



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES**

ROMÁRIO ANDERSON GUERREIRO MAIA

**LEVANTAMENTO DE INDICADORES NO TRANSPORTE METROVIÁRIO E
APLICAÇÃO NA ÁREA DE OPERAÇÃO DA LINHA SUL DO METRÔ DE
FORTALEZA**

FORTALEZA-CE

2018

ROMÁRIO ANDERSON GUERREIRO MAIA

**LEVANTAMENTO DE INDICADORES NO TRANSPORTE METROVIÁRIO E
APLICAÇÃO NA ÁREA DE OPERAÇÃO DA LINHA SUL DO METRÔ DE
FORTALEZA**

Monografia submetida à Coordenação do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de engenheiro civil.

Orientador: Eng. Manoel Francisco dos Santos
Guimarães

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M1881 Maia, Romário Anderson Guerreiro.

Levantamento de indicadores no transporte metroviário e aplicação na área de operação da linha sul do metrô de Fortaleza / Romário Anderson Guerreiro Maia. – 2018.
76 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Manoel Francisco dos Santos Guimarães.

1. Indicadores de qualidade. 2. Metrô de Fortaleza. 3. Linha Sul. I. Título.

CDD 620

ROMÁRIO ANDERSON GUERREIRO MAIA

LEVANTAMENTO DE INDICADORES NO TRANSPORTE METROVIÁRIO E
APLICAÇÃO NA ÁREA DE OPERAÇÃO DA LINHA SUL DO METRÔ DE
FORTALEZA

Monografia submetida à Coordenação do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de engenheiro civil.

Orientador: Eng. Manoel Francisco dos Santos Guimaraes

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Eng. Manoel Francisco dos Santos Guimaraes (Orientador)
Gerente de Material Rodante e Oficinas (METROFOR)

Prof. Dr. Mário Ângelo Nunes de Azevedo Filho (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Me. José Nauri Cazuza de Sousa Júnior (avaliador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, saúde, paz e todas as conquistas realizadas que provêm de sua existência.

Agradeço imensamente ao meu orientador Manoel Guimarães e ao professor Mário Azevedo por aceitarem me ajudar nesse trabalho de conclusão de curso, mesmo sabendo do tempo reduzido que teríamos para realizar as atividades previstas.

Aos meus pais e heróis, que, com todas as dificuldades, sempre fizeram tudo o possível para que eu aqui estivesse, concluindo o curso que sempre quis. Sempre batalharam, conseguindo dinheiro para suprir todas as minhas necessidades e não desanimaram nos momentos mais difíceis. Obrigado por toda a cobrança e acompanhamento ao longo desse período tão importante.

A minha segunda família, meus tios Antônio Belmino e Sandra Belmino, sem os quais eu não haveria nem começado o curso. A eles, eu devo toda essa temporada da minha vida e não posso deixar de reconhecer e citar as diversas coisas boas que fizeram e continuam fazendo por mim. Assim como meus primos Rodolfo Belmino e Lucas Belmino, companheiros de apartamento durante esses anos.

Ao meu grande amor, Lorrânia dos Santos, que me incentivou e me ajudou de diversas formas. Obrigado por todos os momentos ao seu lado que fizeram ser menos penoso esse período cheio de dificuldades.

A todos os colegas da turma de graduação e em especial aos mais próximos: Victor Porto, José Raimundo, Renan Muniz, Everton Santiago, Jonas Sampaio, Davi Braga e Paulo Eduardo. Todos me ajudaram de alguma maneira.

RESUMO

Nos últimos anos, no Brasil, a questão da mobilidade urbana tem ganhado crescente espaço, à medida que se reconhece cada vez mais a sua destacada relevância. O modal de transporte de passageiros sobre trilhos, por seu caráter estruturante do território, pela confiabilidade e grande capacidade de transporte que proporciona, pode contribuir para a melhoria da acessibilidade, mobilidade e da qualidade de vida das populações dos aglomerados urbanos. No estado do Ceará, o transporte de passageiros sobre trilhos é de responsabilidade do Metrofor. A Linha Sul de Fortaleza é a linha do Metrofor com maior relevância, tanto operacional, quanto em investimentos, atualmente. Dessa forma, esta pesquisa teve como primeiro objetivo fazer um levantamento de indicadores de qualidade adequados à Linha Sul do Metrô de Fortaleza, por esta ser a linha de maior expressão no conjunto metroferroviário da região metropolitana, no cenário atual. Após consulta bibliográfica, é realizado um aprimoramento dos indicadores que mais se adequam ao sistema da Linha Sul, os quais foram adaptados conforme operação própria do metrô de Fortaleza e foram escolhidos vinte indicadores que se dividem em seis áreas. Dentre as seis áreas levantadas, escolheu-se a área de Operação para desenvolver método próprio de cálculo, a fim de medir o nível de serviço da operação comercial da Linha Sul. O passo seguinte foi levantar dados referentes à área de operação da Linha Sul (no período de Outubro de 2017 a Fevereiro de 2018) e aplicar os indicadores levantados na pesquisa, na referida área. As principais conclusões são de que em relação ao *transit time*, a operação se comporta de maneira eficiente, com nota TTP sendo 10,00. Em relação ao HWP (*headway*) a nota foi de 6,67 e em relação ao RTD (regularidade do dia) a nota foi de 8,33. O IGOP, índice geral da operação, ficou sendo 8,41. Utilizando-se como parâmetro tabela retirada de estudo que descreve processo semelhante de avaliação para o sistema de VLT de Goiás, esta nota de operação ficaria caracterizada como “Penalização com fator de redução de 0,8” em caso de repasse de verba do Estado a alguma empresa gestora (caso do estudo do VLT de Goiás).

Palavras-chave: Indicadores de qualidade. Metrô de Fortaleza. Linha Sul.

ABSTRACT

In recent years, in Brazil, the issue of urban mobility has gained increasing space, as its importance is increasingly recognized. The mode of transport of passengers on rails, due to its structural character of the territory, for the reliability and great capacity of transport that it provides, can contribute to the improvement of the accessibility, mobility and the quality of life of the populations of the urban agglomerations. In the state of Ceará, the transportation of passengers on rails is the responsibility of Metrofor. The “Linha Sul”, in Fortaleza, is the Metrofor line with greater relevance, both operational and investments. Thus, this research had as its first objective to make a survey of quality indicators adequate to the South Line of the Fortaleza’s subway, because this is the line of greatest expression in the metroferroviário set of the metropolitan region, currently. After a bibliographical consultation, an improvement is made on the indicators that are most appropriate to the South Line system, which were adapted according to the own operation of the Fortaleza’s subway and twenty indicators were chosen and divided into six areas. Among the six areas surveyed, the Operation area was chosen to develop its own method of calculation, in order to measure the service level of the South Line commercial operation. The next step was to collect data referring to the South Line operating area (in the period from October 2017 to February 2018) and apply the indicators raised in the research, in that area. The main conclusions are that in relation to transit time, the operation behaves efficiently, with a TTP note being 10.00. In relation to the HWP (headway) the grade was 6.67 and in relation to the RTD (regularity of the day) the grade was 8.33. The IGOP, the general index of the operation, was 8.41. Using as a parameter the table drawn from a study that describes a similar evaluation process for the Goiás VLT system, this operation note would be characterized as "Penalization with a reduction factor of 0.8" in case of transfer of State funds to management company (in the case of the VLT study in Goiás).

Keywords: Quality Indicators. Subway of Fortaleza. Linha Sul.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	– Metodologia da pesquisa	18
Figura 2.1	– Relação entre o sistema de transportes e sistema de uso do solo	20
Figura 2.2	– Estrutura do processo de planejamento de mobilidade urbana	21
Figura 2.3	– TUE (Trem Unidade Elétrica)	28
Figura 2.4	– Mapa das linhas metroviárias de Fortaleza	29
Figura 2.5	– Trem simples e Composição	30
Figura 2.6	– Esquema de estacionamento das composições	31
Figura 2.7	– Exemplo de planilha de circulação	32
Figura 2.8	– Exemplo de registros operacionais	32
Figura 3.1	– TUE 01 atrasado no trecho de ida	38
Figura 3.2	– TUEs com <i>headways</i> iguais no trecho de volta	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1	– Quantidade de passageiros transportados na Linha Sul	14
Gráfico 4.1	– TT diário Setembro de 2017	48
Gráfico 4.2	– Frequência de TTs Setembro de 2017	48
Gráfico 4.3	– TT diário Outubro 2017	49
Gráfico 4.4	– Frequência de TTs Outubro de 2017	49
Gráfico 4.5	– TT diário Novembro 2017	50
Gráfico 4.6	– Frequência de TTs Novembro de 2017	50
Gráfico 4.7	– TT diário Dezembro 2017	51
Gráfico 4.8	– Frequência de TTs Dezembro de 2017	51
Gráfico 4.9	– TT diário Janeiro 2018	52
Gráfico 4.10	– Frequência de TTs Janeiro de 2018	52
Gráfico 4.11	– TT diário Fevereiro 2018	53
Gráfico 4.12	– Frequência de TTs Fevereiro de 2018	53
Gráfico 4.13	– Frequência de TTs por mês no período	54
Gráfico 4.14	– Frequência de TT no período analisado	54
Gráfico 4.15	– TT médio de cada mês do período analisado	55
Gráfico 4.16	– HWP diário Setembro de 2017	56
Gráfico 4.17	– HWP diário Outubro de 2017	57
Gráfico 4.18	– HWP diário Novembro de 2017	57
Gráfico 4.19	– HWP diário Dezembro de 2017	58
Gráfico 4.20	– HWP diário Janeiro de 2018	58
Gráfico 4.21	– HWP diário Fevereiro de 2018	59
Gráfico 4.22	– HWP do período analisado	61
Gráfico 4.23	– Regularidade total e no pico de Setembro	62
Gráfico 4.24	– Regularidade total e no pico de Outubro	63

Gráfico 4.25 – Regularidade total e no pico de Novembro	63
Gráfico 4.26 – Regularidade total e no pico de Dezembro	64
Gráfico 4.27 – Regularidade total e no pico de Janeiro	64
Gráfico 4.28 – Regularidade total e no pico de Fevereiro	65
Gráfico 4.29 – Regularidade do período analisado	66
Gráfico 4.30 – Regularidades por situação	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	– Classes e indicadores segundo Sousa	24
Tabela 2.2	– Classes e indicadores segundo Iribarrem	25
Tabela 2.3	– Nota IRI	27
Tabela 2.4	– Nota TMP	27
Tabela 2.5	– Nota ICO	27
Tabela 3.1	– Classes e indicadores para aplicação na LTS	35
Tabela 3.2	– Nome e horário das viagens no pico	40
Tabela 3.3	– Pontuação do TTP	40
Tabela 3.4	– Pontuação do HWP	41
Tabela 3.5	– Pontuação do RTD	42
Tabela 3.6	– Correção da contraprestação mensal segundo IGOP	43
Tabela 3.7	– Indicadores da manutenção	44
Tabela 3.8	– Indicadores de projeto	44
Tabela 3.9	– Indicadores de Acessibilidade/Infraestrutura	45
Tabela 3.10	– Indicadores de percepção do usuário	46
Tabela 3.11	– Indicadores de segurança	46
Tabela 4.1	– TTP do período analisado	55
Tabela 4.2	– Motivações dos HWPs baixos	60
Tabela 4.3	– HWP do período analisado	61
Tabela 4.4	– Regularidade de cada mês	65
Tabela 4.5	– RTD do período analisado	66
Tabela 4.6	– Situações de regularidade	67
Tabela 4.7	– Porcentagem de cada situação de regularidade	67
Tabela 4.8	– Contribuição do pico em cada mês	68
Tabela 4.9	– IGOP	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAB	Estação Carlito Benevides
CCO	Centro de Controle Operacional
CHI	Estação Chico da Silva
HWP	Headway Pico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGOP	Índice Geral da Operação
LTS	Linha Tronco Sul
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
RPI	Regularidade no Pico
RTD	Regularidade Total do Dia
TT	<i>Transit Time</i>
TTP	<i>Transit Time Pico</i>
TUE	Trem Unidade Elétrica
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Considerações preliminares e contextualização	13
1.2	Justificativa da pesquisa	16
1.3	Objetivos da pesquisa	17
1.4	Metodologia da pesquisa	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	Análise e planejamento de sistemas de transportes	19
2.1	Indicadores	22
2.2	Indicadores de qualidade de transportes públicos	23
2.3	Linha Sul do metrô de Fortaleza	28
3	INDICADORES DE QUALIDADE PARA LINHA SUL	33
3.1	Operação	36
3.1.1	<i>Pontualidade</i>	37
3.1.2	<i>Transit Time nos picos</i>	39
3.1.3	<i>Headway nos picos</i>	41
3.1.4	<i>Regularidade total do dia</i>	42
3.1.5	<i>Regularidade nos picos</i>	42
3.1.6	<i>Índice geral da operação</i>	43
3.2	Manutenção	44
3.3	Projeto do Metrô	44
3.4	Acessibilidade/Infraestrutura	45
3.5	Usuário	46
3.6	Segurança	46
4	APLICAÇÃO DOS INDICADORES DE OPERAÇÃO NA LINHA SUL ..	47
4.1	Transit time nos picos	47
4.1.1	<i>Setembro</i>	48
4.1.2	<i>Outubro</i>	49
4.1.3	<i>Novembro</i>	50

4.1.4	<i>Dezembro</i>	51
4.1.5	<i>Janeiro</i>	52
4.1.6	<i>Fevereiro</i>	53
4.1.7	<i>Período analisado</i>	54
4.2	Headway nos picos	56
4.2.1	<i>Setembro</i>	56
4.2.2	<i>Outubro</i>	57
4.2.3	<i>Novembro</i>	57
4.2.4	<i>Dezembro</i>	58
4.2.5	<i>Janeiro</i>	58
4.2.6	<i>Fevereiro</i>	59
4.2.7	<i>Período analisado</i>	61
4.3	Regularidade total do dia e no pico	62
4.3.1	<i>Setembro</i>	62
4.3.2	<i>Outubro</i>	63
4.3.3	<i>Novembro</i>	63
4.3.4	<i>Dezembro</i>	64
4.3.5	<i>Janeiro</i>	64
4.3.6	<i>Fevereiro</i>	65
4.3.7	<i>Período analisado</i>	65
4.4	Índice geral da operação (IGOP)	69
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
5.1	Comentários gerais sobre o trabalho	70
5.2	5.2 Transit Time nos Picos	72
5.3	5.3 Headways no Pico	72
5.4	5.4 Regularidade total diária, no pico e relação entre as duas	72
5.5	5.5 Índice geral da operação	74
5.6	5.6 Recomendações e sugestões	74
	REFERÊNCIAS	75

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações preliminares e contextualização

A mobilidade tem impacto direto na qualidade de vida das pessoas, uma vez que o ser humano tem a necessidade diária de locomoção. O tempo investido e a qualidade do ambiente onde são realizados os deslocamentos interferem diretamente na escolha e priorização de um determinado modal. Por ser uma condição básica para se atingirem outros objetivos, tais como trabalho, moradia, lazer ou saúde, a mobilidade é vista como um direito genérico: um direito que dá acesso a outros direitos.

Nos últimos anos, no Brasil, a questão da mobilidade urbana tem ganhado crescente espaço, à medida que se reconhece cada vez mais a sua destacada relevância econômica, social e ambiental. Nesse sentido, as infraestruturas e os serviços de transporte, por possibilitarem a circulação de pessoas e bens, podem contribuir para a competitividade das cidades, do País e para a igualdade de acesso dos diferentes segmentos da população ao território, assim como para a utilização eficiente do espaço público e a redução do consumo de combustíveis e da emissão de poluentes.

O modal de transporte de passageiros sobre trilhos, por seu caráter estruturante do território, pela confiabilidade e pela grande capacidade de transporte que proporciona, pode contribuir para a melhoria da acessibilidade, da mobilidade e da qualidade de vida das populações dos aglomerados urbanos onde se inserem (CNT, 2016).

Os sistemas de transporte guiado sobre trilhos, dada a inalterabilidade do seu itinerário, permitem um melhor desempenho operacional, assim como maiores velocidades comerciais. Permite-se, ainda, a combinação de um maior número de veículos em uma mesma composição e, conseqüentemente, a oferta de maior capacidade. O trajeto fixo imposto pela infraestrutura, por sua vez, atribui aos sistemas sobre trilhos uma imagem distinta e facilmente identificável pelos usuários, o que possibilita, em relação aos demais modais, que exerçam uma maior atração de passageiros e uma maior influência sobre os usos do solo à sua volta.

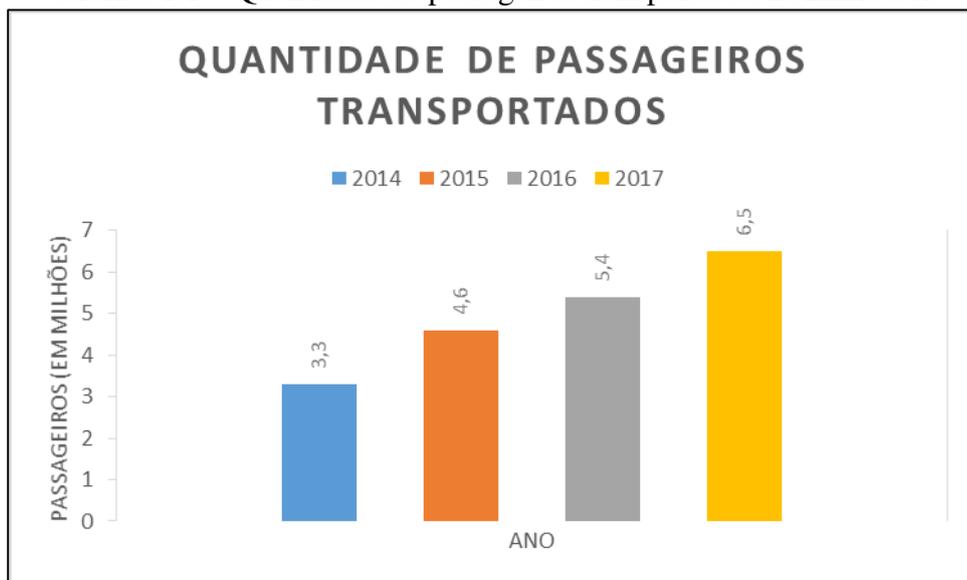
No estado do Ceará, o transporte de passageiros sobre trilhos é de responsabilidade da Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos, que iniciou suas atividades em 1987 como um consórcio constituído entre Governo Federal e o Governo do Estado do Ceará, com o objetivo de projetar, construir e implantar um sistema metroferroviário em Fortaleza nas linhas Sul e Norte (atualmente linha Oeste). Em 1998 foi criada a empresa estatal Metrofor e iniciou-se as obras da Linha Sul. Hoje a empresa opera cinco linhas: Linha Sul, Linha Oeste, Ramal

Parangaba-Mucuripe, Metrô de Cariri e Metrô de Sobral. Além da linha Leste que está, ainda, em fase de construção (METROFOR, 2017).

A Linha Sul, atualmente, é a linha do Metrofor com maior relevância, tanto operacional, quanto em investimentos. A linha interliga o centro da cidade de Fortaleza aos municípios de Maracanaú e Pacatuba, na região metropolitana da capital cearense. É a linha que transporta a maior quantidade de passageiros por dia, além de contar com material rodante de maior valor e investimento. A Linha Sul possui ainda previsão de implantação de um sistema de controle de sinalização e tráfego automático. Esse sistema, que está em implantação e que tem previsão de começar a ser utilizado na operação comercial ainda em 2018, é exclusivo dessa linha. Nas outras linhas atualmente controladas pelo Metrofor, o controle de trens é feito de forma manual. A linha Leste também contará com o sistema automático quando concluída.

A Linha Sul do metrô de Fortaleza vem registrando um aumento significativo no número de passageiros transportados. Segundo a empresa, em 2015, houve crescimento de 41% em relação a 2014. Em 2016, o aumento foi de 17% em relação a 2015. Em 2017, registrou aumento de 19,8% no número de passageiros transportados em relação ao ano de 2016. O índice considera o total de usuários do metrô de janeiro a dezembro. No total, foram 6,5 milhões de pessoas atendidas em 2017.

Gráfico 1.1 – Quantidade de passageiros transportados na Linha Sul



Fonte: Elaborado pelo autor

Diversos investimentos para ampliar o serviço ofertado e os constates esforços para melhoria da qualidade do transporte estão no contexto desse crescimento. Somente em 2017, a Linha Sul passou por três ampliações de horário, fechando o ano com funcionamento de 5h30 às 23h. Antes, o equipamento funcionava de 7h às 19h. Além disso, o Metrofor reduziu o intervalo entre os trens (*headway*), de 20 para 17 minutos. Também cresceu o número de viagens durante o horário de operação de 112 em 2017, para 126 viagens por dia em 2018, aumentando, com isso, a quantidade total de passageiros transportados. Isso foi possível graças a ampliação da frota em circulação, que subiu de 04 para 05 trens.

Em 2017 foram contratados 148 novos profissionais para reforçar o funcionamento dos sistemas metroviários (dos quais 48 são maquinistas), o que permitiu de imediato a operação com cinco trens, o que não era possível antes da contratação dos novos empregados.

Diante da quantidade de passageiros transportados diariamente e com base no planejamento futuro de que esse número seja ainda maior com o passar dos anos, fica evidente a necessidade de que o Metrofor tenha uma atuação técnica eficiente e que sejam capazes de promover melhorias na segurança, na eficiência e no conforto, dentre outros tantos fatores que norteiam a qualidade de um sistema de transporte.

Neste aspecto é importante a aplicação de modelos de gestão que permitam aferir qualitativa e/ou quantitativamente, o nível em que está sendo prestado o serviço, a fim de tirar conclusões se ele atende as necessidades da população e qual direção seguir para melhorar a qualidade deste serviço de forma contínua.

A utilização de indicadores de desempenho é uma ferramenta importante em pesquisas relacionadas a qualidade de um modal público de passageiros. Segundo MULLER, (2003, p. 109), “se não puder medir, não pode controlar; se não controlar; não pode gerenciar; se não gerenciar, não pode melhorar”.

Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo fazer um levantamento de indicadores de qualidade adequados à Linha Sul do Metrô de Fortaleza, por esta ser a linha de maior expressão no conjunto metroferroviário da região metropolitana, atualmente.

Após consulta bibliográfica, é realizado um aprimoramento dos indicadores que mais se adequam ao sistema da Linha Sul, os quais foram adaptados conforme operação própria do metrô de Fortaleza. O passo seguinte foi levantar dados referentes à área de operação da Linha Sul e aplicar os indicadores levantados na pesquisa, na referida área, a fim de obter resultados que permitam avaliar o sistema de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos.

1.2 Justificativa da pesquisa

O sistema metroferroviário da Linha Sul transporta atualmente mais de 6,5 milhões de passageiros por ano e o projeto foi pensado, segundo a empresa, para atender 350 mil passageiros/dia na próxima década. Essa demanda, no entanto, só é possível com integração intramodal (entre as linhas de metrô) e intermodal (principalmente com transporte coletivo de ônibus).

