na diferença entre o que o cliente obtém e os custos que ele assume pelas diferentes opções possíveis. (KOTLER; KELLER, 2012, p.131).

De maneira semelhante, Zeithaml (1988, p.14) definiu que “o valor percebido é a avaliação geral do consumidor quanto à utilidade de um produto com base nas percepções do que é recebido e do que é dado”.

Pela Pirâmide dos Elementos de Valor (ALMQUIST; SENIOR; BLOCH, 2016), com base na pirâmide de Maslow, os clientes têm suas necessidades priorizadas da seguinte forma: funcionais, emocionais, mudança de vida e impacto social. Quanto mais desses elementos são proporcionados pela empresa, maior será a fidelização dos clientes e o crescimento sustentado da receita (Figura 2).

Figura 2 – Pirâmide de Elementos de Valor



Fonte: Almquist, Senior e Bloch (2016).

De acordo com Zeithaml (1988, p.18), reduzir os custos monetários e não monetários (como tempo e esforço) e incluir atributos intrínsecos importantes podem alterar a percepção de valor pelo cliente.

Já para Kotler e Keller (2012, p.131), a empresa pode elevar o valor da oferta para o cliente por meio de uma combinação entre o aumento dos benefícios funcionais ou emocionais e/ou a redução de um ou mais dos vários tipos de custo.

Almquist, Senior e Bloch (2016, p.8) apontam que algumas empresas têm usado a metodologia da Pirâmide dos Elementos de Valor para identificar quais são seus pontos fortes e fracos percebidos pelos clientes, além daqueles que dentro do ramo de atuação da empresa são os mais importantes. A partir disso, é possível focar na melhoria dos itens que são cruciais para o negócio, antes da inclusão de novos elementos.

Ainda para os autores, em todos os dez tipos de negócios estudados, o elemento que mais influenciava a fidelização do cliente era a qualidade do produto ou serviço. Ressalta-se também que as empresas que focam em elementos emocionais, conforme a Pirâmide dos Elementos de Valor, têm um grau maior de fidelização dos clientes.

2.2 Peculiaridades que envolvem a regularidade e pontualidade dos diferentes modos de transportes de passageiros

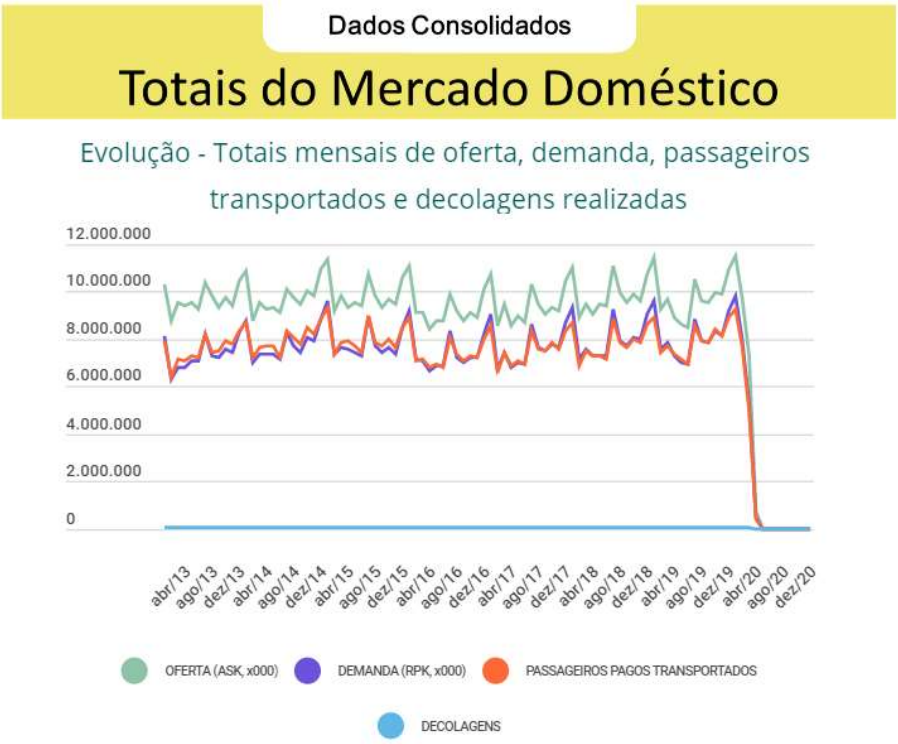
2.2.1 Setor Aéreo

O transporte aéreo é o que mais contribui para a redução da distância-tempo no deslocamento de cargas e de pessoas no Brasil, sendo os fatores pontualidade e duração da viagem dois dos mais relevantes no momento de se escolher o modal de transporte aéreo em detrimento aos demais modais. Segundo a CNTTL (2021), são os principais centros do país em volume de passageiros: São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Belo Horizonte, Salvador, Recife, Porto Alegre, Curitiba, Fortaleza e Manaus, e, em volume de cargas, destacam-se São Paulo (incluindo-se o aeroporto de Viracopos, em Campinas – o 1° do país em carga aérea), Rio de Janeiro, Manaus, Brasília e Belo Horizonte.

Segundo Abear (2021), entre abril de 2013 e abril de 2020, foram ofertados em média dez milhões e meio de assentos por quilômetro voado todos os meses, e

vendidos aproximadamente oito milhões de assentos por quilômetro voado nesses mesmos meses (Gráfico 1).

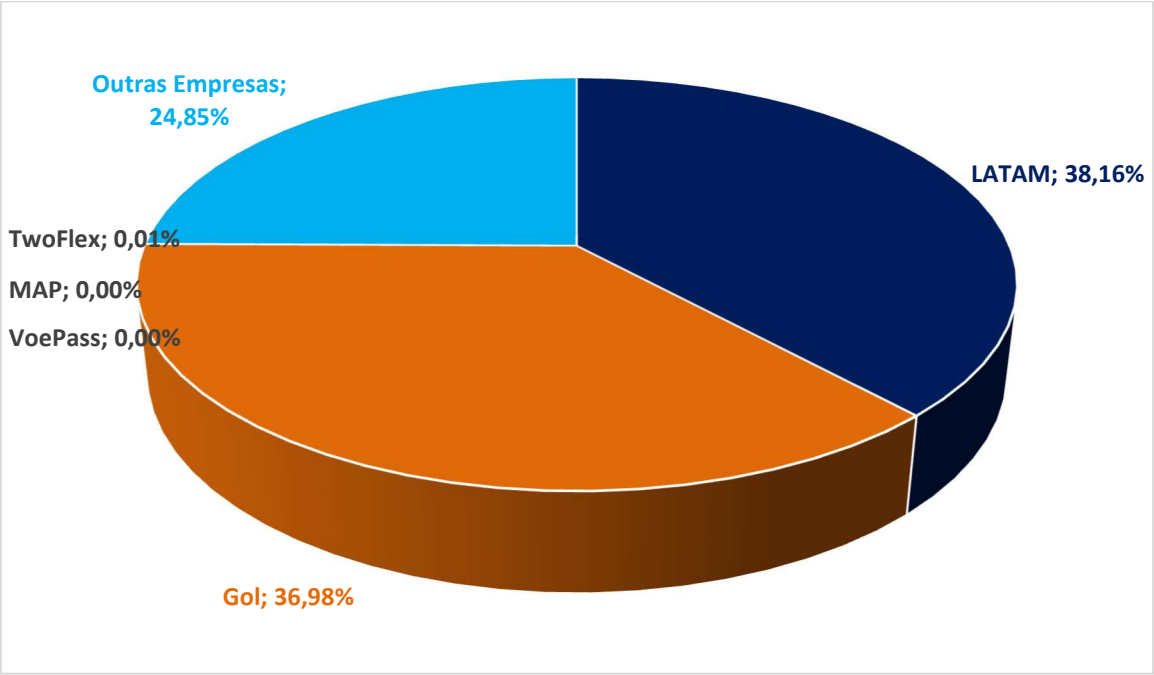
Gráfico 1 – Evolução da oferta, demanda, passageiros transportados e decolagens realizadas



Fonte: Abear (2021).

O mercado interno de transporte aéreo de passageiros no Brasil é dominado por três companhias: Azul, GOL e Latam, que detêm juntas mais de 95% de todo o mercado pelos dados apurados de março de 2020 pela Abear. No Gráfico 2, os dados da companhia Azul podem ser encontrados nominados como “OUTRAS EMPRESAS” por motivos de acordos e restrições comerciais entre a empresa e a Abear.

Gráfico 2 – Mercado Interno de Passageiros transportados pelo modal aéreo em março de 2020



Fonte: Abear (2021).

De acordo com a IATA (2019), o transporte aéreo no Brasil gera 839.000 empregos, US$ 18,8 bilhões em contribuições de valor agregado ao PIB brasileiro, e o turismo aéreo doméstico e internacional é responsável por 1,1% do PIB no país.

No Brasil, os indicadores de desempenho dos serviços aéreos em uso foram estabelecidos pela Instrução de Aviação Civil IAC 1502 – 0699, de 30 de junho de 1999, compreendendo os Índices de Regularidade, de Pontualidade e de Eficiência Operacional adotados pela ANAC como métrica de controle da concessão de linhas regulares nos aeroportos do país. É importante destacar que, segundo a própria IAC, o horário de decolagem de um voo é considerado o horário de *push-back* ou acionamento dos motores da aeronave e não o horário em que o avião efetivamente decola após correr a pista de pouso e decolagem.

Segundo trecho da IAC 1502 – 0699 de 30 de junho de 1999, do Ministério da Aeronáutica (1999):

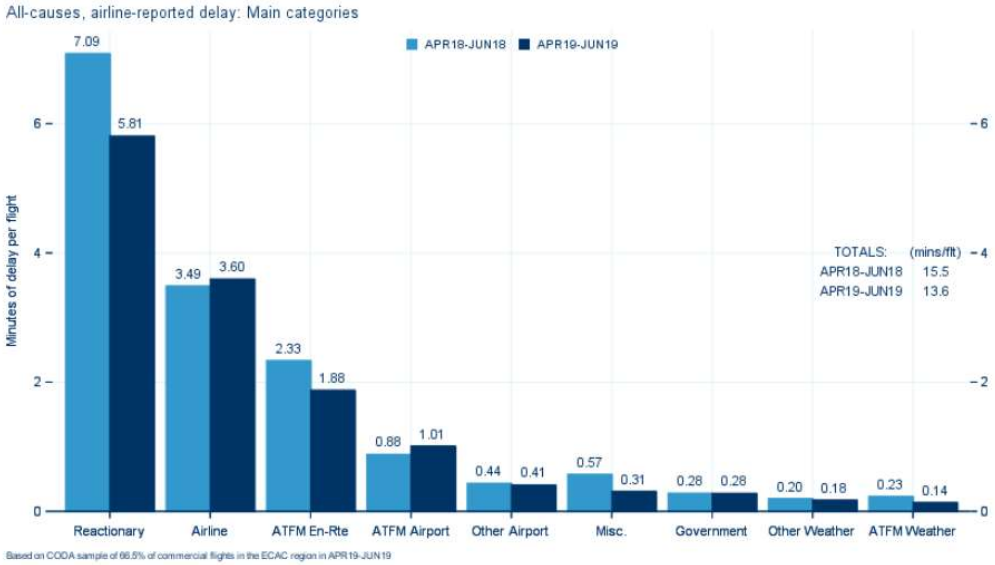
> O Índice de Pontualidade Parcial (IPPi), para cada voo i, será medido em função do cumprimento dos horários de voo previstos no respectivo HOTRAN (horário programado), e seu indicador será igual ao quociente da divisão do número de etapas de voo realizadas pontualmente, pelo número total de etapas de voo efetivamente realizadas, no período de um mês onde para voos domésticos (de passageiros, carga e Rede Postal Noturna), com base

> nos horários previstos em HOTRAN, será considerado como pontual o voo que:
> a) Na escala inicial, a partida dos motores ocorrer até 10 (dez) minutos antes ou até 15 (quinze) minutos após a hora prevista;
> b) Na(s) escala(s) intermediária(s), a parada dos motores ocorrer até 15 (quinze) minutos após a hora prevista, e a partida dos motores ocorrer até 10 (dez) minutos antes ou até 15 (quinze) minutos após a hora prevista; e
> c) Na escala final, a parada dos motores ocorrer até 15 (quinze) minutos após a hora prevista.
> Já para voos internacionais (de passageiros e/ou de carga), com base nos horários previstos em HOTRAN, será considerado como pontual o voo que:
> a) Na escala inicial, a partida dos motores ocorrer até 30 (trinta) minutos antes ou após a hora prevista;
> b) Em escala(s) intermediária(s), a parada dos motores ocorrer até 30 (trinta) minutos após a hora prevista, e a partida dos motores ocorrer até 30 (trinta) minutos antes ou após a hora prevista; e
> c) Na escala final, a parada dos motores ocorrer até 30 (trinta) minutos após a hora prevista"
> Ou seja, em outras palavras o Brasil adota como padrão de medição de pontualidade de uma viagem, todos os voos que partiram com até 15 minutos de atrasos em relação ao horário esperado no mercado interno (doméstico) e 30 minutos de atraso para voos com destinos internacionais sendo que os respectivos voos devem pousar no seu destino com até 15 minutos de atraso em relação ao horário programado de chegada da aeronave para voos domésticos e 30 minutos de atraso para voos internacionais.

O índice de pontualidade utilizado no Brasil está em linha com os índices mundiais de autoridades de todo o mundo, como a Federal Aviation Association (FAA), nos Estados Unidos, e a European Union Aviation Safety Agency (EASA), na União Europeia. Segundo o relatório "Punctuality League 2020" (OAG, 2020), elaborado pela consultoria internacional especializada em dados do setor, OAG, o padrão de medição internacional considera partidas ou chegadas que ocorreram dentro de 15 minutos de diferença do horário programado para decolagem ou pouso das aeronaves. Outra consultoria internacional especializada, FlightStats by Cirium, também adota o padrão de 15 minutos de atraso na decolagem ou no pouso como gatilho para reconhecer que um voo sofreu atraso ou não e elencar quais foram as companhias mais pontuais do mundo em determinados períodos (CIRIUM, 2020).

Dados do European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL, 2019), agência responsável pelo controle do espaço aéreo europeu, apontam que a maior parte dos atrasos das operações são gerados pela soma de eventos reacionários dos voos anteriores, como tráfego aéreo, manutenção, impactos de chuvas e meteorologia ou falhas das equipes de aeroportos durante o processo de aceitação dos clientes para embarque ou gestão de suas bagagens. O segundo maior motivo de atrasos está nos processos internos das empresas aéreas (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Causas de atraso em viagens



Fonte: Eurocontrol (2019).

Nos estudos realizados pela Universidade de Westminster, Cook e Tanner (2015, p.7) demonstram que 1 hora de atraso em um voo realizado por aeronave Airbus A320 (capacidade de 180 passageiros) no contexto europeu custa entre 1.050 e 5.090 euros, dependendo de o atraso ter ocorrido antes da decolagem ou de ter ocorrido em rota, levando a aeronave a aterrissar atrasada e consumindo combustível. O mesmo relatório indica que as causas que interferem na pontualidade de um voo são as mesmas já descritas pelo Eurocontrol e adiciona que os custos de combustível, pagamentos de tripulação, multas e compensações aos clientes são as consequências tangíveis de um atraso, além da perda de credibilidade da companhia aérea e o marketing negativo realizado pelos clientes detratores que foram prejudicados por voos atrasados.

Conforme a ANAC (2020), as consequências de um voo atrasado também incluem direitos concedidos pela ANAC aos clientes:

> Nos casos de atraso e cancelamento de voo, o passageiro que comparecer para embarque tem direito à assistência material, que envolve comunicação, alimentação e hospedagem. Essas medidas têm como objetivo minimizar o desconforto dos passageiros enquanto aguardam o voo, atendendo às suas necessidades imediatas. Mas atenção, a assistência não será devida se a alteração no voo for decorrente do fechamento de fronteiras ou de aeroportos por determinação de autoridades.

> A assistência é oferecida gratuitamente pela empresa aérea, de acordo com o tempo de espera, contado a partir do momento em que houve o atraso ou o cancelamento, conforme demonstrado a seguir:
>
> - A partir de 1 hora: Facilidades de comunicação (internet, telefonemas etc.).
> - A partir de 2 horas: Alimentação (voucher, refeição, lanche, bebidas etc.).
> - A partir de 4 horas: Hospedagem (obrigatório em caso de pernoite no aeroporto) e transporte de ida e volta. Se o passageiro estiver no local de seu domicílio, a empresa poderá oferecer apenas o transporte para sua residência e desta para o aeroporto.
>
> O Passageiro com Necessidade de Assistência Especial (PNAE) e seus acompanhantes sempre terão direito à hospedagem, independentemente da exigência de pernoite no aeroporto.
>
> Se o atraso for superior a 4 horas (ou a empresa já tenha a estimativa de que o voo atrasará por esse tempo) ou se houver cancelamento de voo, a empresa aérea deverá oferecer ao passageiro, além da assistência material, opções de reembolso integral ou de reacomodação em outro voo disponível.

2.2.2 Setor Rodoviário

Segundo Freitas, Reis Filho e Rodrigues (2011), o atraso de viagens em transportes rodoviários de passageiros pode gerar consequências como motoristas serem induzidos a cometer irregularidades no trânsito (ultrapassagens forçadas, excesso de velocidade etc.) com o intuito de recuperar o tempo perdido.

Ainda segundo o artigo, esses atrasos são causados devido a atraso na chegada dos ônibus nos terminais de embarque, demora na colocação de bagagens nos ônibus, demora dos passageiros para entrar no ônibus e espera paciente do motorista por passageiros atrasados.

2.2.2.1 Leis aplicadas aos atrasos

De acordo com CheckMyBus (2021), atrasos imprevisíveis gerados por problemas comuns na estrada, como engarrafamentos, condições meteorológicas difíceis ou outros obstáculos podem acontecer, e o passageiro tem direitos legais devido a esses atrasos. No ônibus só a partida do ponto inicial ou do ponto de parada depois de mais de uma hora além do horário previsto é que define o atraso.

Diante de um atraso podem se aplicar as seguintes leis que protegem os passageiros, mas prejudicam a empresa:

- Atraso superior a 1 hora – Remanejamento do passageiro para outra empresa que faça o mesmo percurso, sem custo adicional OU reembolso imediato do valor da passagem – caso o passageiro desista da viagem.
- Superior a 3 horas – Alimentação e hospedagem, caso a viagem não continue no mesmo dia.
- Até 3 horas da interrupção da viagem – Remanejamento do passageiro para outra empresa que faça o mesmo percurso, sem custo adicional para o passageiro, alimentação e eventual hospedagem.
- Até 3 horas antes da viagem – Reembolso do valor pago da passagem. Não há multa para remarcação do bilhete dentro do prazo de um ano.

Segundo Tedesco, Kneib e Radel (2014), o atraso de viagens no transporte rodoviário de passageiros pode impactar a confiabilidade do cliente para com a empresa e juntamente com outros fatores ele também causa um efeito no valor da tarifa, tornando-o mais caro devido aos prejuízos causados.

2.2.2.2 Indicadores utilizados

Radomysler (2015, p.122) nos apresenta indicadores para linhas de alta frequência e baixa frequência em relação ao tempo de viagem. Sobre a confiabilidade do serviço, cita:

> **Pontualidade e regularidade**
> A pontualidade do sistema está relacionada com a porcentagem das partidas que são realizadas de acordo com o cronograma preestabelecido. Para linhas de alta frequência, o indicador mais importante é o da regularidade do serviço, dado pelo tempo médio entre partidas. No caso de linhas de baixa frequência, o indicador pode ser a porcentagem de partidas realizadas fora do horário previsto. Fora do horário previsto pode incluir uma margem mais cedo do que o agendado, e outra com um atraso em relação ao cronograma. Também devem ser definidos intervalos aceitáveis de atrasos ou de partidas adiantadas. Geralmente, há uma intolerância maior com ônibus rodando antes do horário previsto, uma vez que os usuários que consultam e seguem os horários poderiam ser prejudicados.
>
> **Cumprimento de viagens**
> Esse indicador é similar ao proposto pelo Edital de Concessão, verificando o cumprimento da OSO por parte dos operadores.
>
> **Tempo de viagem sobre tempo esperado**
> Esse indicador procura medir a incerteza presente no tempo de viagem de cada ônibus. Fatores como trânsito intenso, número de semáforos, tamanho da rota, quantidade de passageiros embarcando ou desembarcando do veículo podem interferir nesse indicador. É interessante segmentar a análise

> por linha e faixa horária, a fim de avaliar os impactos externos ao sistema no tempo de viagem.

