

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA

VANESSA BARON

**INFRAESTRUTURA DE ESTAÇÕES METROVIÁRIAS: O CASO DA ESTAÇÃO DE
NOVO HAMBURGO (RS).**

Joinville

2017

VANESSA BARON

**INFRAESTRUTURA DE ESTAÇÕES METROVIÁRIAS: O CASO DA ESTAÇÃO DE
NOVO HAMBURGO (RS).**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia de Infraestrutura, da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Joinville, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientadora: Renata Cavion, Dra.

Joinville

2017

**INFRAESTRUTURA DE ESTAÇÕES METROVIÁRIAS: O CASO DA ESTAÇÃO DE
NOVO HAMBURGO (RS).**

VANESSA BARON

Esta Dissertação foi julgada adequada para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia de Infraestrutura na
Universidade Federal de Santa Catarina,
Campus Joinville.

Joinville (SC), 26 de agosto de 2017.

Banca examinadora:

Dr^a. Renata Cavion

Presidente

Dr^a. Elisete Santos da Silva Zagheni

Membro

Dr^a. Simone Becker Lopes

Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pois nos momentos mais decisivos da minha trajetória, quando eu mais precisei de fé, Ele estava lá, me guiando e não me deixando fraquejar.

Agradeço muito a minha família, minha mãe Inês, meu pai Ivonei e a minha irmã Mariana, que não mediram esforços para eu estudar na UFSC em Joinville, que não me deixaram sem amparo quando passei por momentos difíceis e que acima de tudo, acreditam no meu potencial e me ensinaram que a honestidade e a humildade faz alcançarmos nossos sonhos.

Agradeço a UFSC, que me deu um presente desde 2013, o meu namorado Kalvin. Agradeço também a ele, que me inspirou, incentivou e me fez crescer ao longo desses 4 anos de namoro.

Agradeço a minha orientadora, Professora Renata, que mesmo longe, não mediu esforços para diminuir a distância e repassar seu conhecimento sobre a área.

Agradeço a minha irmã de coração, a Thai, que dividiu comigo os melhores momentos da vida universitária, e os piores momentos de morar longe dos pais. Obrigada por dividir não só o apartamento, mas o caráter e o bom coração que você tem. Hoje eu sou melhor por sua causa.

Agradeço a Tuane e seu amigo Ramon, que me fizeram entender que podemos escolher quem faz parte da nossa família. Vocês foram minha família em Joinville!

Agradeço as minhas amigas de Capinzal, Ana, Lara, Kássia, Carla e Patrícia, que acompanharam toda minha trajetória escolar e vivenciaram cada minuto da minha trajetória acadêmica, mesmo estando longe.

Agradeço aos amigos que a Engenharia de Infraestrutura me trouxe: Carla, Maria Carolina, Mariana, Tuany e José. As noites de estudos, os finais de semanas fazendo trabalho e todos os dias de aulas ao lado de vocês valeram a pena, hoje estou aqui pelo incentivo que me deram!

Agradeço a Professora Simone Becker Lopes, que fez o intercâmbio entre eu e a TRENURB. E deste modo, agradeço toda equipe de engenheiros e arquitetos da TRENURB que me auxiliaram na pesquisa de dados, o que foi fundamental para a elaboração deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos os professores que tive aula, que mesmo sem saberem, auxiliaram para o meu crescimento e amadurecimento, levarei comigo um pouco de cada um.

Disse a flor ao pequeno príncipe: É preciso que eu suporte duas ou três larvas se quiser conhecer as borboletas.

(Antonie de Saint-Exupéry)

RESUMO

Os parâmetros utilizados no dimensionamento dos terminais de passageiros (TPs) metroviários influenciam no conforto e na segurança dos usuários. As principais estações metroviárias brasileiras sofrem com a superlotação, que desencadeia problemas no sistema de transportes das suas cidades. A falta de uma normativa brasileira elaborada a partir da realidade do país faz com que cada projeto de estação metroviária seja elaborada considerando fatores distintos. Ao contrário de outros países, como Reino Unido, Estados Unidos e Canadá, onde o metrô constitui o principal sistema de transportes das suas cidades mais populosas, existem manuais que orientam a elaboração dos projetos de terminais de metrô. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo analisar as características físicas da Estação de Novo Hamburgo (RS) através da aplicação de diretrizes internacionais e, a partir deste estudo, apontar indicadores para avaliar o espaço físico no que se refere ao dimensionamento das estações metroviárias brasileiras. As diretrizes utilizadas são: a Network Rail Station Capacity Guidance, do Reino Unido, e a Amtrak Station Program and Planning Guideline, da América do Norte. Os aspectos analisados foram: a plataforma de embarque e desembarque, os bloqueios, as bilheterias, as escadarias, as escadas rolantes, os elevadores, os corredores, as passarelas de acessos e outros componentes relacionados ao bem-estar do passageiro na estação. Os dados do terminal de passageiro (TP) foram retirados de documentos cedidos pela responsável, a Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A. (TRENSURB). Ao final foi possível identificar que a estação de Novo Hamburgo está em conformidade com as diretrizes do Reino Unido, porém não atendem as diretrizes da América do Norte. Identificou-se também que os indicadores de qualidade para uma normativa brasileira baseiam-se em: determinar a demanda futura dos passageiros, padronizar sinalização e sistemas de segurança e determinar o nível de serviço mínimo para passarelas, escadarias, escadas rolantes e plataformas de embarque e desembarque.

Palavras-chave: Estação Metroviária. Dimensionamento de Terminais. Normativas de Estações Metroviárias. Nível de Serviço. Terminal Metroviário de Novo Hamburgo.

ABSTRACT

The parameters used in the subway passenger terminals design influence in the comfort and safety of users. The main Brazilian subway stations suffer with overcrowding, which causes problems in the transportation system of their cities. The lack of a Brazilian legislation elaborated from the country's reality, makes that each project of subway station be designed considering different factors. Unlike other countries, as United Kingdom, United States of America and Canada, in which the subway is the main transport system for the biggest cities, there are manuals guiding subway stations design. In this context, this work had the objective of analyzing the physical characteristics of the Novo Hamburgo Station through the application of international guidelines, and from this study to point out indicators to evaluate the physical space regarding the design of the Brazilian subway stations. The guidelines used were the United Kingdom's Network Rail Station Capacity Guidance and the North American Amtrak Station and Planning Guideline. The analyzed aspects were: boarding and alighting platform, gateways, ticket offices, access walkways, stairways, escalators, elevators, corridors and other components related to the passenger welfare in the station. The data of the subway passenger terminal were taken from documents provided by the Urban Trains Company of Porto Alegre S.A. (TRENSURB). It was possible to identify that the Novo Hamburgo station complies with UK guidelines but does not comply with the North American guidelines. Also, it was identified that the quality indicators for a Brazilian standard are based on: determining future passenger demand, standardizing signaling and safety systems and determining the minimum level of service for boarding and alighting platforms, walkways and stairways.

Keywords: Subway Station. Terminal Design. Subway Station Standards. Service Level. Novo Hamburgo Subway Station.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Sistemas metroviários no mundo.....	17
Figura 2-Popularização da malha metroviária após a inauguração da primeira linha em Londres.....	17
Figura 3- Mapa do sistema metroviário de São Paulo (SP).....	18
Figura 4-Mapa do sistema metroviário no Rio de Janeiro (RJ).....	19
Figura 5- Sistema metroviário em Porto Alegre-Novo Hamburgo (RS).....	20
Figura 6- Mapa cronológico do sistema metroferroviário no Brasil.....	21
Figura 7 - Componentes operacionais de um TP metroviário.....	24
Figura 8 - Configuração da plataforma lateral.....	25
Figura 9-Configuração da plataforma ilha.....	25
Figura 10 - Zonas da plataforma de embarque e desembarque.....	26
Figura 11- Espaço padrão ocupado por uma pessoa.....	29
Figura 12 - Etapas realizadas na metodologia.....	34
Figura 13-Malha metroviária POA-NH por cidades.....	39
Figura 14-Trecho de ampliação da linha de trem metropolitano feita em 2014.....	40
Figura 15-Localização da Estação NH atualmente.....	40
Figura 16- Itinerário da linha POA-NH.....	45
Figura 17-Passarela de acesso à estação de NH.....	46
Figura 18-Plataforma de embarque e desembarque da estação de NH.....	46
Figura 19- Entrada: Bilheterias e bloqueios da estação de NH.....	47
Figura 20- Representação da densidade de pessoas por m ²	50
Figura 21- Generalidades da plataforma de embarque e desembarque.....	57
Figura 22- Disposição dos banheiros na estação de NH.....	79
Figura 23-Transporte de bicicletas nas estações da linha POA-NH.....	81
Figura 24- Sinalização na estação de NH.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Ampliação da malha metroviária no Brasil.....	22
Tabela 2-Classificação do nível de serviço.	30
Tabela 3-Classificação do nível de serviço em áreas específicas.....	30
Tabela 4-Ambientes de comum acesso aos passageiros.....	41
Tabela 5-Dimensões do terminal de NH que são relevantes ao estudo.....	43
Tabela 6-Fluxo de passageiros em horário de pico.	44
Tabela 7-Demanda de passageiros na Estação de Novo Hamburgo em 2016.....	44
Tabela 8-Características da frota TUE série 100.....	45
Tabela 9-Nível de serviço mínimo para plataformas com área de espera.	50
Tabela 10-Comprimento mínimo em frente às bilheterias.	52
Tabela 11-Mudança de níveis nas estações.	53
Tabela 12-Comprimento mínimo de Run-Off e Run-Onn.	55
Tabela 13-Generalidades da plataforma de embarque e desembarque.....	56
Tabela 14-Matriz das estações.....	59
Tabela 15-Demais características de uma estação.....	60
Tabela 16-Considerações para entradas e circulação.	62
Tabela 17-Larguras desejáveis para escadarias e escadas rolantes.	62
Tabela 18-Capacidade na área de espera.	63
Tabela 19-Largura para plataforma tipo ilha central.	64
Tabela 20-Nível de serviço.....	65
Tabela 21-Comparação da Network Rail Station Capacity Guidance e valores de projeto.	67
Tabela 22-Comparação da Network Rail Station Capacity Guidance e valores de projeto para nível de serviço.....	68
Tabela 23-Comparação Amtrak Station Program and Planning Guideline e projeto.....	69
Tabela 24-Comparação Amtrak Station Program and Planning Guideline e projeto.....	71
Tabela 25-Comparação Amtrak Station Program and Planning Guideline e projeto.....	73
Tabela 26-Comparação de nível de serviço Amtrak Station Program and Planning Guideline e projeto.....	74
Tabela 27-Comparação de nível de serviço Amtrak Station Program and Planning Guideline e parâmetros normativos.	75
Tabela 28-Comparação das áreas do projeto com as normativas da Network Rail e a Amtrak.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BRT	Bus Rapid Transit
CNT	Confederação Nacional de Transportes
EMTU	Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo S.A.
GEMOB	Grupo de Técnicos de Mobilidade Urbana
MITE	Manual de Implantação dos Terminais
NH	Novo Hamburgo
PDF	Portable Document Format
POA	Porto Alegre
TP	Terminal de passageiro
TPs	Terminais de passageiros
TRENSURB	Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A.
VLT	Veículo leve sobre trilhos
VRIOGS	Victorian Rail Industry Operators Group Standards