Assim, se torna evidente a validade de uma pesquisa que venha levantar dados e índices sobre esse sistema, a fim de se obter um modelo válido de controle e de medição do nível de serviço ofertado, o que possibilita avaliar as necessidades, as falhas, os pontos críticos, embasando, com dados, a necessidade de melhorias em uma determinada área de atuação do metrô.

Outro ponto a se destacar, é a base de informações da pesquisa que serve, também, para que pesquisas futuras tenham um ponto de partida consolidado, visto a falta de pesquisas na literatura sobre trens de transporte de passageiros na cidade de Fortaleza –CE.

1.3 Objetivos da pesquisa

A pesquisa se desenvolve em busca de dois objetivos principais:

- O primeiro objetivo, de natureza teórica, busca definir a modelagem adequada para se medir o nível de serviço operacional da Linha Sul do metrô de Fortaleza, englobando o levantamento de indicadores e suas respectivas áreas de atuação. Trata do refinamento do modelo e escolha dos parâmetros. Dentre as diversas áreas levantadas de indicadores (Operação, Manutenção, Segurança, Infraestrutura e Acessibilidade), escolheu-se a área de Operação para que fosse desenvolvida uma metodologia própria, com fórmulas que forneçam índices, gráficos e tabelas. A escolha se deu por ser esta uma das áreas mais relevantes entre as levantadas, assim como ser aquela que indica diretamente alguns dos critérios mais importantes na escolha do usuário por um determinado modal.
- O segundo objetivo é o levantamento de dados da operação da Linha Sul e aplicação do modelo de indicadores escolhido na área de Operação. A aplicação desses indicadores fornece índices que permitem concluir, avaliar e fazer recomendações e comentários gerais sobre o tema da pesquisa e indicações para pesquisas futuras.

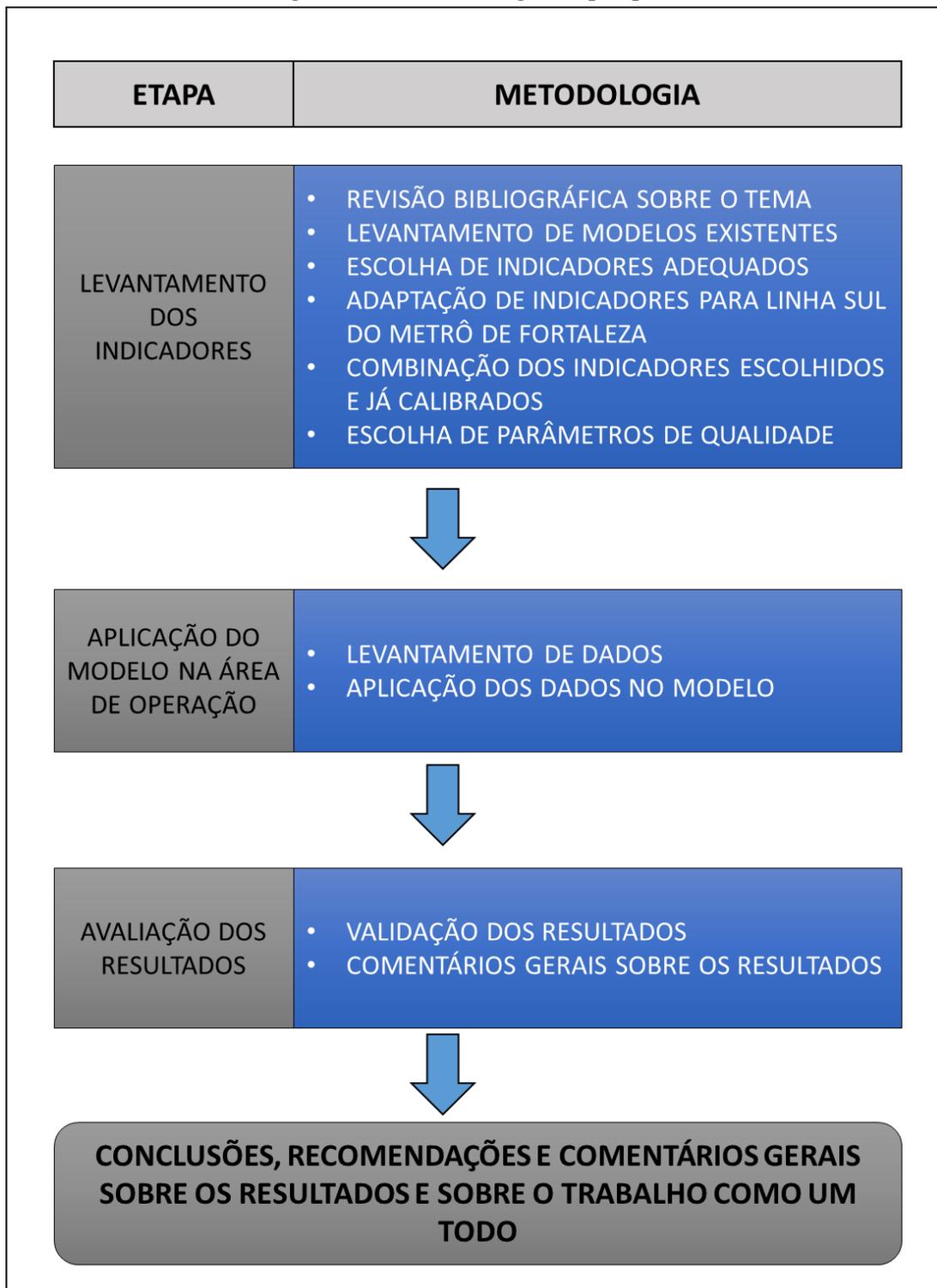
Outros objetivos secundários alcançados foram:

- Fornecer informações sobre as linhas de transporte metroviário de passageiros na cidade de Fortaleza-CE (principalmente a Linha Sul). A bibliografia sobre esse tipo de transporte é limitada e a presente pesquisa serve, também, para esclarecer questões relacionadas a operação, manutenção e políticas do metrô de Fortaleza, através de dados, procedimentos descritos e imagens, servindo de ponto de partida e embasamento para pesquisas futuras.

1.4 Metodologia da pesquisa

A metodologia da pesquisa está representada de forma esquemática na imagem abaixo, com a metodologia correspondente de cada etapa:

Figura 1.1 – Metodologia da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo se destina ao levantamento da bibliografia necessária ao desenvolvimento do trabalho. Após contextualização do trabalho dentro da área de Análise e Planejamento de Sistemas de Transportes, pesquisou-se a respeito de indicadores de qualidade em transportes públicos em geral. Em seguida, o tema é direcionado para a área ferroviária. Expõem-se os trabalhos feitos com indicadores de qualidade já diretamente aplicados em metrô, unindo com os conhecimentos adquiridos para transporte público em geral. Isso permitirá embasar a definição do modelo que será utilizado, assim como fazer uma escolha apropriada de indicadores.

2.1 Análise e Planejamento de Sistemas de Transportes

Para Oliveira (2011), o planejamento é um dos elementos fundamentais para compreender a produção do espaço urbano, pois expressa as ações e decisões dos agentes produtores do mesmo, remetendo ao futuro, tentando simular os desdobramentos de um processo no intuito de precaver-se dos problemas e de aproveitar da melhor forma os benefícios.

Macário (2005) define o sistema de mobilidade urbana como um facilitador do sistema urbano em si, como um subsistema deste, com grande autonomia de organização mas também com fortes relações simbióticas com outros subsistemas (uso do solo, meio ambiente, telecomunicações, segurança e educação, por exemplo), atuando como alicerce na construção do cotidiano urbano e contribuindo na sua configuração por meio da interação com o uso do solo e os demais subsistemas.

Segundo Mello (1984), cada sistema de transporte possui qualidades intrínsecas que o tornam mais eficaz em uma determinada situação, ou seja, não existe um sistema que seja capaz de atender, em condições satisfatórias, a todas as necessidades de demanda existentes. Na maioria das vezes é necessário utilizar mais de um tipo de transporte dentro de um sistema, havendo necessidade de integração nas operações de transporte e de um planejamento coordenado.

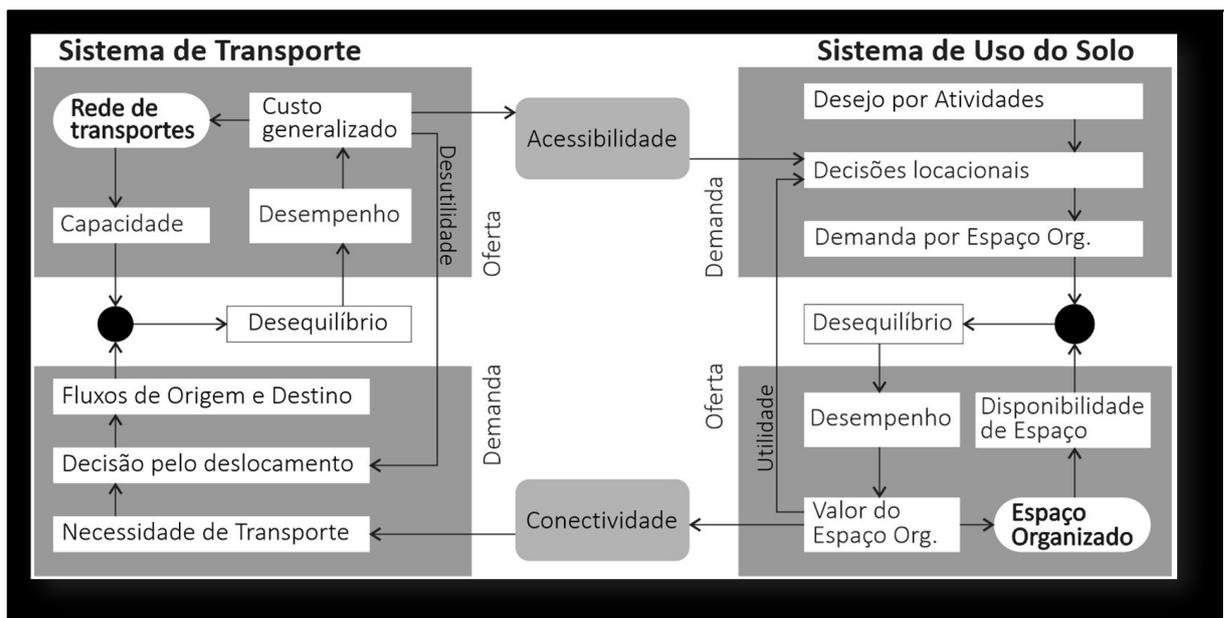
Ainda segundo o autor, o deslocamento de pessoas e mercadorias influencia diretamente nos aspectos sociais e econômicos do planejamento urbano. Entretanto, as necessidades de deslocamento são definidas pela localização das atividades nas áreas urbanas. Assim, a mobilidade participa diretamente, seja causa ou consequência, do desenvolvimento

econômico e social, dos processos de espraiamento urbano e da distribuição espacial das atividades e das populações.

Os sistemas de transporte, portanto afetam o crescimento urbano de forma importante, porque tornam as áreas de uma cidade mais ou menos acessíveis, alterando os valores da terra e sua capacidade de atração para várias utilizações.

Considerando, portanto, que a demanda por viagens é uma função da distribuição espacial das atividades, e que estas por sua vez buscam áreas com um maior nível de acessibilidade, pode-se assumir que esta relação cíclica entre os sistemas de uso do solo e transportes pode ser representada por relações de demanda e oferta. Lopes e Loureiro (2012) apresentam uma proposta de modelo conceitual das relações entre os subsistemas, conforme figura abaixo.

Figura 2.1 - Relação entre o sistema de transportes e sistema de uso do solo



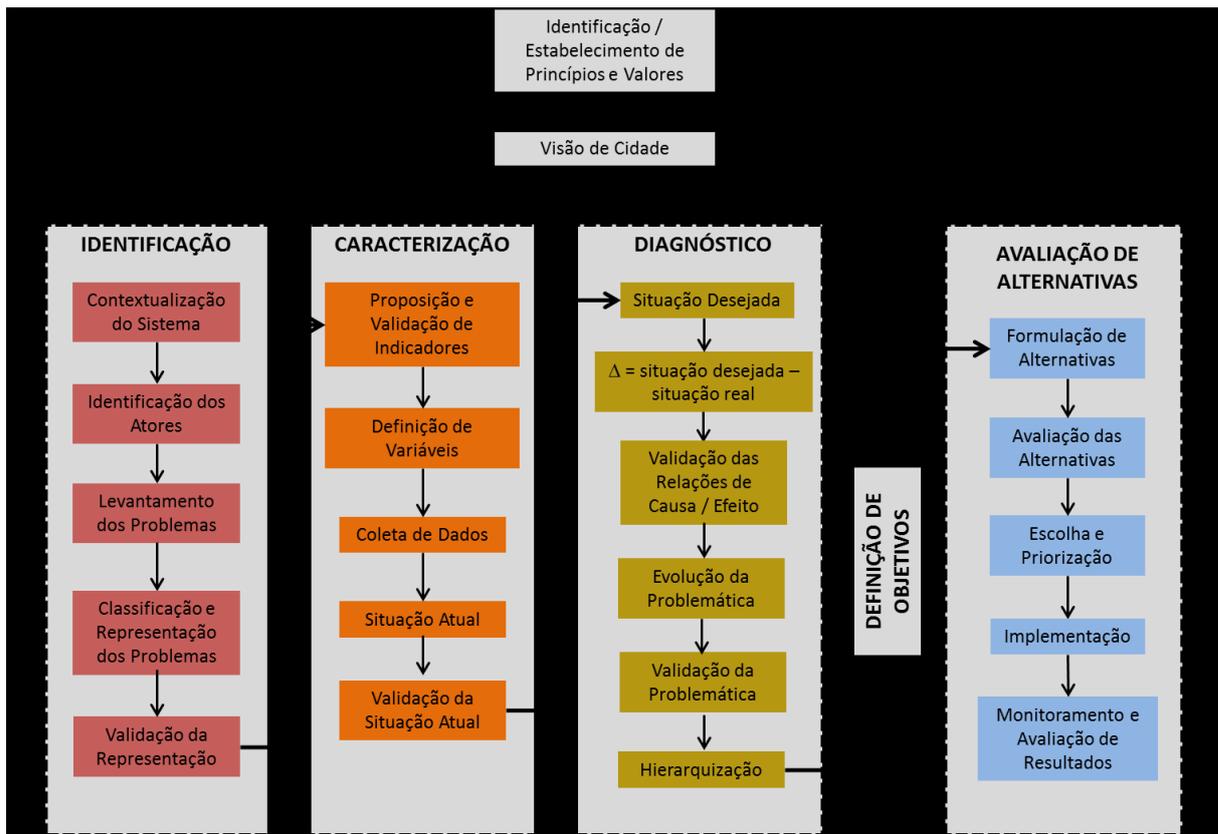
Fonte: Lopes e Loureiro (2012).

Como destaca Azevedo Filho (2012) cabe aos técnicos e tomadores de decisão entender o comportamento do sistema de mobilidade e suas interfaces com os demais sistemas urbanos evidenciando a necessidade de uma visão multidisciplinar das várias etapas do planejamento urbano buscando como resultados planos integrados que contemplem as diversas dimensões do fenômeno urbano.

No estudo sobre a definição de objetivos estratégicos para o sistema de mobilidade urbana, Sousa (2014) expõe a importância de que as análises estejam voltadas aos problemas relacionados às necessidades e desejos dos cidadãos.

A autora afirma que a definição de um método de planejamento requer o detalhamento das atividades específicas para o desenvolvimento de cada etapa, propondo um fluxograma (figura 2.2) que sistematiza as etapas do método de planejamento com destaque para a fase inicial de compreensão da problemática e suas etapas.

Figura 2.2 – Estrutura do processo de planejamento de mobilidade urbana



Fonte: Sousa (2014)

Na etapa de “Caracterização”, destacam-se as etapas de Proposição e validação dos indicadores da problemática; Definição das variáveis e Coleta de dados. Com os quais será possível passar a etapa seguinte que é o diagnóstico. Essas etapas se aplicam diretamente no presente trabalho, onde busca-se caracterizar e avaliar o nível de qualidade de serviço da operação da Linha Sul do Metrô de Fortaleza, com enfoque na validação de indicadores, coleta de dados e validação da problemática, que são os objetivos principais da pesquisa.

2.2 Indicadores

Indicadores são parâmetros que fornecem informações sobre um determinado fenômeno. É um instrumento que deve permitir a percepção de uma condição, de modo simplificado, compreensível e comparável. Segundo FIGUEIREDO (1996), “indicador é uma função que permite obter informações sobre características, atributos e resultados de um produto, sistema ou processo, ao longo do tempo”.

Ao escolher indicadores, com o intuito de atingir determinados objetivos, SANTOS (2004, pg. 64), destaca alguns critérios essenciais nessa decisão, são eles: simplicidade e clareza, acessibilidade, baixo custo, abrangência e seletividade. Segundo ele, “os indicadores devem ser representativos e captar apenas as características-chave do processo. Informações em excesso viram arquivo e elevam os custos de obtenção dos dados”.

Segundo KARDEC (2002), os indicadores podem ser divididos em índices, coeficientes, taxas, parâmetros e porcentagem. Segundo ele, os índices expressam alguma qualidade ou característica especial. Os coeficientes são fenômenos de um corpo que podem ser avaliados numericamente. Taxas são indicadores predominantes quando temos uma relação entre duas grandezas e por fim, o autor define parâmetros como variáveis que, numa determinada relação, atribui-se um papel particular e cuja variação de valor muda a solução do problema sem, porém, mudar a natureza do mesmo.

Os indicadores são usados para controlar e melhorar a qualidade e o desempenho de bens, serviços e processos. Apurar resultados por meio de indicadores permite avaliar o desempenho em relação à meta escolhida. Outra função é de induzir atitudes nas pessoas, cujo desempenho está sendo medido, uma vez que as pessoas tendem a agir influenciadas pela maneira como são avaliadas (SANTOS, 2004).

2.3 Indicadores de qualidade de transporte público

Indicadores de qualidade estão presentes nos mais diversos modais de transporte público. Eles servem como medida de controle, medição, avaliação e fornecem índices e informações que são utilizadas para fins diversificados. Podem servir para análise de verificação de objetivos alcançados por parte da própria empresa; para fins de repasse de subsídios do Estado a empresas parceiras; para medir a qualidade e satisfação dos usuários, dentre outros.

A responsabilidade dos órgãos gestores de administrar as operadoras de serviço de transporte público cria a necessidade de avaliar e verificar o nível de desempenho da qualidade e produtividade das mesmas. Os indicadores têm papel efetivo nesse sentido, onde os mesmos irão detectar falhas e oportunidades de oferecer um serviço de melhor qualidade.

Segundo Santos (2004), muitas instituições, ainda hoje com todas as inovações tecnológicas, seguem sendo incapazes de gerenciar o serviço oferecido aos clientes de transporte público. O autor aponta duas razões: falta de indicadores de desempenho adequados e perda de controle do sistema de qualidade de serviço prestado. As empresas tem que ter cuidado e serem eficientes na escolha de indicadores que apontem falhas do seu próprio serviço.

A bibliografia sobre indicadores de qualidade em sistemas de transporte se mostra bastante positiva em relação ao modal rodoviário, mas não tão extensa em tocante ao modal ferroviário. Este fato tem a ver, principalmente, com a distribuição percentual dos tipos de modais no Brasil, onde o modal rodoviário é predominante.

Segundo a CNT (2017, p. 09), com uma participação de 61% na matriz de transporte de cargas e de 95% na de passageiros, a infraestrutura rodoviária é também a principal responsável pela integração de todo o sistema de transporte no país. Segundo o estudo são 212.866 Km de rodovias pavimentadas na malha rodoviária nacional enquanto a malha viária ferroviária tem uma extensão de 30.129 Km ao longo do país.

Não obstante, os indicadores do sistema rodoviário e ferroviário tem essência semelhante. As classes em que podemos classificá-los são de mesma natureza, assim como diversos fatores coincidem, mesmo sendo calculados de forma diferente por certas vezes.

Por exemplo, SANTOS (2004) escolhe dez classes para indicadores em um modal de transporte público de passageiros em ônibus urbano. As classes e os indicadores são expostos na tabela abaixo.

Tabela 2.1 – Classes e indicadores segundo Sousa (2004)

CONTEXTO	INDICADORES
DISPONIBILIDADE	ÍNDICE DE REGULARIDADE ÍNDICE DE SUPRESSÃO DE HORÁRIOS FATOR DE CUMPRIMENTO DA FROTA
ACESSIBILIDADE	DISTÂNCIA MÉDIA DE CAMINHADA ÍNDICE DE PASSAGEIROS POR QUILOMETRO
INFORMAÇÃO	ÍNDICE DE PASSAGEIROS POR FUNCIONÁRIO
RAPIDEZ	TEMPO TOTAL DE VIAGEM VELOCIDADE MÉDIA COMERCIAL VELOCIDADE MÉDIA OPERACIONAL
TRATAMENTO	ÍNDICE DE SATISFAÇÃO DOS CLIENTES ÍNDICE DE RECLAMAÇÕES
CONFORTO	ÁREA DISPONÍVEL POR PASSAGEIRO NO INTERIOR DENSIDADE NO INTERIOR DO VEÍCULO DISPONIBILIDADE DE ASSENTOS TAXA MÉDIA DE OCUPAÇÃO ÁREA DISPONÍVEL PARA EMBARQUE//DESEMBARQUE FACILIDADE DE EMBARQUE/DESEMBARQUE NÍVEL DE RUÍDO INTERIOR NO VEÍCULO VENTILAÇÃO NOS VEÍCULOS CONFORTO TÉRMICO FREQUENCIA DE ACELERAÇÕES ANORMAIS
CONFIABILIDADE	INTERVALO MÉDIO ÍNDICE DE PONTUALIDADE TEMPO MÉDIO DE ESPERA NA PARADA FREQUENCIA DE PANES
SEGURANÇA	FREQUÊNCIA DE ACIDENTES COM PASSAGEIROS FREQUÊNCIA DE ACIDENTES COM TERCEIROS ÍNDICE DE GRAVIDADE DOS ACIDENTES ÍNDICE DE IDADE MÉDIA DA FROTA
IMPACTO AMBIENTAL	ÍNDICE DE POLUIÇÃO AMBIENTAL CAUSADO PELO ÔNIBUS
MODICIDADE	TARIFA DO ÔNIBUS NORMAL TARIFA SOCIAL

Fonte: Adaptado de SOUSA (2004).

Observa-se na tabela, que as classes abordadas pelo autor podem ser aplicadas, com adaptações, a praticamente qualquer tipo de modal de transporte público de passageiros. O autor também conseguiu explorar, praticamente, todas as classes possíveis, desde as questões relacionadas com a operação em si no dia a dia, como também classes que avaliam a concepção do sistema, itinerários e integração, dentre outras.