Ainda de acordo com Radomysler (2015, p. 123):

> **Velocidade média**
> Esse indicador é simplesmente a velocidade média dos veículos ao percorrerem suas rotas. Ele é um indicador de alto nível de agregação, ou seja, há diversos fatores que podem influenciá-lo, dificultando o foco de problemas ou oportunidades para a melhora desse parâmetro. Além disso, ao calcular a média da velocidade se perdem informações a respeito de gargalos ou pontos de pior desempenho, dificultando a resolução dos problemas. O lado bom dessa medida é que ela fornece uma informação relevante para o usuário, impactando diretamente o tempo de viagem e a eficiência com a qual os veículos podem ser operados.
>
> **Tempo de viagem no veículo/tempo total de viagem**
> A viagem, para o usuário, se inicia no momento em que ele sai da sua origem e só termina ao chegar ao destino final. Além do tempo que o usuário passa no sistema, esperando seu ônibus, dentro do veículo e realizando baldeações, há também tempo despendido na locomoção da origem ao sistema e do sistema ao destino. Todo esse tempo é relevante para o usuário e deve ser considerado no desenvolvimento do sistema de transporte coletivo. Por incluir informações externas ao sistema de transporte, esse indicador possui um alto custo e complexidade de coleta de dados, diminuindo a frequência com a qual ele pode ser mensurado. Além disso, ele não distingue entre tempos consumidos fora do veículo dentro do sistema ou fora do sistema. Para isso proporemos um indicador que representa o tempo médio de transferência. Como o tempo de transferência é percebido de maneira mais negativa pelo usuário do que o tempo em movimento, iremos nos aprofundar nessa medida no fator conforto.

De acordo com Oliveira (2019), as “Empresas de ônibus são obrigadas a assistir passageiros se houver atrasos ou interrupção das viagens. Quem se sentir prejudicado pode mover ação judicial até por danos morais”. Cita também:

> O engenheiro Alex Vitor Rodrigues dos Santos, de 37 anos, considera adotar a medida para ser ressarcido dos danos durante viagem ao Sul de Minas no fim do mês passado. O ônibus em que estava quebrou três vezes. Na volta, no início do ano, o problema se repetiu. “Fizemos um grupo e a ideia era entrar coletivamente, mas muitas pessoas desistiram. Fiz reclamação na empresa, que me ofereceu o ressarcimento do valor da passagem e uma cortesia”, conta.
>
> A advogada especialista em Direito do Turismo Luciana Atheniense orienta quem se sentir prejudicado a requerer não só a diferença de valores, mas também a assistência material e, sobretudo, danos morais. “Assim como no transporte aéreo, no rodoviário, o serviço tem que ser eficiente e de acordo com o contrato. Por exemplo, se a pessoa comprou passagem para um ônibus luxo e veio o convencional, durante todo o período da viagem ou em parte dela, caso o veículo tenha estragado, a companhia tem que dar a diferença. A lei específica do transporte rodoviário e o Código do Consumidor amparam os viajantes”, explica Luciana.

Um fato ocorrido no dia 28 de dezembro de 2019, conforme divulgado pelo G1 Tocantins (2019), mostra o quanto um acidente prejudicou os passageiros que tiveram que esperar mais de 13 horas, impactando a satisfação deles.

O Migalhas (2018) divulgou um caso de um passageiro que teve que ser indenizado por atraso em viagem de ônibus. O juiz de Direito Rubens Hideo Arai, da 1ª vara do Juizado Especial Cível de SP, condenou uma viação a indenizar em R$ 1 mil, por danos morais, um passageiro que chegou ao destino com mais de três horas de atraso, passando por diversos transtornos durante a viagem.

Os fatores climáticos também influenciam no tempo de viagem. Revista do ônibus (2020) publica em matéria que um impacto climático causou o atraso de viagens de rodoviárias devido a uma chuva que alagou as ruas e avenidas em cidades do Sul de Minas.

Pimenta (2021) relata um ocorrido com uma empresa tecnológica de ônibus rodoviário chamada “Buser”, a qual teve um grande atraso na viagem devido a um outro fator externo, que foi um acidente ocorrido no trajeto com outro veículo.

2.2.3 Setor Ferroviário

De acordo com De Paula (2008), a história das ferrovias no Brasil inicia-se em 1854, ligando Porto Mauá à localidade de Fragoso, sendo o Barão e Visconde de Mauá o responsável pelo empreendimento. Esse trecho possuía 14,5 quilômetros de extensão.

A segunda ferrovia brasileira foi inaugurada em 1858 (ANTF, 2021), chamada de Recife and São Francisco Railway Company. Neste mesmo ano foi concluído o trecho que ligava o Rio de Janeiro a Queimados, na Baixada Fluminense. Com a expansão dessa ferrovia, se tornou a mais importante do Brasil, sendo chamada após a Proclamação da República de Estrada de Ferro Central do Brasil (AENFER, 2021).

Entre os anos de 1908 e 1914, as estradas de ferro no Brasil tiveram o seu maior crescimento, chegando a um recorde de construção de 2225 quilômetros somente no ano de 1910 (DE PAULA, 2008).

A Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA) foi criada em 1957. Ela administrava 18 malhas nacionais e era uma empresa de economia mista (TALVIK, 2014). Essa ação foi algo fundamental para que o setor ferroviário no Brasil não entrasse em decadência. Na década de 1970, devido ao crescimento do sistema rodoviário e à

falta de investimentos no setor de trilhos, o sistema ferroviário entrou em decadência, sendo estendido até a década de 1990, na qual as concessões à iniciativa privada se iniciaram. As ferrovias federais e estaduais passaram a ser privatizadas a partir de 1995, reestruturando todo o setor brasileiro (SILVEIRA, 2002).

Já a história dos metrôs no Brasil teve início em 1966, marcado pelo slogan “São Paulo Depende do Metrô”, no qual os administradores desse município declararam que o rápido crescimento da cidade tinha uma única solução para o transporte de massa: a implantação desse modal (SILVA, 2018). Em 26 de dezembro desse mesmo ano, a Lei Municipal 6988 autorizou a criação da Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô, sendo realizada em 24 de abril de 1968 a Assembleia Geral de Constituição da empresa (METRÔ, 1968).

Em novembro de 1968, foram assinados os primeiros contratos de construção do modal, sendo realizada em dezembro desse mesmo ano a cerimônia que marcou o início das obras (SILVA, 2018).

Em 1972 (Figura 3) foi realizada a primeira viagem não comercial entre as estações Jabaquara e Saúde (INBEC, 2020).

Figura 3 – Primeira viagem não comercial do trem protótipo do Metrô

Fonte: INBEC (2020).

Em 14 de setembro de 1974 foi quando o Metrô passou a operar comercialmente, realizando suas primeiras viagens entre as estações Jabaquara e

Vila Mariana (INBEC, 2020). Desde então as expansões do modal são contínuas, e a construção de novas linhas no Brasil vem ocorrendo.

De acordo com a Agência Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos (ANTPTrilhos), em 2019, havia 48 linhas em operação com 1.116,5 km no total, transportando por ano 3,9 bilhões de passageiros, uma média de 10,9 milhões de pessoas por dia útil (ANPTrilhos, 2019). Em nível de comparação, de acordo com o anuário de 2020 da Confederação Nacional de Transportes, no mês de agosto de outubro de 2019, foram transportados 293,9 milhões de passageiros nos ônibus urbanos (CNT, 2020). Considerando essa média em todos os meses do ano, seriam pouco mais de 3,5 bilhões de passageiros transportados.

Em 2019 foi apresentado na 25ª Semana de Tecnologia Metroferroviária um trabalho que mostra a importância da pontualidade das viagens. Segundo Mancini, Duarte e Andrade *et al*. (2019), na operadora em que o trabalho foi realizado, no início das medições do indicador que mede o número de passageiros impactados por atrasos nas viagens, o resultado foi que mais de 17% do total de passageiros transportados no sistema sofria impacto. Na pesquisa de satisfação realizada com os clientes, 78% informaram que a característica mais relevante do modal era o tempo de viagem. Portanto, a concessionária concluiu que deveria se fazer um trabalho para reduzir esse impacto aos clientes.

Após a implantação de ações para melhoria do indicador, como a criação de planos de ação para tratamento dos desvios operacionais, a fim de se evitarem reincidências dos problemas encontrados que geravam atrasos nas viagens, obtiveram-se melhoras significativas, atingindo o menor valor do indicador em maio de 2019, igual a 6,7%.

É importante ressaltar que, segundo Mancini, Duarte e Andrade (2019), os fatores climáticos influenciam fortemente no desempenho do sistema. Notou-se, por exemplo, que nos meses mais quentes do ano, nos quais os sistemas de refrigeração e equipamentos auxiliares trabalham de maneira mais intensa, há chances maiores de falhas dos sistemas, bem como a atuação dos próprios clientes no trem para informar uma falha no sistema de refrigeração, o que gera atrasos nas viagens.

2.3 Probabilidade aplicada aos serviços

Ferreira (2011) argumenta que as operações de serviços contêm alta participação de eventos aleatórios (controlados pelo acaso), como:

- duração do serviço;
- número de clientes atendidos;
- número de clientes que chegam a um ponto de serviço;
- incidência de quebra de equipamentos, para prestação do serviço.

Segundo o autor, a consequência é a possível existência de condições de ociosidade ou de congestionamento, alternadamente, com efeitos marcantes nos custos e na qualidade do serviço prestado. Assim, faz-se necessário o uso de indicadores estatísticos de distribuição, dentre os quais dois se mostram como os mais usuais: os indicadores de concentração e os de Dispersão.

2.3.1 Indicadores de Concentração

Para Guedes *et al.* (2005), as medidas de tendência central são denominadas por indicarem um ponto em torno do qual se concentram os dados. Esse ponto tende a ser o centro da distribuição dos dados, sendo os principais indicadores: média, mediana e moda

2.3.1.1 Média

Segundo Guedes *et al*. (2005), a média aritmética (X) é a soma de todos os valores observados da variável dividida pelo número total de observações, em uma visão geométrica, sendo que a média de uma amostra é o centro de gravidade e representa o ponto de equilíbrio de um conjunto de dados. É a medida de tendência central mais utilizada para representar a massa de dados.

Fórmula:

$$M_e = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n}{n} \tag{1}$$

Sendo,

Me: média

x_1, x_2, x_3,..., x_n: valores dos dados

n: número de elementos do conjunto de dados

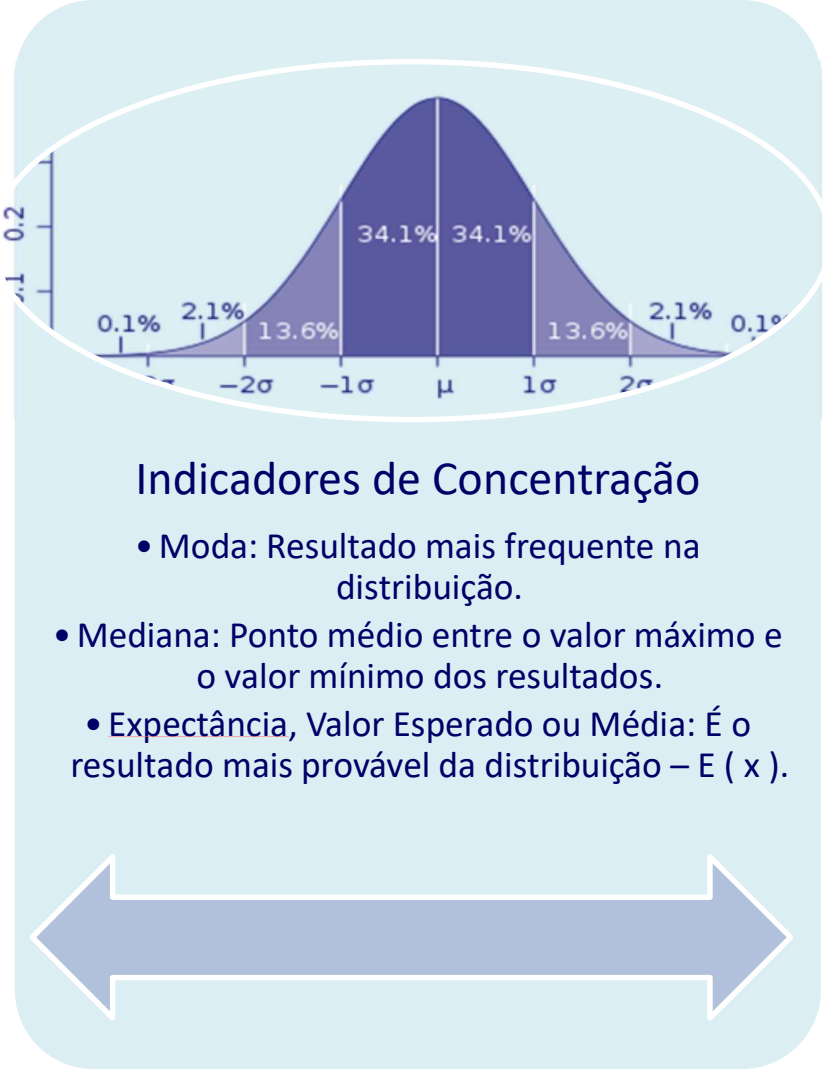
2.3.1.2 Moda

De acordo com Gouveia (2021a), a moda (Mo) representa o valor mais frequente de um conjunto de dados, sendo necessário observar a frequência com que os valores aparecem para ter a sua definição. Para o caso de valores individuais, a moda pode ser determinada imediatamente observando-se a frequência absoluta dos dados.

2.3.1.3 Mediana

A mediana (Md) é o valor que ocupa a posição central da série de observações de uma variável, dividindo o conjunto em duas partes iguais, ou seja, a quantidade de valores inferiores à mediana é igual à quantidade de valores superiores à mesma, quando o número de elementos de um conjunto é par, a mediana é encontrada pela média dos dois valores centrais (Gráfico 4). Assim, esses valores são somados e divididos por dois (GUEDES *et al.*, 2005).

Gráfico 4 – Indicadores de Concentração



Fonte: Ferreira (2011).

2.3.2 Indicadores de Dispersão

Por definição, indicadores de dispersão são parâmetros estatísticos usados para determinar o grau de variabilidade dos dados de um conjunto de valores. Ele é zero se todos os dados são os mesmos e aumentam conforme os dados vão ficando mais diversos (GOUVEIA, 2021b).

Para que o indicador seja representativo, as partes medidas devem possuir a mesma unidade da quantidade de amostras medidas.

Esse tipo de indicador é normalmente mais confiável, haja vista que as variáveis de tendência central (média, mediana, moda) muitas vezes não revelam a homogeneidade e, consequentemente, a confiabilidade dos dados.

Existem vários indicadores de dispersão. Para este trabalho, serão utilizados, por terem maior relevância para os dados coletados: variância, desvio-padrão e coeficiente de variação.

Variância:

Essa medida de dispersão é definida como a diferença entre a maior e a menor observação de um conjunto de dados, isto é:

$$A = X_{maior} - X_{menor} \quad (2)$$

Desvio-Padrão:

O desvio-padrão é definido como a raiz quadrada da variância. Desta forma, a unidade de medida do desvio-padrão será a mesma da unidade de medida dos dados.

Assim, o desvio-padrão é encontrado fazendo-se:

$$DP = \sqrt{V} \quad (3)$$

Quando todos os valores de uma amostra são iguais, o desvio-padrão é igual a 0, sendo que, quanto mais próximo de 0, menor é a dispersão dos dados.

Coeficiente de Variação:

Para encontrar o coeficiente de variação, devemos multiplicar o desvio-padrão por 100 e dividir o resultado pela média. Essa medida é expressa em porcentagem.

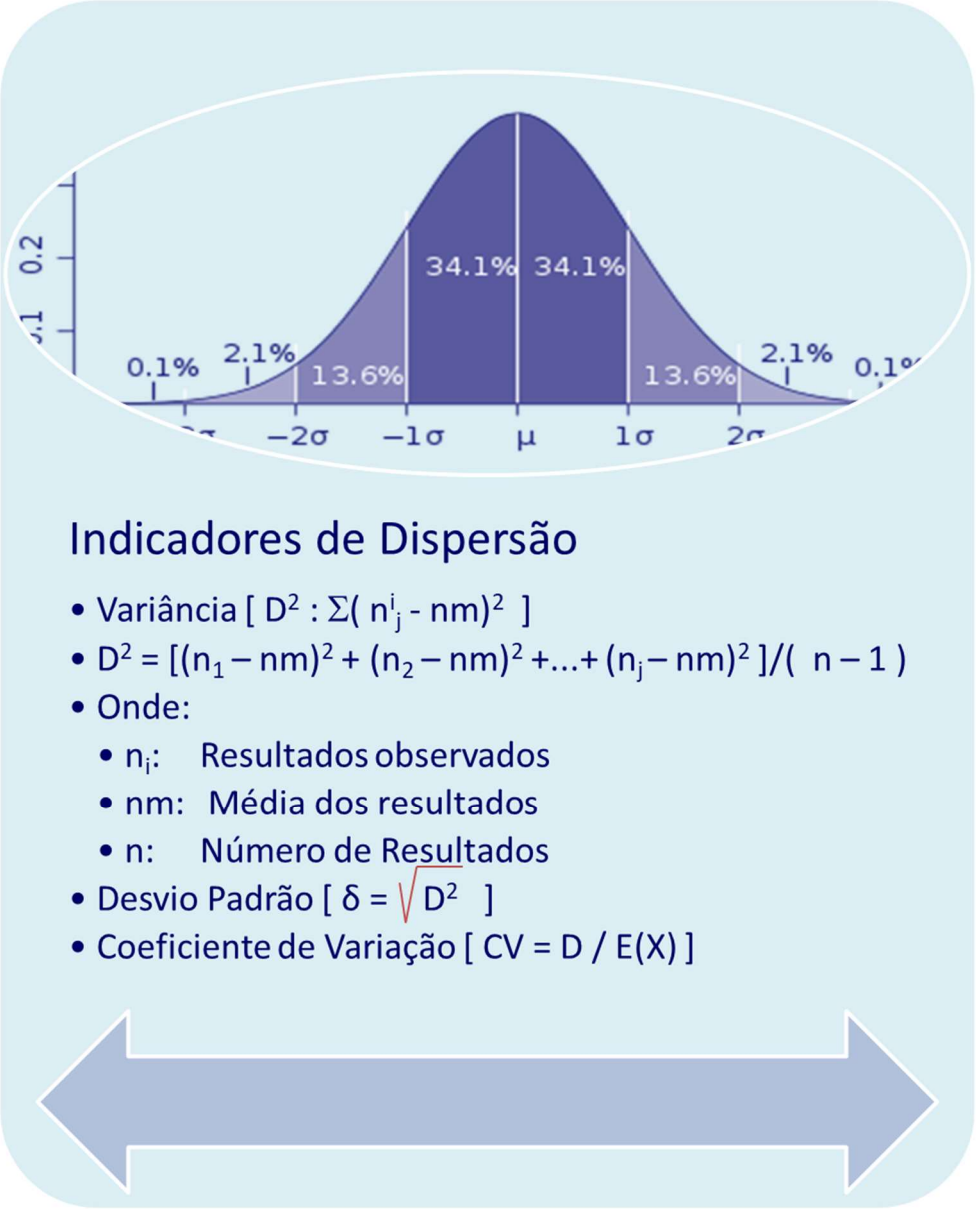
$$CV = \frac{100.DP}{MA} \quad (4)$$

O coeficiente de variação é utilizado quando precisamos comparar variáveis que apresentam médias diferentes.