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
<i>1.1. Objetivo Geral</i>	14
<i>1.2. Objetivos Específicos</i>	14
<i>1.3. Estrutura do trabalho</i>	14
2. O SISTEMA METROVIÁRIO	16
<i>2.1. O contexto mundial do metrô</i>	16
<i>2.2. O contexto brasileiro do metrô</i>	18
<i>2.3. O projeto das estações de metrô</i>	22
<i>2.4. As operações ligadas ao dimensionamento dos terminais metroviários</i>	27
2.4.1. Nível de Serviço	27
2.4.1.1. <i>Capacidade</i>	28
2.4.1.2. <i>Conforto e segurança</i>	28
2.4.1.3. <i>A determinação do nível de serviço</i>	28
2.4.2. Tempo de espera	30
2.4.3. Hora Pico	31
<i>2.5. Fatores relacionados ao bem-estar do usuário</i>	31
<i>2.6. Normas para dimensionamento de terminais de metrô</i>	32
3. METODOLOGIA	34
<i>3.1. Etapas do estudo</i>	35
4. ESTUDO DE CASO: ESTAÇÃO DE NOVO HAMBURGO	38
<i>4.1. O histórico da Estação de Novo Hamburgo</i>	38
<i>4.2. Dados do projeto da Estação de Novo Hamburgo</i>	41
5. DIRETRIZES PARA O PROJETO DE ESTAÇÕES METROVIÁRIAS	48
<i>5.1. Network Rail Station Capacity Guidance – Reino Unido</i>	48
5.1.1. Critérios adotados pela Network Rail	49
<i>5.2. Amtrak Station Program and Planning Guidelines –América do Norte</i>	57
5.2.1. Critérios adotados pela Amtrak	58
6. CONFRONTO DE DADOS	66
<i>6.1. Tabelas comparativas: A aplicação das normas e as características de projeto da estação de Novo Hamburgo</i>	66
6.1.1. Resultados obtidos a partir da Network Rail Station Capacity Guidance	66

6.1.2. Resultados obtidos a partir da Amtrak Station Program and Planning Guideline	69
6.2. Síntese dos resultados	75
7. ANÁLISE DOS RESULTADOS	78
7.1. Análise dos resultados - Network Rail Station Capacity Guidance	78
7.2. Análise dos resultados - Amtrak Station Program and Planning Guideline	80
7.3. Recomendações para elaboração de uma normativa brasileira de estações metroviárias	83
8. CONCLUSÃO	85
REFERÊNCIAS	88
ANEXO A- Análise de Fluxos e Proposição de medidas.....	93
ANEXO B – Memorial de Cálculo da Network Rail Station Capacity Guidance.....	95
ANEXO C- Memorial de Cálculo da Amtrak Station Program and Planning Guideline.....	97

1. INTRODUÇÃO

O Brasil passou pelo período de industrialização entre 1930 e 1980, em que o governo incentivou o crescimento da indústria automobilística no país. Desde então, houve problemas com as redes de transportes públicos, pois se preferiu utilizar a infraestrutura já construída para automóveis do que implantar outros sistemas, que exigem maiores investimentos, como o ferroviário e o metroviário (MACIEL, 2009).

Entretanto, atualmente há esta busca por transportes mais eficientes. O modal metroviário é conhecido pela sua alta capacidade de transportes e pela regularidade do serviço. O metrô pode atender cerca de 83 mil passageiros por hora, enquanto o ônibus convencional, apenas 20 mil passageiros por hora (JUSTINO, 2017).

Para Orr (2017), a malha metroviária leva a economia de tempo e dinheiro, além de incentivar a implantação de imóveis em torno da linha e aumentar o valor agregado dos mesmos. Ainda por Orr (2017), do ponto de vista ambiental, os metrôs produzem menos poluição sonora na superfície do que os automóveis e ônibus, com isso proporciona menor desconforto aos usuários e reduz os riscos em acidentes de trânsito.

Entretanto, o alto custo da implantação quanto o da manutenção torna-se barreira para a inserção do metrô nas cidades (JUSTINO, 2017). Para Trissoto (2014), com aproximadamente 5 bilhões de reais consegue-se implantar apenas 10 km de malha metroviária, já a manutenção chega a ser 20 vezes maior do que a de um Bus Rapid Transit (BRT), porém, ainda assim é a solução mais viável para o transporte acima de 50 mil passageiros por hora. Logo, os investimentos altos serão bem aplicados se houver o dimensionamento correto destes terminais, considerando o crescimento da demanda local e priorizando a condução confortável das pessoas aos seus destinos.

Além disso, as linhas que operam na capacidade máxima, principalmente em horário de pico, tendem a ter a velocidade de transporte reduzida por questões de segurança. Se, neste panorama, não há o aumento da rede e na quantidade de trens ofertados, tem-se o problema de superlotação nos terminais metroviário (MACHADO, 2011). Estudos apontam problemas existentes nas estações relacionados às instalações inadequadas para os usuários do metrô (SINDIMETRÔRS, 2015) como, por exemplo, a falta de acesso às escadas rolantes e aos

elevadores, além de filas na bilheteria, a falta de segurança e a acessibilidade aos portadores de deficiência.

Outro fator que interfere no conforto e segurança do usuário são as plataformas em que a entrada e saída de passageiros são feitas pela mesma porta dos veículos, ocasionando tumulto e aglomeração durante o embarque e desembarque. As escadas rolantes e esteiras também são apontadas como locais críticos sujeitos a acidentes quando transportam um número elevado de passageiros (VALLE, 2017a).

Diante das reclamações dos usuários, Valle (2017b) afirma que do ponto de vista técnico um dos agravantes da superlotação é o tempo de espera entre trens (headway), que, se não encurtados nos horários de maior procura, agravam ainda mais a situação. Assim, dentre as medidas preventivas, tomando o caso de São Paulo (SP), são: a análise da demanda horária de cada linha, as premissas de lotação e os recursos disponíveis relacionados à frota para o cálculo do intervalo ideal entre veículos.

Assim, dimensionar corretamente os espaços das estações metroviárias é fundamental para a segurança e o conforto dos passageiros. Para isso, o ideal é ter manuais e normas que direcionem o dimensionamento destes TPs, e que indiquem os parâmetros que devem ser estudados, além das dimensões mínimas permitidas. Atualmente não existem essas diretrizes no Brasil, sendo utilizadas, em alguns casos, aproximações de códigos e de manuais que têm outras finalidades.

Muitos países adotam normativas específicas para estações de metrô. São os casos do Reino Unido e da América do Norte. O conceito britânico sobre o modal metroviário é antigo, data de 1863, com a construção da primeira linha em Londres. Já o norte americano, de 1892, implantado na cidade de Chicago (METROBITS, 2017a).

A Network Rail Station Capacity Guidance, é um documento considerado a diretriz no planejamento e no projeto de estações metroviárias do Reino Unido. Uma das versões, de 2011, apresenta as principais características que o terminal metroviário deve ter por meio do formato quantitativo.

Já a Amtrak Station Program and Planning Guideline, é um manual que direciona o dimensionamento e o estudo de capacidade dos terminais metroviários da América do Norte sob o comando da Amtrak. Na última versão, de 2013, apresenta uma visão qualitativa das características ideais para os TPs metroviários.

Neste contexto, esta pesquisa apresenta a aplicação das diretrizes da Network Rail Station Capacity Guidance e da Amtrak Station Program and Planning Guideline na Estação de Novo Hamburgo (NH), no Rio Grande do Sul. A finalidade é de analisar se o projeto de

NH está de acordo com as normativas internacionais e, a partir deste estudo, explanar algumas das características essenciais ao dimensionamento dos terminais metroviários no Brasil, evidenciando as condições mínimas necessárias ao ser humano referente à segurança e ao conforto.

1.1. Objetivo Geral

Analisar as características físicas da Estação de Novo Hamburgo (RS) segundo os parâmetros normativos da Network Rail Station Capacity Guidance e da Amtrak Station Program and Planning Guideline, assim como apresentar indicadores de qualidade para uma normativa brasileira.

1.2. Objetivos Específicos

- 1) Indicar as características físicas que influenciam na operação dos terminais metroviários;
- 2) Apontar os principais atributos que interferem no conforto e na segurança dos usuários do transporte metroviário;
- 3) Verificar causas de possíveis irregularidades entre a estação de NH e as diretrizes do Reino Unido e da América do Norte;
- 4) Identificar os fatores mais importantes para a elaboração de uma norma brasileira para o dimensionamento de terminais metroviários.

1.3. Estrutura do trabalho

Para atingir os objetivos propostos, o trabalho está estruturado em 8 capítulos, apresentados da seguinte maneira:

- Capítulo 1, Introdução: apresenta a contextualização do assunto abordado no trabalho, temática e os objetivos a serem obtidos com o término do estudo;
- Capítulo 2, O Sistema Metroviário: são abordadas as principais características do sistema metroviário, no qual inclui os temas pertinentes ao dimensionamento das estações;
- Capítulo 3, Metodologia: Detalha os processos que serão utilizados para atender os objetivos propostos;

- Capítulo 4, Estudo de caso – Estação de Novo Hamburgo: apresenta o objeto do estudo de caso, a estação de Novo Hamburgo. Evidencia o histórico do terminal, expõem a Planta Baixa, os dados referentes ao itinerário, fluxo de passageiros, frota e outros;
- Capítulo 5, Diretrizes para o projeto de estações metroviárias: descreve os parâmetros utilizados para o dimensionamento das estações metroviárias do ponto de vista da Network Rail Station Capacity Guidance e da Amtrak Station Program and Planning Guideline;
- Capítulo 6, Confronto de dados: refere-se aos resultados obtidos através da aplicação das normas do Reino Unido e da América do Norte, confrontados com os fatores existentes no projeto da estação de NH;
- Capítulo 7, Análise dos resultados: são descritas as análises a respeito das inconformidades do projeto do terminal de NH com as normativas da Network Rail e da Amtrak. Apresenta os principais indicativos para normativa brasileira de estações metroviárias;
- Capítulo 8, Conclusão: apresenta as conclusões obtidas a respeito do trabalho, a fim de determinar se o terminal de NH esta ou não em conformidade com a Network Rail Station Capacity Guidance e com a Amtrak Station Program and Planning Guideline, assim como indicar os fatores importantes para a elaboração de uma normativa brasileira.