Outro trabalho que engloba de maneira eficiente os indicadores de sistemas de transporte foi feito por Iribarrem (2013). De maneira mais enxuta e com indicadores menos redundantes, foi proposto a seguinte divisão de indicadores em apenas seis contextos:

Tabela 2.2 - Classes e indicadores segundo Iribarrem

CONTEXTO	INDICADORES
ACESSIBILIDADE	AMPLOS HORÁRIOS E ITINERÁRIOS PERCENTUAL DE ÔNIBUS ACESSÍVEIS VALOR DA TARIFA
CONFIABILIDADE	PONTUALIDADE CUMPRIMENTO DOS ITINERÁRIOS INFORMADOS PREVENÇÃO DE ACIDENTES SEGURANÇA CONTRA FURTOS, ROUBOS E VIOLÊNCIA
INFRAESTRUTURA	TECNOLOGIAS NO VEÍCULOS E PONTOS DE ESPERA: CÂMERAS DE SEGURANÇA, BILHETAGEM ELETRÔNICA, GPS, TV, WI-FI, ETC. ESTADO DA FROTA (Limpeza e manutenção) SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE LINHAS E HORÁRIOS CONDIÇÕES DAS VIAS
MOBILIDADE	TEMPO TOTAL DE ESPERA NAS PARADAS TEMPO GASTO NO TRAJETO QUANTIDADE DE LINHAS EXISTENTES CONECTIVIDADE INTEGRAÇÃO
CONFORTO	LOTAÇÃO AMBIENTAL QUALIDADE DOS ÔNIBUS QUALIDADE DAS PARADAS
RECURSOS HUMANOS	FORMA DE CONDUÇÃO DOS MOTORISTAS COMPORTAMENTO DOS FUNCIONÁRIOS AÇÕES DE TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO

Fonte: Adaptado de Iribarrem (2013).

Já para indicadores voltados ao modal ferroviário, a bibliografia aponta estudos voltados principalmente para o transporte de cargas. A eficiência no transporte de cargas sobre trilhos é um fator que demanda um acompanhamento constante. As empresas que trabalham com esse tipo de transporte têm que garantir que a escolha do modal ferroviário realmente foi a escolha otimizada em relação ao concorrente modal rodoviário. Por isso o uso de indicadores é de uso automático e imprescindível. Ao perceber qualquer oscilação na eficiência do transporte, as operadoras rapidamente tem que detectar em qual setor está a defasagem e corrigir a problemática de imediato.

Na área de transporte de passageiros destacou-se, no presente trabalho, o estudo de viabilidade para implantação de VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia (2013). Esse estudo, realizado pela PA Transport, contém dados sobre demanda, critérios de seleção, descrição do projeto, investimentos necessários e análises gerais para estudo da viabilidade de implantação de VLT no município citado. O estudo define quais indicadores de desempenho serão utilizados para acompanhar e mensurar a prestação dos serviços pela empresa Concessionária, visto que o projeto prevê uso de PPP (Parceria Público Privada). Nesse caso os indicadores servem para efeitos de cálculo de repasses do Estado à Concessionária. Em geral, quanto mais eficiente for a empresa e conseqüentemente melhores indicadores tiver, mais repasses de subsídios serão ofertados por parte do governo.

Os indicadores são divididos em quatro grupos: Indicadores da Qualidade do Serviço (IQS); Indicadores de Qualidade de Manutenção (IQM); Indicadores de Satisfação do Usuário (IQSU) e Indicadores de Qualidade da Segurança e Responsabilidade Social (IQSRS).

Cada nota acima varia entre 0 e 10. A nota final do QID (Quadro de Indicadores de Desempenho) é calculada com quatro casas decimais. Seu valor é dado pela média aritmética das quatro notas acima citadas e, portanto, seu valor também varia entre 0 e 10.

$$NQID = (IQS + IQM + IQSU + IQSRS) / 4$$

Os Indicadores de Qualidade do Serviço (IQS) desse estudo correspondem a área enfatizada nesse trabalho (Operação) e seus indicadores são os seguintes: Índice de regularidade de intervalo (IRI); Tempo médio de percurso no Pico (TMP) e Índice de cumprimento da oferta (ICO). O IQS é calculado com os seguintes pesos:

$$IQS = (0,30 \times IRI + 0,35 \times TMP + 0,35 \times ICO)$$

- Índice de Regularidade de Intervalo (IRI)

Corresponde à relação entre a quantidade de intervalos adequados entre veículos e a quantidade total de intervalos entre veículos dentro do período de medição. O intervalo adequado será aquele compreendido entre o programado e uma tolerância de $\pm 15\%$. A nota varia de 0 a 10.

Tabela 2.3 – Nota IRI

INDICADOR	PONTUAÇÃO
IRI < 85%	0
$85\% \leq \text{IRI} < 95\%$	5
IRI $\geq 95\%$	10

Fonte: PA transport Consulting (2013)

- Tempo Médio de Percurso nos picos (TMP)

Relação entre a média aritmética das medições dos tempos de percurso dos veículos nos picos e o tempo programado para os mesmos percursos. A nota final varia de 0 a 10.

Tabela 2.4 – Nota TMP

INDICADOR	PONTUAÇÃO
TMP > 120%	0
$107\% < \text{TMP} \leq 120\%$	5
TMP $\leq 107\%$	10

Fonte: PA transport Consulting (2013)

- Índice de cumprimento da Oferta (ICO)

Relação entre o número de viagens realizadas e o número de viagens programadas. A nota varia de 0 a 10.

Tabela 2.5 – Nota ICO

INDICADOR	PONTUAÇÃO
ICO < 95%	0
$95\% \leq \text{ICO} < 98\%$	5
ICO $\geq 98\%$	10

Fonte: PA transport Consulting (2013)

2.3 Linha Sul do metrô de Fortaleza

Diante dos indicadores e metodologias existentes, para que seja possível a definição do método, deve-se ter um levantamento específico do campo onde o mesmo será utilizado. Para escolha correta dos indicadores e para que estes sejam adaptados de forma coerente à operação da Linha Sul do metrô de Fortaleza, deve-se ter uma caracterização da mesma.

A Linha Sul interliga o centro da cidade de Fortaleza com os municípios de Maracanaú e Pacatuba, na região metropolitana da capital cearense. São 16,5 mil pessoas transportadas por dia, em média. A Linha Sul possui 24,1 Km de extensão, passando por 19 estações e mais uma que está em construção, totalizando vinte estações após conclusão da *Estação de Padre Cícero*, que se encontra em obras com ritmo acelerado (METROFOR, 2017).

A Linha Sul é um sistema de transporte metropolitano movido a eletricidade. Os trens elétricos (figura 2.3) ou TUEs (Trem Unidade Elétrica), circulam em via dupla que é formada por trechos subterrâneo, de superfície e elevado. A Linha Sul é também chamada abreviadamente de **LTS** (Linha Tronco Sul). O traçado da Linha Sul pode ser melhor visualizado em vermelho na figura 2.4.

Figura 2.3 – TUE (Trem Unidade Elétrica)



Fonte: Autor

Figura 2.4 – Mapa das linhas metroviárias de Fortaleza



Fonte: Metrofor.

O projeto da LTS prevê uma circulação com dez trens de passageiros e *headways* de 8 minutos. Atualmente, devido ao controle de trens ser feito de maneira manual, isso não é possível.

O controle manual de circulação ocorre entre duas partes envolvidas: o operador do CCO (Centro de Controle Operacional) e o condutor do trem (maquinista). O operador do CCO possui um mapa de circulação que consiste em uma planilha onde ele registra a posição de cada

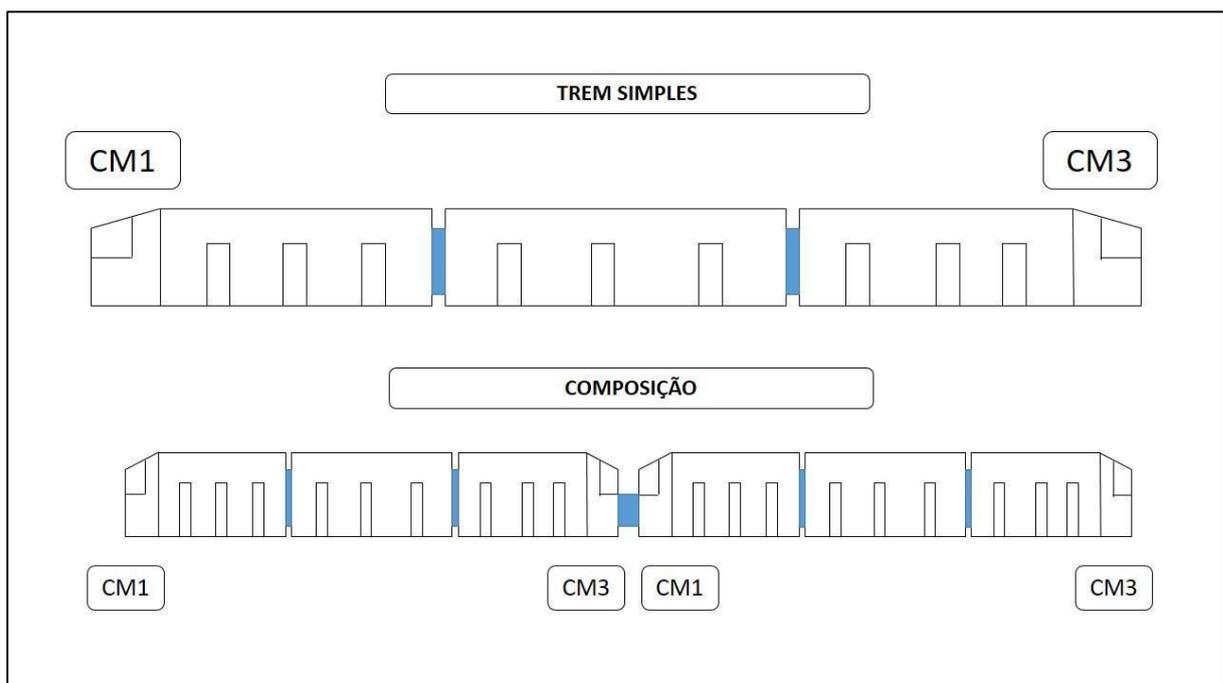
trem manualmente, o que permite a ele saber onde cada trem está e para onde cada trem pode seguir.

Após a implantação do sistema de tráfego automatizado, os maquinistas receberão informações rapidamente em todas as estações, por meio de semáforos, que indicarão por sinais luminosos se ele pode ou não ir até a próxima estação. Isso acelera a operação e aumenta a dinâmica de movimentação de trens. O número de trens pode então ser aumentado com segurança e o *headway* pode ser diminuído.

Cinco trens é o número máximo de trens que a empresa optou por colocar em operação comercial, hoje, devido ao controle manual e pensando na segurança e viabilidade da operação.

Visto que o número máximo de trens é cinco e visto também que a empresa possui uma frota de 25 TUEs (adquiridos pensando futuramente no sistema), ela optou por acoplar dois trens (figura 2.2), a fim de se obter o máximo possível de espaços para passageiros. Dessa forma, a operação continua com cinco trens (máximo), mas estes trens são o dobro de uma unidade simples, passando a ser chamado de composição, que é a união de dois TUEs simples. Isso pode ser melhor visto na figura 2.5. Logo, temos em circulação atualmente, cinco composições, totalizando 10 TUEs. Cada TUE possui capacidade para transportar 495 passageiros. Considerando as cinco composições, tem-se em um *headway* de 17 minutos.

Figura 2.5 – Trem simples e Composição



Fonte: Elaborado pelo autor.

Estações terminais são estações onde se inicia ou termina uma determinada linha. Portanto, as estações terminais da LTS são Chico da Silva (CHI) no Centro de Fortaleza e Carlito Benevides (CAB) no município de Pacatuba. São as estações onde as composições ficam estacionadas ao término da operação, assim como de onde partem as primeiras viagens. A primeira composição saindo de CHI parte as 05:38 e a primeira composição de CAB parte as 05:30. A defasagem de oito minutos se dá devido ao fato de que três composições iniciam a circulação em CAB e duas composições iniciam a circulação em CHI, totalizando cinco composições como dito anteriormente. Os oito minutos de diferença fazem com que os trens partam da estação já dentro do carrossel esperado para cinco composições, visto que o espaçamento entre os trens tem que ser sempre igual. O esquema de estacionamento é descrito na figura 2.6, onde as composições estão representadas por TUEs simples para melhor visualização.

Figura 2.6 – Esquema de estacionamento das composições



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados referentes a operação são retirados das planilhas alimentadas pelo CCO diariamente. A planilha contém os dados referentes a todas as viagens programadas e realizadas: horário de partida, horário de chegada, número dos TUEs, *headway*, *transit time* e condutor de cada viagem. As viagens partindo de CHI são nomeadas de TCH e as viagens partindo de CAB são nomeadas de TCB. São numeradas em sequência, começando de 1 e indo até o número total de viagens do dia (63 de cada lado se não tiver perdas no dia). Observe o exemplo de planilha na figura seguinte.

Figura 2.7 – Exemplo de planilha de circulação

02/01/2018																								
terça-feira																								
MAPA DE CIRCULAÇÃO DA LINHA SUL - METRO DE FORTALEZA																								
*Elevador inoperante																								
			22:39	22:37	22:36	22:34	22:31	22:29	22:27	22:25	22:23	22:21	22:19	22:17	22:15	22:14	22:12	22:11	22:09	22:08	22:06	22:04		
																		408m/h				0509		
PROLONGAMENTO			CAB1	JER1*	MAR1	VIT1	RAQ1	ALT1	ARA1	ESP1*	MON1	SAT1	VIP1	PAR1	JUK1	COU1	POR1	PCI1	BEN1	SBE1	JAL1	CHI1		
			CAB2	JER2*	MAR2	VIT2	RAQ2	ALT2	ARA2	ESP2*	MON2	SAT2	VIP2	PAR2*	JUK2	COU2	POR2	PCI2	BEN2	SBR2	JAL2	CHI2		
	1213	0422	0815															408m/h				1723		
			22:13	22:14	22:16	22:18	22:20	22:22	22:24	22:27	22:28	22:30	22:32	22:34	22:36	22:38	22:39	22:41	22:42	22:44	22:45	22:48		
CARLITO BENEVIDES / CHICO DA SILVA												CHICO DA SILVA / CARLITO BENEVIDES												
PREF.	GRD	TUE	PREV.	PARTE	CHEGA	OPERADOR	hdway	T.Time															00:17	
TCB-01	05:30	17	23	05:30	05:32	06:11	P. Nascimento	00:39															00:36	
TCB-02	05:47	05	09	05:47	05:47	06:24	Hider	00:15	00:37															00:39
TCB-03	06:04	12	13	06:04	06:04	06:38	Jacinto	00:17	00:34															00:36
TCB-04	06:21	16	15	06:21	06:21	06:57	Vangladson	00:17	00:36															00:38
TCB-05	06:38	04	22	06:38	06:38	07:13	Gerson	00:17	00:35															00:35
TCB-06	06:55	03	07	06:55	06:55	07:32	Franzé	00:17	00:37															00:37
TCB-07	07:12	17	23	07:12	07:12	07:49	Lucas	00:17	00:37															00:32

Fonte: Planilha operacional CCO Metrofor

Quaisquer outras informações adicionais são registradas no fim desta planilha onde há campos específicos para esse tipo de observações. Lá ficam registradas falhas apresentadas pelos TUEs ao longo do trecho, justificativa de atrasos nas viagens e informações diversas repassadas pelos agentes de estação ou maquinistas. Observe o exemplo na figura seguinte.

Figura 2.8 – Exemplo de registros operacionais

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
75	TCB-60	22:13	12	13	22:30	22:30	23:09	Milton	00:17	00:39		TCH-60	22:21	08	15	22:37	22:37	23:13	Ribeiro	00:17	00:36	
76	TCB-61	22:30	17	23	22:47	22:47	23:20	Leonardo	00:17	00:33		TCH-61	22:38	04	22	22:54	22:54	23:26	Leonardo -> Rafael B.	00:17	00:32	
77	TCB-62	22:47	05	09	23:04	23:08	23:43	Cláudio -> Milton	00:21	00:35		TCH-62	22:55	12	13	23:11	23:11	23:43	Milton -> Cláudio	00:17	00:32	
78	TCB-63	23:04							#####	00:00		TCH-63	23:12							#####	00:00	
80	1º TURNO: 06:00/11:00		2º TURNO: 11:00/17:00		3º TURNO: 17:00/22:00		4º TURNO: 22:00/06:00															
81	OPERADOR:		OPERADOR:		OPERADOR:		OPERADOR:															
82	SUPERVISOR:		SUPERVISOR:		SUPERVISOR:		SUPERVISOR:															
84	RESUMO DAS ATIVIDADES																					
85	HORA	OBSERVAÇÕES																				
86	05:37	Asc P. Nascimento informa que a composição 1723 apresentou falha em uma das portas e o mesmo teve que parar a composição em JER2 para solucionar o problema, partindo as 05:40 de JER2. Alexandre-CCO.																				
87	05:50	Aso de Jereissate informa que o elevador da estação está inoperante. Alexandre-CCO																				
88	09:05	Chegada do VLT 13 em CMVF. Wiston																				
89	09:51	ASC Vangladson (TUE 1723) informa que uma das portas (TUE 17) não abriu nas outras estações. (Gil)																				
90	10:05	ASC Vangladson (TUE 1723) informa que abriu dois extra-rápidos no trajeto e que realizou um RESET em ARA, aparentemente resolveu os problemas. Aguardando mais detalhes. (Gil)																				
91	10:25	Saída do VLT 13 (ASC Paulo Assunção) do CMVF para CAB1 e de CAB1 para a linha da FTL, houve atraso na circulação por conta da demora da manobra. (Gil)																				
92	10:40	Partida do VLT 13 (ASC Paulo Assunção) de CAB1 para CAU. (Gil)																				
CONTROLE DE VIAGENS-TUES																						
	01	0	14	0																		
	02	0	15	18																		
	03	19	16	8																		
	04	23	17	23																		
	05	23	18	0																		
	06	0	19	0																		
	08	10	21	0																		
	09	23	22	23																		
	10	0	23	23																		
	11	0	24	0																		
	12	18	25	0																		

Fonte: Planilha operacional CCO Metrofor

3 INDICADORES DE QUALIDADE PARA LINHA SUL

A partir da pesquisa bibliográfica, pode-se então definir quais classes e parâmetros são adequados para a Linha Sul, definindo e caracterizando os indicadores escolhidos.

Em um primeiro momento, é importante destacar que os diversos critérios de avaliação podem ser vistos por diferentes pontos de vista. Entre as partes envolvidas, pode-se citar, por exemplo: o usuário, a gerência da empresa concessionária, os funcionários, o Estado, a população residente próximo às estações, dentre outros. Isso significa que um determinado critério pode ter dois ou mais meios de avaliação, dependendo da parte interessada.

Diante disso, destaca-se que, para um determinado critério, a análise do mesmo deve ser feita considerando a parte interessada que mais contribui para os objetivos de um modelo de avaliação. Modelos de avaliação por indicadores buscam levantar critérios, dados, estatísticas que permitam avaliação de desempenho para embasar propostas de melhoria e pensando nesse fato é que deve ser decidido sob qual ponto de vista cada indicador deve ser avaliado.

A princípio, a avaliação mais importante seria a do usuário do trem. Afinal, todo o sistema é pensado e projetado para atendê-lo e fazer com que o mesmo se desloque no território de forma eficiente e segura. No entanto, deve-se ressaltar que uma avaliação do usuário sobre um modal de transporte público pode fornecer informações que não condizem ou que não são coerentes e representativas.

Por exemplo, o usuário de um metrô público, ao ser questionado sobre a qualidade da sua viagem, pode ser tendencioso no sentido de avaliar negativamente. Tanto por questões políticas (costume de não avaliar bem os serviços públicos em geral), como por achar que ao avaliar positivamente o sistema, estará contribuindo na falta de intervenções ou melhorias que poderiam ser feitas em caso de muitas avaliações negativas.

Certos indicadores relacionados à segurança pública e operacional dificilmente irão fornecer informações valiosas, se pensados sob a visão do usuário, mas que são de grande valia se pensados sob ótica da empresa responsável. Por exemplo: ação na prevenção de assaltos, ação na prevenção de acidentes, disponibilidade de equipamentos de segurança, atendimento ao portador de necessidades especiais, dentre outros indicadores, serão melhor analisados por pessoas com conhecimento técnico. Isso porque o usuário não atenta a esse tipo de informação ou mesmo não tem acesso e não tem informação sobre quais equipamentos ou sistemas a empresa responsável se utiliza.

Dentre os indicadores que são determinantes na avaliação de um passageiro, partindo do ponto que ele já escolheu ir de trem e já pagou pela passagem, pode-se citar: o tempo de espera na plataforma da estação, a lotação do trem após o embarque e o conforto (ir sentado ou em pé, temperatura dentro do trem, dentre outras). O tempo de viagem no trecho tende a ser bastante regular, uma vez que o itinerário do trem é fixo e que não há interferência com o trânsito rodoviário. Portanto, dentro da normalidade, o tempo de viagem será próximo de uma constante. O processo de embarcar em uma estação e desembarcar em outra corriqueiramente (por exemplo, todos os dias a trabalho) fará com que o usuário já saiba, de antemão, quanto tempo levará no percurso. No modal de ônibus público coletivo, por exemplo, tanto o tempo de espera, quanto o tempo no trecho são duas variáveis com variância maior, devido a quantidade de fatores externos que influenciam a circulação dos ônibus.

Outra consideração é sobre a divisão entre indicadores que são variáveis e indicadores que são fixos por projeto. Alguns indicadores podem ser melhorados com mais facilidade através de escolhas diferentes, ou intervenções mais simples e menos onerosas. Já outros indicadores não podem, ou dificilmente serão alterados. Por exemplo, se considerarmos indicadores que avaliam o itinerário dos trens, sua localização, sua amplitude, abrangência e boa distribuição dentro de uma determinada região, vemos que esses indicadores se referem a aspectos de projeto. Essas questões são resolvidas e pensadas ainda na fase de implantação, onde devem ser feitos todos os estudos sobre demanda de viagens, viabilidade da linha de atender polos geradores de tráfego, desapropriações, dentre outros. Após concluída a linha de trem, é difícil pensar em uma intervenção no itinerário, somente devido ao fato de uma avaliação negativa por parte dos usuários.

Já outros indicadores são mais passíveis de alteração e à tomada de atitudes de melhorias. Por exemplo, ao pensar no horário de funcionamento de uma linha de metrô, observa-se que, se a operadora entende que há uma forte demanda por viagens fora do horário de operação ou mesmo que seja para atrair mais passageiros, mostrando amplo horário de funcionamento, isso pode ser feito e depende apenas de uma decisão de quem gerencia a linha. Ilustra bem esse fato, por exemplo, os três acréscimos de horários que passou a Linha Sul somente no ano de 2017. Embora algumas medidas burocráticas tenham que ser tomadas, são medidas menos drásticas e de menor impacto.

Diante disso, escolheu-se 20 indicadores que se distribuem em seis classes. As classes e os respectivos indicadores são apresentados a seguir. Ressalta-se que apenas a área de Operação foi desenvolvida a fim de se obter fórmulas para aplicação posterior com dados da empresa. As outras áreas foram expostas apenas por comentários e resumos e seus desenvolvimentos completos ficam como sugestões para estudos futuros.