Como o desvio-padrão representa o quanto os dados estão dispersos em relação a uma média, ao comparar amostras com médias diferentes, a sua utilização pode gerar erros de interpretação.

Desta forma, ao confrontar dois conjuntos de dados, o mais homogêneo será aquele que apresentar menor coeficiente de variação (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Indicadores de Dispersão



Fonte: Ferreira (2011).

2.3.3 Definição de Tempos Limite Superior e Inferior

Segundo Grant e Leavenworth (1980), o Controle Estatístico de Processo (CEP) “é um método estatístico para análise das características dos produtos a fim de determinar a probabilidade de melhoramentos que podem ser feitos no processo para reduzir variabilidade e conseguir maior qualidade”.

Conforme defendido por Sommer (2000), o processo pode sofrer variações por causas comuns que estão incluídas dentro do controle estatístico e causas especiais cujas fontes são inúmeras, entretanto, identificáveis, e ocorrem fora do sistema

constate de variação. Segundo o mesmo autor, o processo é dito estável quando é afetado por causas comuns e suas variações são inerentes ao processo.

De acordo com Bonilla (1994), um dos indicadores para o CEP é o índice de capacidade de processo, *Cp*, que relaciona a amplitude da capacidade com a amplitude das especificações em que a capacidade é definida por dois limites conhecidos como limite superior da amostra e limite inferior da amostra.

$$Cp = \frac{LSE - LSI}{6\sigma} \quad (5)$$

Onde:

LSE: limite superior de especificação

LIE: limite inferior de especificação

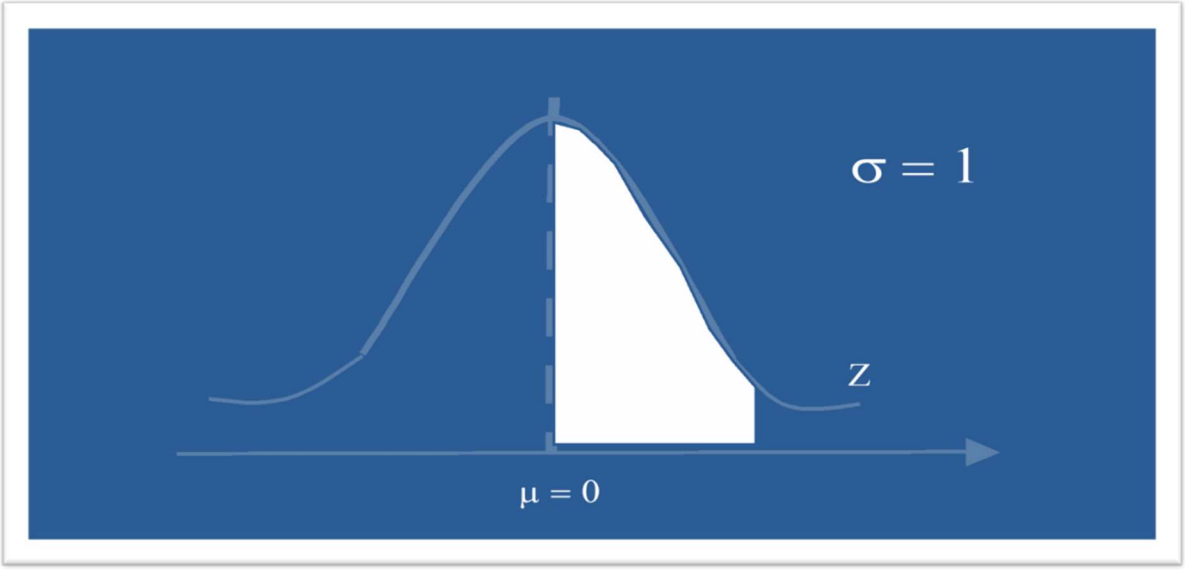
No presente trabalho o conceito é aplicado aos limites da curva normal reduzida para o percentual de tolerância ao tempo de viagem.

2.3.3.1 A Normal Reduzida

Segundo Ferreira (2011), curvas normais, com qualquer μ e σ, podem ser transformadas em uma curva normal que tem média igual a 0 (μ = 0) e desvio-padrão igual a 1 (σ = 1). Essa curva normal, com média 0 e desvio-padrão 1, é conhecida como curva normal reduzida. Suas probabilidades são apresentadas em tabelas de fácil utilização.

Como a normal é simétrica, a tabela apresenta somente as probabilidades da metade direita da curva. A probabilidade de um intervalo qualquer da metade esquerda é igual à probabilidade do intervalo equivalente na metade direita (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Curva Normal Reduzida



Fonte: Ferreira (2011).

Onde:

P (0 ≤ Z ≤ ZR)

ZR = $\frac{(X-X_M)}{\delta}$

X = Tempo Limite (Superior ou Inferior)

$X_M = Média$

$\delta = Desvio - Padrão\ da\ Amostra$

No Apêndice A encontra-se a Tabela Normal Reduzida com os valores associados a Z e o percentual da área (no presente caso, o percentual de tolerância ao tempo de viagem).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia da pesquisa, segundo Castro (2006), é o espaço no qual se devem traçar os meios necessários à observação da realidade de modo sistemático e disciplinado, no sentido de observar os fatos, analisar as relações entre eles e, finalmente, responder ao problema da pesquisa que representa, para o pesquisador, uma lacuna no conhecimento.

A modalidade metodológica de pesquisa adotada neste trabalho foi a pesquisa bibliográfica, estudo de caso e estudo de campo (entrevista).

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído, principalmente, de livros e artigos científicos. Tem como principal vantagem permitir ao investigador a cobertura de uma gama mais ampla de fenômenos do que aquela que poderia pesquisar diretamente.

De acordo com Yin (2010, p. 39), o estudo de caso é um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência.

Para estudo de campo, procura-se o aprofundamento das questões propostas a partir da distribuição das características da população segundo determinadas variáveis. No estudo de campo estuda-se um único grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social, ou seja, ressaltando a interação de seus componentes.

Em relação à estratégia da pesquisa, foi feita uma pesquisa qualitativa, cuja preocupação é focada para apreender mais profundamente determinado assunto, utilizando um estudo de caso e uma pesquisa quantitativa, que buscou a mensuração e a determinação de alguns indicadores.

Como instrumento para coleta de dados, propõe-se a utilização do *benchmarking*, que, segundo a FNQ (2015), é um método utilizado para comparar o desempenho de um processo, prática de gestão ou produto executado de maneira mais eficiente, bem como para implantar melhorias na organização e levantamentos documental e bibliográfico.

Sendo assim, o presente trabalho utilizou pesquisa bibliográfica em livros e artigos de transporte e estudo de caso buscando maior entendimento dos modais de transportes e em relação ao item de pontualidade.

O estudo de caso foi levantado a partir de um *case* do Metrô Rio, em que foi criado um indicador que mede o número de passageiros impactados por atrasos nas viagens, sendo que, após diversas ações de melhoria, tiveram uma redução de 61% no total de passageiros impactados, com consequente melhoria no nível de satisfação do cliente, sendo uma das bases para o estudo do indicador de pontualidade proposto.

A pesquisa de campo com a coleta de dados é de extrema importância para o trabalho acadêmico, possibilitando a análise da real necessidade e o nível do problema apresentado. Diante disso, realizou-se um estudo de campo utilizando-se como instrumento na coleta de dados um questionário estruturado com perguntas fechadas de múltipla escolha, buscando identificar características de percepção quanto ao item de pontualidade no serviço de transporte.

Foi feita também uma análise quantitativa de viagens nos setores aéreo, ferroviário, metroviário e de 4 empresas rodoviárias no trecho entre Rio e São Paulo, buscando identificar de forma quantitativa itens de pontualidade e tolerância para cada modal avaliado.

Feito isso, deu-se início à elaboração da fundamentação teórica do trabalho.

4 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DA INFORMAÇÃO

Para este estudo foram analisadas informações referentes ao transporte de passageiros nos diversos modais: aéreo, ferroviário, metroviário, ônibus urbano e ônibus rodoviário. Todas as informações explícitas neste trabalho decorrem de pesquisa bibliográfica, estudos e documentos publicados na internet, informações de empresas em que os integrantes do grupo desenvolvem suas atividades profissionais e de um questionário aplicado aos passageiros que utilizam o transporte rodoviário no trecho São Paulo x Rio na Rodoviária do Tietê.

4.1 Empresas analisadas

4.1.1 LATAM

Conforme dados disponibilizados pela companhia, a LATAM é o principal grupo de companhias aéreas da América Latina, com presença em cinco mercados domésticos na América do Sul: Brasil, Chile, Colômbia, Equador e Peru, juntamente com as operações internacionais dentro da América Latina e para a Europa, EUA e Caribe.

O grupo opera uma frota de aeronaves Boeing 787, Airbus A350, A321, A320neo e A319, os modelos mais modernos de seu tipo (Figura 4).

Figura 4 – AIRBUS A-320-200

Fonte: LATAM (2021b).

De acordo com a LATAM (2021a),

> A LATAM é o único grupo de companhias aéreas das Américas e umas das três no mundo a entrar no Índice Mundial Dow Jones de Sustentabilidade, reconhecida por suas práticas sustentáveis com base em três critérios: econômico, social e ambiental.

A empresa também foi reconhecida como a companhia aérea mais pontual do mundo em 2019, segundo consultoria Cirium, na modalidade “Global-Network”, e em 2018 pela consultoria OAG em seu relatório “Punctuality League”.

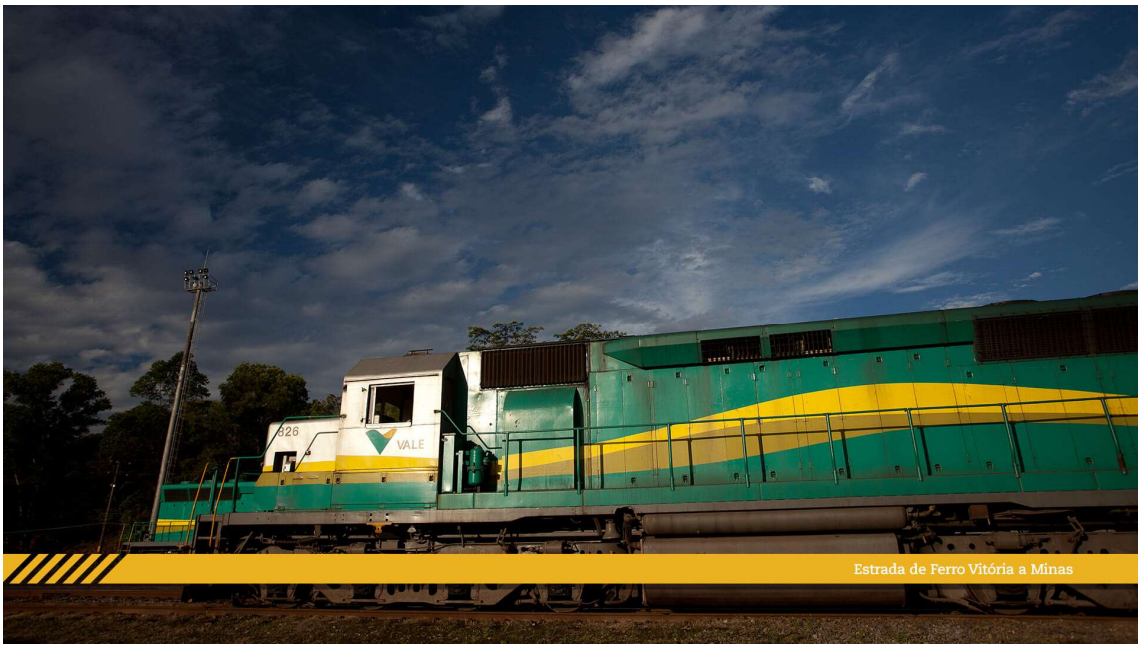
Ainda de acordo com a LATAM (2021), “As ações do Grupo LATAM Airlines são negociadas na Bolsa de Valores de Santiago e, nos EUA, seus ADRs são comercializados nos mercados de balcão (*over-the-counter*)”.

No Brasil, a LATAM opera em 43 cidades, porém os dados analisados serão restritos ao trecho Rio de Janeiro x São Paulo – Santos Dumont x Aeroporto Congonhas.

4.1.2 Trem de Passageiros da Estrada de Ferro Vitória x Minas – Vale

A estrada de ferro Vitória x Minas possui 905 quilômetros de extensão que ligam Vitória (ES) a Belo Horizonte (MG). A linha total possui 2.141,68 quilômetros. Neste trecho são movimentos cerca de 119 milhões de toneladas de minério de ferro e 22 milhões de toneladas de produtos diversos transportados. Para essa operação a Vale conta com uma frota de 322 locomotivas e 19.154 vagões (Figura 5).

Figura 5 – Locomotiva da Cia. Vale do Rio Doce – Estrada de Ferro Vitória-Minas



Fonte: Vale (2021).

Anualmente, cerca de 1 milhão de pessoas utilizam o trem de passageiros que liga a capital capixaba à capital mineira. O trecho possui 30 pontos de embarque e desembarque e atende a 42 municípios.

O trem de passageiros Vitória x Belo Horizonte é o único trem diário de longa distância do Brasil. Todos os dias às 7h, um trem parte de Cariacica, na região metropolitana de Vitória, Espírito Santo, e chega a Belo Horizonte, Minas Gerais, por volta de 20h10; no sentido inverso, um trem parte da capital mineira às 7h30 e encerra a viagem às 20h30. Há também um trem adicional que faz o percurso entre Itabira e Nova Era, ambas em Minas Gerais (VALE, 2015).

4.1.3 Metrô Bahia

De acordo com a CCR Metrô Bahia (2021):

> A CCR Metrô Bahia é uma empresa do Grupo CCR, uma das maiores companhias de concessões em infraestrutura da América Latina. Desde 2013, a concessionária é responsável pela construção, manutenção e operação do Sistema Metroviário de Salvador e Lauro de Freitas, por um período de 30 anos, através de uma Parceria Público-Privada (PPP), com investimentos na ordem de R$ 5,8 bilhões. Além de ter sido o sistema metroviário que mais cresceu na América Latina nos últimos anos, gerando cerca de oito mil empregos no auge das obras. Em 2018, a concessionária

> concluiu o projeto de implantação do metrô baiano com a entrega da Estação Aeroporto e a chegada à Região Metropolitana de Salvador, colocando a cidade como uma das três capitais brasileiras a ter o modal interligando o centro ao aeroporto. No mesmo ano, foi finalizado o projeto paisagístico e urbanístico do canteiro central da Avenida Paralela que conta com pista de caminhada e ciclovia de 12 km. Atualmente, a CCR Metrô Bahia opera duas linhas, com 33 km de extensão, 20 estações, 8 terminais de integração com ônibus, frota de 40 trens, emprega cerca de 1.500 colaboradores e possui mais de 2 mil câmeras de monitoramento interligadas ao Centro de Controle Operacional da Concessionária.

Na Figura 6, podemos visualizar imagens do Metrô Bahia.

Figura 6 – Trens do Metrô Bahia

Fonte: CCR Metrô Bahia (2021).

4.1.4 Plena Transportes e Turismo

A Plena Transportes e Turismo atua no transporte coletivo urbano de passageiros municipal da cidade de Belo Horizonte – MG. A empresa possui em seu quadro atualmente 248 colaboradores, entre manutenção, operação e administração. Possui uma frota de 82 veículos, opera em 11 linhas e é responsável pelo transporte de 580.000 passageiros/mês, além de rodar em média 320.000 km/mês. A Plena entrou no sistema de transporte coletivo através de licitação da prefeitura em 2008 (Figura 7).

Figura 7 – Modelos de ônibus urbanos e de turismo da Plena Transportes e Turismo

Fonte: Plena Transportes (2021).

4.1.5 Viação Águia Branca

Fundada em 1946, a Viação Águia Branca é a primeira empresa a surgir entre as empresas que compõem o Grupo Águia Branca e se tornou referência em transporte rodoviário de passageiros (Figura 8).

Anualmente, a empresa transporta cerca de 10 milhões de passageiros e atende cerca de 700 localidades, através de 347 linhas interestaduais e intermunicipais. A empresa conta com 350 pontos de vendas, entre próprias e terceirizadas, espalhadas pelos nove estados de atuação da empresa: Espírito Santo, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Alagoas, Sergipe, Pernambuco e Rondônia.

A empresa conta com uma frota de, aproximadamente, 850 veículos (ÁGUIA BRANCA, 2021).

Figura 8 – Ônibus Viação Águia Branca

Fonte: Águia Branca (2021).

4.2 *Benchmarking* realizado com a companhia aérea LATAM

A LATAM é uma empresa reconhecida mundialmente entre os grandes grupos de empresas aéreas como uma das linhas aéreas mais pontuais do mundo. Isto pode ser comprovado pelas duas maiores consultorias de dados do setor conhecidas por OAG e Cirium ou FlightStats (Tabelas 1, 2 e 3). A empresa foi nominada como a companhia mais pontual do mundo, com 85,6% de pousos sem atrasos superiores a 15 minutos, em 2018, pelos dados da OAG (OAG, 2019). Em 2019 manteve o posto com 86,41% dos pousos realizados sem atrasos sob os mesmos critérios (OAG, 2020). Já pela Cirium, em 2019, a LATAM foi premiada com o primeiro lugar no *ranking* mundial de pontualidade, com 86,67% de voos que pousaram com menos de 15 minutos de atrasos (CIRIUM, 2020).

Tabela 1 – Companhias mais pontuais do mundo 2019 – OAG

TOP 20

MEGA AIRLINES BY OTP

Rank	Coverage	Airline name	Code	OTP 2018
1	90.7%	LATAM Airlines Group	LA	85.60%
2	89.6%	All Nippon Airways	NH	84.43%
3	97.6%	Japan Airlines	JL	83.99%
4	99.5%	Delta Air Lines	DL	83.08%
5	99.6%	Alaska Airlines	AS	82.61%
6	87.4%	IndiGo	6E	81.70%
7	99.5%	Southwest	WN	78.20%
8	99.6%	United Airlines	UA	78.06%
9	99.7%	American Airlines	AA	77.65%
10	98.3%	British Airways	BA	75.78%
11	96.2%	SAS	SK	75.43%
12	99.0%	Turkish Airlines	TK	75.39%
13	99.1%	Air France	AF	74.11%
14	99.4%	easyJet	U2	72.89%
15	98.1%	China Southern Airlines	CZ	71.52%
16	99.6%	JetBlue	B6	71.37%
17	98.1%	China Eastern Airlines	MU	70.62%
18	99.7%	Lufthansa	LH	69.41%
19	93.3%	Air China	CA	68.84%
20	99.4%	Air Canada	AC	66.82%

Fonte: OAG (2019).