2. O SISTEMA METROVIÁRIO

A Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2016), afirma que o sistema metroviário é caracterizado pela alta capacidade de transporte e pela exclusividade da via com relação a outros modos de deslocamento. Neste contexto encaixam-se o trem metropolitano, o metrô e o veículo leve sobre trilhos (VLT). O mesmo autor explica que há algumas diferenças e semelhanças entre esses veículos, porém, destaca-se em todos a necessidade de grandes obras de infraestrutura para sua implantação.

Segundo Gualda (1995, apud GUAZELLI, 2011, p.5), os sistemas de transportes em geral são constituídos pelas vias, veículos e terminais, sendo que o último, foco deste trabalho, tem a função principal de ligar os usuários a um meio de transporte.

Deste modo, explanam-se no presente Capítulo: a) uma breve contextualização do sistema metroviário no mundo e no Brasil; b) as principais características de um terminal metroviário; c) os conceitos utilizados no dimensionamento das estações; d) a visão do usuário quanto ao bem-estar dentro do TP e e) citar parâmetros normativos para as estações metroviárias.

2.1. O contexto mundial do metrô

Atualmente há no mundo 205 sistemas de metrô, contendo no total 673 linhas, somando mais de 13.543 km (METROBITS, 2017b). O mesmo autor estima que são transportados 120 milhões de usuários diariamente, divididos em cinco continentes: África, América, Ásia, Europa e Oceania. A Figura 1 mostra algumas cidades do mundo onde há o sistema metroviário, destacando a maior concentração no continente Europeu.

Figura 1-Sistemas metroviários no mundo.

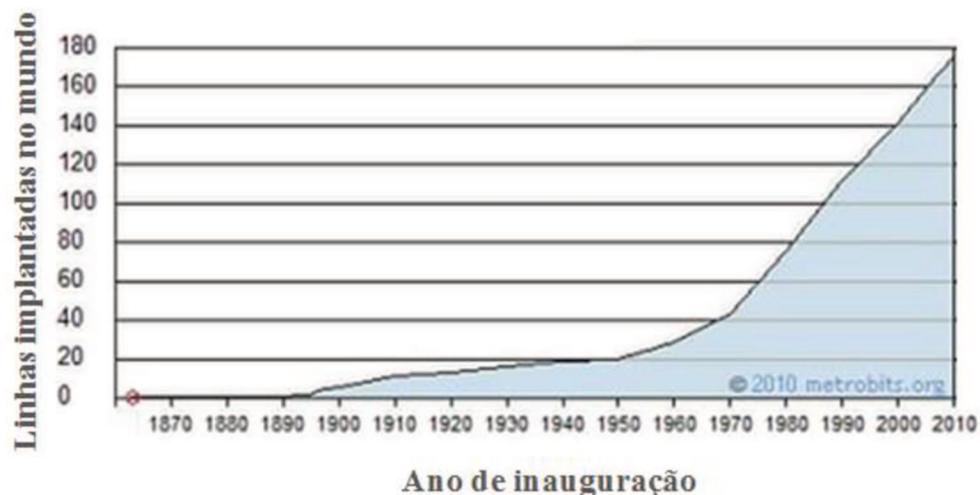


Fonte: MetroBits (2017c).

O sistema metroviário teve origem em Londres, em 1863, com o Metropolitan Railway, conforme a Transport for London (2017). Após a privatização e o aprimoramento da tecnologia, por volta do século XX, houve grande avanço das linhas interligando as regiões centrais aos bairros (TRANSPORT FOR LONDON, 2017).

Segundo a MetroBits (2017a), após a inauguração da rede em Londres até meados de 1920 foram inauguradas as estações mais antigas do mundo, destacam-se: Berlin, Boston, Buenos Aires, Chicago, Moscou, Nova Iorque e Paris, e a partir destas houve o aumento significativo do transporte no mundo, como mostra a Figura 2:

Figura 2-Popularização da malha metroviária após a inauguração da primeira linha em Londres.



Fonte: Adaptado de MetroBits (2010, tradução nossa).

Atualmente, pode-se citar alguns dos maiores sistemas do mundo como o de Londres, o de Nova York, o de Xangai, o de Moscou, o de Paris e outros.

2.2. O contexto brasileiro do metrô

Após 100 anos da implantação da linha metroviária em Londres, houve a inauguração da atual Linha 1-Azul do metrô em São Paulo (CNT, 2016). Desde então, estabeleceram-se novas implantações na cidade, totalizando em 2015, 5 linhas de metrô e uma de mon trilho, com 68 estações no percurso de 78,4 km (CNT, 2016).

A Figura 3 mostra o sistema atual de linhas de metrô e trens metropolitanos em São Paulo, do qual apresenta a conexão com o transporte rodoviário.

Figura 3- Mapa do sistema metroviário de São Paulo (SP).



Fonte: Companhia do Metropolitano de São Paulo (2017a).

Segundo a MetrôRio (2017a), em 1979 entrou em operação no Rio de Janeiro a linha 1 do metrô com 4,3 km e no ano seguinte houve expansões. Hoje a cidade do Rio de Janeiro

conta com 41 estações e três linhas em operação, dos quais são apresentadas na Figura 4 (METRÔRIO, 2017a).

Figura 4-Mapa do sistema metroviário no Rio de Janeiro (RJ).

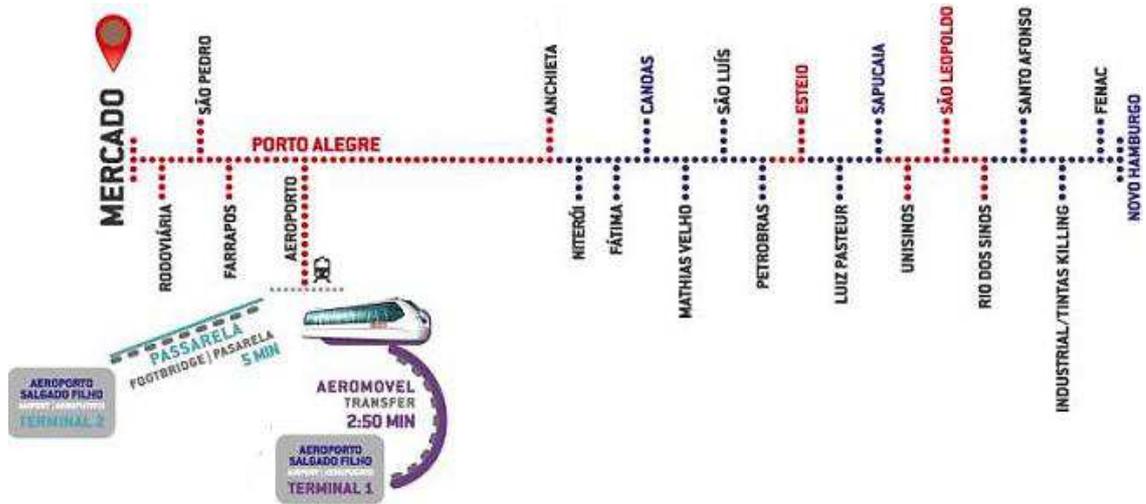


Fonte: MetrôRio (2017b).

Já no sul do Brasil, a CNT (2016) afirma que o único trem metropolitano em operação é o que liga Porto Alegre (POA) à Novo Hamburgo. Na sua inauguração, em 1985, a linha tinha 27 km ligando POA à Sapucaia do Sul. Em 2012 teve a extensão completa até NH, totalizando a rede em 48,3 km (CNT, 2016).

A Figura 5 apresenta o sistema de metrô de POA, em que é possível notar pontos de acesso importante na cidade, como o aeromóvel e a passarela, que tem a função de ligar a linha aos terminais aeroportuários.

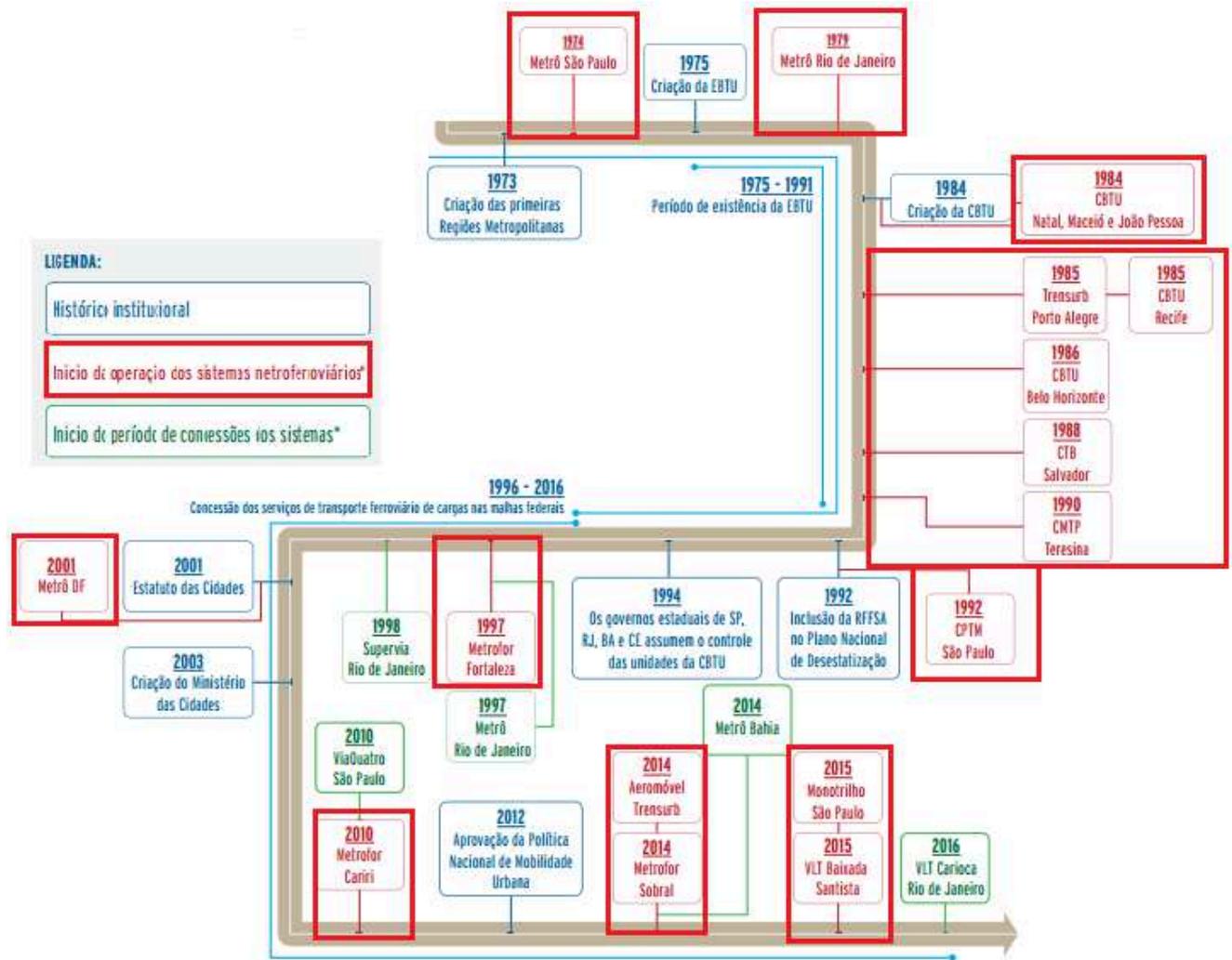
Figura 5- Sistema metroviário em Porto Alegre-Novo Hamburgo (RS).