Tabela 3.1 – Classes e indicadores para aplicação na LTS

OPERAÇÃO	Pontualidade* <i>Headway</i> nos picos (HWP) <i>Transit Time</i> nos picos (TTP) Regularidade total do dia (RTD) Regularidade nos picos (RPI)
MANUTENÇÃO	Desempenho dos sistemas auxiliares Disponibilidade de material rodante Desempenho do material rodante
PROJETO DO METRÔ	Itinerário (Quantidade e distribuição) Percentual de trens acessíveis Integração intermodal e intramodal
ACESSIBILIDADE/ INFRAESTRUTURA	Valor da tarifa Passageiros por funcionários Informações sobre linhas, horários e itinerários Qualidade das estações: Tecnologias, câmeras, bilhetagem eletrônica, TV, GPS, wi-fi. Área para embarque e desembarque.
PERCEPÇÃO DO USUÁRIO/CONFORTO	Pesquisa de satisfação: Conforto térmico, lotação, Ruído interior, estado de limpeza das frota de trens e estações Número de reclamações
SEGURANÇA	Frequência de acidentes com passageiros Frequência de acidentes com terceiros Segurança contra roubos, furtos, violência, etc.

Fonte: Elaborado pelo autor

3.1 Operação

A classe operação é a classe que engloba indicadores de natureza quantitativa que medem principalmente fatores relacionados a tempos e regularidade. São indicadores mais voltados à empresa, uma vez que indicam se a operação está acontecendo conforme programado dentro daquilo que a empresa definiu como objetivo.

Novamente, cabem comentários sobre as diferentes percepções. O indicador “Intervalo entre trens”, por exemplo, pode ter uma percepção diferenciada do ponto de vista do usuário. A empresa pode estar conseguindo cumprir o *headway* programado para a operação, dentro de suas possibilidades, considerando as diversas variáveis existentes, qualidade da via e quantidade de frota disponível e mesmo assim, o usuário pode não estar satisfeito com o tempo de espera nas plataformas.

Partindo da premissa de que a operadora dos trens sempre age com o máximo de recursos disponíveis, disponibilizando o máximo de trens e cumprindo o menor *headway* possível dentro de suas circunstâncias, esse indicador é melhor visto pelo ponto de vista da empresa. O passageiro por sua vez quer o menor tempo possível de espera.

Buscou-se, no presente trabalho, além de avaliar os já tradicionais indicadores de operação, fazer uma análise mais profunda, considerando fatores que normalmente não são levados em consideração. Além do resultado numérico final que cada indicador retornou, buscou-se avaliar gráficos, analisar situações e entender o resultado não só como um número absoluto, mas, sim, um valor que veio de um conjunto de dados que ao ser analisado por completo, pode fornecer informações que talvez não seriam percebidas analisando somente a nota final de cada indicador. As tabelas e gráficos são analisados, assim como motivações e causas de determinados valores fora do padrão, a fim de validar os dados, assim como considera-se a regularidade no pico e no dia todo, buscando-se uma relação entre as mesmas. Outro ponto abordado de forma diferenciada foi a análise da regularidade de viagens ofertadas. Em vários sistemas de metrô do país (inclusive Metrofor) considera-se somente a média de cada mês, sem avaliar a quantidade percentual de dias que tiveram regularidade de 100% das viagens ofertadas.

3.1.1 Pontualidade

O indicador “Pontualidade” foi considerado por aparecer em diversas pesquisas na revisão bibliográfica, mas, na verdade, não será desenvolvida forma de cálculo ou estabelecido parâmetros para o mesmo, mas, sim, para efeitos de explicação sobre sua não-aplicação na LTS.

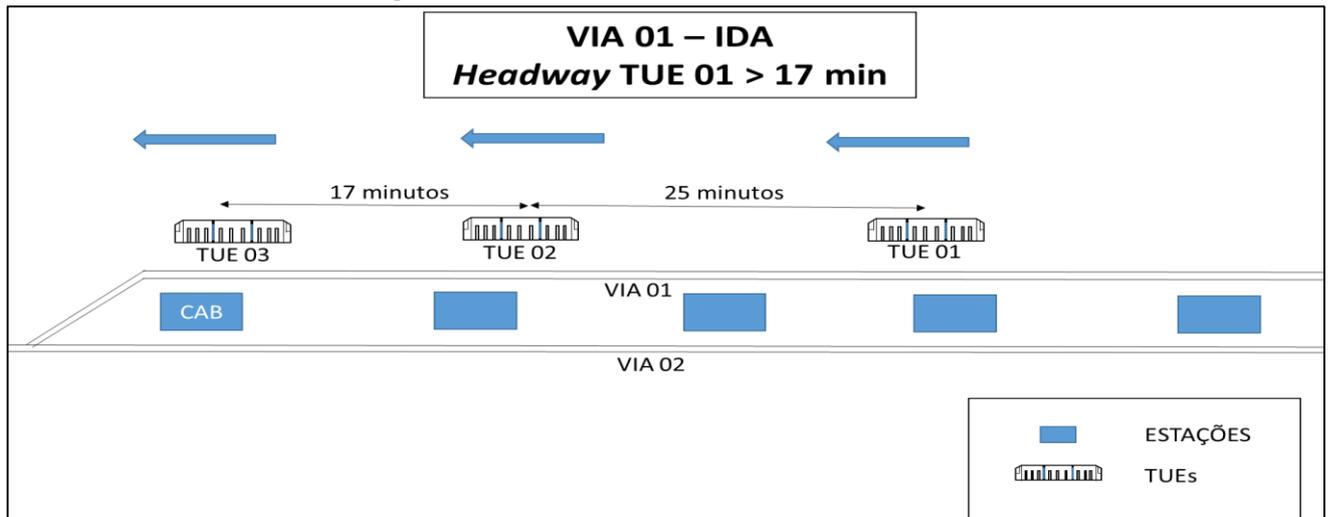
A Linha Sul não trabalha com o conceito de pontualidade. Embora exista uma programação para o dia todo, com horários de partida das estações terminais e previsão de passagem por todas as estações, o dinamismo da linha não permite avaliar a qualidade da circulação pelo cumprimento integral da tabela pré-programada. A empresa divulga apenas o *headway* previsto entre os trens, não divulgando tabela de horário nas estações ou na página virtual da empresa.

Quando acontece alguma ocorrência que influencia na operação, o CCO trabalha de forma a manter o *headway* o mais constante possível até que os horários voltem para a grade pré-programada, para que a percepção dos passageiros seja a menor possível e, para isso, os operadores buscam lentamente retornar ao horário da grade prevista para o dia.

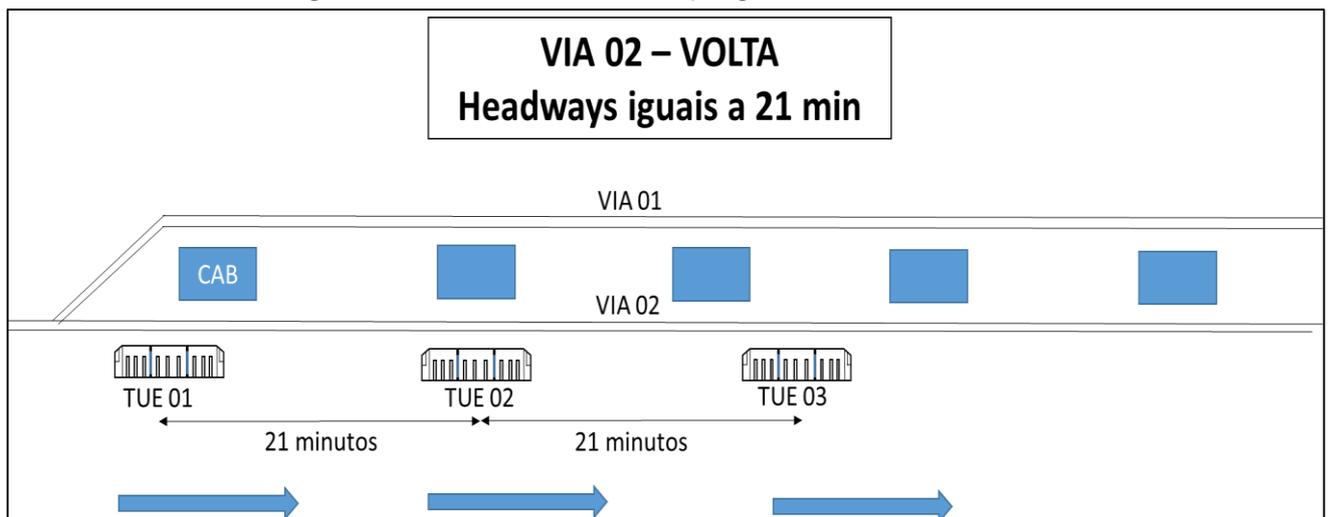
Por exemplo, considere que um trem, TUE 01, fica por oito minutos parado em uma estação da Linha Sul por conta de alguma falha mecânica. Isso significa que os passageiros que estão nas estações à frente desse trem provavelmente irão perceber o atraso. Considere que o trem normal que está imediatamente a sua frente seja o TUE 02. O intervalo entre o TUE 01 e o TUE 02 que era de 17 minutos, antes da falha mecânica, passa a ser de $17+8 = 25$ minutos. Esse elevado intervalo não pode ser alterado até que os trens cheguem no fim da linha (estação terminal), pois a velocidade de operação dos trens é próximo de uma constante e igual a 70 km/h.

Após o TUE 02 chegar na estação terminal, o mesmo possui uma previsão de horário de partida dentro da grade normal de circulação, visto que o mesmo está operando normalmente. No entanto, devido ao TUE 01, que vem em seguida, estar atrasado, se o TUE 02 partir na hora prevista inicialmente, o *headway* entre essas duas unidades será sempre 25 minutos. Por isso a partida do TUE 02 é atrasada em alguns minutos, dividindo o atraso com o TUE que partiu a sua frente (considere ser o TUE 03). Os *headways* ficam então de 21 minutos cada. Observe as imagens seguintes que ilustram a ida e a volta dos TUES citados:

Figura 3.1 – TUE 01 atrasado no trecho de ida.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3.2 – TUEs com *headways* iguais no trecho de volta.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observe que embora o headway tenha aumentado para 21 minutos entre esses três TUEs, essa configuração é mais regular do que uma com headways de 17 minutos e 25 minutos. Após essa regularização, o CCO irá gradativamente buscar retornar para o horário da grade programada para o dia e para os headways de 17 minutos. Isso pode ser feito de algumas formas, como diminuir o tempo da reversão da linha 01 para a linha 02. Inserir um novo TUE em alguma estação terminal para retirar a defasagem, dentre outras medidas possíveis.

Também há os casos em que uma composição tem que ser retirada de circulação por algum motivo e não há uma nova composição para substituí-la imediatamente. Isso faz com que o headway suba de 17 minutos para 21 minutos, devido a disponibilidade de apenas quatro composições para operação.

Não há grade fixa divulgada para os usuários. A operação age sempre de forma a tentar regularizar e diminuir o tempo de espera dos passageiros e buscando sempre, se possível, encerrar o dia com regularidade 100 por cento (realizar todas as viagens programadas, mesmo que elas não tenham ocorridos em sua totalidade dentro do horário previsto inicialmente na grade horária).

Como contra exemplo, a Linha Oeste de Fortaleza, que opera com VLTs (Veículo leve sobre trilhos) ao invés de TUEs, possui uma grade que é divulgada em todas as estações. A operação com esse tipo de veículo não é tão dinâmica quanto aquela que opera com veículos mais rápidos e elétricos. A pontualidade dessa linha é alta, o que permite a divulgação de horários. No entanto, no caso de alguma ocorrência atrasar a circulação ou mesmo no caso de partida das estações antes do horário da grade, a reclamação por parte do usuário é mais comum e mais incisiva, devido ao fato de ele ter conhecimento de qual horário real o VLT deveria cumprir.

3.1.2 Transit Time nos picos (TTP)

Transit Time (TT) indica o tempo necessário para seguir de uma estação terminal até outra. No caso da Linha Sul indica o tempo para ir de CHI até CAB (ou vice-versa) e equivale a 35 minutos. É importante ressaltar que nos registros operacionais da Linha Sul, não se trabalha com segundos e o tempo sempre é medido e arredondado para minutos, em números inteiros.

Será feita uma média aritmética entre os valores de tempo de percurso de 14 viagens no pico da manhã (sete partindo de CHI e sete partindo de CAB) e 14 viagens no pico da tarde (sete partindo de CHI e sete partindo de CAB). O TTP pode ser expresso pelo próprio tempo, expresso em minutos, ou por uma relação desse valor obtido e o valor de 35 minutos (tempo normal), expresso em porcentagem. O pico da manhã é considerado das 06:00 as 08:00 e pela tarde é considerado das 17:00 as 19:00.

Caso a circulação ocorra conforme a programação da grade horária, as viagens consideradas para cálculo serão as seguintes:

Tabela 3.2 – Nome e horário das viagens no pico

PICO MANHÃ				PICO TARDE			
TCB-03	06:04	TCH-03	06:12	TCB-42	17:07	TCH-42	17:15
TCB-04	06:21	TCH-04	06:29	TCB-43	17:24	TCH-43	17:32
TCB-05	06:38	TCH-05	06:46	TCB-44	17:41	TCH-44	17:49
TCB-06	06:55	TCH-06	07:03	TCB-45	17:58	TCH-45	18:06
TCB-07	07:12	TCH-07	07:20	TCB-46	18:15	TCH-46	18:23
TCB-08	07:29	TCH-08	07:37	TCB-47	18:32	TCH-47	18:40
TCB-09	07:46	TCH-09	07:54	TCB-48	18:49	TCH-48	18:57

Fonte: Elaborado pelo autor

Ou seja, se não houver imprevisto, o pico da manhã corresponderá ao intervalo da terceira viagem até a nona viagem, partindo de cada estação terminal. O pico da tarde corresponderá ao intervalo da 42ª viagem até a 48ª viagem.

A pontuação adotada para o TTP de cada mês, quando expresso em minutos, será a seguinte:

Tabela 3.3 – Pontuação do TTP

INDICADOR	PONTUAÇÃO
$TTP > 42$	0
$40 \leq TTP < 42$	5
$TTP \leq 39$	10

Fonte: Elaborado pelo autor

A nota final TTP do período analisado, será a média aritmética entre todos os meses, com duas casas decimais.

3.1.3 Headway nos picos (HWP)

O indicador “*Headway nos picos*” tem a ver com o intervalo de tempo entre os TUEs. Como visto na planilha exemplo da figura 2.6, esse registro somente é feito nas partidas das estações terminais (CHI e CAB). Serão tomadas 14 viagens em cada pico (sete partindo de CHI e sete partindo de CAB) e será calculada a relação entre a quantidade de intervalos adequados entre veículos e a quantidade total de medições que é 28, expressando em porcentagem.

O intervalo adequado será aquele que não ultrapasse 21 minutos, estando a circulação normal ou com menos composições. Ressalta-se que não é incomum uma circulação com apenas quatro composições quando não há outra composição disponível, o que aumenta o *headway* para 21 minutos e torna mais fácil a existência de intervalos maiores que 21 minutos na circulação, baixando, portanto, a nota nessa categoria. Esse fato não será considerado para efeitos de cálculo, uma vez que a empresa divulga que o intervalo entre trens é de 17 minutos, não cabendo ao passageiro a responsabilidade de saber quantas composições estão no *loop* de trens.

A pontuação adotada para cada mês será a seguinte:

Tabela 3.4 – Pontuação do HWP

INDICADOR	PONTUAÇÃO
$HWP < 85\%$	0
$85\% \leq HWP < 95\%$	5
$HWP \geq 95\%$	10

Fonte: Elaborado pelo autor

A nota final HWP do período analisado, é a média aritmética entre todos os meses, com duas casas decimais.

3.1.4 Regularidade total do dia (RTD)

O indicador “Regularidade total do dia” avalia o cumprimento da oferta de viagens programadas pra cada dia. Por dia a programação é a realização de 126 viagens. 63 partindo de CHI indo para CAB (sentido serra) e 63 partindo de CAB sentindo CHI (sentido Centro).

O RTD será calculado como sendo a quantidade de viagens realizadas no dia dividido por 126 e expresso em forma de porcentagem.

A pontuação adotada para cada mês será a seguinte:

Tabela 3.5 – Pontuação do RTD

INDICADOR	PONTUAÇÃO
$RTD < 95\%$	0
$95\% \leq RTD < 98\%$	5
$RTD \geq 98\%$	10

Fonte: Elaborado pelo autor

A nota final RTD do período analisado, é a média aritmética entre todos os meses, com duas casas decimais.

3.1.5 Regularidade nos picos (RPI)

O indicador “Regularidade nos picos” avalia o cumprimento da oferta de viagens programadas pra os horários de pico. Como já visto, temos um total de 28 viagens nos horários considerados de pico.

O RPI será calculado como sendo a quantidade de viagens realizadas nos horários de pico dividido por 28 e expresso em forma de porcentagem.

Não haverá nota para esse indicador, pois ele será utilizado apenas para estudo de possível relação entre a regularidade total do dia e a regularidade no horário de pico.

3.1.6 Índice geral da operação (IGOP)

A nota final IGOP será calculada como sendo:

$$\text{IGOP} = (0,30 \times \text{HWP} + 0,35 \times \text{TTP} + 0,35 \times \text{RTD})$$

Para avaliar essa nota, utilizou-se os parâmetro do estudo de impacto de implantação do VLT de Goiás mostrado no capítulo 2. Embora os indicadores do presente trabalho tenham sido adaptados para a Linha Sul, os parâmetros do estudo de impacto de Goiás servem como uma base de avaliação, uma vez que ele considera os mesmos indicadores, calculados de forma semelhante ao da presente pesquisa e variando, também, de zero a dez.

A tabela 3.6 indica o multiplicador a ser utilizado na contraprestação da concessionária que venha a gerenciar o sistema de VLTs.

Tabela 3.6 – Correção da contraprestação segundo a nota IGOP

EFEITO	NOTA FINAL	FATOR MULTIPLICADOR
BONIFICAÇÃO	IGOP = 10,00	1,2
	$9,50 \leq \text{IGOP} < 10,00$	1,1
	$9,00 \leq \text{IGOP} < 9,50$	1,0
PENALIZAÇÃO	$8,50 \leq \text{IGOP} < 9,00$	0,9
	$8,00 \leq \text{IGOP} < 8,50$	0,8
	$7,50 \leq \text{IGOP} < 8,00$	0,7
	$7,00 \leq \text{IGOP} < 7,50$	0,6
	$6,50 \leq \text{IGOP} < 7,00$	0,5
	$6,00 \leq \text{IGOP} < 6,50$	0,4
	$5,50 \leq \text{IGOP} < 6,00$	0,3
	$5,00 \leq \text{IGOP} < 5,50$	0,2
	IGOP < 5,00	0,0

Fonte: Adaptado de PA Transporting (2013)

3.2 Manutenção

A classe manutenção é uma das classes que mais tem influência direta na classe de operação. Possui três indicadores, descritos abaixo.

Tabela 3.7– Indicadores da manutenção

MANUTENÇÃO
Disponibilidade de material rodante
Desempenho do material rodante
Desempenho dos sistemas auxiliares

Fonte: Elaborado pelo autor

Disponibilidade do material rodante: Indica se em um certo período avaliado, o número de composições disponíveis para circulação atendia a demanda de composições para aquele determinado momento.

Desempenho do material rodante: Avalia a quilometragem total rodada por cada composição antes de apresentar falhas.

Desempenho dos sistemas auxiliares: Avalia a quantidade de tempo de circulação prejudicada por falhas em quaisquer outros componentes que não sejam o material rodante (TUEs), por exemplo: falha na rede aérea, trilhos quebrados, dentre outros.

3.3 Projeto do Metrô

Como explicado, a classe de projeto são indicadores de difícil alteração e definidos por projeto. A seguir são feitos comentários sobre os três indicadores.

Tabela 3.8 – Indicadores de projeto

PROJETO DO METRÔ
Itinerário (Tamanho e distribuição)
Percentual de trens acessíveis
Integração intermodal e intramodal

Fonte: Elaborado pelo autor

Itinerário: A LTS é uma linha segregada (não possui passagens em nível com as rodovias) e sua construção foi através de duplicação e energização da antiga Linha Sul, onde circulavam

trens movidos a diesel. Pode-se citar o fato de a linha foi viabilizada por ser construída paralelamente a linha de carga a FTL (Transnordestina). Portanto, seu itinerário abrange áreas onde não há grandes demandas de viagens. Somente com um estudo de demandas de viagens, com informações sobre origens e destinos dos passageiros, seria possível avaliar se o itinerário poderia ser otimizado, considerando, também, todos os fatores de um projeto desse porte, onde podemos citar o custo de desapropriações.

Percentual de trens acessíveis: todos os TUEs que circulam na linha sul são acessíveis a pessoas com deficiência. Assim como as estações possuem dispositivos auxiliares e plataformas elevadoras para facilitar o embarque/desembarque dos passageiros com deficiência.

Integração intermodal e intramodal: A LTS não possui, hoje, nenhum tipo de integração. No entanto a previsão é de que possua integração intramodal com a linha Ramal Parangaba-Mucuripe e com a futura Linha Leste, assim como prevê integração também com a já existente Linha Oeste. Em relação a integração intermodal, há projetos para que haja integração com os ônibus coletivos, no terminal da Parangaba. Essa integração seria física e tarifária, mas qualquer definição do tipo exige ainda que muitas questões políticas e burocráticas sejam resolvidas.

3.4 Acessibilidade/Infraestrutura

Quatro indicadores englobam a classe acessibilidade/infraestrutura, conforme visto na tabela abaixo:

Tabela 3.9 – Indicadores de Acessibilidade/Infraestrutura

ACESSIBILIDADE/INFRAESTRUTURA
Valor da tarifa
Passageiros por funcionários
Informações sobre linhas, horários e itinerários
Qualidade das estações.

Fonte: Elaborado pelo autor

Valor da tarifa: Atualmente, o valor da tarifa da LTS é de R\$3,40 para passagem inteira. O valor é equivalente ao valor cobrado pelo serviço de ônibus coletivo.

Passageiros por funcionários: Indicador que calcula a razão entre número de passageiros transportados por dia e o número de funcionários para atendê-los.

Informações sobre linhas, horários e itinerários: Informações coladas nas plataformas das estações.

Qualidade das estações: Envolve a análise de fatores como: tecnologias, câmeras, bilhetagem eletrônica, TV, GPS, Wi-Fi. Área para embarque e desembarque, dentre outras.

3.5 Usuário

Dois indicadores englobam a classe relacionada a percepção do usuário, conforme visto na tabela abaixo:

Tabela 3.10 – Indicadores de percepção do usuário

PERCEPÇÃO DO USUÁRIO
Pesquisa de satisfação
Número de reclamações/Ouvidoria

Fonte: Elaborado pelo autor

Pesquisa de satisfação: Envolve pesquisa com número representativo de usuários do metrô em relação a fatores tais como: conforto térmico, lotação, ruído interior, estado de limpeza das frota de trens e estações, dentre outras.