Tabela 2 – Companhias mais pontuais do mundo 2020 - OAG

TOP 20

MEGA AIRLINES BY OTP

Rank	Coverage	Airline name	Code	OTP 2019
1	94.3%	LATAM Airlines Group	LA	86.41%
2	96.6%	Aeroflot	SU	86.30%
3	89.2%	All Nippon Airways	NH	85.92%
4	99.9%	Delta Air Lines	DL	83.56%
5	98.0%	Japan Airlines	JL	83.44%
6	99.8%	Alaska Airlines	AS	81.49%
7	98.6%	Air France	AF	79.92%

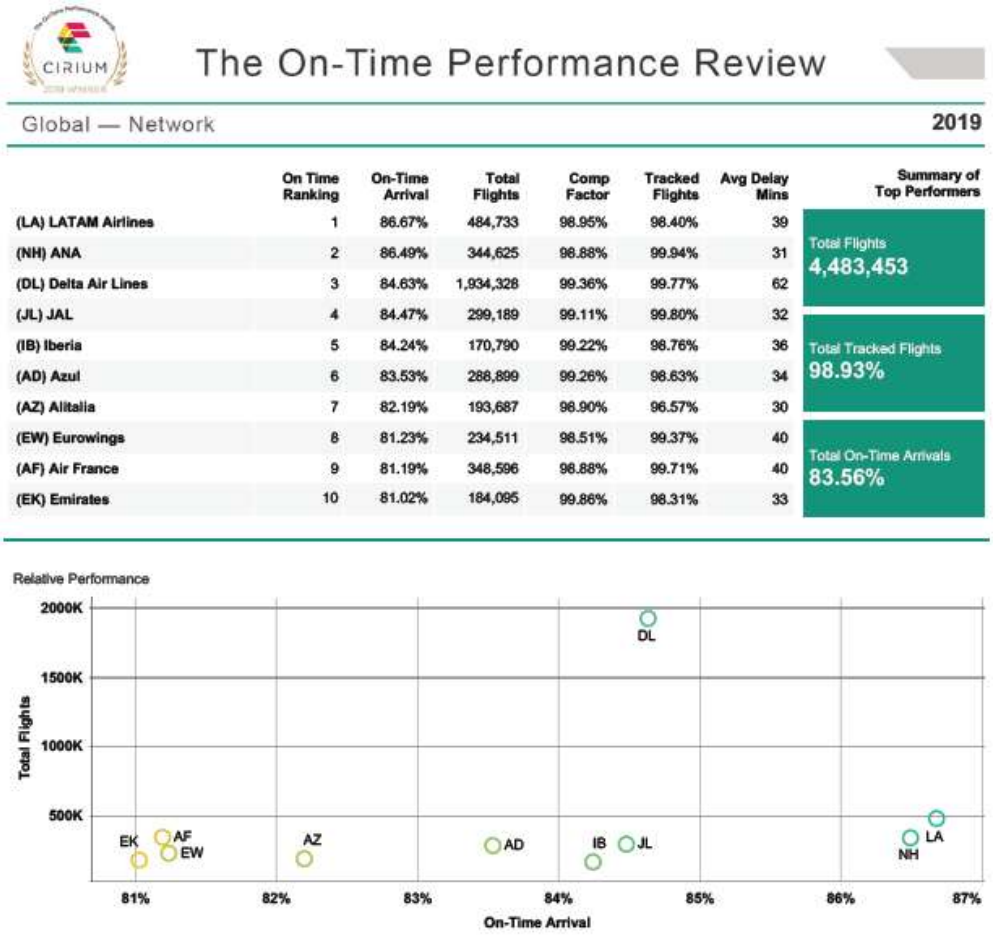
(Continua)

(Conclusão)

Rank	Coverage	Airline name	Code	OTP 2019
8	99.7%	Southwest Airlines	WN	79.40%
9	99.9%	American Airlines	AA	77.90%
10	99.3%	IndiGo	6E	77.38%
11	97.4%	SAS	SK	77.28%
12	98.3%	Turkish Airlines	TK	76.72%
13	99.9%	United Airlines	UA	76.28%
14	99.2%	British Airways	BA	76.18%
15	99.8%	Lufthansa	LH	73.96%
16	96.5%	JetBlue	B6	73.81%
17	98.4%	easyJet	U2	73.08%
18	98.3%	China Eastern Airlines	MU	72.86%
19	93.5%	Air China	CA	68.76%
20	99.8%	Air Canada	AC	66.42%

Fonte: OAG (2020).

Figura 9 – Companhias mais pontuais do mundo 2019 - Cirium



CIRIUM

The On-Time Performance Review

Global — Network 2019

	On Time Ranking	On-Time Arrival	Total Flights	Comp Factor	Tracked Flights	Avg Delay Mins
(LA) LATAM Airlines	1	86.67%	484,733	98.95%	98.40%	39
(NH) ANA	2	86.49%	344,625	98.88%	99.94%	31
(DL) Delta Air Lines	3	84.63%	1,934,328	99.36%	99.77%	62
(JL) JAL	4	84.47%	299,189	99.11%	99.80%	32
(IB) Iberia	5	84.24%	170,790	99.22%	98.76%	36
(AD) Azul	6	83.53%	288,899	99.26%	98.63%	34
(AZ) Alitalia	7	82.19%	193,687	98.90%	96.57%	30
(EW) Eurowings	8	81.23%	234,511	98.51%	99.37%	40
(AF) Air France	9	81.19%	348,596	98.88%	99.71%	40
(EK) Emirates	10	81.02%	184,095	99.86%	98.31%	33

Summary of Top Performers

Total Flights 4,483,453

Total Tracked Flights 98.93%

Total On-Time Arrivals 83.56%

Fonte: Cirium (2020).

Ambas as consultorias adotam o critério de que as viagens, para serem consideradas pontuais, devem pousar em seu destino com, no máximo, 14 minutos de atraso, além do horário programado, o que é conhecido conforme dados colhidos pelos integrantes do grupo em *benchmarking* com a LATAM como “arrival 14” ou simplesmente índice ARR14.

Internamente a empresa relata que trabalha com o padrão de 0 minuto de atraso em suas decolagens programadas, divulgando amplamente seu índice de cumprimento desse compromisso entre as áreas operacionais e comerciais da companhia. Utilizam como índice o STD0 ou “standard 0”, o que é interpretado como padrão de 0 atraso e que busca reduzir custos com indenizações a clientes, perdas de conexões entre voos ou vencimento dos horários disponíveis para voo da tripulação a bordo em um dia típico de trabalho e é uma forma de medir a saúde operacional do serviço entregue ao cliente conforme proposto durante a compra de sua passagem.

Outro ponto elencado pela empresa foi a atenção à definição dos tempos de voos para que respeitem um determinado percentil de operações dentro das regras de concessão de *slots*, e todas essas definições são feitas por sistemas e estatística avançada para permitir que o voo pouse dentro do critério de ARR14 e com isso não impacte seus clientes.

A companhia também possui sistemas robustos de controle de motivos de cada minuto de atraso, e a coleta dos dados foi automatizada para impedir resultados enviesados entre equipes e no intuito de medir efetivamente em quantos minutos cada passageiro foi afetado em sua viagem além do previsto e vendido no bilhete aéreo.

Já sob o aspecto dos temas que mais impedem a empresa de ser 100% pontual, foram citados os eventos climáticos como chuvas, nevoeiros e até cinzas vulcânicas que impedem a operação em determinados aeroportos e acabam por afetar toda a rede de voos programados de um dia de trabalho de uma aeronave. Durante o *benchmark* também foram citados eventos de manutenção não programada, restrições de pista por infraestrutura no Brasil, falhas e quebras de *fingers* ou portões de embarque, falta de ônibus providos pelas administradoras de aeroportos para transporte interno de passageiros na pista em procedimentos de embarque ou até dispensa médica de tripulantes em bases que não são consideradas como bases principais de operação e, portanto, não possuem tripulação reserva ou de sobre-aviso.

Como *benchmark*, a empresa informa que possui um escritório dedicado de controle de sua pontualidade com reporte direto ao Diretor do Centro de Controle de Operações dentro de sua vice-presidência de operações, e semanalmente o segmento desse indicador “STD0” é feito pelo presidente da companhia no Brasil e pelo presidente de todo o grupo LATAM a todas as filiais.

4.3 Estudo de Caso

Apresenta-se a seguir um *case* de sucesso com a aplicação do modelo de gestão de pontualidade.

4.3.1 Caso Metrô Rio

Conforme (MANCINI; DUARTE; ANDRADE, 2019), no Metrô Rio foi implementado um indicador que mede o número de passageiros impactados por atrasos nas viagens. No início de 2018, o indicador mostrou que mais de 17% dos passageiros transportados sofriam esse impacto.

Foram implementadas ações para melhoria do indicador. Em maio de 2019, pouco mais de um ano após o início das medições, registrou-se o menor valor no indicador, sendo este igual a 6,7%.

As melhorias no serviço, reduzindo os atrasos nas viagens, trouxeram como consequência a melhoria no nível de satisfação do serviço pelos clientes. Segundo Mancini, Duarte e Andrade (2019), em 2019 o Indicador de Qualidade de Serviço aumentou em 2 pontos percentuais em relação a 2018, o que provou que as ações realizadas melhoraram o serviço, e isso foi diretamente percebido pelos clientes.

4.4 A Realidade Atual das Empesas

Essa análise será aplicada para o setor Rodoviário de Passageiros, cuja abordagem será direcionada para a Viação Águia Branca, a fim de avaliarmos como é a gestão da pontualidade das viagens dessa empresa.

4.4.1 Gestão da Pontualidade – Realidade atual da Viação Águia Branca

A pontualidade na Viação Águia Branca é gerenciada pelo Centro de Controle de Operações, denominado CCO. Esse setor é responsável por gerenciar toda a operação da empresa, desde gestão de frota, gestão de motoristas e cobradores, gestão de ocorrências e gestão de pontualidade.

A empresa conta com um sistema moderno de monitoramento de veículos, o qual transmite informações importantes para o CCO, tais como localização do veículo em tempo real, consumo de combustível e imagens de videomonitoramento.

Com base nas informações de localização do sistema, a equipe do CCO consegue gerenciar a pontualidade das viagens. Através de um relatório do sistema, é possível analisar o tempo de horário programado x o horário realizado (partidas e chegadas).

Atualmente, é feita uma análise mensal quanto aos indicadores de pontualidade, a fim de identificar o motivo dos possíveis desvios e aplicar ações corretivas que visam à melhoria do índice.

4.5 Pesquisa Realizada

A qualidade percebida pelo cliente diante de um determinado serviço é o julgamento do consumidor sobre a superioridade ou excelência deste e depende não só de atributos intrínsecos (características específicas) como também de atributos extrínsecos (por exemplo, preço e marca). A relação de uso dos dois tipos de atributos depende da situação de avaliação de qualidade em que o consumidor se encontra (ZEITHAML, 1988).

Sendo assim, entre os dias 10 e 12 de março de 2021, foi realizado no Terminal do Tietê, em São Paulo/SP, uma entrevista com 96 usuários do transporte rodoviário do trecho entre São Paulo/SP e Rio de Janeiro/RJ, com um total de 7 perguntas, buscando avaliar as percepções dos clientes do transporte rodoviário no que se refere à pontualidade na prestação de serviço, sendo o resultado de cada entrevista compilado utilizando-se o aplicativo Forms, e os dados foram analisados utilizando-se o programa Excel.

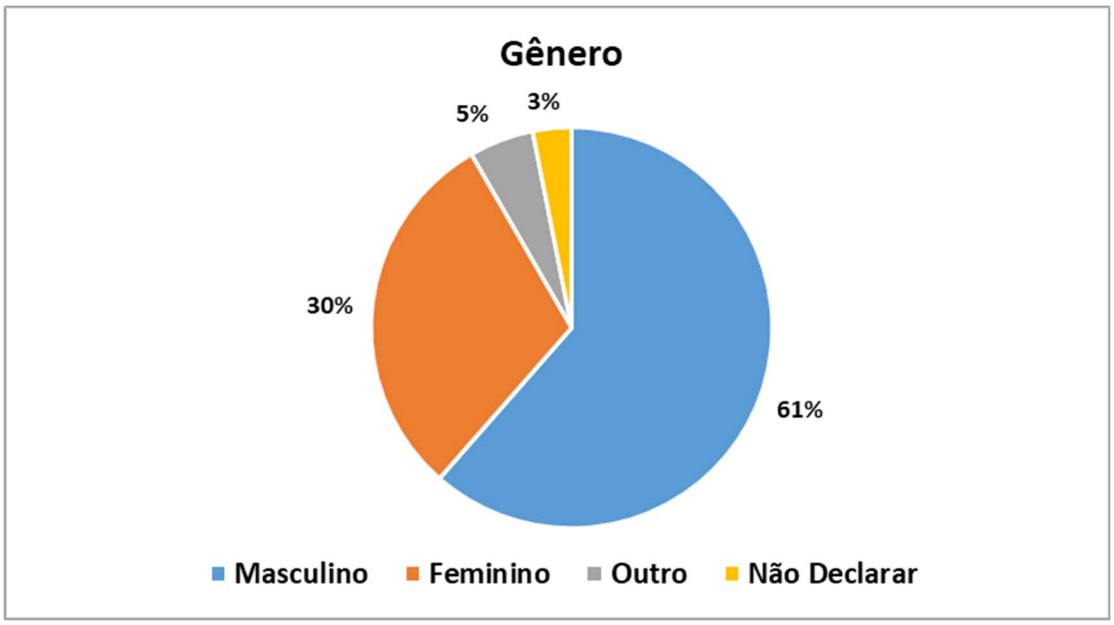
Foi avaliado primeiramente o perfil de cada usuário (sexo, idade, frequência que viaja), em seguida foi questionada a importância da pontualidade na prestação do

serviço, se na sua percepção achava que o setor rodoviário era um modal pontual, se a sua percepção de pontualidade era referente ao horário de partida ou ao horário de chegada e qual era uma tolerância aceitável de atraso na realização da viagem.

A primeira parte da pesquisa visa identificar o perfil do público avaliado, por meio das perguntas referentes a gênero, faixa etária e frequência de utilização do transporte rodoviário.

Foram observados os seguintes resultados, conforme Gráfico 7:

Gráfico 7 – Gênero dos entrevistados

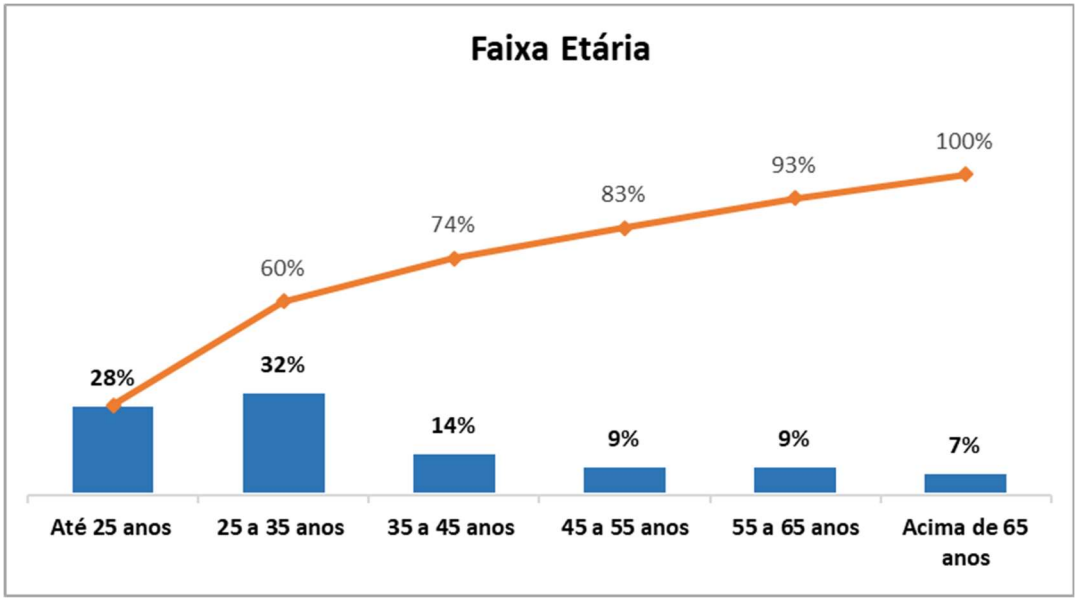


Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

É possível observar que 61% do público avaliado era do sexo masculino, 30% do sexo feminino, enquanto 8% eram de outros ou preferiram não declarar.

A segunda pergunta foi relacionada à faixa etária, tendo os resultados conforme Gráfico 8:

Gráfico 8 – Faixa etária dos entrevistados

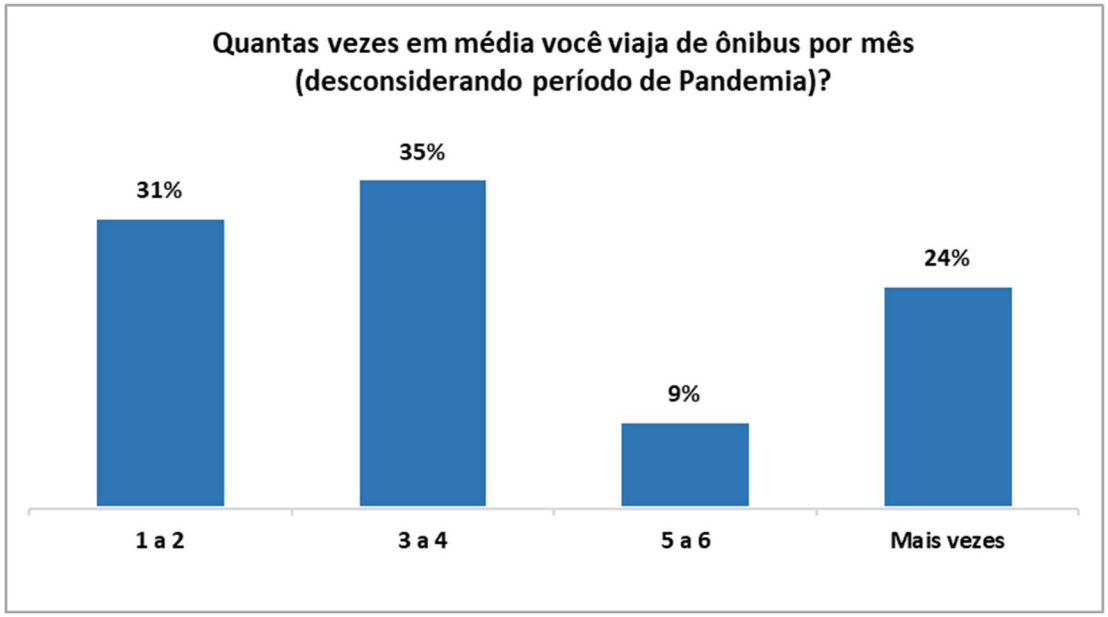


Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Diante dos resultados, vê-se que 74% das pessoas avaliadas tinham idade até 45 anos, enquanto 18% entre 45 e 65 anos e 7% acima dos 65 anos.

A terceira pergunta foi relacionada à frequência de utilização do transporte rodoviário, desconsiderando o período referente à pandemia, de março/21 até a data da pesquisa, obtendo os seguintes resultados, conforme Gráfico 9:

Gráfico 9 – Frequência de utilização do transporte rodoviário intermunicipal



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

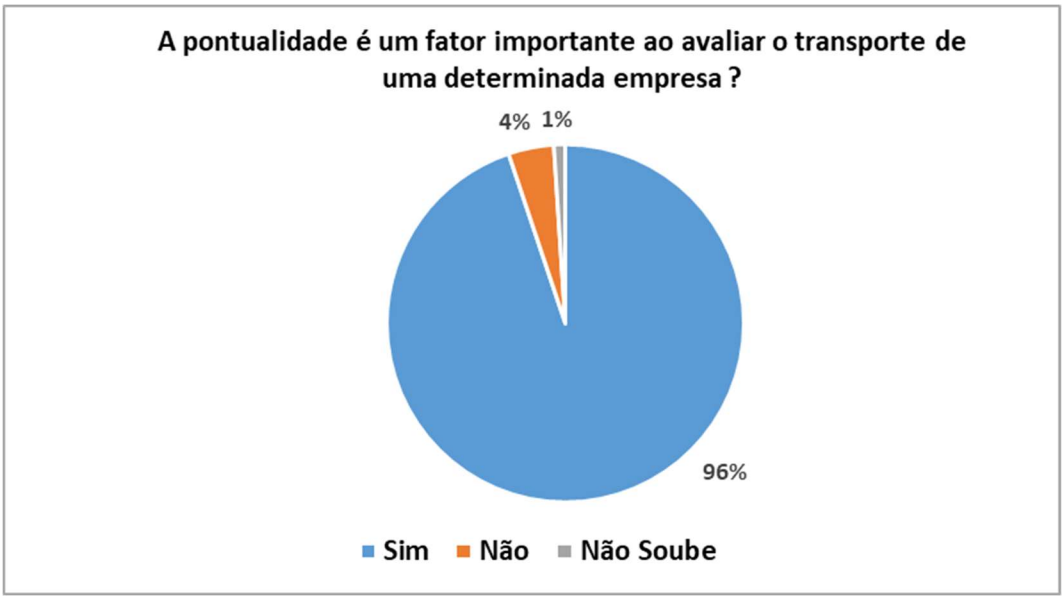
Observando os resultados, é possível observar que a maioria dos entrevistados viaja entre 3 e 4 vezes por mês de ônibus, sendo que 24% do público entrevistado viaja mais de 6 vezes por mês utilizando o modal rodoviário intermunicipal.