Fonte: TRENSURB (2017a).

Os transportes metroviários de São Paulo, do Rio de Janeiro e de Porto Alegre são os mais conhecidos no Brasil, pelo contexto histórico (os terminais mais antigos) e também pela extensão da linha. Porém, não são as únicas malhas de metrô, na Figura 6 apresenta-se um mapa cronológico do sistema metroferroviário no Brasil:

Figura 6- Mapa cronológico do sistema metroferroviário no Brasil.



Fonte: CNT (2016, p.33).

Observa-se na Figura 6 que entre 1984 e 1990 houve a expansão significativa da malha metroferroviária no Brasil: Recife, Belo Horizonte, Salvador e Teresina iniciaram as operações das suas linhas. Mais adiante, em 2001, inaugurou-se o metrô de Brasília. A partir de 2010, Fortaleza e a Baixada Santista dispõem do transporte sobre trilhos.

Na Tabela 1, apresentam-se algumas das cidades do país que ampliaram as suas malhas nos últimos anos:

Tabela 1- Ampliação da malha metroviária no Brasil.

Cidade	Ano de Inauguração	Km atual	Última Estação	Ano de Inauguração Última Estação
São Paulo	1974	78,4	Vila Prudente/Oratório	2015
Rio de Janeiro	1979	40,9	Linha Amarela	2016
Porto Alegre	1985	48,3	Novo Hamburgo	2014
Brasília	2001	42	Guará	2010
Salvador	2014	13,5	Linha Azul	2016

Fonte: Companhia do Metropolitano de São Paulo (2017b); MetrôRio (2017c); Metrôbh (2017) ; Metrôdf (2017); CNT (2016).

Nota-se que o sistema de trens metropolitanos no Brasil, de modo geral, amplia as suas linhas com novas estações de modo contínuo. Nos últimos três anos, pelo menos quatro terminais foram inaugurados e, para alguns destes, há a proposta de expansão da linha.

Os terminais apresentados na Tabela 1 foram inaugurados recentemente e pode ser que ainda não apresentem problemas de superlotação. Porém, entre os TPs metroviários mais antigos do Brasil, é comum encontrar relatos de acúmulo de pessoas e tumulto nos horários de pico. Neste contexto, o método de dimensionamento utilizado nas estações pode influenciar na operação e, consequentemente no conforto e segurança dos usuários.

2.3. O projeto das estações de metrô

Os TPs podem ser definidos como edificações nas quais passageiros e as cargas têm acesso a um sistema de transporte. Esse local tem como objetivo agrupá-los e direcioná-los até seu destino final (RODRIGUE; SLACK, 2013). Para Gouvêa (1980, apud SOARES, 2006, p. 17), o terminal de passageiros tem ainda a função de representar um ponto intermediário de transferência do mesmo modo de transporte ou de meios distintos.

Independente do modal, o TP é de suma importância, pois liga o usuário ao veículo, devendo atender a capacidade operacional e a demanda de projeto (MARLOK, 1978, apud SOARES, 2006, p. 21).

Nesse contexto, segundo Rodrigue e Slack (2013), para o funcionamento adequado de um TP, analisam-se três quesitos:

- Localização: O terminal deve estar em local de fácil acesso e que atinja uma quantidade significativa de usuários;
- Acessibilidade: Permitir a transição com outros modais;
- Infraestrutura: Transportar pessoas e cargas de maneira segura, sem permitir o contato entre as mesmas, e ter capacidade para suportar a demanda de fluxo, além de manter essas características mesmo que haja aumento do número de usuários.

Conforme Gouvêa (1980, apud SOARES, 2006, p. 22), há duas classificações para o tipo de serviço oferecido pelo TP: quanto à operação e quanto à localização. O Quadro 1 apresenta a classificação quanto à operação, importante para o desenvolvimento deste trabalho.

Quadro 1 - Classificação do tipo de serviço oferecido pelo TP quando à operação.

Facilidade de embarque e desembarque de passageiros
Possibilitar a transferência de um serviço de transporte para outro
Prover estacionamentos ou pátios para estacionar os veículos
Oferecer os serviços necessários ao atendimento do usuário
Administrar e operar o sistema de transporte no terminal
Proporcionar conforto e segurança ao usuário
Possibilitar uma circulação adequada de passageiros e veículos

Fonte: Soares (2016, p. 22).

A respeito do Quadro 1, a plataforma de embarque e desembarque, a passarela e os corredores, o estacionamento, o balcão de informação e as vias exclusivas podem ser considerados como áreas de um TP que estão relacionadas com a operação do mesmo.

Os terminais contam com uma série de serviços. Para a Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo S.A. (EMTU, 2005), as estações metroviárias devem conter as seguintes áreas de apoio:

- Ao usuário: Sanitários para ambos os sexos, bilheterias e bicicletário. Equipamentos de apoio como bebedouros, bancos de espera, relógio, telefone público e lixeiras;
- À equipe operacional: Sala de administração, vestiários, sala de limpeza, depósito, posto de controle, entre outros.

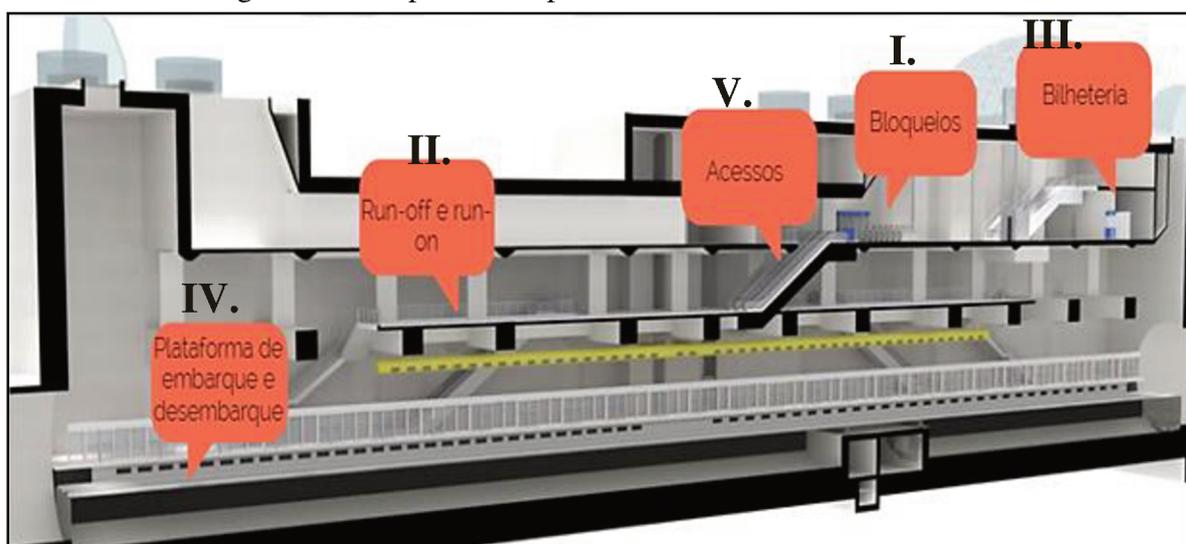
Os terminais que recebem veículos de grande porte (como os metrô) exigem uma área útil ampla. Assim, no projeto, a proporcionalidade entre os ambientes assegura o conforto e a segurança dos passageiros (FALCÃO, 2009).

Nos metrô, em especial, os aspectos funcionais de movimentação de passageiros exigem um layout elaborado devido ao grande fluxo diário. Visto isso, Alves *et al* (2003, apud MEDEIROS, 2004, p. 16) cita que os setores operacionais (como plataformas, saguão de acesso, bilheterias e outros) são essenciais, pois estão relacionados ao embarque, já os setores não operacionais (como sanitários, comércio, caixa eletrônico etc.) realizam atividades extras, que podem ou não estar ligadas ao embarque e desembarque do passageiro.

Neste contexto, concluiu-se que podem ser considerados como os principais componentes operacionais importantes para o funcionamento dos TPs a plataforma, os acessos, a bilheteria, os bloqueios e o run-off e run-on¹. Estes ainda estão ligados à superlotação ou mau nível de serviço das estações metroviárias.

A Figura 7 apresenta um resumo destas principais áreas operacionais, dos quais são descritas posteriormente.

Figura 7 - Componentes operacionais de um TP metroviário.



Fonte: Skyscrapercity (2010).

I. Plataforma

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 14021: 2005 define que a plataforma é o espaço da estação destinado ao embarque e desembarque de usuários.