Número de reclamações da Ouvidoria: Número levantado pela própria empresa.

3.6 Segurança

Três indicadores englobam a classe de segurança conforme tabela 3.11 abaixo.

Tabela 3.11 – Indicadores de segurança

SEGURANÇA
Frequência de acidentes com passageiros
Frequência de acidentes com terceiros
Segurança contra roubos, furtos, violência, etc.

Fonte: Autor

4 APLICAÇÃO DOS INDICADORES DE OPERAÇÃO NA LINHA SUL

Após escolha e definição dos indicadores de operação, aplica-se o modelo nos dados operacionais da LTS.

Serão avaliados seis meses de operação, de Setembro de 2017 até Fevereiro de 2018, visando utilizar dados mais atuais e abrangendo somente o período após extensão do horário comercial, onde houve acréscimo de 14 viagens à operação, sete partindo de cada estação terminal. Os dados de cada dia estão detalhados no anexo I. Para cada indicador, expõe-se, aqui, apenas o resumo de cada mês.

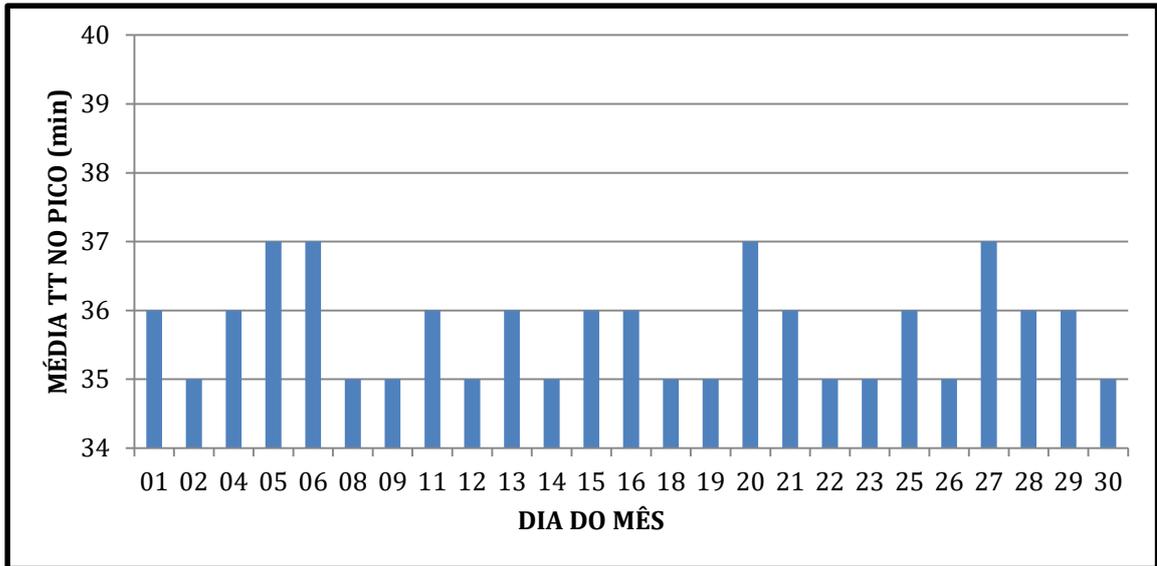
4.1 Transit Time nos picos (TTP)

Através das planilhas de circulação de todos os dias de operação, pode-se calcular o valor do TTP de cada dia e, assim, chegar a média final de cada mês. Segue o detalhamento de cada mês estudado, observando-se que alguns dias do mês não estão computados, sendo eles os dias em que não houve circulação comercial (geralmente domingos e feriados).

4.1.1 Setembro

A média de TTP de cada dia do mês de Setembro pode ser visto no gráfico abaixo:

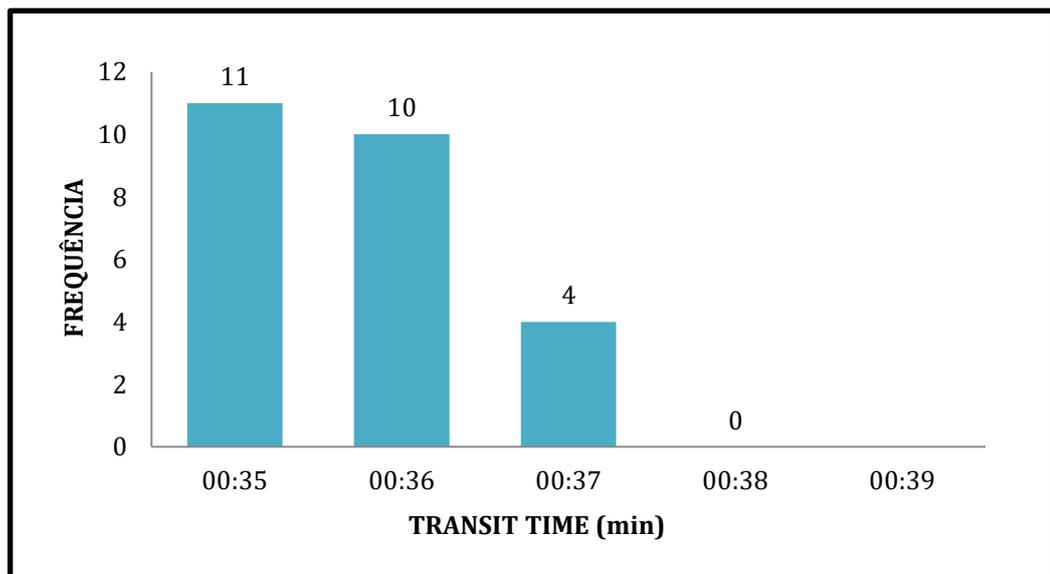
Gráfico 4.1 – TT diário Setembro 2017



Fonte: Elaborado pelo autor

Observe que os valores variam entre 35 e 37 minutos, dando origem ao histograma seguinte:

Gráfico 4.2 – Frequência de TTs Setembro de 2017



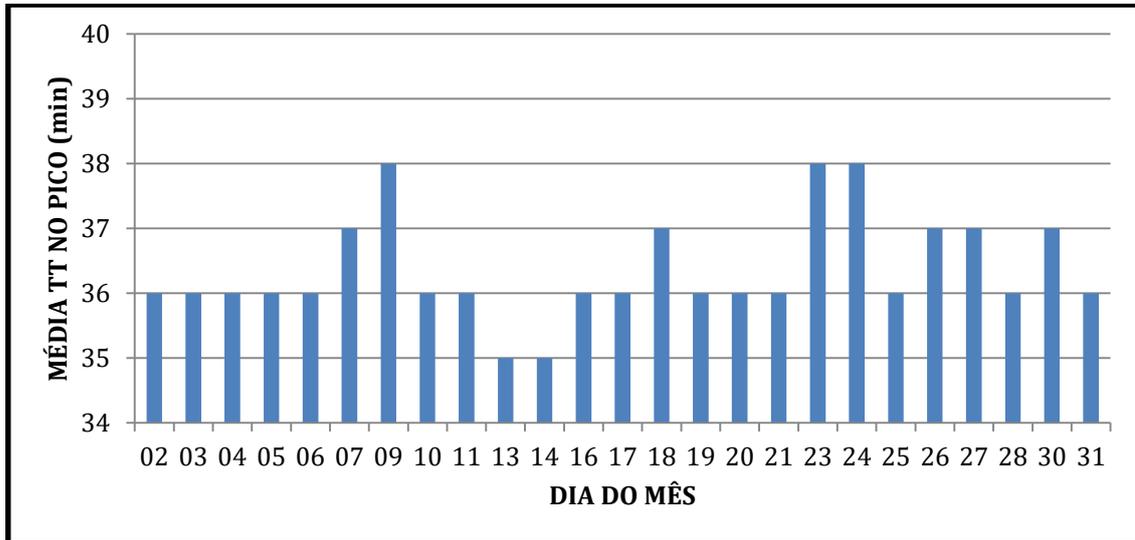
Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os valores de cada dia, calcula-se a média geral do mês. A TTP do mês de Setembro ficou em **36 min**, ou **103%**.

4.1.2 Outubro

A média de TTP de cada dia do mês de Outubro pode ser visto no gráfico abaixo:

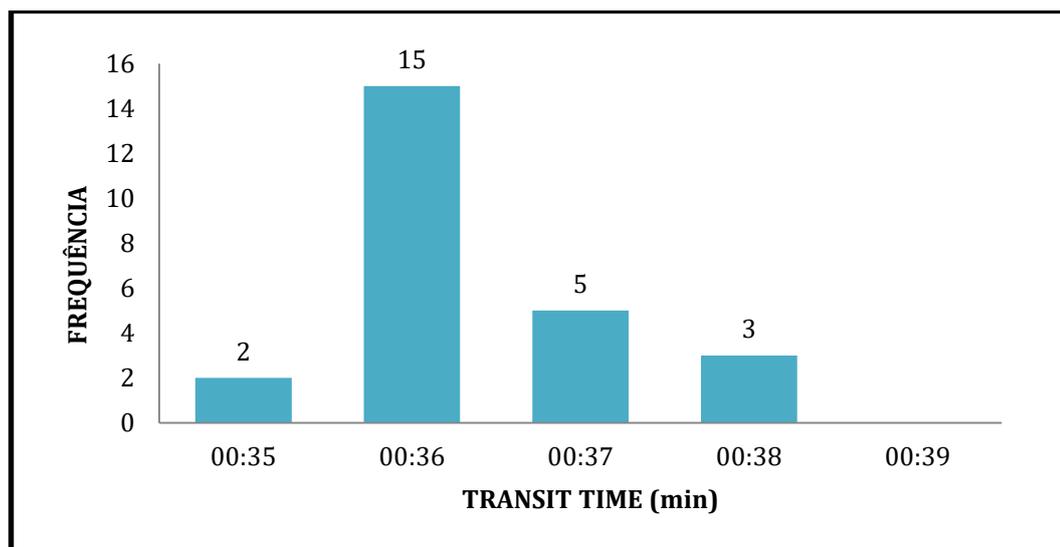
Gráfico 4.3 – TT diário Outubro 2017



Fonte: Elaborado pelo autor

Observe que os valores variam entre 35 e 38 minutos, dando origem ao histograma seguinte:

Gráfico 4.4 – Frequência de TTs Outubro de 2017



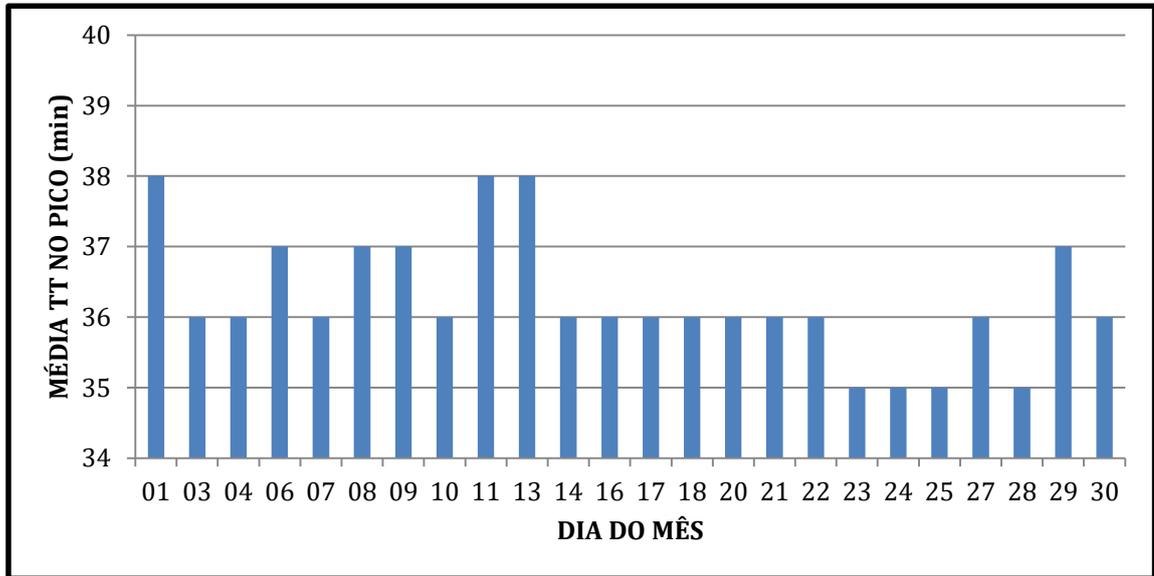
Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os valores de cada dia, calcula-se a média geral do mês. A TTP do mês de Outubro ficou em **37 min**, ou **106%**.

4.1.3 Novembro

A média de TTP de cada dia do mês de Novembro pode ser visto no gráfico abaixo:

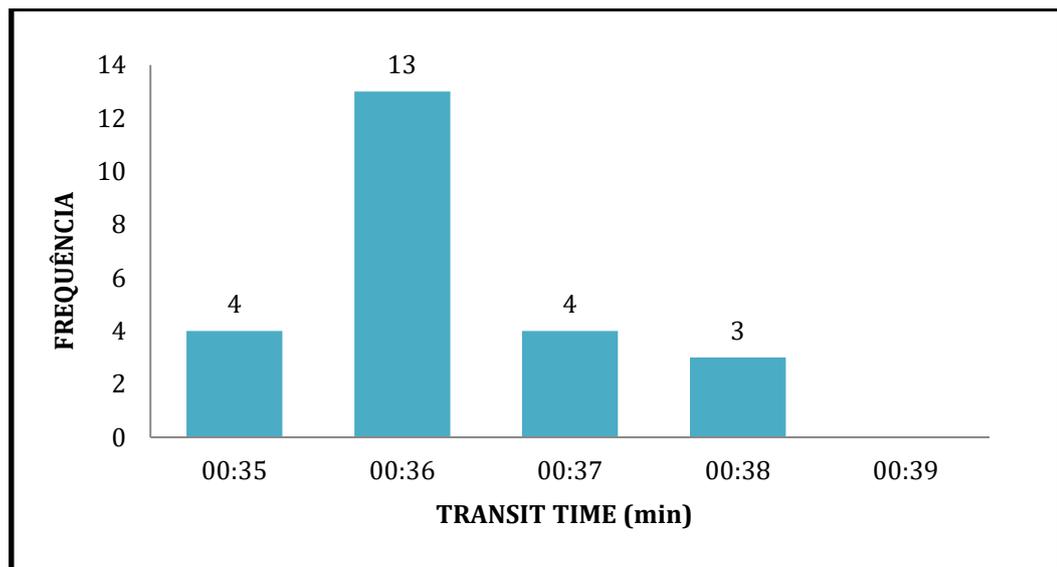
Gráfico 4.5 – TT diário Novembro 2017



Fonte: Elaborado pelo autor

Observe que os valores variam entre 35 e 38 minutos, dando origem ao histograma seguinte:

Gráfico 4.6 – Frequência de TTs Novembro de 2017



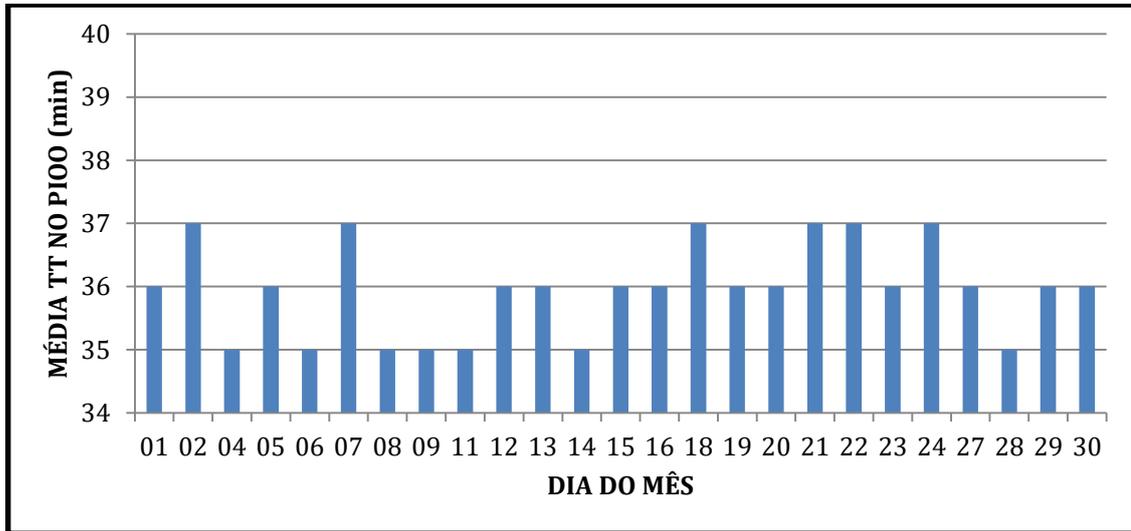
Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os valores de cada dia, calcula-se a média geral do mês. A TTP do mês de Novembro ficou em **36 min**, ou **103%**.

4.1.4 Dezembro

A média de TTP de cada dia do mês de Dezembro pode ser visto no gráfico abaixo:

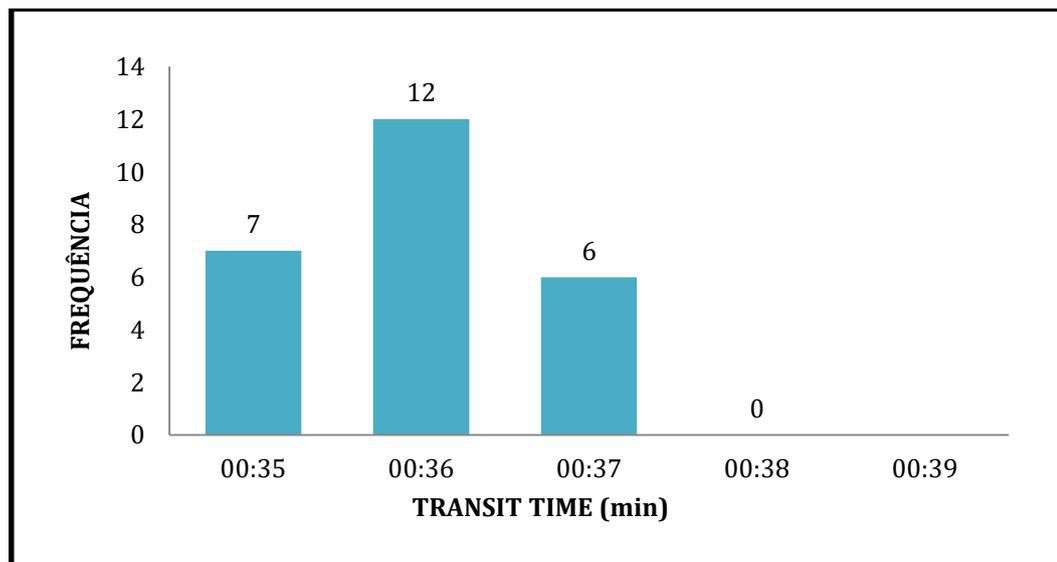
Gráfico 4.7 – TT diário Dezembro 2017



Fonte: Elaborado pelo autor

Observe que os valores variam entre 35 e 37 minutos, dando origem ao histograma seguinte:

Gráfico 4.8 – Frequência de TTs Dezembro de 2017



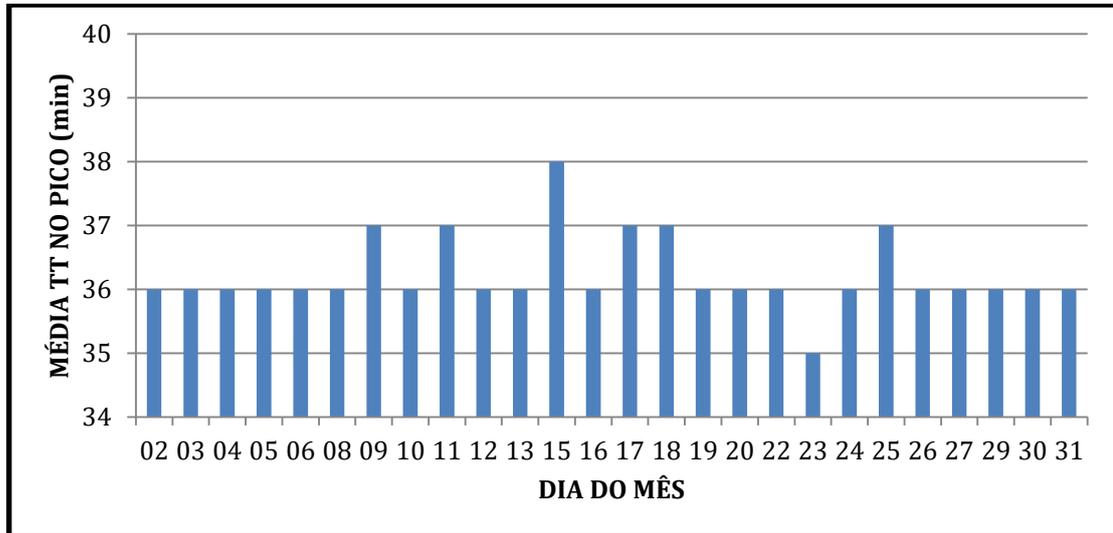
Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os valores de cada dia, calcula-se a média geral do mês. A TTP do mês de Dezembro ficou em **36 min**, ou **103%**.