A segunda parte da pesquisa visa identificar a percepção do cliente quanto ao item de pontualidade da viagem, sendo avaliados:

- a importância da pontualidade na qualidade do serviço;
- se considera o transporte rodoviário intermunicipal um meio pontual;
- se a percepção da pontualidade é em relação ao horário de partida ou ao horário de chegada;

Observaram-se os seguintes resultados, conforme Gráfico 10:

Gráfico 10 – A importância da pontualidade na qualidade do serviço

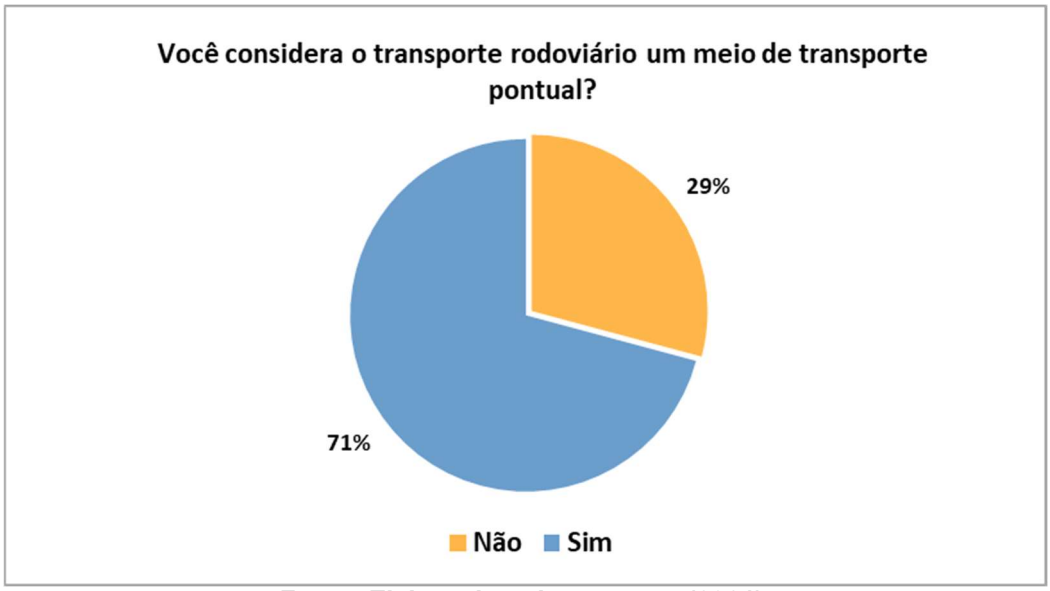


Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Verifica-se que 96% dos entrevistados consideram a pontualidade como um fator importante para avaliação da qualidade da empresa quanto a sua prestação de serviço.

A segunda pergunta desta parte da entrevista é relacionada à percepção do cliente quanto ao modal rodoviário ser ou não um modal pontual, tendo os resultados conforme Gráfico 11:

Gráfico 11 – Percepção de pontualidade no modal de transporte rodoviário intermunicipal

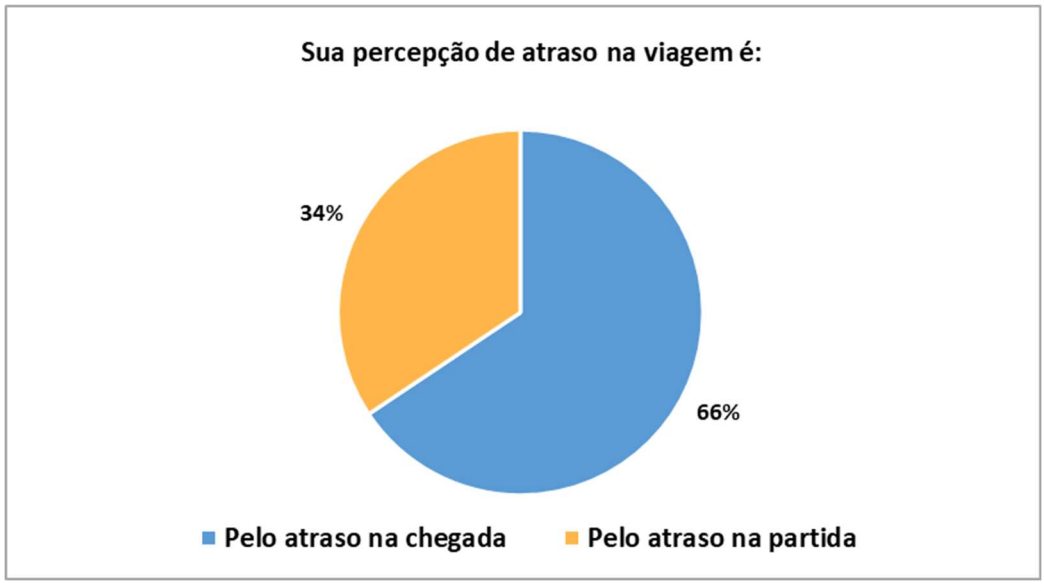


Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Diante desses resultados, pode-se observar que 71% das pessoas consideram o transporte rodoviário intermunicipal um meio de transporte pontual.

A última pergunta desta parte da pesquisa visa identificar se a pontualidade é mais percebida quanto ao horário de partida ou quanto ao horário de chegada da viagem, tendo os seguintes resultados:

Gráfico 12 – Percepção de pontualidade quanto à partida ou chegada da viagem

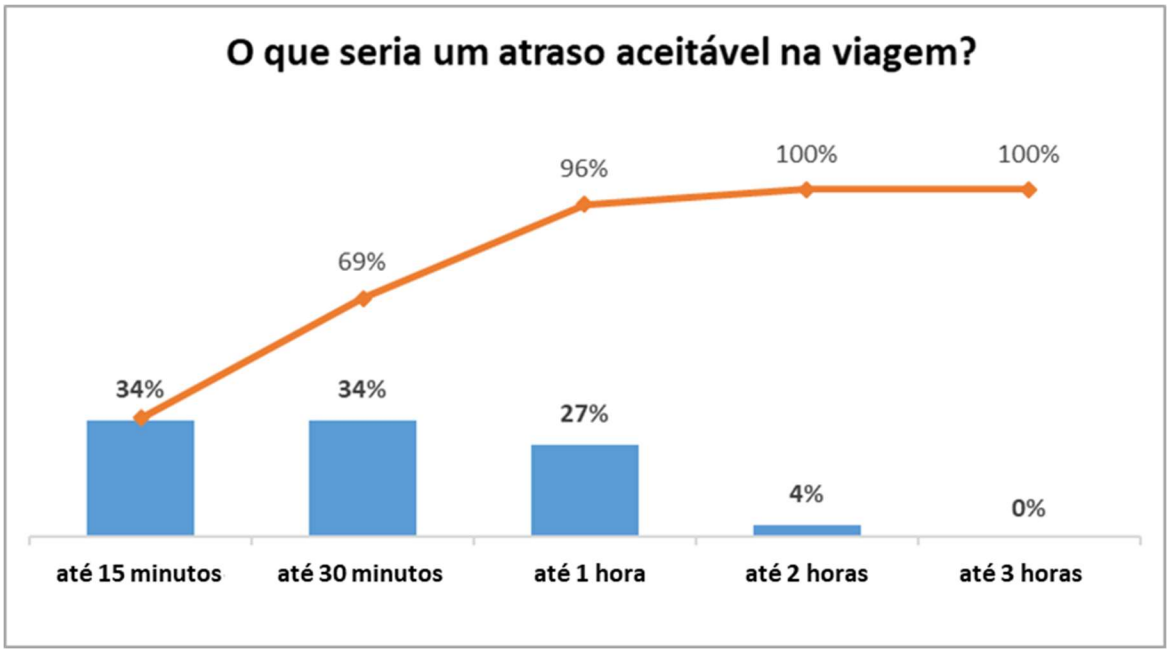


Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Observando os resultados do Gráfico 12, vemos que 66% dos entrevistados consideram uma viagem pontual em relação ao horário de chegada da viagem, enquanto 34% percebem o fator pontualidade quanto ao horário de partida da viagem.

Por fim, foi questionado quanto à tolerância de atraso para uma viagem intermunicipal, tendo os resultados seguintes:

Gráfico 13 – Tolerância de atraso em uma viagem



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

De acordo com o Gráfico 13, percebe-se que a tolerância de 96% do público é de até 1 hora de atraso, sendo que 34% consideram como tolerável um atraso de até 15 minutos, 34% um atraso de até 30 minutos, enquanto um percentual de apenas 4% considera como tolerável um atraso superior a 1 hora.

4.6 Análise dos Dados

Analisando os dados da pesquisa, conclui-se que a pontualidade é um item importante para a avaliação de qualidade do serviço do transporte, segundo um percentual de 96% do público entrevistado, sendo que a pontualidade é mais percebida em relação ao horário de chegada (66% das pessoas entrevistadas). Por fim, observou-se que 96% do público trata como aceitável um atraso de até 1 hora no tempo total de viagem, sendo que 68% das pessoas aceitam atrasos de até 30

minutos. A pesquisa também mostrou que a maioria do público avalia a pontualidade como um item importante na qualidade da prestação de serviço, sendo assim, cabe aos meios de transporte buscarem uma pontualidade cada vez maior em seus serviços para maior satisfação dos seus clientes.

5 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO

5.1 Proposta de Solução

5.1.1 Modal Aéreo

Para responder à pergunta central do trabalho, além da pesquisa feita para a coleta da percepção de usuários do modal rodoviário no trecho Rio-São Paulo, buscou-se conhecer o grau de “não cumprimento” dos tempos programados de viagens dos vários modais e, a partir desses dados, simular qual seria a variação esperada de tempos para o modal rodoviário de passageiros se adotados os mesmos padrões de tolerância e incumprimentos encontrados no modal aéreo, uma vez que é o modal que apresenta maior controle das agências reguladoras e um padrão claro e internacional de medição de pontualidade das viagens.

A construção de um histograma de viagens do mesmo trecho e duração programada para esse modal permite quantificar dados estatísticos que, quando tabulados, servem de parâmetros claros para propor qual a melhor maneira de medir a pontualidade do modal rodoviário e estabelecer um padrão nacional de medição que pode ser utilizado por empresas e órgãos de controle.

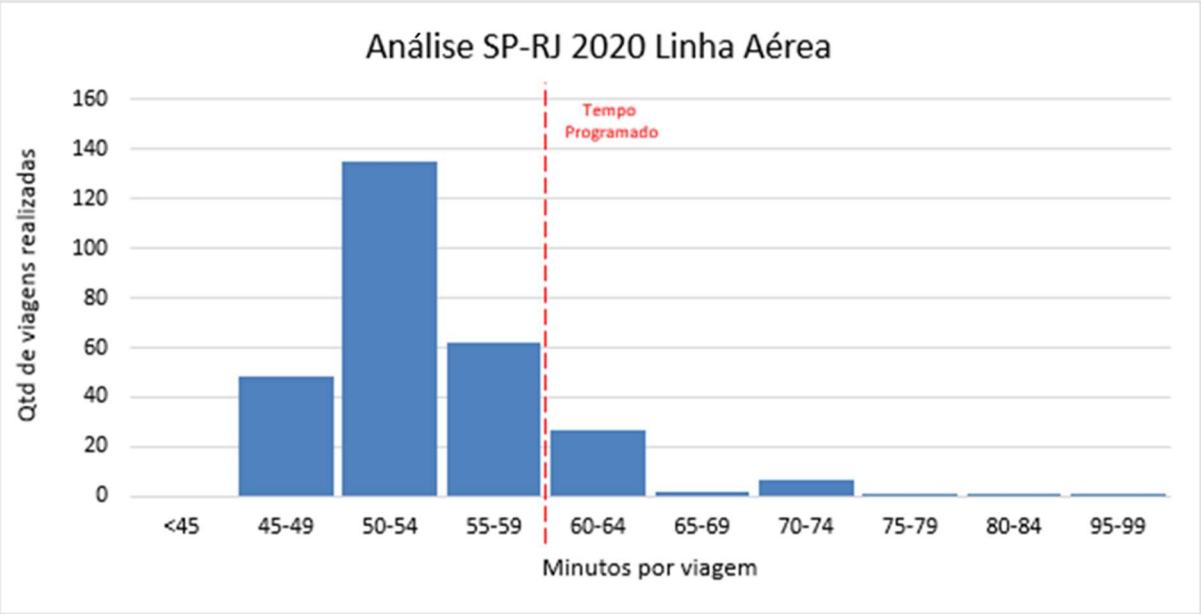
Para tanto, foram considerados os dados completos de todas as viagens realizadas que possuíam duração programada de 60 minutos durante o ano de 2019 de uma grande companhia aérea. O trecho Rio-São Paulo foi escolhido por ser um importante eixo comercial pelo entendimento da equipe do projeto. A partir desses dados encontra-se, com base nas regras atuais de tolerância para concessão da permissão de operação pela Agência Nacional da Aviação Civil, um determinado número de ocorrências que ferem essas regras de concessão, e com isso o seu índice de tolerância ao atraso. Também foram encontrados os valores de desvio-padrão, mediana, limite inferior e superior de duração das viagens realizadas para permitir o comparativo dos valores com os outros modais (Tabela 3 e Gráficos 14 e 15).

Tabela 3 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso - aéreo

Tempo total de viagem realizada	Nº de ocorrências	% do total de ocorrências
<45	0	0%
45-49	48	17%
50-54	135	48%
55-59	62	22%
60-64	27	10%
65-69	2	1%
70-74	7	2%
75-79	1	0,4%
80-84	1	0,4%
95-99	1	0,4%

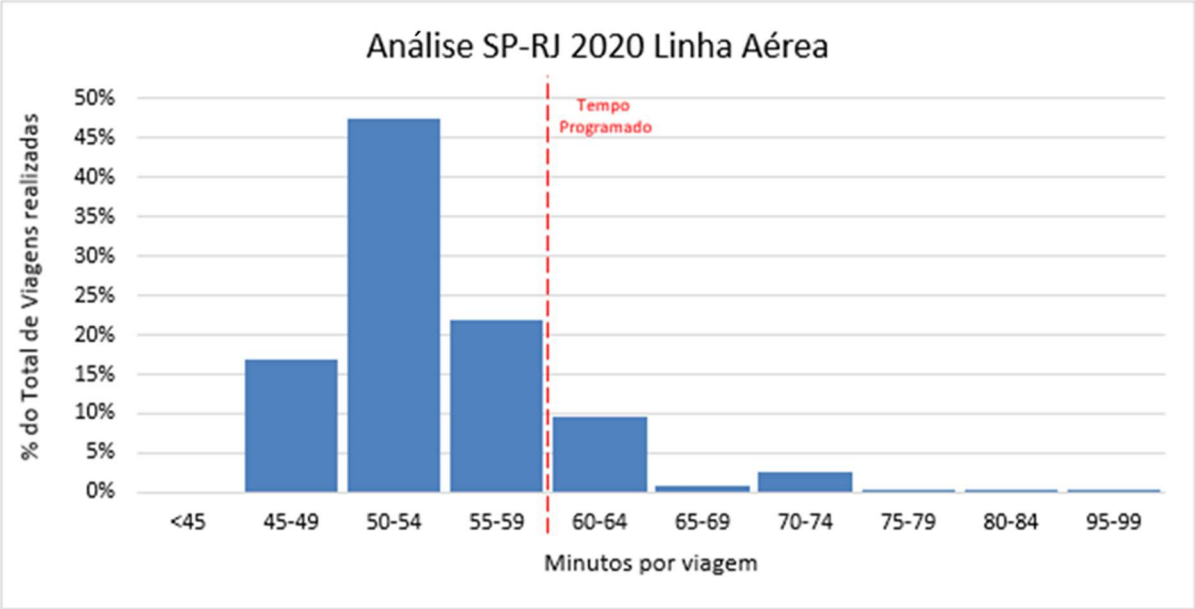
Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Gráfico 14 – Análise do Transporte Aéreo Rio-São Paulo no ano de 2019



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Gráfico 15 – Análise do Transporte Aéreo Rio-São Paulo no ano de 2020



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A tolerância para manutenção da concessão do direito de operar qualquer trecho aéreo regular no Brasil é de 15 minutos na decolagem e/ou 15 minutos no pouso da aeronave, ou seja, a variação do tempo realizado para a duração das viagens esperada é de 15 minutos para mais ou para menos. Isto posto, buscou-se conhecer qual o índice de advertências para as viagens estudadas (Tabela 4).

Tabela 4 – Índice de advertência nas viagens estudadas - Aéreo

Advertência:	tolerância de +/-15min
Índice de advertências:	1,1%

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Após todos os dados tabulados, identificaram-se os valores que compõem a curva normal reduzida dessa amostra, e com isso os tempos médio, sua variância e desvio-padrão.

Com os valores calculados, torna-se possível, a partir de um índice de advertências simulado, encontrar novos limites inferiores e superiores para a amostra, afirmando qual deve ser a nova tolerância ao atraso ou adiantamento de acordo com o índice de advertências escolhido (Tabelas 5 a 7).

Tabela 5 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra - aéreo

Faixa	Valor Médio (T_i)	Nº de Viagens (N_i)	T_i x N_i	$Ni(T_i-T_m)^2$	Transformada $Z= T-T_M/D$
45-49	47,9	48	2298	1863,3983	-1,0
50-54	52,0	135	7015	619,79017	-0,4
55-59	56,6	62	3507	374,85834	0,4
60-64	61,1	27	1651	1339,1192	1,2
65-69	68,5	2	137	414,39556	2,4
70-74	71,6	7	501	2135,3779	2,9
75-79	75,0	1	75	436,57454	3,5
80-84	84,0	1	84	893,67313	5,0
95-99	98,0	1	98	1926,7154	7,4

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 6 – Indicadores de concentração e de dispersão – aéreo

Variável	Resultado	Descrição
TM	54,1	Tempo Médio
Variância	35,3	-
Desvio-Padrão	5,95	-
T	60	Tempo Programado
Tolerância	+/- 15,0	Minutos
LI	44,0	Limite Inferior
LS	76,0	Limite Superior

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 7 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra - aéreo

Variável	Resultado	Fatores da Curva Normal Reduzida	
Índice de Adiantamento (%)	4,46	Z1 P (0 < Z < Z1) P (Z < Z1)	-1,700 0,4554 0,0446
Índice de Atraso (%)	0,01	Z2 P (0 < Z < Z1) P (Z < Z1)	3,6825 0,4999 0,0001
Tempo Médio da Amostra (min)	54,1	-	-
Índice de Advertências Atual (%)	1,1	P (0 < Z < Z3)	0,4890
Novo Tempo Padrão para tolerância simétrica (min)	54,1	Z3	2,2900
Tolerância (min)	13,6	TP	67,72
Novo Limite Inferior (min)	40	-	-
Novo Limite Superior (min)	68	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Na finalidade de encontrar resultados padronizados, foi adotado pelo grupo de trabalho como índice de advertência aceitável em todos os transportes o valor correspondente a 2% de incumprimentos da tolerância no total de operações realizadas.