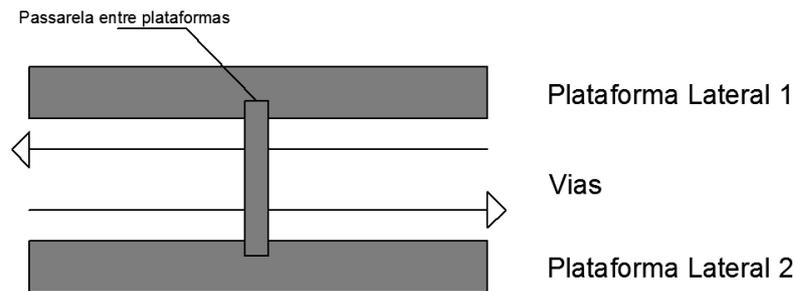
Já para a Amtrak (2013), a plataforma é a interface entre o veículo e a estação, e está inteiramente ligada à segurança do passageiro. Para isso, as dimensões e o design são muito

¹ Termo utilizado para áreas de tomada de decisão (NETWORK RAIL, 2011).

importantes. Ainda, pela Amtrak (2013), as estações podem apresentar dois tipos de plataformas, são elas:

a. Plataforma Lateral: Considera-se uma ou duas plataformas nas extremidades, sendo que apenas uma face esta ligada a via do metrô. No caso de duas plataformas devem ser interligadas por passarela, como mostra a Figura 8.

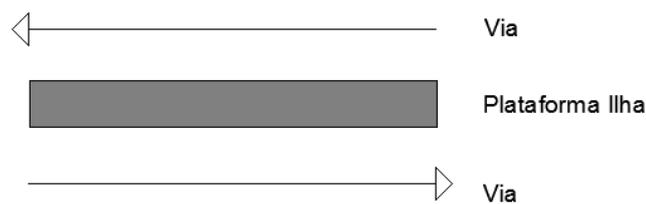
Figura 8 - Configuração da plataforma lateral.



Fonte: Autor (2017).

b. Plataforma Ilha: Considera-se uma plataforma do qual as duas faces estão ligadas a via do metrô. Quando uma estação tem três ou mais vias, obrigatoriamente haverá uma plataforma do tipo ilha. Essas exigem uma largura maior devido à movimentação de usuários de duas vias simultâneas.

Figura 9- Configuração da plataforma ilha.



Fonte: Autor (2017).

Há ainda a subdivisão de zonas dentro da plataforma. A NetworkRail (2011), afirma que a largura total da plataforma, dá-se pela soma das seguintes zonas:

A- Zona amarela: Está na extremidade da plataforma, rente a via. É a zona da qual os passageiros só entram quando forem embarcar ou desembarcar do veículo.

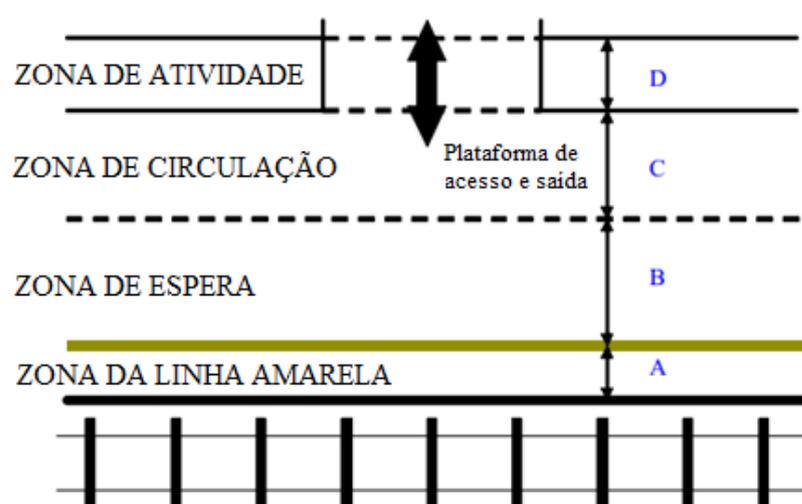
B- Zona de espera: Área destinada aos usuários para esperar os veículos.

C- Zona de circulação: Espaço destinado ao usuário para deslocar-se caso haja sobrecarrego de pessoas na zona de espera ou tumulto no embarque/desembarque.

D- Zona de atividade: Fica localizada na parte da plataforma oposta à linha amarela, é destinada a bilheteria, informações e comércio.

A Figura 10 mostra a divisão das zonas dentro da plataforma, sendo que na zona de atividade pode conter também os acessos (como passarelas) que ligam à plataforma ao restante do terminal:

Figura 10 - Zonas da plataforma de embarque e desembarque.



Fonte: NetworkRail (2011, p. 33, tradução nossa).

II. Acessos

Tratam-se de áreas destinadas à interação do terminal com o meio externo, ou com diferentes dependências, ou até mesmo para vencer níveis distintos. Tem como objetivo minimizar o traslado do passageiro dentro da estação, bem como evitar obstáculos no caminho. Encaixam-se nesta terminologia os saguões intermediários, as escadas, escadas rolantes, rampas, passarelas, elevadores e corredores (NETWORKRAIL, 2011).

A Amtrak (2013) define que os acessos devem ser organizados priorizando a visualização dos demais espaços e a circulação livre dos usuários.

III. Bilheteria

As bilheterias são locais destinados à emissão de bilhete ou créditos de viagem. Podem ser máquinas de autoatendimento ou ainda cabines com atendentes físicos (ABNT, 2005).

A necessidade de máquinas de autoatendimento depende da demanda de passageiros. Para locais com maiores procura, a junção dos dois métodos é mais eficiente (NETWORKRAIL, 2011).

IV. Bloqueios

Os bloqueios, também chamados de catracas, são dispositivos que tem a função de barrar os passageiros que não validem o bilhete ou de promover a passagem livre para os usuários que estão saindo da estação (KITTELSON *et al*, 2003, apud CHAGAS, 2014, p.18).

V. Run-off e Run-on

Segundo a NetworkRail (2011), há a necessidade de espaços para tomada de decisão, principalmente em frente das escadas e elevadores. O usuário deve ter tempo para analisar o caminho e para ter a ação de segui-lo.

2.4. As operações ligadas ao dimensionamento dos terminais metroviários

Para compreender melhor os parâmetros utilizados no dimensionamento dos TPs metroviários, devem-se conhecer os conceitos utilizados. Primeiramente, apresentam-se as características referentes à determinação do nível de serviço: capacidade e conforto e segurança. No segundo momento, apresentam-se os itens relacionados ao funcionamento da estação: tempo de espera e hora-pico. Por fim, mostram-se os conceitos gerais relacionados ao bem-estar dos passageiros na estação e as normativas internacionais para dimensionamento de terminais de passageiros.

2.4.1. Nível de Serviço

Segundo Guazzelli (2011), os níveis de serviço são estipulados a partir das capacidades dos componentes do TPs. Assim, para compreender o conceito de nível de serviço deve-se conhecer a definição de capacidade e de conforto e segurança.

2.4.1.1. Capacidade

A Network Rail (2011) menciona que a capacidade de um terminal está relacionada ao espaço físico da estação, capaz de acomodar com segurança e com conforto o maior número esperado de pessoas paradas e em movimento. O mesmo autor ainda cita que as estações devem ter o tamanho e o design conveniente para que haja a circulação segura e eficiente deste número máximo de pessoas.

2.4.1.2. Conforto e segurança

De acordo com Andrade (2007), o conforto e a segurança estão associados ao conceito operacional do terminal, ou seja, ao transporte propriamente dito e as condições de embarque e desembarque. Ainda, por Andrade (2007), a interligação com outros modais também influencia no conforto, ou seja, a localização do TP nos pontos centrais e de fácil acesso promove a comodidade do usuário. Destacam-se também os aspectos físicos e visuais como pontos positivos ou negativos. Sobre a segurança, diz:

A inspeção de segurança demanda de áreas e equipamentos específicos, além de pessoal especializado. Estes têm que ser distribuídos e estar a postos em diversos pontos ao longo da linha [...]. Quanto mais descentralizados, os terminais de passageiros, mais esses pontos de controle pesam nos investimentos e, principalmente, nos custos operacionais (ANDRADE, 2007, p. 60).

Visto a concepção de Andrade, pode-se notar que o conforto e a segurança dos passageiros estão ligados, principalmente, com as equipes de apoio além da necessidade de grandes investimentos para as atividades operacionais.

2.4.1.3. A determinação do nível de serviço

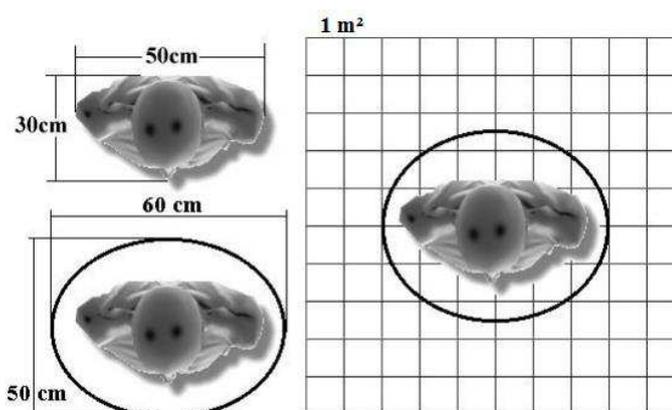
Para um terminal ser considerado “bom”, o mesmo deve atender algumas características básicas relacionadas ao usuário. A qualidade do conjunto das características faz com que o TP tenha um nível de serviço maior ou menor. Os ambientes podem ser classificados com o nível de serviço entre A a F, sendo variável no tempo de percurso, itinerário, ocupação, ventilação e temperatura, aceleração, arranques e trancos e ruídos. Vale salientar que a principal preocupação é com o conforto do usuário, assim, se não for atendido

o mínimo necessário, o terminal pode ser classificado com nível de serviço F (CHAUAR, 1979).

Já para Transit Capacity and Quality of Service Manual da Federal Transit Administration (TCQSME, 2003, apud GUAZZELLI, 2011) o nível de serviço está relacionado com a visão do usuário do TP, analisando fatores como a rota do veículo, o serviço e a instalação, ou ainda relacionados à questão operacional do terminal.

Em locais com grande acúmulo de pessoas, utiliza-se o conceito de nível de serviço para representar o espaço ocupado por uma pessoa e esta relacionado à densidade, quanto maior a classificação do nível de serviço, mais pessoas ocupam 1m^2 , o que pode ser desconfortável para o usuário (VICTORIAN RAIL INDUSTRY OPERATORS GROUP STANDARDS (VRIOGS), 2011). O mesmo autor utiliza um padrão para as dimensões ocupadas por uma pessoa, que são apresentadas na Figura 11:

Figura 11- Espaço padrão ocupado por uma pessoa.