4.1.5 Janeiro

A média de TTP de cada dia do mês de Janeiro pode ser visto no gráfico abaixo:

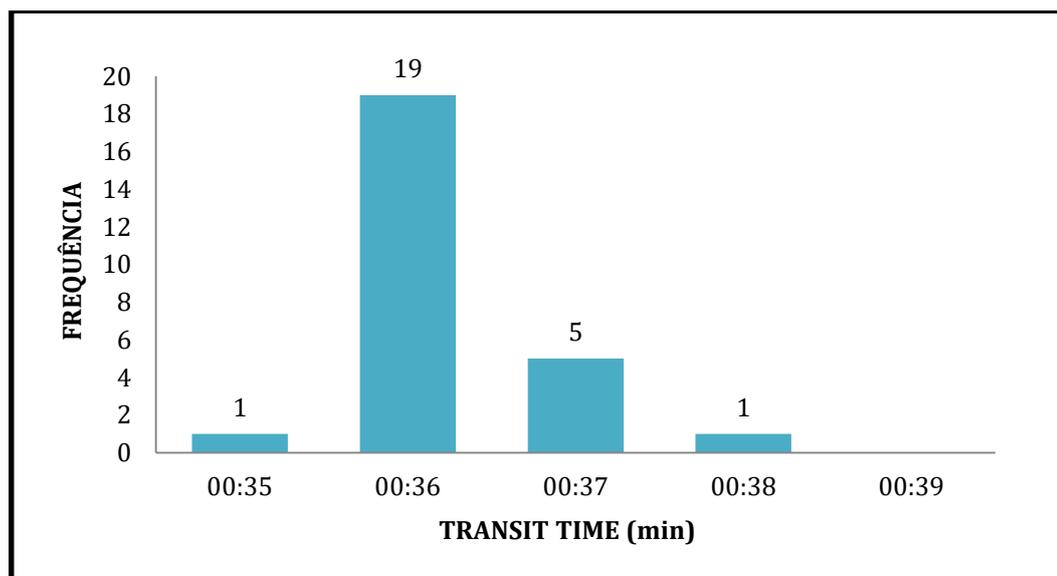
Gráfico 4.9 – TT diário Janeiro 2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Observe que os valores variam entre 35 e 38 minutos, dando origem ao histograma seguinte:

Gráfico 4.10 – Frequência de TTs Janeiro de 2018



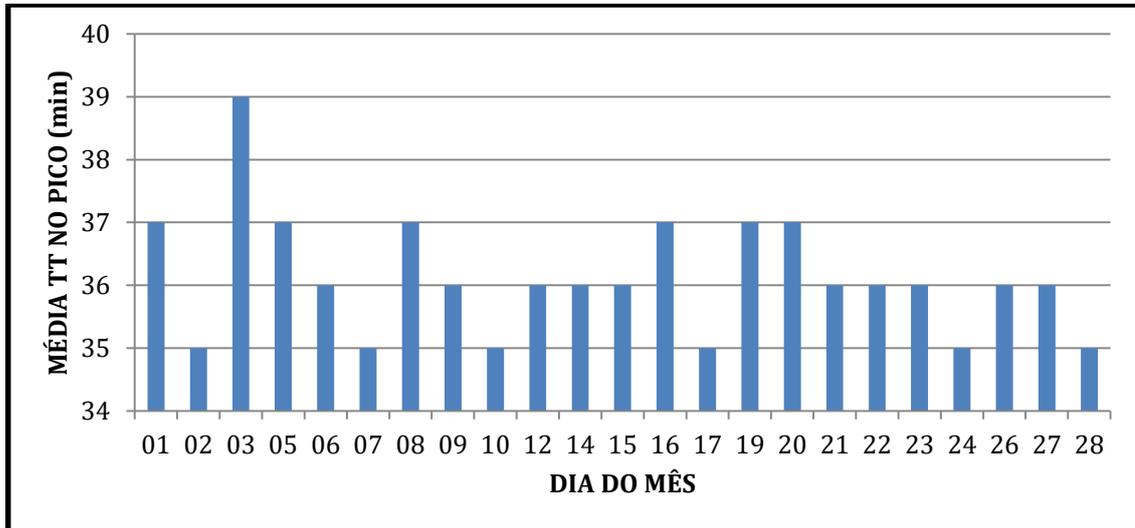
Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os valores de cada dia, calcula-se a média geral do mês. A TTP do mês de Janeiro ficou em **36 min**, ou **103%**.

4.1.6 Fevereiro

A média de TTP de cada dia do mês de Fevereiro pode ser visto no gráfico abaixo:

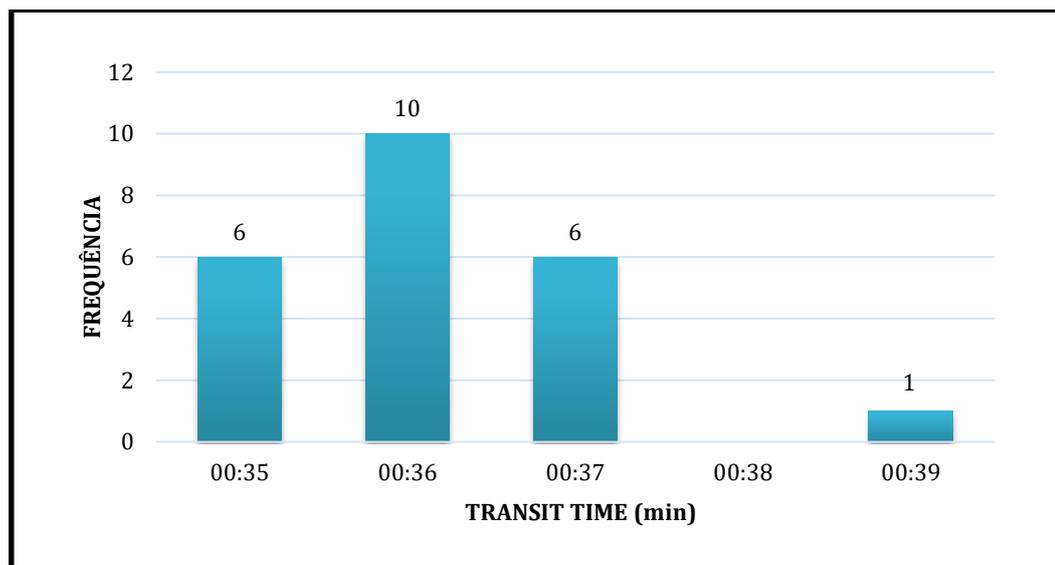
Gráfico 4.11 – TT diário Fevereiro 2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Observe que os valores variam entre 35 e 39 minutos, dando origem ao histograma seguinte:

Gráfico 4.12 – Frequência de TTs Fevereiro de 2018



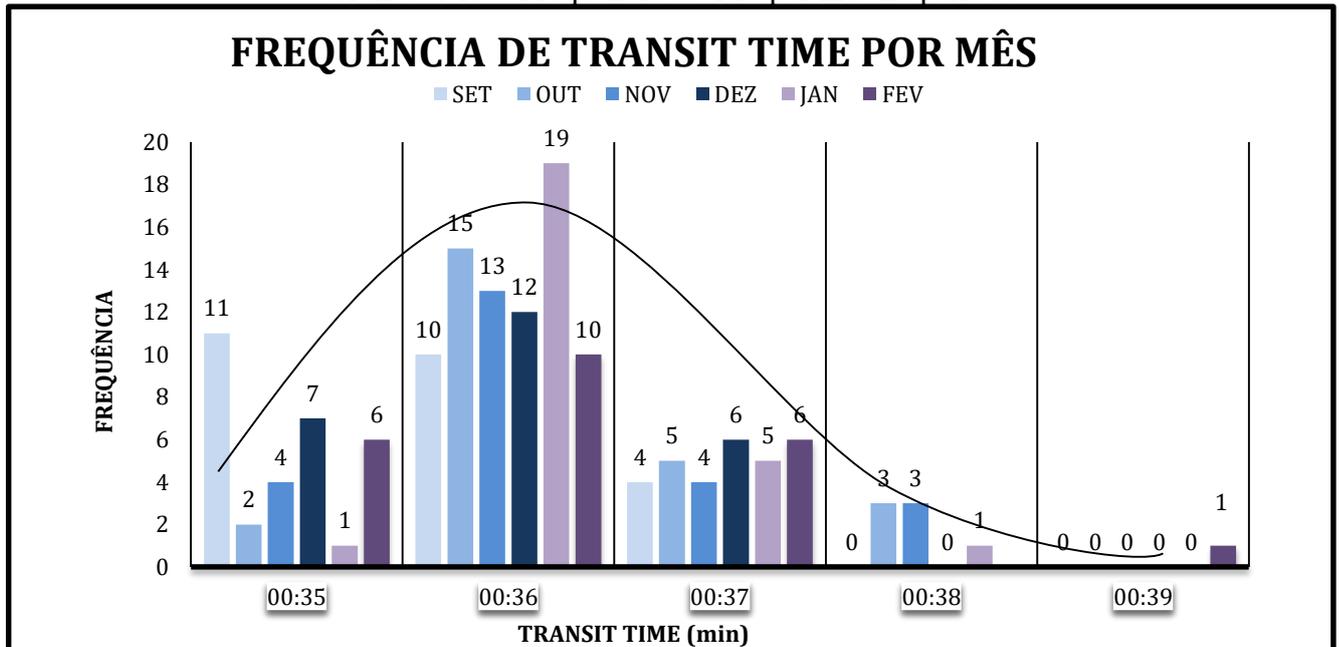
Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os valores de cada dia, calcula-se a média geral do mês. A TTP do mês de Fevereiro ficou em **36 min**, ou **103%**.

4.1.7 Período analisado

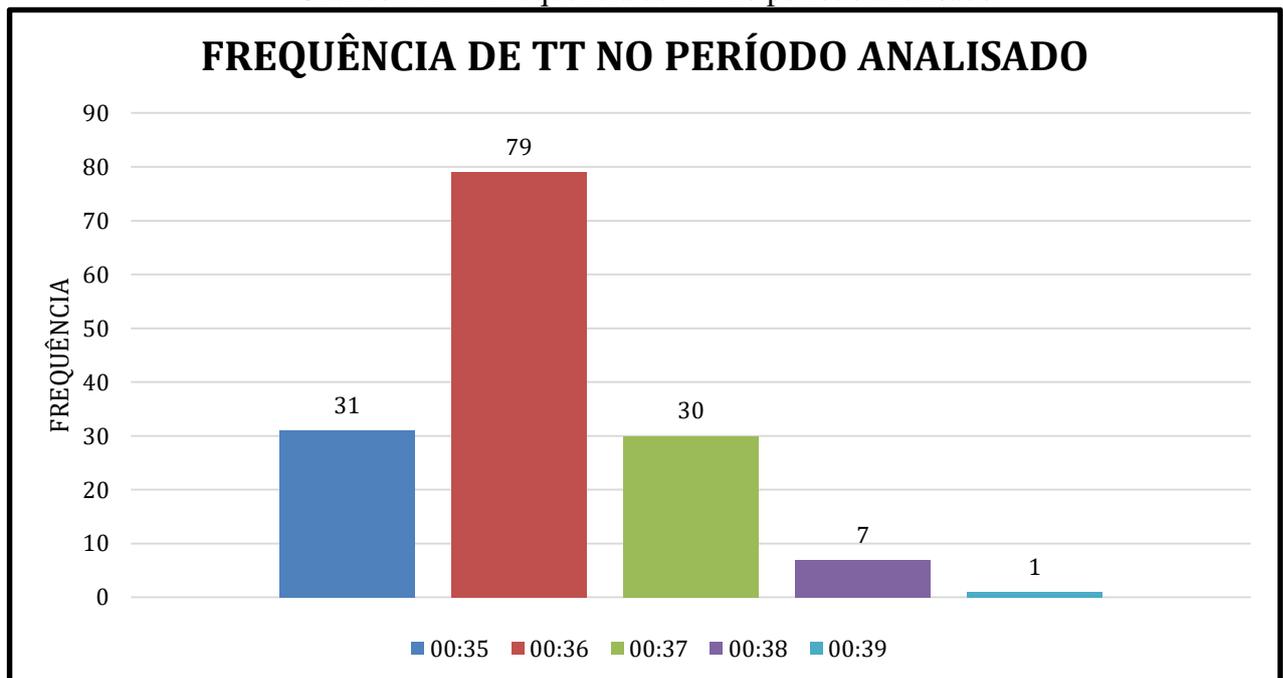
Após a análise de cada mês separadamente, pode-se fazer uma análise do semestre avaliado. Abaixo seguem dois histogramas com as frequências dos TTs dos seis meses avaliado. O primeiro discriminando o valor de cada mês e o segundo juntando esses valores.

Gráfico 4.13 – Frequência de TTs por mês no período



Fonte: Elaborado pelo autor

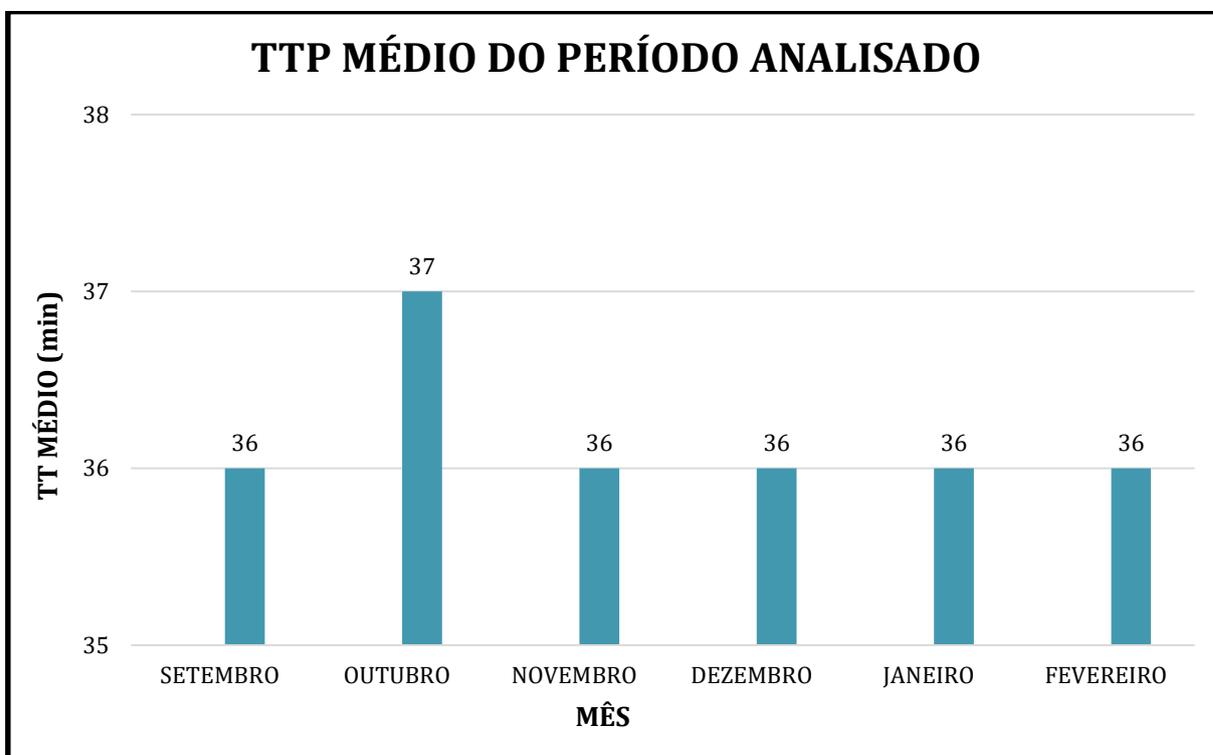
Gráfico 4.14 – Frequência de TT no período analisado



Fonte: Elaborado pelo autor

O resumo do TTPs de cada mês pode ser visto no gráfico a seguir.

Gráfico 4.15 – TTP médio de cada mês do período analisado



Fonte: Elaborado pelo autor

Portanto, a nota de cada mês, segundo parâmetros da tabela 3.2 ficou como mostra a tabela 4.1:

Tabela 4.1 – TTP do período analisado

MÊS	NOTA TTP
SETEMBRO/2017	10
OUTUBRO/2017	10
NOVEMBRO/2017	10
DEZEMBRO/2017	10
JANEIRO/2018	10
FEVEREIRO/2018	10
NOTA FINAL TTP DE TODO O PERÍODO ANALISADO	10,00

Fonte: Elaborado pelo autor

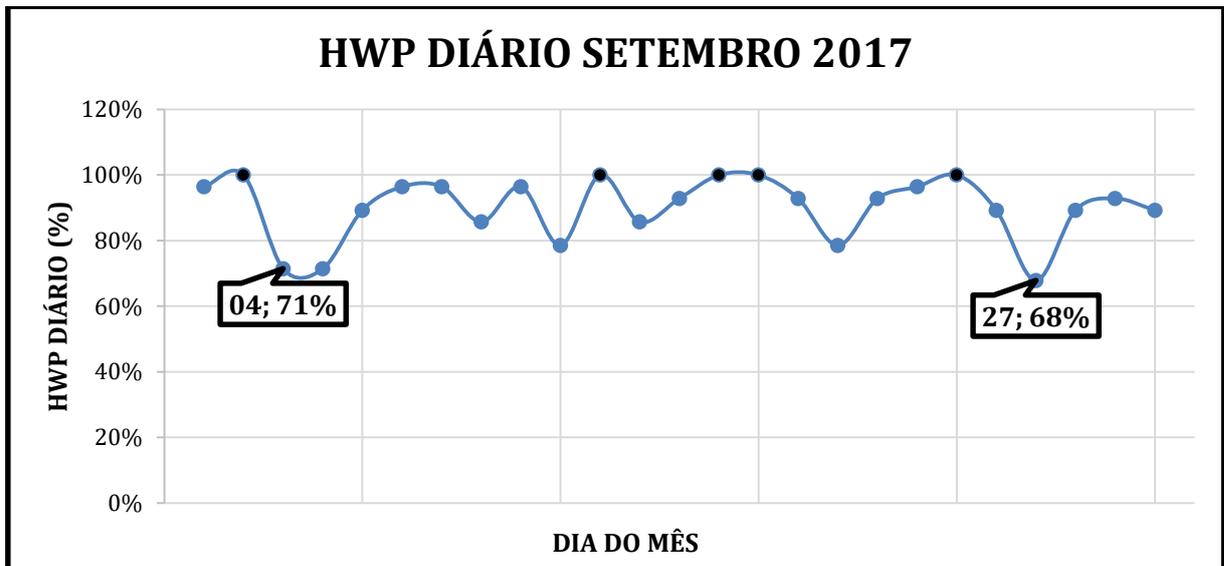
4.2 Headway nos picos (HWP)

Através das planilhas de circulação de todos os dias de operação, pode-se calcular o valor do HWP de cada dia e, assim, chegar a média final de cada mês. Segue o detalhamento de cada mês estudado, observando-se que alguns dias do mês não estão computados, sendo eles os dias em que não houve circulação comercial (geralmente domingos e feriados). Foram destacados os dias de HWP mais baixos, indicando qual dia ocorreu e quanto foi o HWP no respectivo dia.

4.2.1 Setembro

A porcentagem de intervalos adequados no pico de cada dia do mês de Setembro de 2017 pode ser visto no gráfico abaixo.

Gráfico 4.16 – HWP diário Setembro de 2017

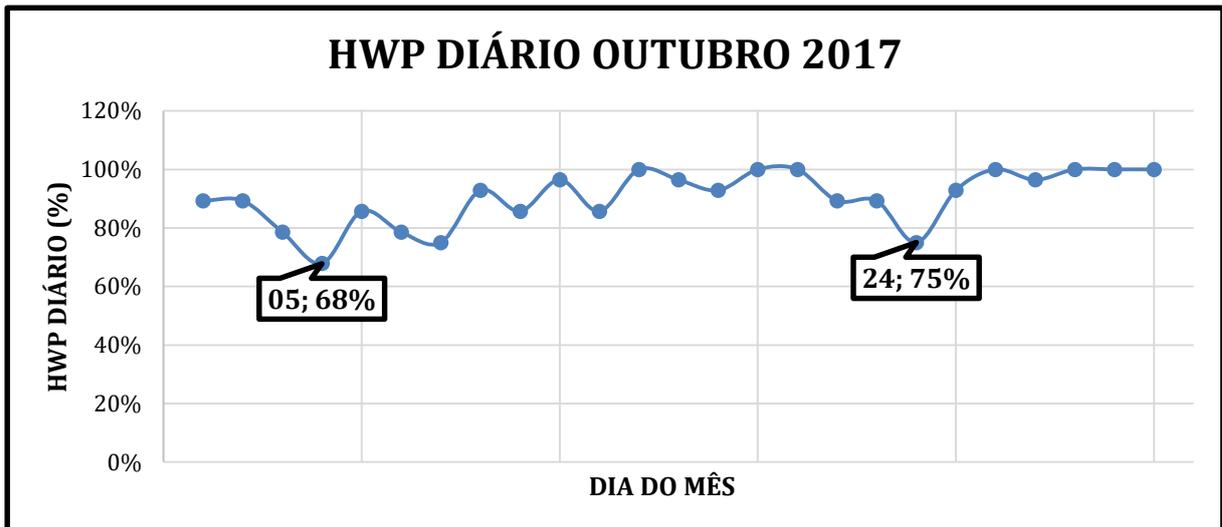


Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2 Outubro

A porcentagem de intervalos adequados no pico de cada dia do mês de Outubro de 2017 pode ser visto no gráfico abaixo.

Gráfico 4.17 – HWP diário Outubro de 2017

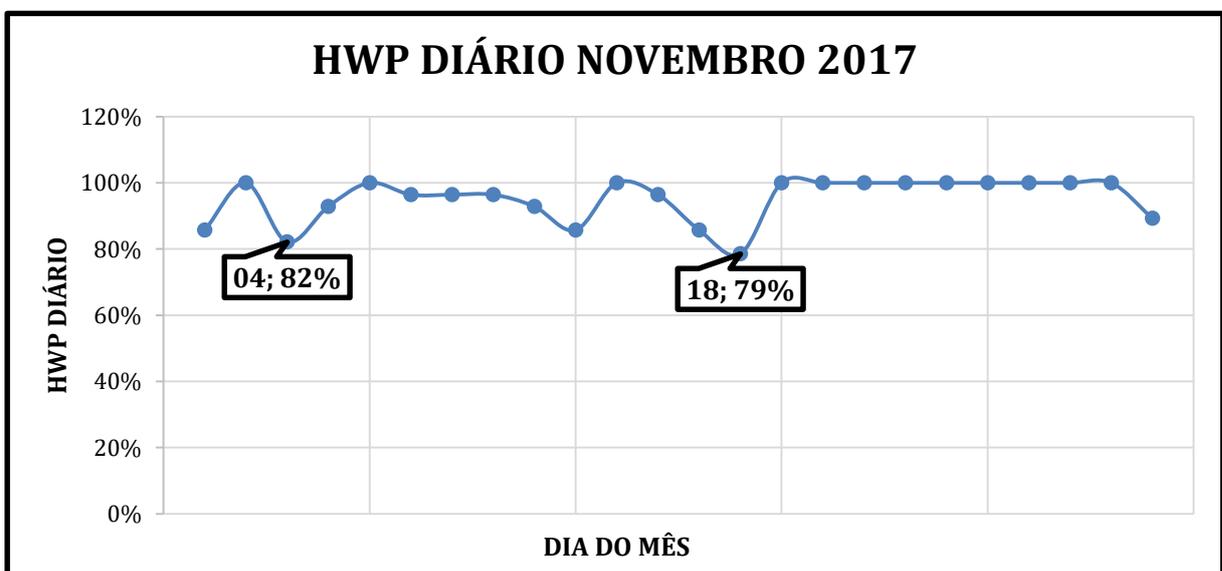


Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.3 Novembro

A porcentagem de intervalos adequados no pico de cada dia do mês de Novembro de 2017 pode ser visto no gráfico abaixo.

Gráfico 4.18 – HWP diário Novembro de 2017



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.4 Dezembro

A porcentagem de intervalos adequados no pico de cada dia do mês de Dezembro de 2017 pode ser visto no gráfico abaixo.