Para os dados da empresa aérea foram encontrados os valores da Tabela 8 com o índice de advertências adotado:

Tabela 8 – Fatores da curva normal reduzida ajustada ao novo índice de advertências

Variável	Resultado		
Índice de Advertências Adotado (%)	2,0	P (0 < Z < Z3)	0,4800
Novo Tempo Padrão para tolerância simétrica (min)	54,1	Z3	2,0600
Tolerância (min)	12,25	TP	66,35
Novo Limite Inferior (min)	42	-	-
Novo Limite Superior (min)	66	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Por esses dados, é possível observar que, para a empresa atender ao requisito de índice de advertência em 2% das operações, as viagens Rio de Janeiro-São Paulo podem ser programadas com 54 minutos e tolerância de 12,2 minutos de atrasos. As viagens mais curtas esperadas estão em 42 minutos como limite inferior de controle, e as viagens de maior duração com 66 minutos no limite superior de controle.

A mesma análise estatística foi feita para o modal ferroviário, metroviário e rodoviário, sendo que para o rodoviário foram utilizados dados públicos disponibilizados pela ANTT para 4 empresas que operam o trecho Rio-SP.

5.1.2 Modal Ferroviário

Para o modal ferroviário foram utilizados dados de viagens de duração programada de 78 minutos, ao longo de 2019, no trecho compreendido entre a Estação de Pedro Nolasco, em Cariacica-ES, e a estação de Piraqueaçu em João Neiva-ES, realizados por uma grande companhia mineradora no país (Tabela 9).

Tabela 9 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso - ferroviário

Tempo total de viagem realizada	Nº de ocorrências	% do total de ocorrências
< 70	0	0%
70-74	5	1%
75-79	143	39%
80-84	125	34%
85-89	67	18%
90-94	17	5%
95-99	0	0%
100-104	3	1%
105-109	0	0%
110-114	2	1%
115-119	1	0%
> 119	2	1%

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A tolerância, segundo dados da empresa, é de 5 minutos, para não comprometer a jornada de trabalho das tripulações. Isto posto, temos o seguinte índice de advertências (Tabela 10):

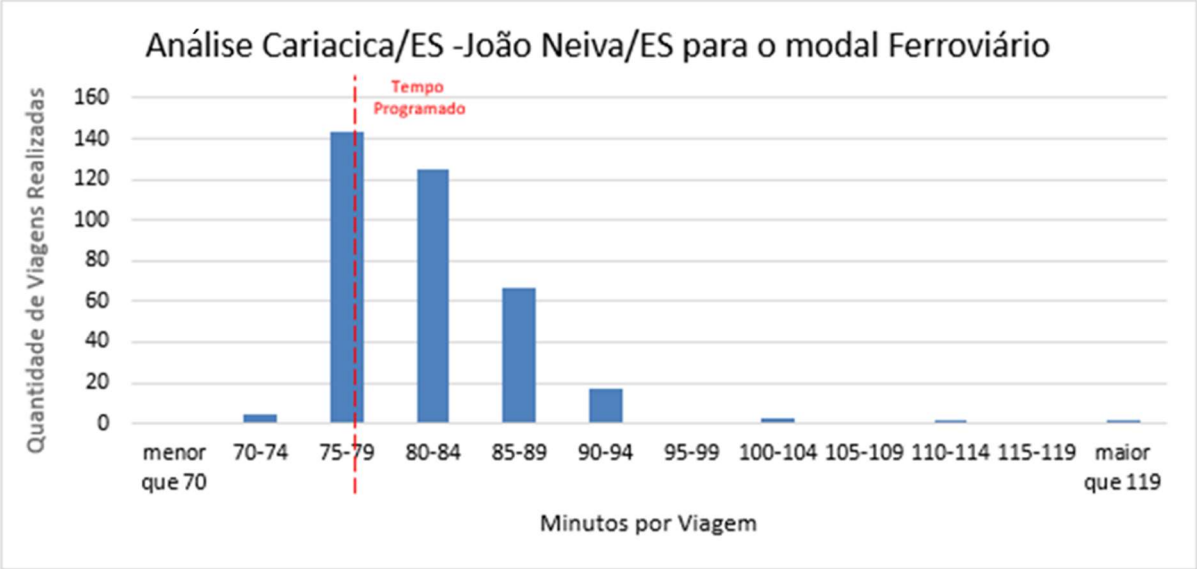
Tabela 10 – Índice de advertência nas viagens estudadas - ferroviário

Advertência:	tolerância de +/- 5,0 min
Índice de advertências:	41,2%

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

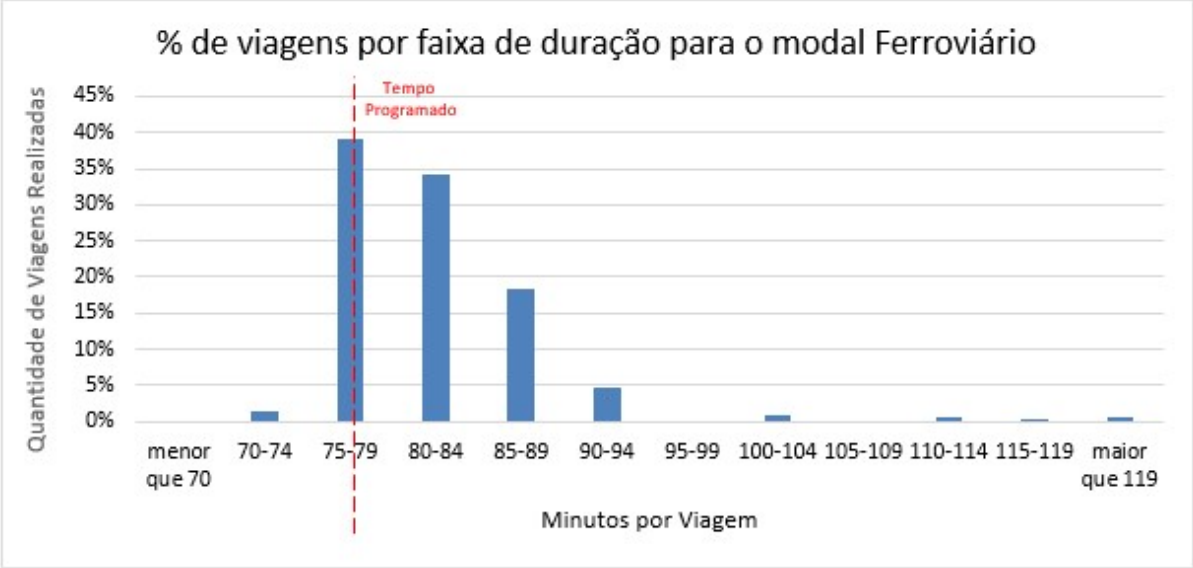
A distribuição dos tempos de viagens da amostra está demonstrada nos Gráficos 16 e 17 a seguir:

Gráfico 16 – Análise do Transporte Ferroviário Cariacica – João Neiva no ano de 2020



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Gráfico 17 – Análise do Transporte Ferroviário Cariacica – João Neiva no ano de 2020



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Os valores que compõem a curva normal reduzida dessa amostra do modal ferroviário estão listadas nas Tabelas 11 a 13.

Tabela 11 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra - ferroviário

Faixa	Valor Médio (T_i)	Nº de Viagens (N_i)	T_i x N_i	$Ni(T_i-T_m)^2$	Transformada $Z= T-T_M/D$
< 70	24	0	0	0	-9,543346
70-74	72	5	360	482,5722	-1,621390
75-79	77	143	11011	3327,992	-0,796186
80-84	82	125	10250	3,864268	0,029018
85-89	87	67	5829	1794,873	0,854222
90-94	92	17	1564	1760,306	1,679426
95-99	97	0	0	0	2,504630
100-104	102	3	306	1221,192	3,329833
105-109	107	0	0	0	4,155037
110-114	112	2	224	1821,161	4,980241
> 119	120	2	240	2914,787	6,300567

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 12 – Indicadores de concentração e de dispersão – ferroviário

Variável	Resultado	Descrição
TM	81,8	Tempo Médio
Variância	36,7	-
Desvio-Padrão	6,06	-
T	78	Tempo Programado
Tolerância	+/- 5,0	Minutos
LI	72,0	Limite Inferior
LS	84,0	Limite Superior

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 13 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra - ferroviário

Variável	Resultado	Fatores da Curva Normal Reduzida	
Índice de Adiantamento (%)	5,26	Z1 P (0 < Z < Z1) P (Z < Z1)	-1,6214 0,4474 0,0526
Índice de Atraso (%)	36,94	Z2 P (0 < Z < Z1) P (Z < Z1)	0,3591 0,1406 0,3594
Tempo Médio da Amostra (min)	81,8	-	-
Índice de Advertências Atual (%)	2,0	P (0 < Z < Z3)	0,4800
Novo Tempo Padrão para tolerância simétrica (min)	81,8	Z3	2,0600
Tolerância (min)	12,5	TP	94,3
Novo Limite Inferior (min)	69	-	-
Novo Limite Superior (min)	94	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A tolerância encontrada para o nível de advertências proposta em 2% ao modal ferroviário baseado nessas viagens foi de 12,5 minutos de variação entre o tempo de viagem programada e o tempo de viagem realizada, apresentando limite inferior de 69 minutos e limite superior de 94 minutos, sendo o novo tempo padrão sugerido para programação das viagens de 81,8 minutos.

5.1.3 Modal Metroviário

Para o modal metroviário foram utilizados dados da linha 2 do Metrô Bahia trecho Acesso Norte a Aeroporto realizados no ano de 2021. No caso estudado, o tempo programado de viagem é de 27 minutos e 30 segundos (Tabela 14).

Tabela 14 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso - metroviário

Tempo total de viagem realizada	Nº de ocorrências	% do total de ocorrências
25-25,2	0	0%
25,3-25,5	1	1%
25,6-25,8	0	0%
25,9-26,1	2	1%
26,2-26,4	12	6%
26,5-26,7	31	16%
26,8-27,0	97	49%
27,1-27,3	33	17%
27,4-27,6	16	8%
27,7-27,9	4	2%
28,0-28,2	1	1%
28,3-28,5	0	0%
28,6-29	1	1%

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

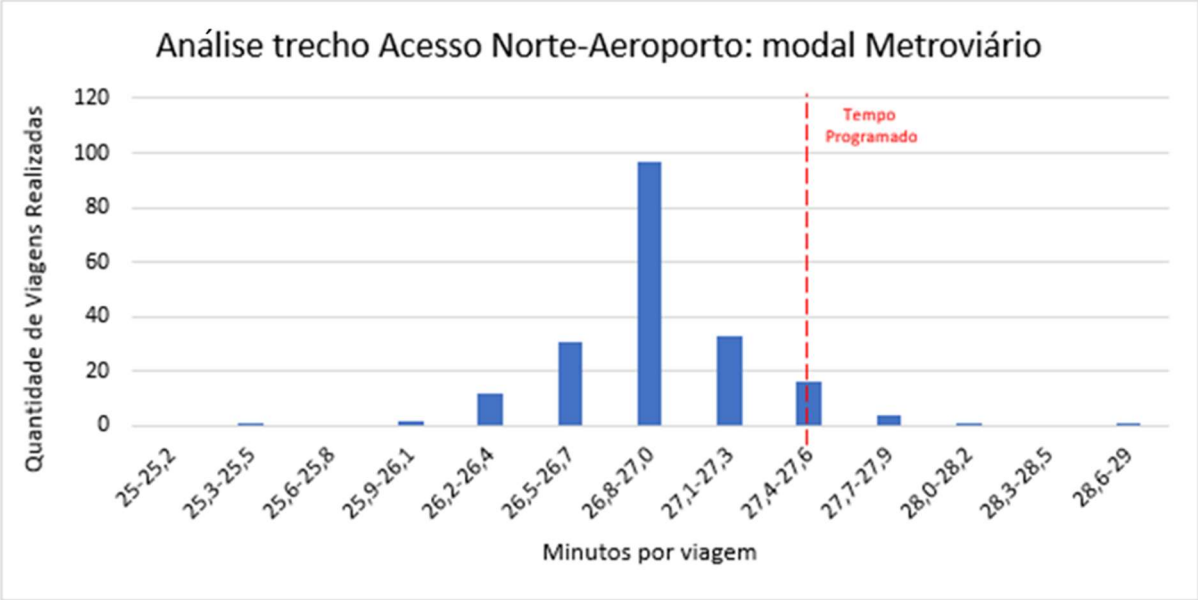
A tolerância segundo dados da empresa é de 20% sobre o intervalo entre trens programado para a faixa horária, no caso 5 minutos. Isto posto, temos o seguinte índice de advertências (Tabela 15 e Gráficos 18 e 19):

Tabela 15 – Índice de advertência nas viagens estudadas - metroviário

Advertência:	tolerância de + 1,0 min
Índice de advertências:	8,1%

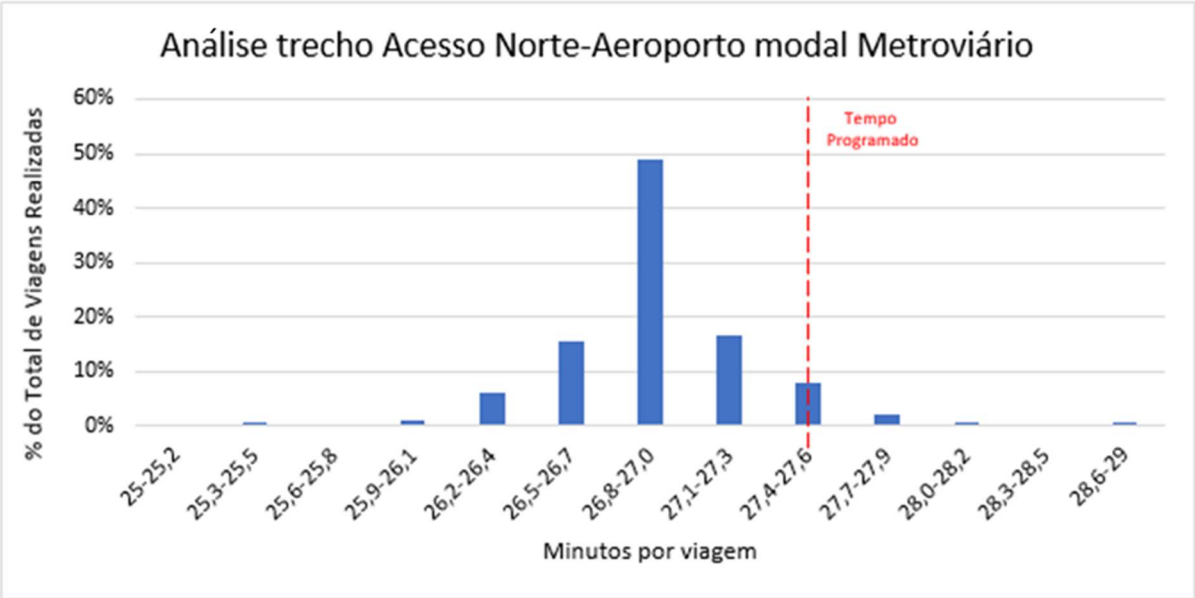
Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Gráfico 18 – Análise do Transporte Metroviário Acesso Norte – Aeroporto em janeiro de 2020



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Gráfico 19 – Análise do Transporte Metroviário Acesso Norte – Aeroporto em Janeiro de 2020



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Os valores que compõem a curva normal reduzida dessa amostra do modal metroviário estão listadas nas Tabelas 16 a 18.

Tabela 16 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra - metroviário

Faixa	Valor Médio (T_i)	Nº de Viagens (N_i)	T_i x N_i	$Ni(T_i-T_m)^2$	Transformada $Z= T-T_M/D$
25-25,2	25,1	0	0	0	-4,909148539
25,3-25,5	25,4	1	25,4	2,3464669	-4,105168877
25,6-25,8	25,7	0	0	0	-3,301189216
25,9-26,1	26	2	52	1,7365702	-2,497209555
26,2-26,4	26,3	12	315,6	4,7903306	-1,693229893
26,5-26,7	26,6	31	824,6	3,4132025	-0,889250232
26,8-27,0	26,9	97	2609,3	0,0982025	-0,08527057
27,1-27,3	27,2	33	897,6	2,3734091	0,718709091
27,4-27,6	27,5	16	440	5,1652893	1,522688753
27,7-27,9	27,8	4	111,2	3,0149587	2,326668414
28,0-28,2	28,1	1	28,1	1,3646488	3,130648076
28,3-28,5	28,4	0	0	0	3,934627737
28,6-29	28,7	1	28,7	3,1264669	4,738607399

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 17 – Indicadores de concentração e de dispersão – metroviário

Variável	Resultado	Descrição
TM	26,9	Tempo Médio
Variância	0,1	-
Desvio-Padrão	0,37	-
T	27,50	Tempo Programado
Tolerância	1,0	Minutos
LI	26,4	Limite Inferior
LS	28,6	Limite Superior

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 18 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra - metroviário

Variável	Resultado	Fatores da Curva Normal Reduzida	
Índice de Adiantamento (%)	7,78	Z1	-1,425
		P (0 < Z < Z1)	0,4222
		P (Z < Z1)	0,0778
Índice de Atraso (%)	0,00	Z2	4,47061
		P (0 < Z < Z1)	0,5000
		P (Z < Z1)	0
Tempo Médio da Amostra (min)	26,9	-	-
Índice de Advertências Atual (%)	2,0	P (0 < Z < Z3)	0,4800
Novo Tempo Padrão para tolerância simétrica (min)	26,9	Z3	2,0600
Tolerância (min)	0,77	TP	27,70
Novo Limite Inferior (min)	26,16	-	-
Novo Limite Superior (min)	27,70	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A tolerância encontrada para o nível de advertências proposto em 2% ao modal metroviário baseado nessas viagens foi de 0,77 minuto de variação entre o tempo de viagem programada e o tempo de viagem realizada. A viagem deve ser programada em 26,9 minutos.

5.1.4 Modal Rodoviário

Para o modal rodoviário foi utilizada a base de dados disponibilizada pela Agência Nacional dos Transportes Terrestre (ANTT) de forma pública. O trecho estudado foi Rio de Janeiro a São Paulo, e 4 empresas foram escolhidas para o estudo. As empresas foram nominadas Empresa A, Empresa B, Empresa C e Empresa D, com tempo de viagem programado em 390 minutos com tolerância de 30 minutos.

5.1.4.1 Empresa A

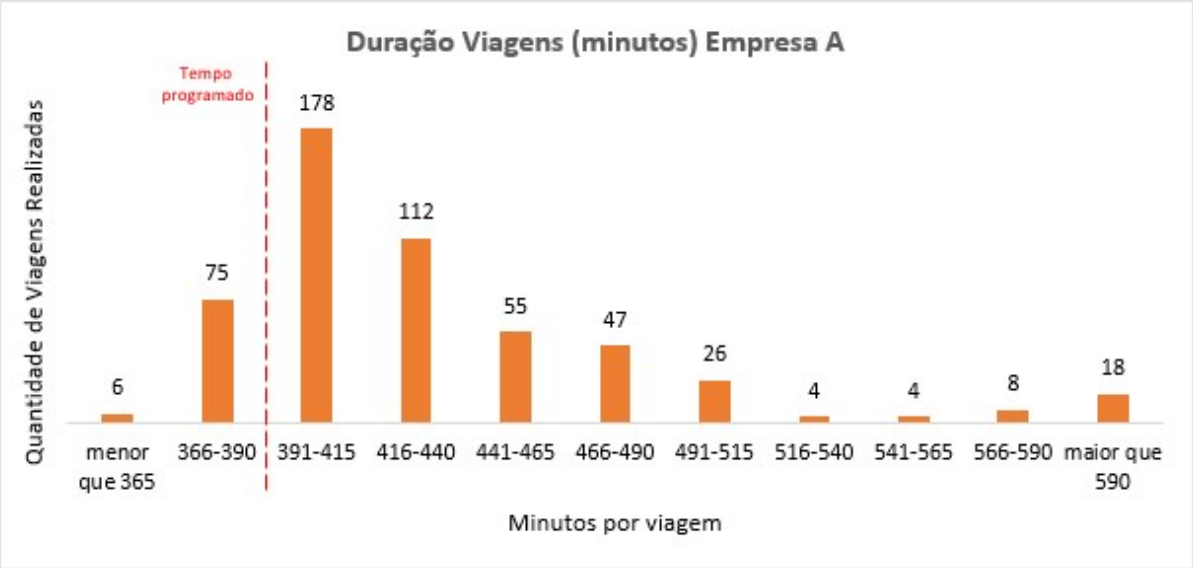
A distribuição dos minutos realizados por viagem, o índice de advertências e as variáveis estatísticas para a curva normal reduzida dessa empresa podem ser encontrados nas Tabelas 19 a 23 e Gráfico 20 a seguir.