Fonte: VRIOGS (2011, p. 106, tradução nossa).

Assim, obtém-se a classificação do nível de serviço, de A à F, demonstrados na Tabela 2, sendo que relacionam as variáveis de área disponível para cada usuário, a densidade e a taxa de fluxo:

Tabela 2-Classificação do nível de serviço.

Nível de Serviço	Área	Densidade	Taxa de fluxo
	m ² /usuário	usuário/m ²	usuário/min/m
A	≥ 3,24	≤ 0,27	≤ 23
B	2,32 – 3,24	0,43 – 0,31	23 – 33
C	1,39 – 1,32	0,72 – 0,43	33 – 49
D	0,93 – 1,39	1,08 – 0,72	49 – 66
E	0,46 – 0,93	2,17 – 1,08	66 – 82
F	≤ 0,46	> 2,17	Variável

Fonte: VRIOGS (2011, p. 107, tradução nossa).

Dentro de um mesmo terminal, pode haver ainda a discrepância nos níveis de serviços de diferentes ambientes. A VRIOGS (2011) sugere a Tabela 3 para escadas, rampas e passarelas:

Tabela 3-Classificação do nível de serviço em áreas específicas.

Nível de serviço	Taxa de fluxo (usuário/m/min)	
	Rampa ou passarela	Escadas
A	23	16
B	28	20
C	41	26
D	58	38
E	74	49

Fonte: VRIOGS (2011, p. 109, tradução nossa).

O nível de serviço pode ser definido a partir da área disponível para cada usuário durante um período de tempo. Devem-se analisar também as áreas propensas a terem conflitos no fluxo de passageiros, visando o conforto e segurança para se movimentarem no TP (CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA DE MINAS GERAIS, CREA/MG, 2006, p. 36).

2.4.2. Tempo de espera

Está relacionado com o tempo entre um veículo e outro ao passar por um ponto fixo na mesma direção. Para um bom funcionamento, este tempo deve ser sincronizado com a

demanda do local em horários diferentes. Outro parâmetro a correlacionar é a velocidade do veículo e a capacidade de operação (TRAIN OPERATIONS, 2016).

2.4.3. Hora Pico

Define-se hora pico ou horário de pico como [...] o intervalo de uma hora com o maior movimento numa determinada via (AKISHINO, 2016, p. 2).

Assim, para um TP operar adequadamente, deve ser projetado de modo que, no horário de pico, atenda os quesitos mínimos de conforto para o usuário. Geralmente são os horários de começo e término do expediente do comércio local, de universidades e colégios.

2.5. Fatores relacionados ao bem-estar do usuário

As pesquisas de satisfação ao usuário são uma das alternativas para entender melhor o público alvo e saber a opinião sobre o atendimento. Nos terminais não é diferente, as empresas buscam maneiras eficientes para satisfazer seu cliente e atender as expectativas do mercado, além das condições mínimas das normativas do país.

A TRENSURB (2015) realiza pesquisas frequentes com os passageiros, uma das etapas é a especulação do tempo de utilização do sistema, da frequência de utilização, da origem-destino, dentre outros; já na segunda etapa, são explorados itens relacionados diretamente ao uso do terminal, tais como:

- Tempo de espera na bilheteria;
- A segurança, a violência, os assaltos, os furtos e os roubos na estação, trens e passarelas;
- Intervalo entre trens;
- Lotação dos trens;
- Limpeza;
- Infraestrutura/instalações de escada rolante e elevadores;
- Iluminação;
- Comunicação visual.

Já para Rocha (2014), há indicadores de qualidade indispensáveis para compreender a percepção do usuário com relação ao sistema de transporte, especificamente para metrô, cita-se:

- Rapidez: relacionado aos trens e a troca de linhas;
- Informação;
- Convivência e confiança: não ocorrência de irregularidades;
- Conforto: temperatura interna, ventilação, ruídos;
- Acessibilidade.

Para a Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana (2007), a concentração de pessoas gerada pelo TP faz com que a infraestrutura do mesmo torne-se mais elaborada e com grandes investimentos, inclusive na ampliação da estação, quando há novas demandas e a necessidade de melhorias nos níveis de serviços já ofertados. Com isso, o índice de satisfação dos usuários aumenta.

2.6. Normas para dimensionamento de terminais de metrô

Segundo a ABNT (2017), norma pode ser definida como um documento que é emitido após a aprovação de um órgão reconhecido, que fornece regras, diretrizes ou características mínimas para elaboração de uma atividade tal que padronize um resultado considerado ótimo. São elaborados para prevenir problemas no presente ou no futuro, utilizando da tecnologia existente e priorizando a segurança.

Após uma longa busca bibliográfica, percebeu-se que atualmente, o Brasil compreende pelas diretrizes da ABNT. São diversos os setores que apresentam normativas, no caso da engenharia civil, especificamente em terminais metroviários, não há uma regra própria para dimensionamento. Sendo assim, utilizam-se como base as normas similares disponíveis no país ou em outros países.

São algumas diretrizes brasileiras que encaixam-se no dimensionamento de TPs metroviários:

- NBR 14021- Transporte- Acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano;
- NBR 9077- Saídas de emergência em edifícios;
- NBR 9050- Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos;
- NBR 5648/99 – Instalações Prediais de Água Fria;
- NBR 16042 – Elevadores elétricos de passageiros — Requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores sem casa de máquinas;

- Manual Operacional de Projetos – Projeto São Paulo Trens e Sinalização (2012);
- Código de Edificação Municipal.

Em busca aos meios eletrônicos, nota-se que no parâmetro mundial, muitos países têm as suas próprias diretrizes, as quais variam de análises qualitativas e quantitativas, com fórmulas, tabelas, dimensões mínimas a serem cumpridas, além de orientações quanto ao layout da estação, iluminação, sinalização e outros. Todas com o intuito de manter o conforto e a segurança dos passageiros.

Alguns países as disponibilizam na configuração Portable Document Format (PDF), de acesso gratuito em seus próprios sites, outras, só podem ser acessadas por meio de cadastro e mediante o pagamento. Das primeiras, encontram-se facilmente as normas:

- Amtrak Station Program and Planning Guideline – América do Norte;
- Network Rail Station Capacity Guidance – Reino Unido;
- Victorian Rail Industry Operators Group Standards – Austrália;
- Manual For Standards And Specifications For Railway Stations – Índia;
- Station and Support Facility Design Guidelines User Guide: Supplement to the Regional Transitway Guidelines – Minneapolis e Saint Poul (Estados Unidos).

Já as normativas disponíveis apenas por cadastro e pagamento, temos:

- LUL Standard – Londres;
- Manual for Railway Engineering – Estados Unidos.

Como se pode notar, há variações das normas por cidades, regiões, países e continentes, além de que as normas dos maiores metrô do mundo não estão acessíveis de maneira gratuita à comunidade.

Desta maneira, destacam-se a Amtrak Station Program and Planning Guideline e a Network Rail Station Capacity Guidance, por serem normas acessíveis ao público e de leitura clara, associando aos objetivos de oferecer ao usuário conforto e segurança.

3. METODOLOGIA

Este trabalho utiliza a análise documental que, segundo Ludke e André (1986), é uma técnica muito importante no estudo qualitativo, que se baseia em documentos como projetos ou normas, sendo fonte primária ou secundária e tem como objetivo interpretar os mesmos relacionando-os com os propósitos do trabalho. Para a aplicação desta análise, escolheu-se a Estação de Novo Hamburgo, que na visão do mesmo autor, trata-se de um estudo de caso, pois aborda apenas características específicas e bem definidas de um terminal.

Neste contexto, o trabalho constitui na análise do projeto do TP de Novo Hamburgo, onde se aplicam as normas do Reino Unido e da América do Norte. A finalidade é de quantificar alguns ambientes da estação, observar as características qualitativas que estão ligadas ao bem-estar do usuário e, a partir do estudo, sugerir indicadores de qualidade para a elaboração de uma norma brasileira de terminais metroviários. O trabalho está dividido em cinco etapas, apresentadas na Figura 12.

Figura 12 - Etapas realizadas na metodologia.



Fonte: Autor (2017).

3.1. Etapas do estudo

As etapas do trabalho são assim descritas:

a. Pesquisa bibliográfica

Tem como objetivo apresentar o modal metroviário enfatizando os terminais de passageiros, as necessidades básicas do usuário e as normativas para o dimensionamento deles.

Primeiramente, apresenta-se a contextualização do modal metroviário no Brasil e no mundo. No contexto brasileiro, são apontados quais os TPs foram construídos recentemente, determinando o local de estudo deste trabalho.

Além disso, expõem os principais ambientes de um TP, destacando áreas operacionais que estão diretamente ligadas ao usuário e que interferem no nível de serviço da estação. Para explanar este conceito, são discriminadas algumas características relacionadas ao dimensionamento dos TPs metroviários, que são as bases para as normativas.

Por fim, são apresentados alguns fatores importantes para o bem-estar do usuário em um transporte de metrô, assim como um breve contexto das normativas utilizadas no mundo, e a carência das mesmas no Brasil.

b. Coleta de dados do terminal de NH

O histórico do terminal de NH é importante para entender como o projeto foi executado e qual a importância do mesmo na linha. Assim, apresentam-se dados referentes ao estudo de implantação e características atuais do TP.

Para realizar as análises referentes ao dimensionamento da estação, retiram-se dados secundários da bibliografia da área. Os principais dados dos ambientes operacionais:

- Número de: bloqueios, bilheteria, escadas rolantes, escadarias, passarelas, elevadores, comércios, banheiros, dentre outros;
- Dimensão de: escadas rolantes, escadarias, passarelas, plataformas de embarque e desembarque, run-off e run-on, desnível entre pavimentos e faixa amarela;
- Presença de: bancos de espera, telefones públicos, bebedouros, balcões de informação, dentre outros.

Os dados referentes ao fluxo de passageiros foram coletados a partir de uma análise realizada pela TRENURB, no ano de 2014, quando o TP foi inaugurado. O documento está

em formato de Power Point no Anexo A (Análise de Fluxos e Posição de medidas – Estação Novo Hamburgo). Os seguintes dados foram selecionados:

- Fluxo da hora-pico total, de saída e de entrada;
- Fluxo de pico por minuto total, de saída e de entrada;
- Fluxo de pico de entrada nos 15 minutos mais carregados;
- Fluxo de pico de entrada nos 5 minutos mais carregados.