Gráfico 4.19 – HWP diário Dezembro de 2017

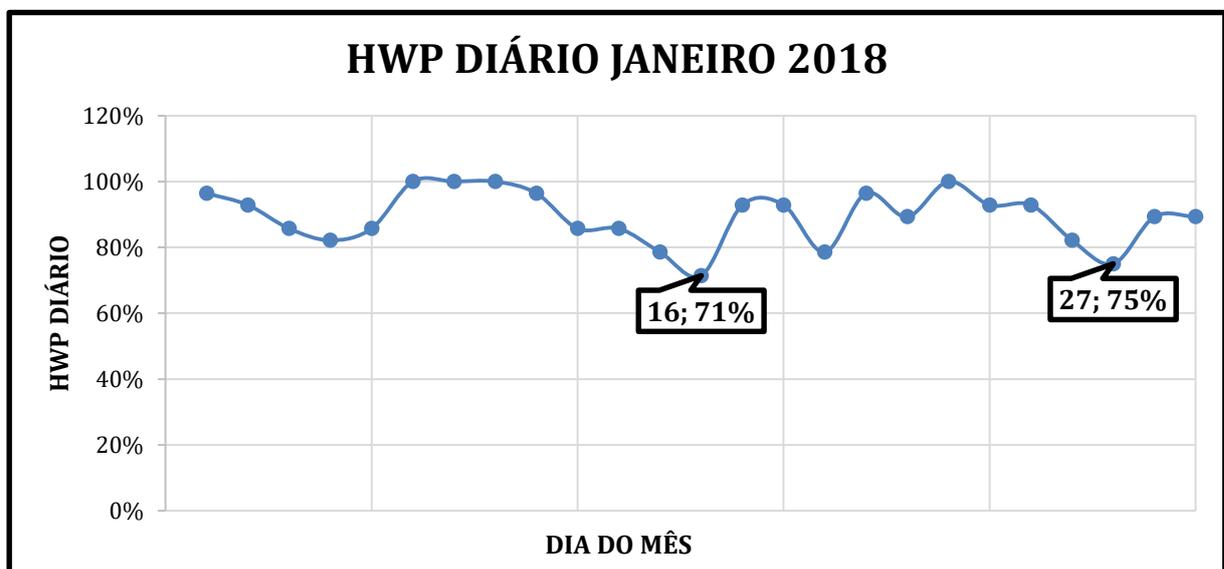


Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.5 Janeiro

A porcentagem de intervalos adequados no pico de cada dia do mês de Janeiro de 2018 pode ser visto no gráfico abaixo.

Gráfico 4.20 – HWP diário Janeiro de 2018

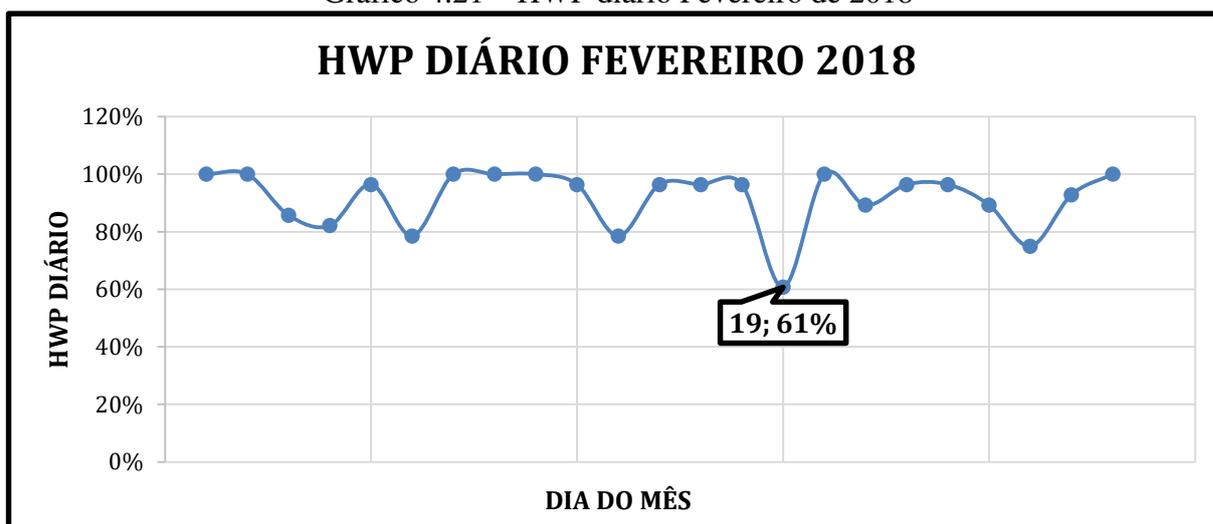


Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.6 Fevereiro

A porcentagem de intervalos adequados no pico de cada dia do mês de Fevereiro de 2018 pode ser visto no gráfico abaixo.

Gráfico 4.21 – HWP diário Fevereiro de 2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Com a finalidade de tirar conclusões, buscou-se nos registros operacionais, os motivos dos dias em que os HWPs foram mais baixos. Não houve preocupação em explicar as falhas uma a uma em detalhes (exibidas na tabela 4.20). Para melhor entendimento, as avarias foram agrupadas por área.

PROBLEMAS LÓGICOS: Relacionados ao sistema (*hardware*) do TUE. São problemas que muitas vezes são solucionados com procedimento de RESET (desenergizar e energizar a composição). Foram levantados seis falhas desse tipo nos dias citados.

PROBLEMAS MECÂNICOS: Relacionados a mecânica da composição. Os mais comuns são falhas no sistema de freio (EPAC) e tração inibida (composição não apresenta falhas no painel, mas não há tração nos rodeiros e trem não sai do canto). 16 falhas desse tipo.

DECORRENTES DE PROBLEMAS MECÂNICOS: Os problemas mecânicos podem acarretar em atrasos de outras composições que não possuem falhas. Outro exemplo é no caso de uma composição retirada por problemas mecânicos que implique em uma circulação com somente quatro trens. Os quatro trens terão chances mais altas de resultar em intervalos entre trens inadequados (maiores que 21 minutos). 10 Falhas desse tipo foram levantadas.

OUTROS: Falha humana (atraso do maquinista sem justificativa); Superlotação e problemas para encontrar a chave de ignição do TUE foram as outras três falhas levantadas.

Tabela 4.2 – Motivações dos HWP's mais baixos

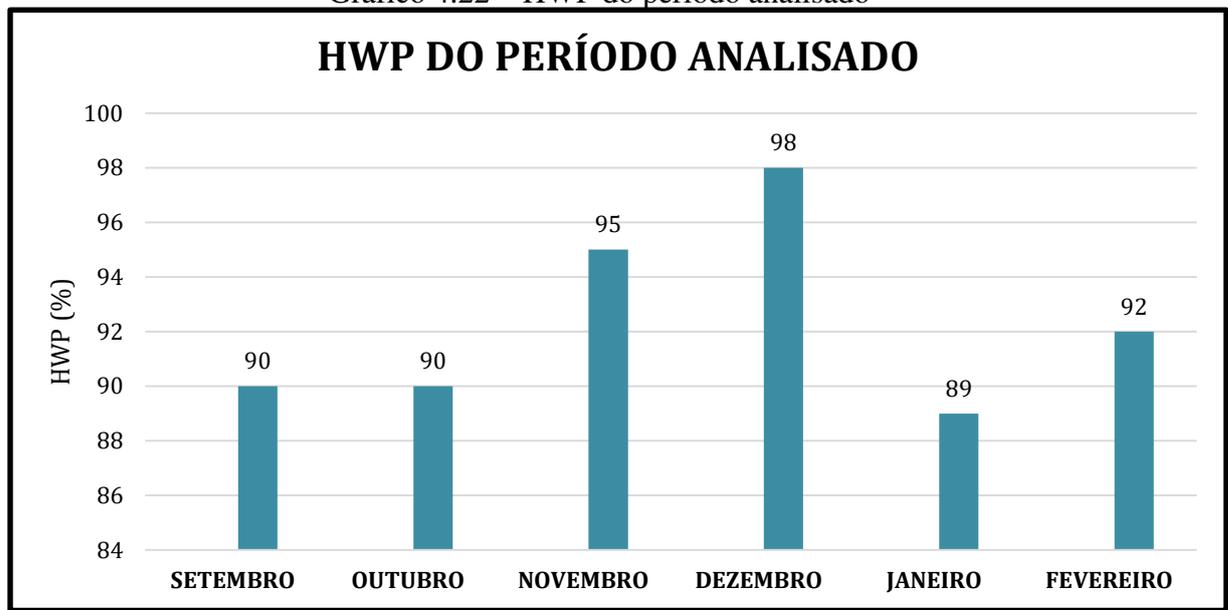
DIA	MOTIVAÇÕES
04 de Setembro; 71%	Falhas na IDU do TUE; Freio de emergência acionando sozinho; Conversos auxiliar e carregador de baterias do TUE excluídos; Troca de composição; Falhas no sistema EPAC (freios).
27 de Setembro; 68%	Inversão de TUEs por defeito no para-brisa; Falha no engate da inversão; Troca de composição; Falha nos freios; Disjuntos extra-rápido aberto; Procedimentos de RESETs. Circulação com quatro composições.
5 de Outubro; 68%	Falha no sistema EPAC; Procedimentos de RESETs; Retirada de trem de circulação; Superlotação.
24 de Outubro; 75%	RESETs; Atraso dos condutores; TCU excluída.
18 de Novembro; 79%	Extra-rápido aberto; 1 motor sem tração; Retirada de composição.
16 de Janeiro; 71%	Chave desgastada não conseguiu ligar uma das cabines; Extra-rápido aberto; TCUs excluídas; Extra-rápido aberto.
27 de Janeiro; 75%	Tração inibida; Resets; Retirada de composição; Circulação com quatro composições.
19 de Fevereiro; 61%	Falha no sistema de freios; Retirada de composição; Circulação com quatro composições.

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.7 Período analisado

O histograma abaixo indica o HWP médio de cada mês. A média geral de todo o período analisado ficou sendo, portanto, **92,3%**.

Gráfico 4.22 – HWP do período analisado



Fonte: Elaborado pelo autor

Portanto, a nota de cada mês, segundo parâmetros da tabela 3.3 ficou como mostra a tabela:

Tabela 4.3 – HWP do período analisado

MÊS	NOTA HWP
SETEMBRO/2017	5
OUTUBRO/2017	5
NOVEMBRO/2017	10
DEZEMBRO/2017	10
JANEIRO/2018	5
FEVEREIRO/2018	5
NOTA FINAL HWP DE TODO O PERÍODO ANALISADO	6,67

Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 Regularidade total do dia e no pico

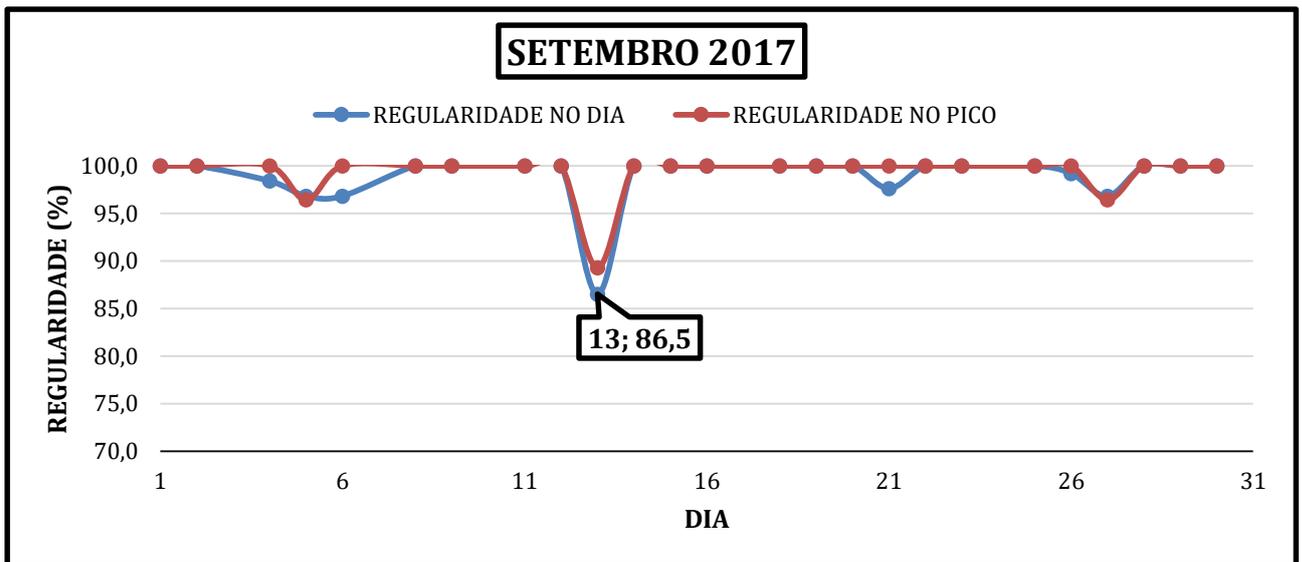
Através das planilhas de circulação de todos os dias de operação, pode-se calcular o valor da Regularidade total do dia e no pico e, assim, chegar a média final de cada mês. Segue o detalhamento de cada mês estudado, observando-se que alguns dias do mês não estão computados, sendo eles os dias em que não houve circulação comercial (geralmente domingos e feriados).

Foram destacadas algumas regularidades mais baixas, onde indica-se o dia de ocorrência da mesma e sua respectiva regularidade.

4.3.1 Setembro

A regularidade, total e no pico, de cada dia de Setembro é vista no gráfico abaixo.

Gráfico 4.23 – Regularidade total e no pico de Setembro

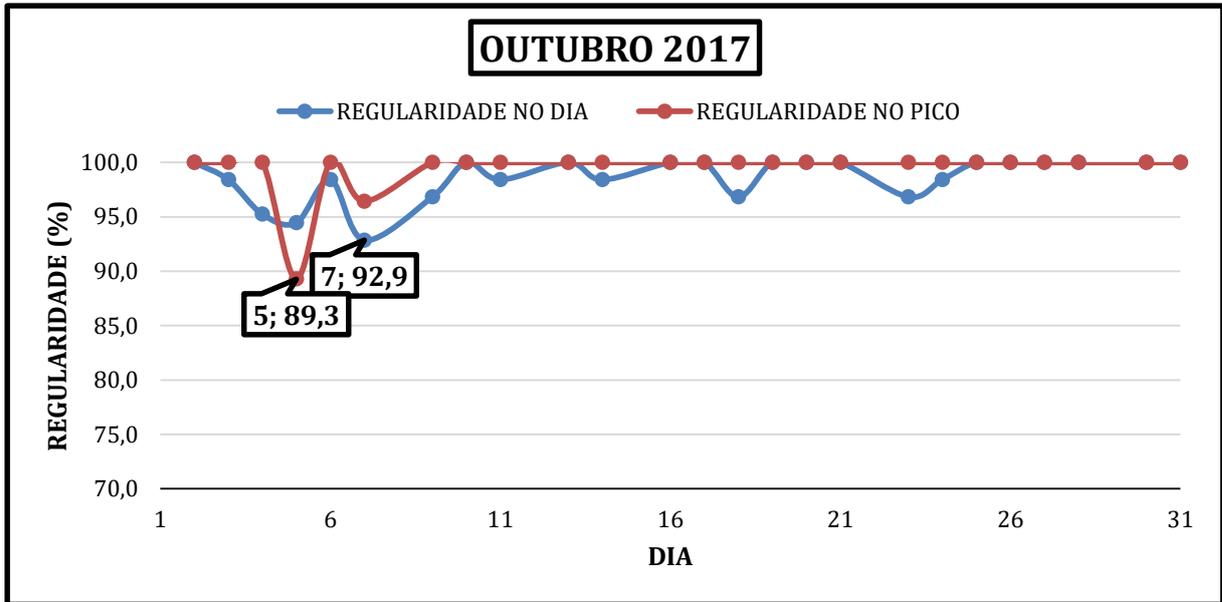


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.2 Outubro

A regularidade, total e no pico, de cada dia de Outubro é vista no gráfico abaixo.

Gráfico 4.24 – Regularidade total e no pico de Outubro

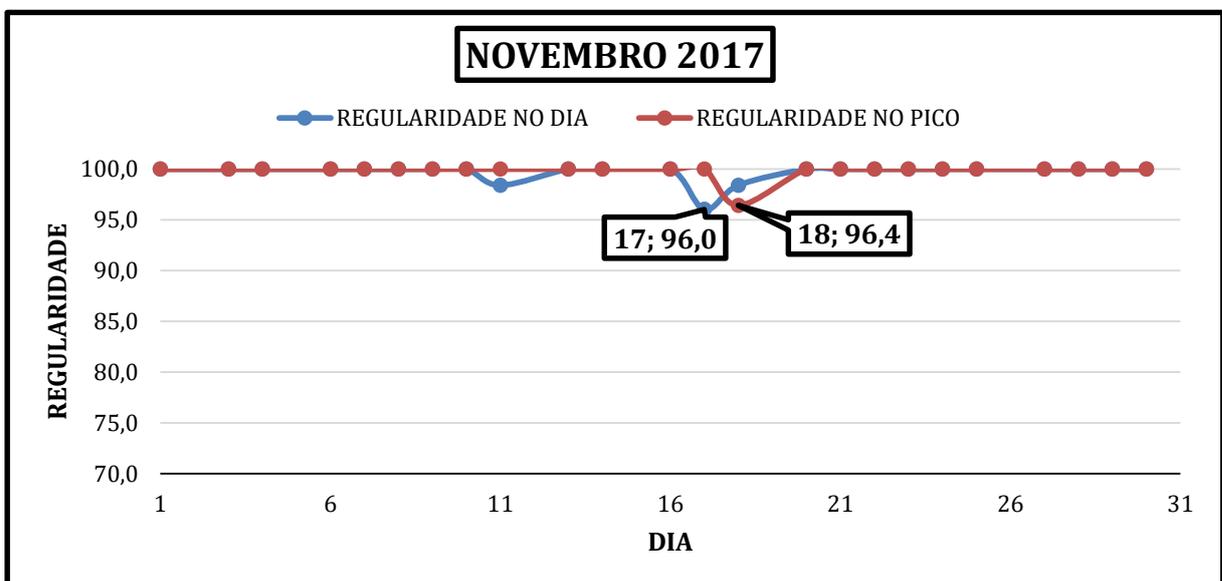


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.3 Novembro

A regularidade, total e no pico, de cada dia de Novembro é vista no gráfico abaixo.

Gráfico 4.25 – Regularidade total e no pico de Novembro

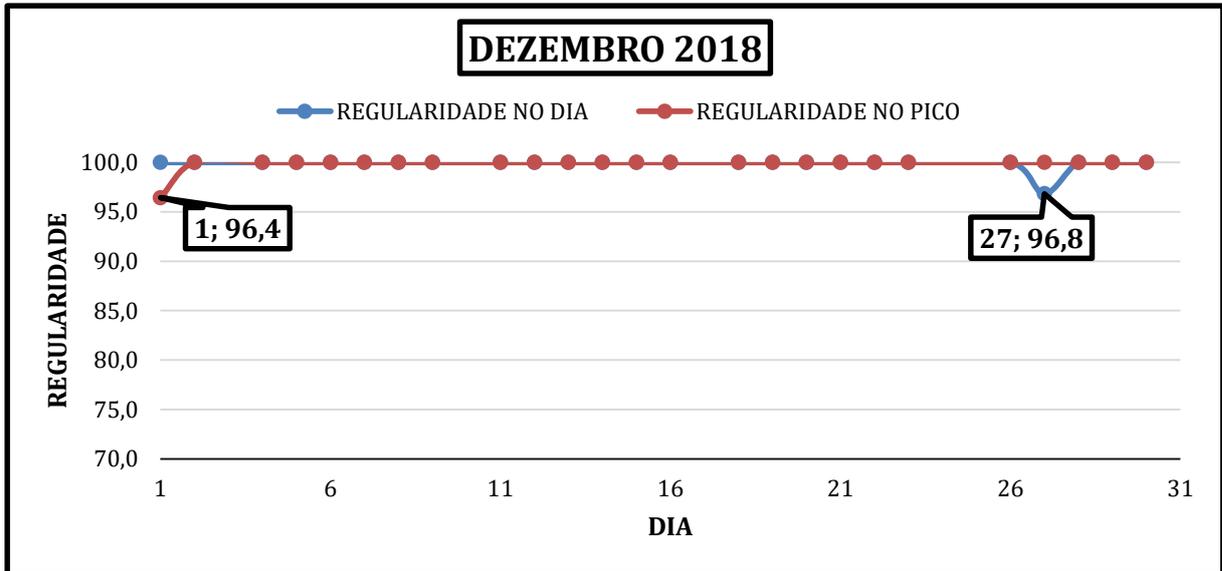


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.4 Dezembro

A regularidade, total e no pico, de cada dia de Dezembro é vista no gráfico abaixo.

Gráfico 4.26 – Regularidade total e no pico de Dezembro

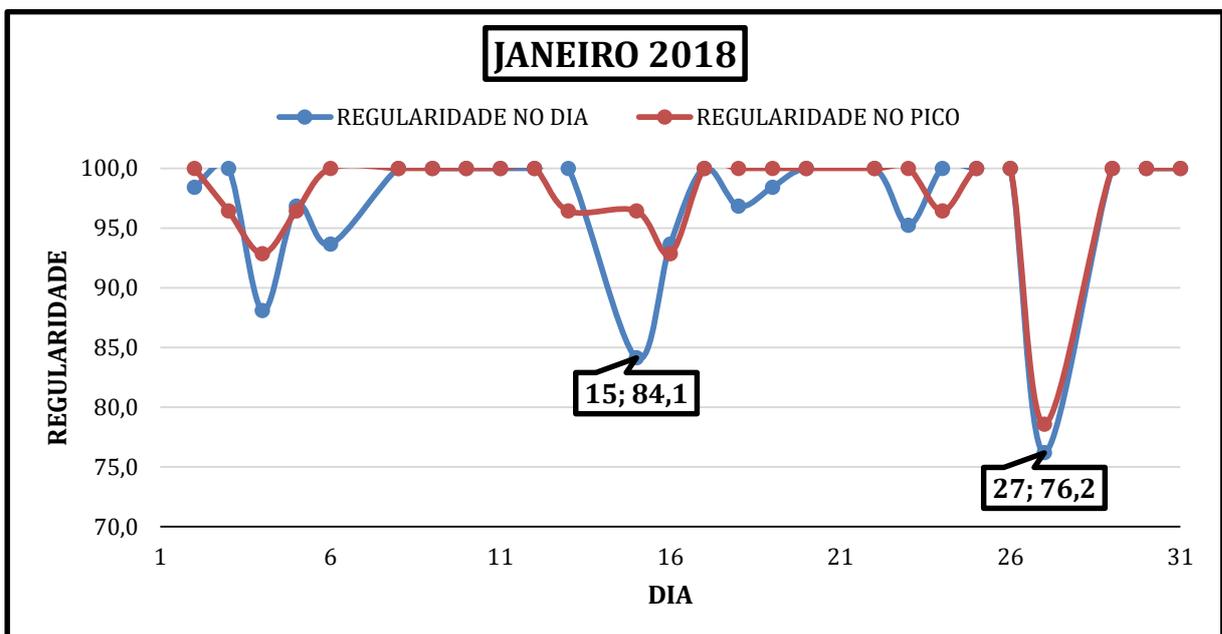


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.5 Janeiro

A regularidade, total e no pico, de cada dia de Janeiro é vista no gráfico abaixo.