Tabela 19 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso – rodoviário A

Tempo total de viagem realizada	Nº de ocorrências	% do total de ocorrências
< 365	6	1,1%
366-390	75	14,1%
391-415	178	33,4%
416-440	112	21,0%
441-465	55	10,3%
466-490	47	8,8%
491-515	26	4,9%
516-540	4	0,8%
541-565	4	0,8%
566-590	8	1,5%
> 590	18	3,4%

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Gráfico 20 – Análise do Transporte Rodoviário RJ-SP em janeiro de 2020 Empresa A



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Tabela 20 – Índice de advertência nas viagens estudadas – rodoviário A

Advertência:	tolerância de +/- 30 min
Índice de advertências:	50 %

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 21 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário A

Faixa	Valor Médio (T_i)	Nº de Viagens (N_i)	T_i x N_i	$Ni(T_i-T_m)^2$	Transformada $Z= T-T_M/D$
< 365	362,3	6	2174	30015,192	-1,298347256
366-390	378,0	75	28350	227386,08	-1,010758087
391-415	403,0	178	71734	160861,92	-0,551839199
416-440	428,0	112	47936	2869,7727	-0,092920312
441-465	453,0	55	24915	21864,001	0,365998575
466-490	478,0	47	22466	94913,285	0,824917463
491-515	503,0	26	13078	127174,73	1,28383635
516-540	528,0	4	2112	36052,961	1,742755237
541-565	553,0	4	2212	57540,578	2,201674125
566-590	578,0	8	4624	168056,39	2,660593012
> 590	623,4	18	11221	652038,43	3,493785748

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 22 – Indicadores de concentração e de dispersão – rodoviário A

Variável	Resultado	Descrição
TM	433,1	Tempo Médio
Variância	2967,6	-
Desvio-Padrão	54,48	-
T	390	Tempo Programado
Tolerância	30,0	Minutos
LI	359,0	Limite Inferior
LS	421,0	Limite Superior

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 23 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário A

Variável	Resultado	Fatores da Curva Normal Reduzida	
Índice de Adiantamento (%)	8,69	Z1	-1,359536441
		P (0 < Z < Z1)	0,4131
		P (Z < Z1)	0,0869
Índice de Atraso (%)	41,29	Z2	-0,221417601
		P (0 < Z < Z1)	0,0871
		P (Z < Z1)	0,4129
Tempo Médio da Amostra (min)	433,1	-	-
Índice de Advertências Atual (%)	2,0	P (0 < Z < Z3)	0,4800
Novo Tempo Padrão para tolerância simétrica (min)	433,1	Z3	2,0600
Tolerância (min)	10,0	TP	443,1
Novo Limite Inferior (min)	423,0	-	-
Novo Limite Superior (min)	443,1	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Para a empresa A, a tolerância para um índice de advertência em 2% passa a ser de 10 minutos, conforme apurado.

5.1.4.2 Empresa B

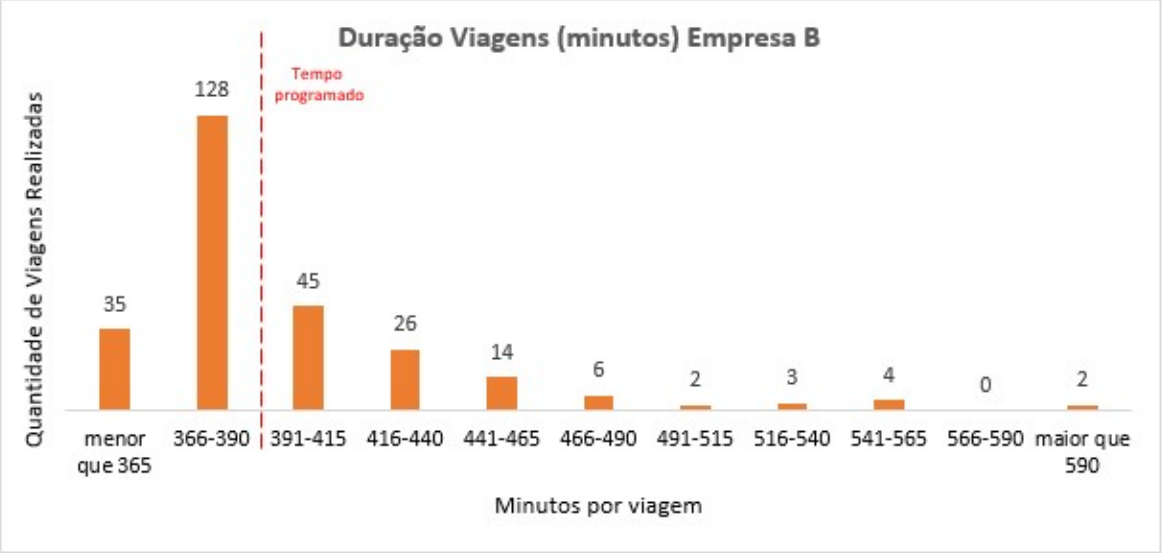
Os dados apurados da Empresa B encontram-se nas Tabelas 24 a 28 e Gráfico 21.

Tabela 24 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso – rodoviário B

Tempo total de viagem realizada	Nº de ocorrências	% do total de ocorrências
< 365	35	13,2%
366-390	128	48,3%
391-415	45	17,0%
416-440	26	9,8%
441-465	14	5,3%
466-490	6	2,3%
491-515	2	0,8%
516-540	3	1,1%
541-565	4	1,5%
566-590	0	0,0%
> 590	2	0,8%

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Gráfico 21 – Análise do Transporte Rodoviário RJ-SP em janeiro de 2020 Empresa B



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Tabela 25 – Índice de advertência nas viagens estudadas – rodoviário B

Advertência:	tolerância de +/- 30 min
Índice de advertências:	49,8 %

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 26 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário B

Faixa	Valor Médio (T_i)	Nº de Viagens (N_i)	T_i x N_i	$Ni(T_i-T_m)^2$	Transformada $Z= T-T_M/D$
< 365	359,4	35	12580	53229,113	-0,872431274
366-390	378,0	128	48384	53406,52	-0,456964839
391-415	403,0	45	18135	941,29555	0,102316901
416-440	428,0	26	11128	22739,52	0,66159864
441-465	453,0	14	6342	41695,866	1,22088038
466-490	478,0	6	2868	37991,732	1,780162119
491-515	503,0	2	1006	21871,269	2,339443859
516-540	528,0	3	1584	50367,942	2,898725598
541-565	553,0	4	2212	95571,973	3,458007337
566-590	578,0	0	0	0	4,017289077
> 590	672,0	2	1344	149685,01	6,120188417

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 27 – Indicadores de concentração e de dispersão – rodoviário B

Variável	Resultado	Descrição
TM	398,4	Tempo Médio
Variância	1998,1	-
Desvio-Padrão	44,70	-
T	390	Tempo Programado
Tolerância	30,0	Minutos
LI	359,0	Limite Inferior
LS	421,0	Limite Superior

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 28 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário B

Variável	Resultado	Fatores da Curva Normal Reduzida	
Índice de Adiantamento (%)	18,9	Z1	-0,882018961
		P (0 < Z < Z1)	0,3106
		P (Z < Z1)	0,1894
Índice de Atraso (%)	30,9	Z2	0,504999753
		P (0 < Z < Z1)	0,1915
		P (Z < Z1)	0,3085
Tempo Médio da Amostra (min)	398,4	-	-
Índice de Advertências Atual (%)	2,0	P (0 < Z < Z3)	0,4800
Novo Tempo Padrão para tolerância simétrica (min)	398,4	Z3	2,0600
Tolerância (min)	8,2	TP	406,7
Novo Limite Inferior (min)	390,2	-	-
Novo Limite Superior (min)	407	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Para a empresa B, a nova tolerância ao atraso passa a ser de 8,2 minutos em um índice de advertências de 2%.

5.1.4.3 Empresa C

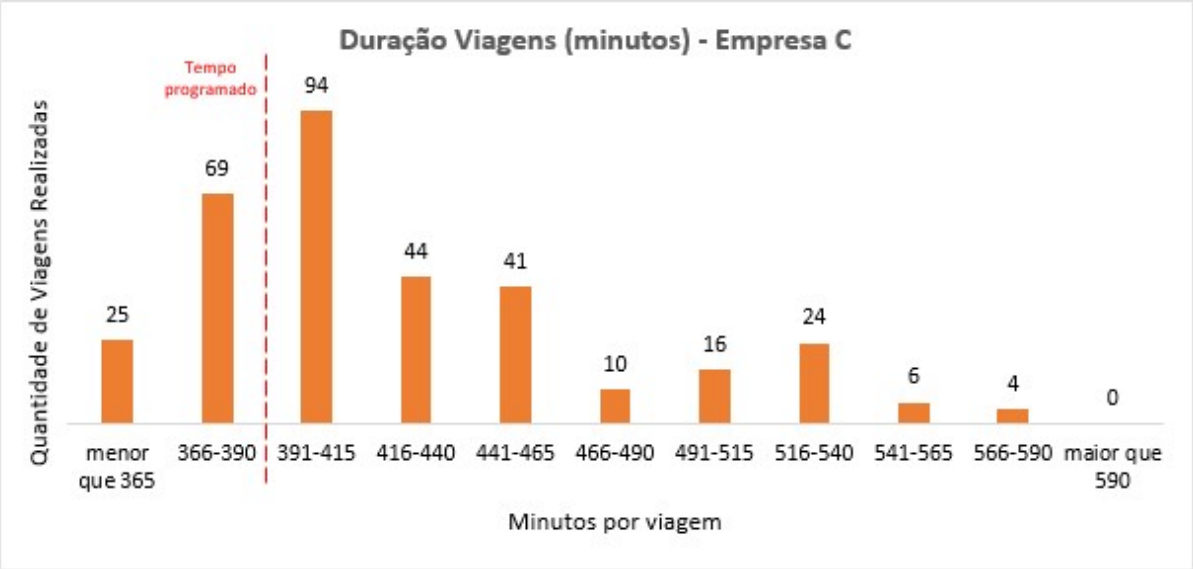
Os dados apurados da Empresa C encontram-se nas Tabelas 29 a 33 e Gráfico 22.

Tabela 29 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso – rodoviário C

Tempo total de viagem realizada	Nº de ocorrências	% do total de ocorrências
< 365	25	7,5%
366-390	69	20,7%
391-415	94	28,2%
416-440	44	13,2%
441-465	41	12,3%
466-490	10	3,0%
491-515	16	4,8%
516-540	24	7,2%
541-565	6	1,8%
566-590	4	1,2%
> 590	0	0,0%

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Gráfico 22 – Análise do Transporte Rodoviário RJ-SP em janeiro de 2020 Empresa C



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Tabela 30 – Índice de advertência nas viagens estudadas – rodoviário C

Advertência:	tolerância de +/- 30 min
Índice de advertências:	57,2 %

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 31 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário C

Faixa	Valor Médio (T_i)	Nº de Viagens (N_i)	T_i x N_i	$Ni(T_i-T_m)^2$	Transformada $Z= T-T_M/D$
< 365	360,1	25	9003	105011,42	-1,239511995
366-390	378,0	69	26082	151973,35	-0,897556184
391-415	403,0	94	37882	45210,779	-0,419430049
416-440	428,0	44	18832	414,44414	0,058696085
441-465	453,0	41	18573	32302,778	0,53682222
466-490	478,0	10	4780	28163,261	1,014948354
491-515	503,0	16	8048	97516,473	1,493074488
516-540	528,0	24	12672	254957,59	1,971200623
541-565	553,0	6	3318	98410,119	2,449326757
566-590	578,0	4	2312	93720,56	2,927452891
> 590	0,0	0	0	0	-8,126823335

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 32 – Indicadores de concentração e de dispersão – rodoviário C

Variável	Resultado	Descrição
TM	424,9	Tempo Médio
Variância	2734,0	-
Desvio-Padrão	52,29	-
T	390	Tempo Programado
Tolerância	30,0	Minutos
LI	359,0	Limite Inferior
LS	421,0	Limite Superior

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 33 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário C

Variável	Resultado	Fatores da Curva Normal Reduzida	
Índice de Adiantamento (%)	10,38	Z1	-1,260932046
		P (0 < Z < Z1)	0,3962
		P (Z < Z1)	0,1038
Índice de Atraso (%)	46,81	Z2	-0,075179232
		P (0 < Z < Z1)	0,0319
		P (Z < Z1)	0,4681
Tempo Médio da Amostra (min)	424,9	-	-
Índice de Advertências Atual (%)	2,0	P (0 < Z < Z3)	0,4800
Novo Tempo Padrão para tolerância simétrica (min)	424,9	Z3	2,0600
Tolerância (min)	9,6	TP	434,6
Novo Limite Inferior (min)	415,3	-	-
Novo Limite Superior (min)	434,6	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A tolerância ao atraso para a empresa C passa a ser de 9,6 minutos para um índice de advertências de 2%.

5.1.4.4 Empresa D

Os dados apurados na Empresa D encontram-se nas Tabelas 34 a 38 e Gráfico 23.

Tabela 34 – Quantidade de viagens realizadas por tempo de percurso – rodoviário D

Tempo total de viagem realizada	Nº de ocorrências	% do total de ocorrências
< 365	14	35,0%
366-390	21	52,5%
391-415	3	7,5%
416-440	1	2,5%
441-465	0	0,0%
466-490	0	0,0%

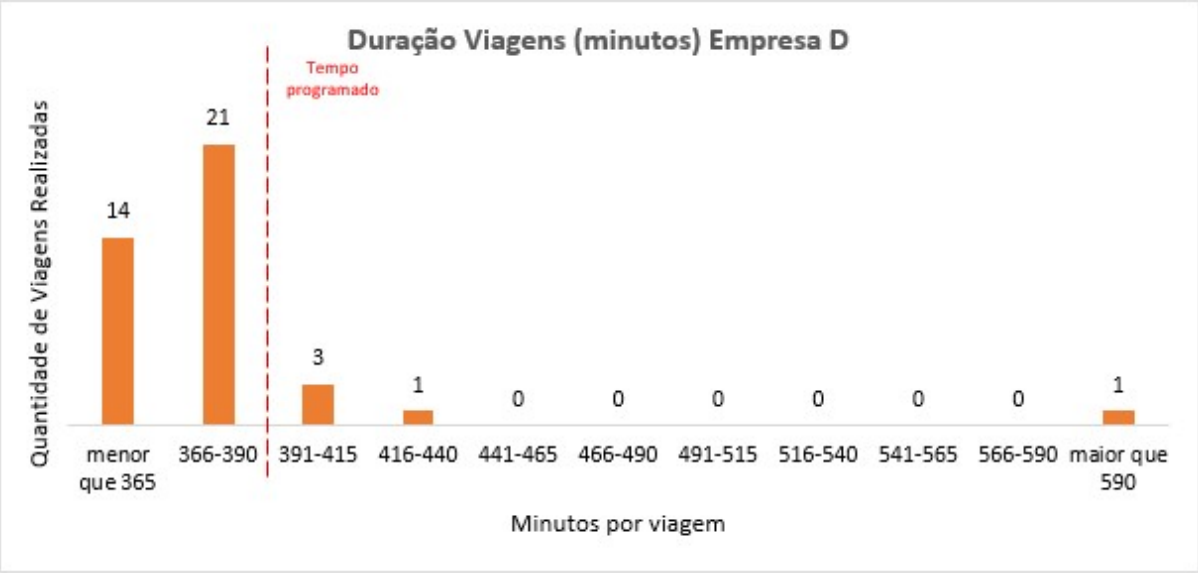
(Continua)

(Conclusão)

Tempo total de viagem realizada	Nº de ocorrências	% do total de ocorrências
491-515	0	0,0%
516-540	0	0,0%
541-565	0	0,0%
566-590	0	0,0%
> 590	1	2,5%

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Gráfico 23 – Análise do Transporte Rodoviário RJ-SP em janeiro de 2020 Empresa D



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Tabela 35 – Índice de advertência nas viagens estudadas – rodoviário D

Advertência:	tolerância de +/- 30 min
Índice de advertências:	47,9 %

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 36 – Cálculos auxiliares para os fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário D

Faixa	Valor Médio (T_i)	Nº de Viagens (N_i)	T_i x N_i	$Ni(T_i-T_m)^2$	Transformada $Z= T-T_M/D$
< 365	358,6	14	5020	6747,4302	-0,514858864
366-390	378,0	21	7938	133,88812	-0,059216726
391-415	403,0	3	1209	1515,3769	0,527087495
416-440	428,0	1	428	2253,8756	1,113391716
441-465	453,0	0	0	0	1,699695937
466-490	478,0	0	0	0	2,286000158
491-515	503,0	0	0	0	2,872304379
516-540	528,0	0	0	0	3,4586086
541-565	553,0	0	0	0	4,04491282
566-590	578,0	0	0	0	4,631217041
> 590	626,0	1	626	60257,976	5,756921146

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 37– Indicadores de concentração e de dispersão – rodoviário D

Variável	Resultado	Descrição
TM	380,5	Tempo Médio
Variância	1818,2	-
Desvio-Padrão	42,64	-
T	390	Tempo Programado
Tolerância	30,0	Minutos
LI	359,0	Limite Inferior
LS	421,0	Limite Superior

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 38 – Fatores da curva normal reduzida para a amostra – rodoviário D

Variável	Resultado	Fatores da Curva Normal Reduzida	
Índice de Adiantamento (%)	30,85	Z1	-0,504807934
		P (0 < Z < Z1)	0,1915
		P (Z < Z1)	0,3085
Índice de Atraso (%)	17,11	Z2	0,949226534
		P (0 < Z < Z1)	0,3289
		P (Z < Z1)	0,1711

(Continua)

(Conclusão)

Variável	Resultado	Fatores da Curva Normal Reduzida	
Tempo Médio da Amostra (min)	380,5	-	-
Índice de Advertências Atual (%)	2,0	P (0 < Z < Z3)	0,4800
Novo Tempo Padrão para tolerância simétrica (min)	380,5	Z3	2,0600
Tolerância (min)	7,9	TP	388,4
Novo Limite Inferior (min)	372,7	-	-
Novo Limite Superior (min)	388,4	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Para a empresa D, a tolerância ao atraso passaria a ser de 7,9 minutos quando adotado o valor de 2% como índice de advertências.

5.1.4.5 Comparativo

O grupo de trabalho optou por adotar a tolerância máxima de advertências como 2% para todas as operações, comparar os diversos modais através desse indicador padronizado e, assim, encontrar os valores estatísticos que correspondem aos limites inferior e superior de duração de viagens realizadas para determinar qual seria o tempo de tolerância aceitável para manter o índice de advertências controlado em 2%.

Ao comparar todos os modais estudados em relação ao índice de advertências adotado (Tabela 39), encontramos que a tolerância para as operações aéreas está em 12,2 minutos de atraso, e os modais rodoviário e ferroviário apresentaram tolerância próxima a esse valor, a saber, entre 7,9 minutos e 12,5 minutos, indicando que, se adotado um índice de advertências de 2%, o padrão adotado pela Agência Nacional de Aviação Civil pode ser replicado para o modal Rodoviário de passageiros como definição de viagens pontuais ou impontuais, e com isso estabelecer um critério claro sobre a pontualidade das viagens rodoviárias na perspectiva do cliente e da agência reguladora em todas as viagens realizadas no país. O nome do indicador proposto pelo grupo foi definido como “Chegada15”.