Ainda sobre o fluxo de passageiros, a TRENURB disponibilizou um arquivo em Excel, dispondo de dados como a demanda anual e a demanda mensal de 2016.

As características da frota, utilizadas para o dimensionamento do terminal, foram retiradas do documento Especificação Técnicas dos Novos Trens (2012), sendo elas: a velocidade máxima operacional, número de vagões, comprimento total da frota e comprimento dos vagões.

A página na web da TRENURB oferece outros dados referentes à sinalização, a acessibilidade, as equipes de apoio, a segurança e ao itinerário.

c. Estabelecimento dos parâmetros normativos

Os parâmetros normativos são escolhidos a partir da leitura das normas. Uma análise geral dos capítulos foi realizada, em que se procurou a presença das características operacionais que podem ser aplicadas aos dados disponíveis do terminal. Além disso, buscaram-se normativas de grandes centros urbanos, que fossem reconhecidos mundialmente.

Como o sistema metroviário originou-se em Londres, buscou-se a literatura local. Está disponível em meios eletrônicos a norma do Reino Unido (Network Rail Station Capacity Guidance), que abrange de forma geral as estações metroviárias e ferroviárias. Na América destacam-se as linhas dos Estados Unidos e Canadá, assim, utilizou-se a diretriz norte americana (Amtrak Station Program and Planning Gateline), também disponível na internet.

Estudou-se separadamente cada normativa: no primeiro momento foi apresentado um breve histórico de cada norma, quando foram criadas e quais seus objetivos. Por segundo, foram selecionadas apenas as características relevantes ao trabalho. Da norma do Reino Unido, optaram-se por formulações, tabelas e itens importantes para o dimensionamento das estações metroviárias. Já da norma norte americana, foram assumidas as análises qualitativas para os ambientes do TP.

Para a escolha dos temas selecionados, levou-se em consideração a importância operacional no TP além da disponibilidade dos dados da estação de NH.

d. Confronto entre projeto da estação de NH e parâmetros normativos

Para comparar as diretrizes normativas da Network Rail e da Amtrak com as características físicas presentes na estação de NH, realiza-se a aplicação das variáveis do terminal nas fórmulas apresentadas pelas normas. Analisa-se também cada item qualitativo.

Pode-se então, confrontar os resultados do dimensionamento vide norma e os dados reais do projeto da estação de NH através de tabelas, que mostrem lado a lado cada variável. Apresenta-se por primeiro as comparações com a Network Rail Station Capacity Guidance. Por segundo, mostram-se as comparações com a Amtrak Station Program and Planning Gateline.

Por fim, expõem-se todos os itens observados, de modo a indicar se estão ou não em conformidade com as normas.

e. Análises e indicadores de qualidade no contexto Brasil

Após a comparação dos resultados quantitativos e qualitativos, foram analisadas as condições do terminal de NH. As não conformidades são apontadas e comentadas.

No final, foi proposta uma lista de características importantes para o dimensionamento de TPs metropolitanos no contexto brasileiro, tomando como base o estudo de caso e as diretrizes da Network Rail e Amtrak.

As considerações finais verificaram se os objetivos do trabalho foram alcançados, apresentando a situação do terminal de NH em relação às normas do Reino Unido e América do Norte.

4. ESTUDO DE CASO: ESTAÇÃO DE NOVO HAMBURGO

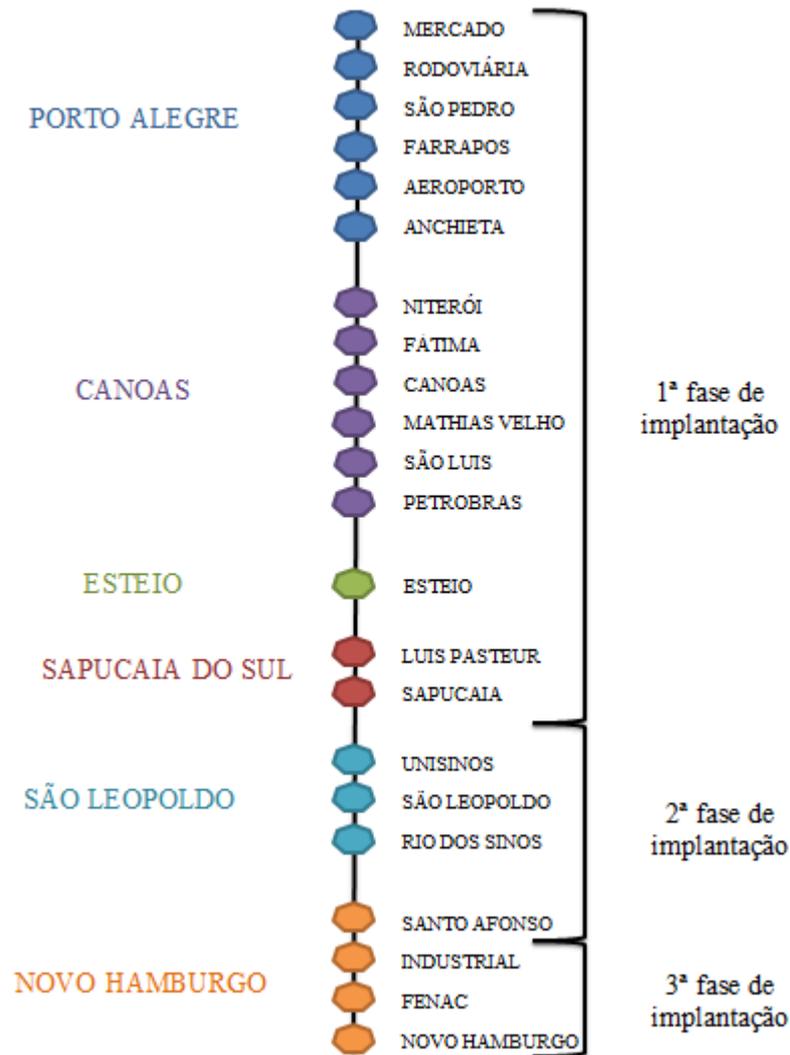
A Estação de Novo Hamburgo fez parte do projeto de ampliação da linha de trem metropolitano que teve início das obras na cidade de Porto Alegre, com a Estação Mercado, e teve o fim das obras na cidade de Novo Hamburgo.

Este Capítulo apresenta um breve histórico do terminal e dos dados referentes ao projeto arquitetônico e executivo, importantes para a compreensão do funcionamento da estação.

4.1.O histórico da Estação de Novo Hamburgo

O projeto do trem metropolitano do Rio Grande do Sul surgiu em 1976 com intuito de desafogar o trânsito saturado da BR 116. Em 1985 foi inaugurado o primeiro trecho, de POA à Sapucaia do Sul, e em 1997, o segundo trecho até São Leopoldo. Apenas em 2014 houve a ampliação da linha com construção da Estação de Novo Hamburgo (TRENSURB, 2017b). A Figura 13 mostra todas estações que estão atualmente em funcionamento, discriminando as cidades e os respectivos terminais que a compõem:

Figura 13-Malha metroviária POA-NH por cidades.

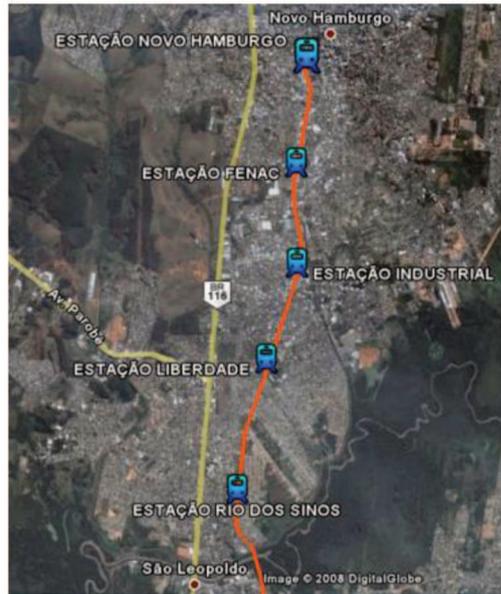


Fonte: Adaptado de TRENSURB (2017a).

A segunda fase de implantação da linha apresentava 33,8 km entre POA e São Leopoldo. Com a ampliação de 2014 foram acrescentados 9,3 km com 4 estações, uma em São Leopoldo e as restantes em NH (GRUPO DE TÉCNICOS DE MOBILIDADE URBANA (GeMob), 2008).

A Figura 14 mostra as estações construídas na ampliação da linha de trens metropolitanos feita em 2014:

Figura 14-Trecho de ampliação da linha de trem metropolitano feita em 2014.



Fonte: GeMob (2008, p. 5).

O GeMob (2008) ainda cita que para a implantação da estação de NH foram estudados dois pontos estratégicos da cidade, o primeiro com a integração direta ao Bourbon Shopping Novo Hamburgo e o segundo próximo a condomínios multifamiliares. A TRENSURB escolheu a primeira opção, onde na Figura 15 mostra o local de construção do TP.

Figura 15-Localização da Estação NH atualmente.



Fonte: GeMob (2008, p. 21).

A frota atual contém 25 Trens Unidade Elétrico (TUE) série 100 além de 15 TUEs série 200, que tem menor gasto energético (se comparado com a frota da série 100), sendo que os primeiros trens tem capacidade média de 1081 passageiros, considerando a ocupação de 5,4 pessoas/m² (GEMOB, 2008).

4.2. Dados do projeto da Estação de Novo Hamburgo

A estação de NH contém plataforma de embarque e desembarque do tipo ilha e um mezanino onde há o acesso por passarelas leste/oeste que interligam os prédios de apoio. O terminal e as vias são elevados, sendo que o projeto consiste nas seguintes áreas comuns listadas e quantificadas na Tabela 4.

Tabela 4-Ambientes de comum acesso aos passageiros.