Gráfico 4.27 – Regularidade total e no pico de Janeiro

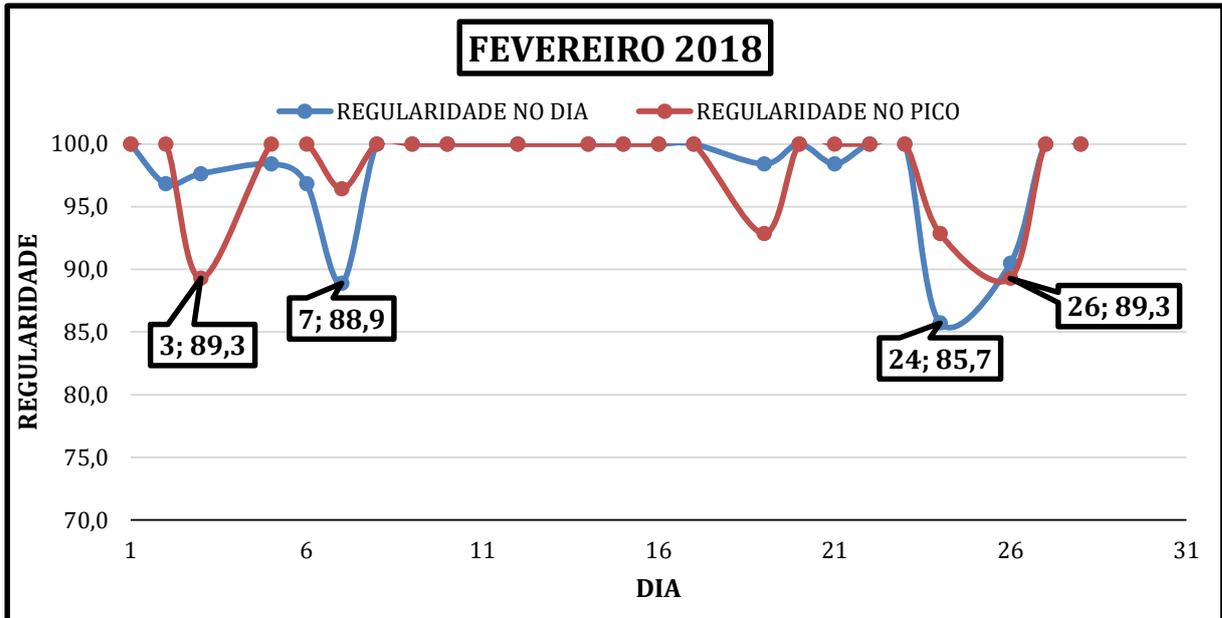


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.6 Fevereiro

A regularidade, total e no pico, de cada dia de Fevereiro é vista no gráfico abaixo.

Gráfico 4.28 – Regularidade total e no pico de Fevereiro



Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.7 Período analisado

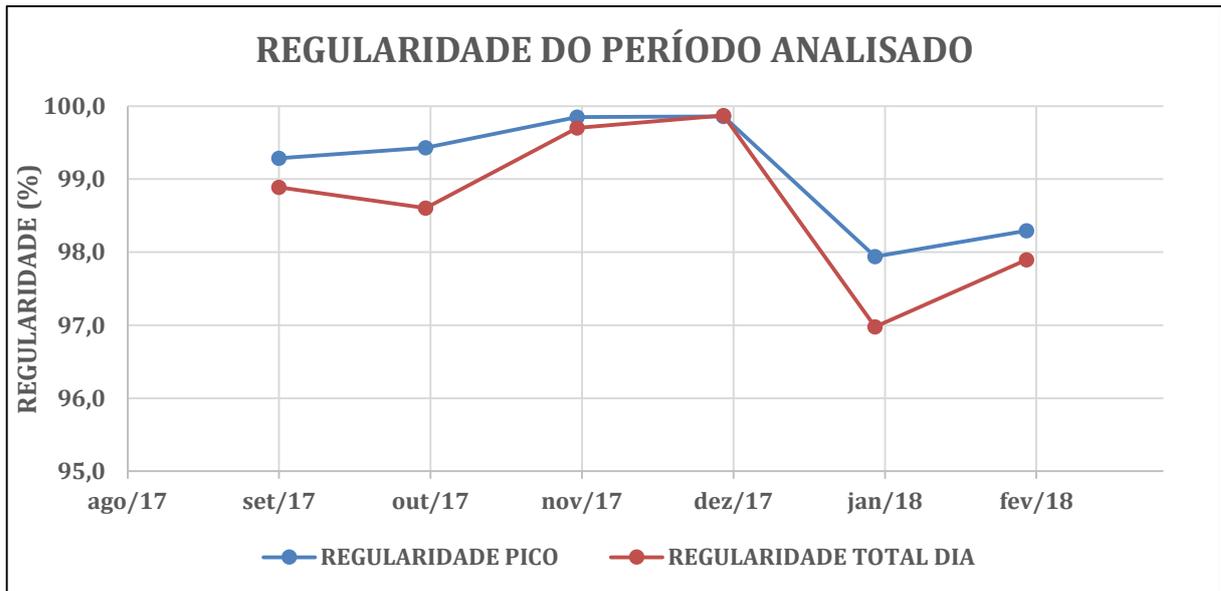
Abaixo, segue tabela com os dados referentes à média de regularidade total do dia e somente no pico de cada mês do período analisado. Em seguida plotou-se um gráfico com esses dados para melhor visualização.

Tabela 4.4 – Regularidade de cada mês

MÊS	REG. PICO (%)	REG. DIA TODO (%)
Set/17	99,3	98,9
Out/17	99,4	98,6
Nov/17	99,9	99,7
Dez/17	99,9	99,9
Jan/18	97,9	97,0
Fev/18	98,3	97,9
MÉDIA	99,1	98,6

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 4.29 – Regularidade do período analisado



Fonte: Elaborado pelo autor

Portanto, a nota de cada mês, assim como a nota geral do período analisado, segundo parâmetros da tabela 3.4 ficou como mostra a tabela abaixo:

Tabela 4.5 – RTD do período analisado

MÊS	NOTA RTD
SETEMBRO/2017	10
OUTUBRO/2017	10
NOVEMBRO/2017	10
DEZEMBRO/2017	10
JANEIRO/2018	5
FEVEREIRO/2018	5
NOTA FINAL RTD DE TODO O PERÍODO ANALISADO	8,33

Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto que buscou-se destacar foi a relação entre a regularidade no pico e a regularidade no dia todo. Dessa forma, observou-se quatro situações distintas sobre a relação entre a regularidade do dia todo e somente no pico, as quais se apresentam na tabela seguinte.

Tabela 4.6 – Situações de regularidade

SITUAÇÃO	CONDIÇÃO	DESCRIÇÃO
SITUAÇÃO 1	RTD = 0 RPI = 0	Situação ideal para circulação. Não há perdas de viagens no pico, e nem considerando o dia todo.
SITUAÇÃO 2	RTD = 0 RPI > 0	Houve perdas durante o pico, mas estas perdas foram compensadas no horário de vale.
SITUAÇÃO 3	RTD > 0 RPI = 0	Houve perdas durante o dia, mas nenhuma delas sendo no horário de pico.
SITUAÇÃO 4	RTD > 0 RPI > 0	Houve perdas de viagens no dia e algumas delas foram no horário de pico.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, observaram-se as seguintes quantidades para cada situação, em cada mês do período estudado:

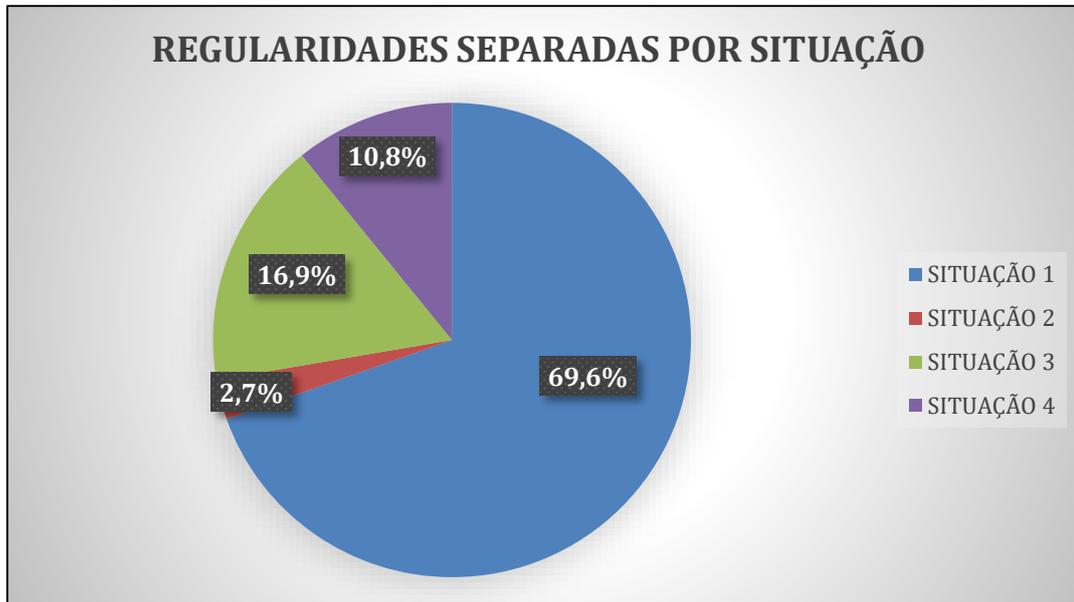
Tabela 4.7 – Porcentagem de cada situação de regularidade

MÊS	QUANTIDADE TOTAL DE DIAS	SITUAÇÃO 1	SITUAÇÃO 2	SITUAÇÃO 3	SITUAÇÃO 4
SET	25	18	0	4	3
OUT	25	14	0	9	2
NOV	24	21	0	2	1
DEZ	25	23	1	1	0
JAN	26	13	3	5	5
FEV	23	14	0	4	5
TOTAL	148	103	4	25	16
PORCENTAGEM	100,0	69,6	2,7	16,9	10,8

Fonte: Elaborado pelo autor

Logo, ao longo de todo o período analisado, observou-se as seguintes porcentagens em relação a divisão de regularidades em quatro situações distintas:

Gráfico 4.30 – Regularidades por situação



Fonte: Elaborado pelo autor

Através dos dados, calculou-se também a participação do pico na regularidade e os resultados seguem na tabela abaixo:

Tabela 4.8 – Contribuição do pico em cada mês e total

MÊS	TOTAL DE VIAGENS PERDIDAS	QUANTAS DELAS SÃO NO PICO	CONTRIBUIÇÃO DO PICO DE CADA MÊS (%)
Set/17	35	5	14,3
Out/17	44	4	9,1
Nov/17	9	1	11,1
Dez/17	4	0	0,0
Jan/18	99	12	12,1
Fev/18	61	11	18,0
TOTAL	252	33	
MÉDIA TOTAL DE CONTRIBUIÇÃO DO PICO NOS SEIS MESES			13,1%

Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 Índice Geral da Operação (IGOP)

Portanto, com as três notas referentes aos indicadores da operação do período de seis meses avaliado, pode-se calcular o IGOP.

Tabela 4.9 - IGOP

INDICADOR	NOTA
TTP	10,00
HWP	6,67
RTD	8,33
IGOP	8,41

Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo tem como propósito expor os resultados de forma concisa, assim como expor quaisquer comentários e observações sobre o desenvolvimento do trabalho como um todo. São analisados os resultados obtidos no capítulo anterior sobre os indicadores de operação da Linha Sul do metrô de Fortaleza e finaliza-se com sugestões para estudos futuros.

5.1 Comentários gerais sobre o trabalho

O primeiro objetivo do trabalho, de levantar indicadores, foi alcançado satisfatoriamente, através de pesquisa bibliográfica que embasou e conseguiu abranger os conhecimentos necessários à realização da pesquisa. Não obstante, observa-se, ainda, a grande diferença entre o número de trabalhos realizados sobre modais rodoviários de transporte público em relação ao modal metroviário.

Conseguiu-se adaptar os indicadores de forma coerente com operação própria para a Linha Sul de Fortaleza, onde foi desenvolvido extenso trabalho sobre os indicadores de operação, buscando avaliar os dados sob diferentes óticas não usuais. Ao final, escolheu-se vinte indicadores, divididos em seis áreas distintas.

Após indicadores escolhidos e definidos, a aplicação dos dados retornou valores concisos e coerentes, onde considerou-se válido e representativo o resultado obtido sobre a média de cada indicador de operação. As médias finais permitiram avaliar com eficiência o nível de operação da referida linha, assim como apontar qual área mais prejudicava a avaliação final.

Outro objetivo secundário de caracterização da Linha Sul foi atendido no que se refere aos indicadores escolhidos. Para cada indicados, mostrou-se questões sobra a operação e política do metrô da cidade de Fortaleza que fossem importantes e imprescindíveis para compreender aquele determinado critério.

5.2 *Transit Time* nos Picos

Após a análise dos *transit times* dos 148 dias de operação, analisados ao longo dos seis meses do período estudado, percebemos que quase todos eles ficaram entre 35 e 38 minutos (147 dias), com exceção de apenas um dia que teve média de 39 minutos (03 de Fevereiro).

Analisando por mês, vemos que em quase todos os meses, o TT de 36 minutos foi o que teve maior frequência (cinco dos seis meses analisados). A exceção é o mês de Setembro que teve TT de 35 minutos por 11 vezes, contra TT de 36 minutos em dez dias. A média de todos os meses resultou em 36 minutos, com exceção de Outubro que retornou 37 minutos de média.

No geral, considerando os seis meses, o TT de 36 foi o valor que mais apareceu (79 dos 148 dias), assim como foi também a média geral dos seis meses. Isso resultou uma nota 10 em todos os meses, e conseqüentemente na média geral de todo o período analisado. A nota 10 no TTP do período estudado dá indícios de que em relação ao tempo de viagem entre estações terminais, a operação se comporta bem.

5.3 *Headways* no Pico

Dos 148 dias, 50 dias tiveram HWP de 100%. Isso significa que apenas 33,8% dos dias tiveram todos os 28 Headways do horário de pico dentro da tolerância (menor ou igual a 21 minutos). O menor de todas os HWP diários foi de 61% no dia 19 de Fevereiro.

O HWP foi crescente de Setembro (90%) para Dezembro (98%), onde chegou ao seu máximo valor, e caiu novamente para 89% em Janeiro (menor valor).

Em relação as notas, Dezembro e Novembro tiveram nota 10 e o restante dos meses teve nota 5, resultando em uma nota final de 6,67.

5.4 Regularidade total diária, no pico e relação entre as duas

Em relação as RTDs, vemos que as regularidades de cada mês, assim como aconteceu com o TTP, foram crescentes de Setembro a Dezembro, onde atinge seu maior valor (99,9%) e cai em Janeiro para o menor valor do período analisado (97,9%). A média das porcentagens de todos os meses dá 98,6%.

Os valores de RTD resultaram em quatro notas 10 (Setembro a Dezembro) e duas notas 5 (Janeiro e Fevereiro). A média final RTD do período analisado acabou sendo 8,33.

Já em relação ao horário de pico, as RPIs médias de todos os meses foram sempre maiores do que 98%, mostrando que a regularidade no pico é elevada. O valor do RPI foi sempre maior (com exceção de Dezembro, onde foi igual) ao valor do RTD. A média final RPI, considerando todo o período, foi de 99,1%, sendo 0,5% maior do que a média final RTD.

Um dos fatores que possa justificar esse fato é que no horário de pico, devido a demanda diferenciada de passageiros, são utilizados alguns trens que possuem algum tipo de falha que não o torne inoperante e que não comprometa a segurança da operação. Por exemplo: refrigeração inadequada na cabine do maquinista; carregador de baterias excluído (o que reduz a velocidade do trem de 70 Km/h para 50 Km/h, mas não impede sua circulação); Sistema de informações aos passageiros inoperantes; uma ou duas TCUs excluídas (são quatro no total e o trem não pode trafegar com menos que duas), dentre outras falhas. As viagens são feitas como medida paliativa e o trem, em seguida, normalmente é retirado de circulação para devidas correções.

Essas medidas são necessárias, uma vez que, no horário de pico, o tempo de demora nas estações (embarque e desembarque) tende a ser exponencial. O trem tem um tempo médio de parada nas estações, mas quando alguma viagem é perdida no horário de pico, o trem seguinte transportará as pessoas que iriam ser transportadas em duas viagens e, conseqüentemente, irá passar mais tempo parado nas plataformas devido a superlotação. Isso fará com que a plataforma seguinte junte mais pessoas do que o que juntaria na normalidade. Ao chegar nessa estação, o trem vai passar ainda mais tempo parado para embarque e desembarque e a estação adiante irá juntar ainda mais gente. O problema vai se perpetuando e aumentando cada vez mais até que o trem chega ao ponto de superlotação.

Isso tudo gera grandes transtornos, desconforto e até mal-estar aos passageiros. Trens nessa situação frequentemente tem sua alavanca de emergência acionada por algum passageiro, o que faz a composição parar, agravando ainda mais o problema de superlotação nas estações seguintes. Dessa forma, quaisquer medidas cabíveis, dentro da segurança, que assegurem que não haja viagens perdidas no horário de pico devem ser tomadas.

Sobre a separação das regularidades por situação, vemos que em 69,6% dos 148 dias analisados, não houve perda no pico (28 viagens), nem no total do dia (126 viagens). Um número que pode ser considerado baixo.

A situação do tipo 2 (onde há viagens perdidas no pico, mas não há viagens perdidas no final do dia) expõe uma problemática importante que não é levada em conta nas análises levantadas na bibliografia. Em geral, a análise da regularidade é feita sempre para o dia todo, não considerando as variações de quantidade de viagens executadas ao longo do dia. Isso permite que, em dias em que há perda de viagens no pico, haja uma recuperação dessas viagens nos horários de vale. Isso se dá pela possibilidade de diminuir os *headways*, sem aumentar a quantidade de trens, nos horários em que há poucos ou nenhum passageiro e o tempo de parada nas estações é reduzido. Logo, por exemplo, os mesmos cinco trens que fazem um carrossel com headway de 17 minutos conseguem circular com headways de 15 minutos em alguns horários de pouco movimento.

Ou seja, no fim do dia, a regularidade pode terminar em 100%, mas uma análise minuciosa mostra que houve perdas no pico que geraram transtornos diversos aos passageiros. A porcentagem dessa situação chegou a 2,7%.

As situações 3 e 4 são aquelas onde há perdas na contabilidade do fim do dia (sendo elas no pico ou não). Somadas chegam a 27,7%, número este que pode ser considerado elevado. Aproximadamente a cada quatro dias do período avaliado, um teve perda de trens.

Nos dias em que houve perda, analisou-se também, o quanto o pico teve de participação nessas perdas, o que foi exposto na tabela 4.8. A contribuição do pico, no número total de perdas no dia foi de 13,1%. Proporcionalmente, o pico corresponde a 22,22% do dia (28 viagens/126 viagens). Considerando que os problemas que causam perda de viagens acontecessem aleatoriamente ao longo do dia, poderia se esperar taxas médias próximo a esse valor ou até maior devido a lotação superior. No entanto, no período analisado, nenhum mês seguiu a taxa de proporção, sendo todos menores. Isso pode ocorrer motivado pelas medidas tomadas em horário de pico já mencionadas anteriormente.

5.5 Índice geral da operação

O IGOP do período analisado, terminou em 8,41, onde pode-se notar que a nota que mais contribuiu a favor foi o TTP (10,00) e a menor nota que compôs essa média foi o HWP (6,67), ficando a nota de RTD intermediária (8,33).

Segundo a tabela 2.6, essa nota estaria inclusa na classe de “Penalização”, com um fator de correção de valores repassados a concessionária de 0,8.

5.6 Recomendações e sugestões

Observa-se, pelos motivos citados na tabela 4.2, que na Linha Sul do metrô de Fortaleza, a área de manutenção/mecânica é a área que mais influencia diretamente na área de operação. Nota-se, na tabela 4.2, que entre os principais problemas geradores de atraso estão os problemas relacionados a parte mecânica/manutenção das composições.

Portanto, um estudo aprofundado nessa área pode ser de grande valia, com o intuito de entender e poder avaliar os aspectos negativos e positivos dos processos de manutenção com o intuito de corrigir possíveis falhas no setor. Os três indicadores levantados para a área neste trabalho podem ser desenvolvidos de forma semelhante a área de operação, gerando um pesquisa que complementa as informações sobre a Linha Sul obtidas no presente texto.

As outras áreas levantadas também são passíveis de estudos mais aprofundados, levantando índices e análises qualitativas existentes na bibliografia, escolhendo-se metodologia adequada e que permitam aferir seu nível de qualidade.

Outro ponto a se destacar é que a pesquisa considerou um período de controle de seis meses (período posterior a mudança no horário de funcionamento, assim como contratação de novos profissionais). Avaliações desse tipo costumam ser anuais, considerando doze meses como período de análise. Portanto, pode ser também uma sugestão, analisar os indicadores após o término do ano de 2018, de Janeiro a Dezembro, para resultados mais representativos.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, Mário Filho. **Análise do processo de Planejamento dos transportes como contribuição para a mobilidade urbana sustentável**. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.
- CNT (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES). **Transporte metroferroviário de passageiros**. Brasília, 2016.
- CNT (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES). **Pesquisa CNT de rodovias 2017: relatório gerencial**. Brasília, 2017.
- FERNANDA, D.P.S. **Metodologia de diagnóstico das relações entre uso do solo e transportes na problemática do planejamento urbano integrado**. Tese de mestrado. Fortaleza, 2014.
- FIGUEIREDO, Moacyr. **Metodologia para o desenvolvimento de indicadores estratégicos e operacionais**. Tese de mestrado. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro. 1996.
- IRIBARREM, Patrícia de Castro; MIURA, Adalberto Koiti. Indicadores de qualidade do transporte coletivo público urbano de Pelotas/RS. **2ª Jornada de Morfologia Urbana**. Pelotas, dez. 2013.
- KARDEC, Alan; FLORES, Joubert; SEIXAS, Eduardo. **Gestão estratégica e indicadores de desempenho**. Qualitymark: ABRAMAN, 2012.
- LOPES, A. S. LOUREIRO, C. F. G. **Dimensões do Planejamento Urbano Integrado: Revisão Histórica e Discussão Conceitual**. In: PLURIS 5º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado e Sustentável. Brasília, 2012.
- MACÁRIO R. **Quality Management in Urban Mobility Systems: an integrated approach**. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. Portugal, 2005. (disponível em: <http://cesur.civil.ist.utl.pt/nispt>, dissertations).
- METROFOR. **Módulo I de Treinamento Básico Operacional**. Fortaleza. 2017.
- MELLO, José Carlos. **Transporte e desenvolvimento econômico**. Brasília, 1984.
- MULLER, Cláudio José. (2003). **Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos**.
- OLIVEIRA, D. A. M. **Discurso e Planejamento Urbano no Brasil**. In: *Revista Geográfica de América Central*, Número Especial EGAL. 2011.
- PA Transport Consulting. **Estudo de viabilidade para implantação do veículo leve sobre trilhos (VLT) no Eixo Anhanguera no município de Goiânia**. Goiânia, nov. 2013.

SANTOS, Roberto Jefferson da Silva. **Seleção de indicadores da qualidade do transporte público urbano de passageiros por ônibus**. Tese de mestrado. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro. 2004.