Tabela 39 – Comparativo estatístico entre modais

	MODAIS			MODAL RODOVIÁRIO PASSAGEIROS			
	AÉREO	**FERROVIÁRIO**	**METRÔ**	**RJ-SP EMPRESA A**	**RJ-SP EMPRESA B**	**RJ-SP EMPRESA C**	**RJ-SP EMPRESA D**
TM (tempo médio em minutos)	54,1	81,8	26,93	433,1	398,4	424,9	380,5
Variância	35,3	36,7	0,14	2967,6	1998,1	2734	1818,2
DesvPad	5,95	6,06	0,37	54,48	44,70	52,29	42,64
T (Tempo Programado em minutos)	60	78	27,5	390	390	390	390
Tolerância (minutos)	15,0	5,0	1,0	30	30	30	30
LI (minutos)	44,0	72,0	26,4	359	359	359	359
LS (minutos)	76,0	84,0	28,6	421	421	421	421
I. Adiantamento	4,46%	5,26%	7,78%	9,00%	19,00%	10,00%	31,00%
I. Atraso	0,01%	35,94%	0,00%	41,00%	31,00%	47,00%	17,00%
Tempo Médio da Amostra (minutos)	54,1	81,8	26,9	433,1	398,4	424,9	380,5
Nova tolerância para índice de advertências em 2%							
Novo tempo padrão para tolerância simétrica (minutos)	54,1	81,8	26,9	443	407	435	388
Tolerância (minutos)	12,2	12,5	0,8	10,1	8,2	9,6	7,9
Novo LI (minutos)	42	69	26,16	423	390	415	373
Novo LS (minutos)	66	94	27,70	443	407	435	388
Grau de eficiência	96,0%	96,0%	96,0%	96,0%	96,0%	96,0%	96,0%
Nível de tolerância do cliente vs TM	22,64%	15,25%	2,85%	2,32%	2,07%	2,27%	2,07%
Nível de tolerância do cliente vs T	20,41%	16,00%	2,80%	2,58%	2,11%	2,47%	2,02%

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

5.2 Análise de Viabilidade

5.2.1 Viabilidade técnica

Conclui-se que o nível de tolerância ao atraso de um cliente do modal aéreo em relação ao tempo programado para o trecho Rio de Janeiro – São Paulo é de 20,4%, enquanto a empresa pode executar os tempos de viagem com um índice de advertência de 2,0% para o período estudado. Isto se deve ao fato de que as viagens aéreas desse trecho possuem duração de 60 minutos *versus* 390 minutos de duração do mesmo trecho para o modal rodoviário. Se extrapolada a mesma taxa de tolerância ao atraso para os passageiros rodoviários, será encontrada uma tolerância ao atraso na casa de 78 minutos, o que não condiz com a pesquisa realizada com os clientes, em que 34% deles consideram como tolerável um atraso de até 15 minutos, outros 34% um atraso de até 30 minutos, e 27% um atraso de até 60 minutos, enquanto um percentual de apenas 4% considera como tolerável um atraso superior a 1 hora.

Sob o aspecto técnico, trazer o modal rodoviário para um índice de advertência de 2% equivale a trazer a experiência do cliente equiparada aproximadamente com a tolerância ao atraso do modal metroviário, a saber, de 2,8% em viagens programadas a serem executadas com 27,5 minutos, o que indica um possível aumento substancial nos custos de manutenção e disponibilidade de frota para a empresa rodoviária. Com o índice de advertência em 2% para o modal rodoviário, a tolerância média ao atraso está em 9 minutos com um tempo médio programado de viagem de 418 minutos. Isto significa adicionar 28 minutos no tempo total esperado da viagem em relação aos atuais 390 minutos, o que, somado à tolerância ao atraso, resulta em 37 minutos.

Dado que o grupo de trabalho encontrou a necessidade de reajustar o tempo programado de viagens rodoviárias para o tempo médio da amostra, torna-se possível atender ao requisito de índice de advertência em 2% e tempo de tolerância ao atraso em 15 minutos, se replicado o padrão aéreo de 15 minutos de atraso aceitável.

5.2.2 Viabilidade operacional, estratégica e financeira

Julgou-se serem desnecessárias, pois as soluções apresentadas não interferem em nenhuma das atividades relacionadas, mostrando-se, portanto, viáveis nos três requisitos.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Na finalidade de disponibilizar um indicador claro para medição de pontualidade do modal rodoviário de passageiros e assim possíveis *rankings* nacionais para os departamentos de inteligência em vendas e análise operacional das empresas, o trabalho buscou comparar os dados realizados de viagens do trecho Rio de Janeiro a São Paulo de 4 empresas rodoviárias com os dados de uma empresa aérea, uma empresa metroviária e outra empresa ferroviária. O modal aéreo foi escolhido como referência por ser entendido pelo grupo como um dos ramos de transporte que mais demonstra controle e regras internacionalmente conhecidas para medição de pontualidade.

A percepção de clientes foi pesquisada e encontrou que a grande maioria das pessoas tolera atrasos de até 1 hora, em que o atraso é percebido sob a perspectiva da chegada ao destino, corroborando o padrão da indústria aérea em considerar o atraso de chegada como padrão de referência. Já a análise estatística demonstrou que para as empresas rodoviárias estudadas atingirem o índice de advertências próximo ao do modal aéreo, é necessário reprogramar os tempos esperados de viagem considerando a curva da normal reduzida e, com isso, trabalhar com aproximadamente 10 minutos de tolerância para a duração total da viagem, sendo perfeitamente possível atender à padronização de 15 minutos como tolerância ao atraso no modal rodoviário.

A partir desse indicador de pontualidade proposto como “Chegada15” ao modal rodoviário, passa a ser possível comparar a *performance* operacional entre empresas, divulgar a confiabilidade nos tempos programados e ofertados no país e aproximar a experiência dos clientes à experiência do transporte aéreo no quesito pontualidade e programação de suas atividades na origem e no destino.

Recomenda-se para estudos futuros aprofundar a análise considerando todas as viagens rodoviárias realizadas no Brasil nos últimos 2 anos para eliminar efeitos pontuais dos dados e realizar testes de robustez ao modelo, validando a proposta de indicador, o que, no entendimento do grupo, serve de subsídio teórico para a ANTT incluir esse critério em regras de concessão e de qualidade do serviço prestado à sociedade pelas empresas de transporte rodoviário no país.

REFERÊNCIAS

ABEAR. Dados e Fatos. 2021. Disponível em: https://www.abear.com.br/imprensa/dados-e-fatos/. Acesso em: 14 abr. 2021.

AENFER. **Breve história da EFCB.** 2021. Disponível em: http://www.ferrovias.com.br/portal/quem-somos/historia-da-ferrovia/. Acesso em: 31 mar. 2021.

ÁGUIA BRANCA. Águia Branca, 2021. **Quem somos.** Disponível em: https://www.aguiabranca.com.br/quem-somos. Acesso em: 19 abr. 2021.

ALMQUIST, Eric; SENIOR, John; BLOCH, Nicolas. The Elements of Value**. Harvard Business Review**, p. 46-53, set. 2016.

ANAC. **Atrasos, Cancelamentos, Preterição e Assistência Material**. 2020. Disponível em: https://www.anac.gov.br/acesso-a-informacao/perguntas-frequentes/passageiros/atrasos-cancelamentos-pretericao-e-assistencia-material. Acesso em: 15 abr. 2021.

ANPTRILHOS. **O setor**: dados do setor 2019. Disponível em: https://anptrilhos.org.br/o-setor/. Acesso em: 31 mar. 2021.

ANTF. **Informações do Setor:** Histórico. 2021. Disponível em: https://www.antf.org.br/historico/. Acesso em: 31 mar. 2021.

BONILLA, Jose A. **Qualidade total na agricultura:** fundamentos e aplicações. Belo Horizonte: Secretaria de Agricultura, 1994.

CASTRO, Claudio de Moura. **A prática da pesquisa**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

CCR METRÔ BAHIA. Metrô Bahia, 2021. **Quem somos**. 2021. Disponível em: https://www.ccrmetrobahia.com.br/institucional/quem-somos/. Acesso em: 19 abr. 2021.

CHECKMYBUS. CheckMyBus Blog, 2021. **Os direitos dos passageiros:** atrasos e cancelamentos. Disponível em: https://blog.checkmybus.com.br/direitos-dos-passageiros/atrasos-e-cancelamentos. Acesso em: 12 abr. 2021.

CIRIUM. **On-Time performance report:** about the Cirium On-Time Performance Review. 2021. Disponível em: https://www.cirium.com/studios/reports/on-time-performance/ Acesso em: 14 abr. 2021.

CIRIUM. **On-time performance review 2019**. CIRIUM, 2020. Disponível em: https://cirium.lookbookhq.com/on-time-performance/the-on-time-performa-9. Acesso em: 14 abr. 2021.

CNT. **CNT do Transporte.** Evolução da quantidade de passageiros transportados por mês no sistema de ônibus urbano – 1995-2019. 2020. Disponível em:

https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2020/Rodoviario/1-5-1-/Transporte-p%C3%BAblico-urbano. Acesso em: 31 mar. 2021.

CNTTL. **Modal Aéreo:** história do setor de aviação no Brasil. 2021. Disponível em: https://cnttl.org.br/modal-aereo. Acesso em: 19 abr. 2021.

COOK, Andrew; TANNER, Graham. **European airline delay cost reference values**: Updated and extended values. Version 4.1. Westminster: University of Westminster, 2015. Disponível em: https://westminsterresearch.westminster.ac.uk/download/4f36e280555fa19735237e067f8ea1b5bc14343273e062dc9a4769002ab256fa/1664611/European%20airline%20delay%20cost%20reference%20values%20-%20updated%20and%20extended%20values%20%28V4.1%29.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

DE PAULA, Dilma Andrade. 154 Anos de ferrovias no Brasil: para onde caminha esse trem? **História Revista**, Goiânia, n. 13, p. 45-69, 2008.

EUROCONTROL. **CODA Digest**: All-causes delay and cancellations to air transport in Europe. Q2 2019. EUROCONTROL, 2019. Disponível em: https://www.eurocontrol.int/archive_download/all/node/11714. Acesso em: 12 abr. 2021.

FERREIRA, Paulo. **Gestão de operações e logística empresarial.** Grupo IBMEC Educacional. São Paulo. 2011.

FNQ. **#14: Benchmarking.** FNQ, 2015. p. 27. Disponível em: https://prod.fnq.org.br/comunidade/wp-content/uploads/2018/12/n_14_benchmarking_fnq.pdf. Acesso em: 26 abr. 2021.

FREITAS, A.; REIS FILHO, C.; RODRIGUES, F. **Avaliação da qualidade do transporte rodoviário intermunicipal de passageiros:** uma abordagem exploratória**.** Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET, 2011. Disponível em: https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/376. Acesso em: 12 abr. 2021.

G1. Ônibus atrasa e grupo fica 13 horas esperando por embarque na rodoviária de Palmas. **G1 Tocantins,** 2019. Disponível em: https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2019/12/28/onibus-atrasa-e-grupo-fica-13-horas-esperando-por-embarque-na-rodoviaria-de-palmas.ghtml. Acesso em: 12 abr. 2021.

GOUVEIA, Rosimar. **Toda Matéria,** 2021a. **Média, Moda e Mediana**. Disponível em: https://www.todamateria.com.br/media-moda-e-mediana/. Acesso em: 26 abr. 2021.

GOUVEIA, Rosimar. **Toda Matéria,** 2021b. **Medidas de dispersão.** Disponível em: https://www.todamateria.com.br/media-moda-e-mediana/. Acesso em: 26 abr. 2021.

GRANT, Eugene Lodewick; LEAVENWORTH, Richard S. **Statistical Quality Control.** 5 ed. New York: McGraw-Hill, 1980.

GUEDES, Terezinha Aparecida; MARTINS, Ana Beatriz Tozzo; ACORSI, Clédina Regina Lonardan; JANEIRO, Vanderley. **Estatística Descritiva.** USP. 2005. p. 49. Disponível em: https://www.ime.usp.br/~rvicente/Guedes_etal_Estatistica_Descritiva.pdf. Acesso em: 26 abr. 2021.

IATA. 2019. Disponível em: https://www.iata.org/.

INBEC. **Conheça a história da construção do Metro de São Paulo**. 2020. Disponível em: https://inbec.com.br/blog/conheca-historia-construcao-metro-sao-paulo. Acesso em: 31 mar. 2021.

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin. **Administração de marketing.** 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

LATAM. **AirBus A320-200**. 2001b.Disponível em: https://www.latam.com/vamos/pt_br/artigos/lista-latam/curiosidades-a320-da-latam/

LATAM. Latam Airline Group, 2021a. **Informações sobre a companhia**. Disponível em: http://www.latamairlinesgroup.net/pt-pt/corporate-profile. Acesso em: 19 abr. 2021.

MANCINI, Marcelo Tadeu; DUARTE, Ronaldo Lasmar; ANDRADE, Carlos Eduardo Sanches. **Melhoria da experiência do cliente através da medição de passageiros impactados por atrasos.** Rio de Janeiro: AEAMESP, 2019. p. 18. Disponível em: http://www.aeamesp.org.br/blog/t66-melhoria-da-experiencia-cliente-atraves-da-medicao-de-passageiros-impactados-por-atrasos-marcelo-mancini-metro-rio/. Acesso em: 31 mar. 2021.

METRÔ. **Atos da Companhia do Metropolitano de São Paulo** – Metrô. São Paulo: Metrô, 1968. p. 18. Disponível em: http://www.metro.sp.gov.br/metro/institucional/pdf/legislacao-transporte/legislacao-metro-sao-paulo-05.pdf. Acesso em: 31 mar. 2021.

METRÔ. Metrô SP, 2011. **Relatório de Sustentabilidade 2011**: Metrô de São Paulo – Perfil. Disponível em: http://www.metro.sp.gov.br/relatoriodesustentabilidade-2011/cap-01/index.aspx. Acesso em: 31 mar. 2021.

MIGALHAS**. PASSAGEIRO será indenizado por atraso em viagem de ônibus.** 2018. Disponível em: https://www.migalhas.com.br/quentes/285352/passageiro-sera-indenizado-por-atraso-em-viagem-de-onibus. Acesso em: 11 abr. 2021.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. Departamento de Aviação Civil. **Cálculo dos índices de regularidade, de pontualidade e de eficiência operacional,** IAC 1502-0699. 1999. 8 p.

OAG. **PUNCTUALITY League**, 2020. Disponível em: https://www.oag.com/hubfs/Free_Reports/punctuality-league-2020/Punctuality-League-2020.pdf?hsCtaTracking=d4d491b9-f50b-4c08-8c16-0f2e5afb70bb%7C1f7415ab-aca0-45d2-9463-2f0db6b5f165. Acesso em: 14 abr. 2021.

OAG. **PUNCTUALITY League**. 2019. Disponível em: https://www.oag.com/hubfs/Free_Reports/Punctuality_League/2019/Punctuality%20League%202019%20Single%20Pages.pdf?hsCtaTracking=a972b63a-0e87-42f2-b38c-4403da7486e4%7Cfc63da32-5d0b-4e5d-82a8-81d1e0dca737. Acesso em: 14 abr. 2021.

OLIVEIRA, Junia. Saiba como agir em caso de transtornos durante a viagem de ônibus. **Jornal Estado de Minas**, 21 jan. 2019. Gerais. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/21/interna_gerais,1023042/saiba-como-agir-em-caso-de-transtornos-durante-a-viagem-de-onibus.shtml. Acesso em: 12 abr. 2021.

PIMENTA, Guilherme. 'Descaso', reclama passageira da Buser sobre atraso de 4h em viagem de Cabo Frio (RJ) para BH. **G1 Minas Gerais,** 05 jan. 2021. Disponível em: https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2021/01/05/descaso-reclama-passageira-da-buser-sobre-atraso-de-4h-em-viagem-de-cabo-frio-rj-para-bh.ghtml. Acesso em: 12 abr. 2021.

PLENA TRANSPORTES. **Site da Plena Transportes**, 2021. Home. Disponível em: http://www.plenatransportes.com.br/?pp=false. Acesso em: 19 abr. 2021.

RADOMYSLER, Guilherme. **A qualidade no sistema de transporte coletivo urbano rodoviário**: o caso de São Paulo. São Paulo: Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP, 2015. Disponível em: http://pro.poli.usp.br/trabalho-de-formatura/a-qualidade-no-sistema-de-transporte-coletivo-urbano-rodoviario-o-caso-de-sao-paulo/. Acesso em: 12 de abril de 2021.

REVISTA DO ÔNIBUS**. CHUVA alaga ruas e avenidas em cidades do Sul de Minas e atrasa viagens de ônibus**. 2020. Disponível em: https://revistadoonibus.com/2020/01/02/chuva-alaga-ruas-e-avenidas-em-cidades-do-sul-de-minas-e-atrasa-viagens-de-onibus/. Acesso em 09 abr. 2021.

SILVA, Ayrton Camargo. **Diário do Transporte,** 2018. História: o metrô antes do Metrô. Disponível em: https://diariodotransporte.com.br/2018/06/17/historia-o-metro-antes-do-metro/. Acesso em: 31 mar. 2021.

SILVEIRA, Márcio Rogério. Transporte e logística: as ferrovias no Brasil. **Revista GEOSUL,** Florianópolis, v. 17, n. 34, p. 63-86, 2002.

SOMMER, W.A. **Avaliação da Qualidade.** Apostila da disciplina de Avaliação da Qualidade. Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

TALVIK, Luiz Fernando de Figueiredo. **Modelo de Concessão Ferroviário:** uma análise do impacto no desenvolvimento pós-desestastização. 2014. 51 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

TEDESCO, G.; KNEIB, E.; RADEL, E. Racionalização de redes de transporte rodoviário de passageiros – um estudo aplicado ao transporte intermunicipal. Curitiba: XXVIII **Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes** – ANPET, 2014. Disponível em: http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es/produccion/articulos-cientificos/2014-1/875-racionalizacao-de-redes-de-transporte-rodoviario-de-

passageiros-um-estudo-aplicado-ao-transporte-intermunicipal/file. Acesso em: 12 abr. 2021.

VALE. **Estrada de Ferro Vitória a Minas completa 111 anos sobre os trilhos.** 2015. Disponível em: http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/estrada-ferro-vitoria-minas-completa-111-anos-sobre-trilhos.aspx. Acesso em: 19 abr. 2021.

VALE. **Locomotiva da Vale.** 2021. Disponível em: http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/Passenger-Train-Vitoria-Minas/Documents/Novo-EFVM/assets/img/thumbs-wallpaper/EFVM_wallpaper_03.jpg

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZEIHAML, Valarie. Consumer Perceptions of Price, Quality, and Value: A Means-End Model and Systhesis of Evidence. **Journal of Marketing**, n. 52, p. 2-22, 1988.

APÊNDICE A – Tabela Normal Reduzida

Z	-	0,0100	0,0200	0,0300	0,0400	0,0500	0,0600	0,0700	0,0800	0,0900
-	-	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1000	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2000	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3000	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4000	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5000	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6000	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7000	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8000	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9000	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0000	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1000	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2000	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3000	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4000	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5000	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6000	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7000	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8000	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9000	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0000	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1000	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2000	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3000	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4000	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5000	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6000	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7000	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8000	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9000	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0000	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990
3,1000	0,4990	0,4991	0,4991	0,4991	0,4992	0,4992	0,4992	0,4992	0,4993	0,4993
3,2000	0,4993	0,4993	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4995	0,4995	0,4995
3,3000	0,4995	0,4995	0,4995	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4997
3,4000	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4998
3,5000	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998
3,6000	0,4998	0,4998	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,7000	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,8000	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999