Ambiente	Quantidade
Elevador	3
Escadaria	4
Escada rolante	4
Plataforma de embarque	1
Plataforma de desembarque	1
Bilheteria	2
Bloqueios de entrada	6
Bloqueios de saída	4
Bloqueio especial	1
Banheiro Feminino	1
Banheiro Masculino	1
Comércio	14
Saguão de entrada	1

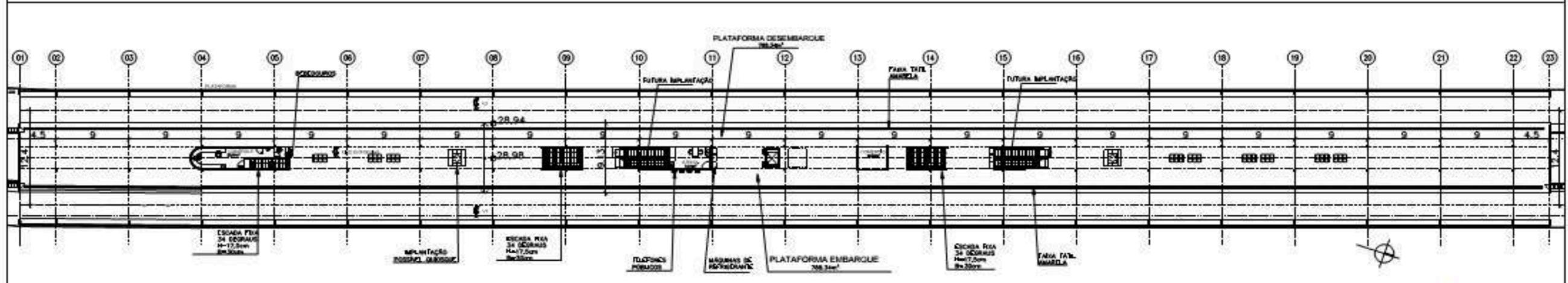
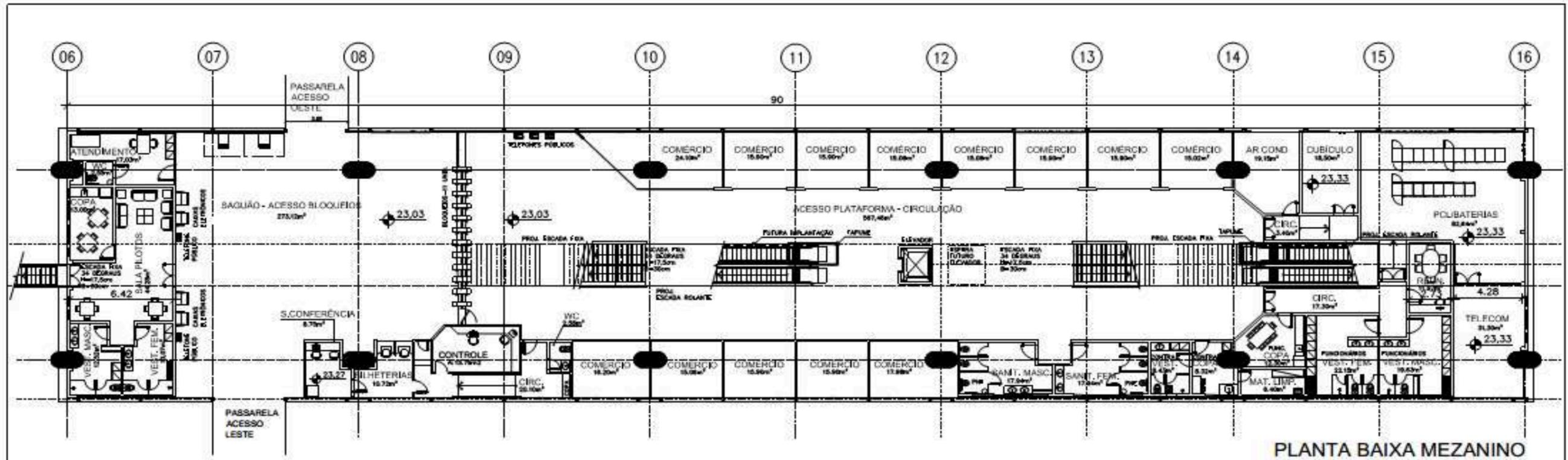
Fonte: Planta baixa da Estação de Novo Hamburgo (2011).

Já os ambientes destinados aos funcionários e a toda a operação do terminal são compostos por sala de maquinista, copa, vestiários, banheiros, sala de reunião, dentre outras. O terminal completo é apresentado a seguir, na Planta Baixa da Estação de Novo Hamburgo (2011):

CRIADO POR UM PRODUTO EDUCACIONAL DA AUTODESK

CRIADO POR UM PRODUTO EDUCACIONAL DA AUTODESK

CRIADO POR UM PRODUTO EDUCACIONAL DA AUTODESK



PLANTA BAIXA PLATAFORMA



TRENSURB

Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A.
 Av. Ernesto Neugebauer 1985, - Humaitá - Porto Alegre - RS - Brasil
 CEP 90250-140 | Fone: +55 51 3363 8000

Projeto	Fase
Nome Projeto	PE-ARQ
Assunto	Data
Assunto	07/11/2011
Local	Escala
Endereço	indicada
Projeto	Proprietário
arq.urb CAU 089006-0	Empresa de Trens Urbanos S.A. - Trensurb
Arquivo	Nome_Arquivo.dwg
Desenho	
Nome_desenhista	ARQ-01

Com relação à Planta Baixa apresentada, ressaltam-se algumas dimensões das áreas operacionais e que influenciam no conforto e na segurança do usuário. São as seguintes:

Tabela 5-Dimensões do terminal de NH que são relevantes ao estudo.

Pontos de análise	Dimensão (Aproximadas)
Portão de entrada	Largura de 3,85m
Escadaria	Largura de 1,29m
Escada rolante	Largura de 1m
Acessos – Corredores	Largura de 3,5m
Desnível entre pavimentos	6m
Plataforma tipo ilha	Comprimento de 198m Largura total de 9,13m Área de embarque e desembarque 788,34m ²
Faixa amarela – alerta	Largura 0,85m
Escada rolante-bloqueio Bloqueio-escada rolante	Distância de 15,6m
Entre escadas rolantes	Distância de 24,9m
Passagem- escada rolante Escada rolante-Passagem	Distância de 26,4m
Escada rolante- escadaria	Distância de 10,6m
Entre escadarias	Distância de 26,4m
Bloqueio – passagem / Passagem-bloqueio	Distância de 10,4m
Escadaria-bloqueios / Bloqueios- escadarias	Distância de 11,2m
Escadaria-passagem / Passagem-escadaria	Distância de 14,7m
Espaço livre em frente à bilheteria	2,2m
Plataforma – Colunas (obstruções)	Distância de 2m

Fonte: Planta baixa da Estação de Novo Hamburgo (2011).

No que se refere ao fluxo de passageiros, a TRENSURB (2014) realizou uma contagem volumétrica, apresentada no Anexo A. A Tabela 6 resume os valores da pesquisa.

Tabela 6-Fluxo de passageiros em horário de pico.

Fluxo de passageiros em um determinado espaço de tempo	Valor (pessoas/tempo)
Fluxo da hora-pico total	1582
Fluxo da hora-pico de entrada	986
Fluxo da hora-pico de saída	596
Fluxo de pico por minuto	27
Fluxo de pico por minuto de entrada	17
Fluxo de pico nos 15 minutos mais carregados de entrada	279
Fluxo de pico nos 5 minutos mais carregados de entrada	107
Fluxo de pico por minuto de saída	10

Fonte: Análise de Fluxos e Posição de medidas – Estação Novo Hamburgo (2014).

Outros dados que também são importantes são descritos na Tabela 7, obtidos a partir do documento disponível pela TRENSURB (Excel, 2016).

Tabela 7-Demanda de passageiros na Estação de Novo Hamburgo em 2016.

Demanda	Nº de passageiros
Diária (média)	19.078
Mensal (média)	572.334
Anual	6.868.000

Fonte: TRENSURB (Excel, 2016).

A respeito do itinerário disponível pela empresa, a TRENSURB (2017c) oferece trens a cada 10 a 20 minutos, dependendo da faixa horária do dia, assim, a média de intervalo é de 15 minutos entre eles. Na Figura 16 apresentam-se os horários disponíveis pela empresa.

Figura 16- Itinerário da linha POA-NH.

Faixa horária	SEGUNDA A SEXTA-FEIRA	Trecho	Intervalo entre trens (minutos)
5h - 6h41		Novo Hamburgo - Mercado	10
6h03 - 6h54		Sapucaia - Mercado	5
6h41 - 7h09		Novo Hamburgo - Mercado	9
7h09 - 7h25		Novo Hamburgo - Mercado	8
6h54 - 7h24		Sapucaia - Mercado	6
7h16 - 7h37		Mathias Velho - Mercado	3
7h25 - 8h25		Novo Hamburgo - Mercado	10
7h24 - 7h44		Sapucaia - Mercado	4
7h44 - 8h44		Sapucaia - Mercado	5
8h25 - 9h21		Novo Hamburgo - Mercado	8
9h21 - 16h50		Novo Hamburgo - Mercado	10
16h50 - 17h48		Novo Hamburgo - Mercado	8
17h54 - 18h36		Sapucaia - Mercado	4
17h48 - 20h06		Novo Hamburgo - Mercado	10
20h06 - 21h56		Novo Hamburgo - Mercado	11
21h56 - 22h36		Novo Hamburgo - Mercado	10
22h36 - 23h25		Novo Hamburgo - Mercado	15
Faixa horária	SÁBADO	Trecho	Intervalo entre trens (minutos)
5h - 6h18		Novo Hamburgo - Mercado	15
6h18 - 19h38		Novo Hamburgo - Mercado	10
19h38 - 22h08		Novo Hamburgo - Mercado	15
22h08 - 23h25		Novo Hamburgo - Mercado	20
Faixa horária	DOMINGO	Trecho	Intervalo entre trens (minutos)
5h - 22h05		Novo Hamburgo - Mercado	15
22h06 - 23h25		Novo Hamburgo - Mercado	20

Fonte: Adaptado de TRENSURB (2017c).

A respeito da frota utilizada, a Tabela 8 apresenta alguns dados relevantes.

Tabela 8- Características da frota TUE série 100.

Característica	Dimensão
Número de vagões	4
Dimensão aproximada de cada vagão (m)	22
Comprimento total do trem aproximado (m)	91
Número total de passageiros no trem	1081
Velocidade operacional máxima do trem (km/h)	90

Fonte: TRENSURB (2012, p. 28); GeMob (2008, p. 5).

Sobre os ambientes que são objetos do estudo, apresentam-se imagens de algumas áreas que estão disponíveis em meio eletrônico. A Figura 17-A indica um dos acessos da estação, através do prédio lateral e uma passarela para interligá-los. No caso da Figura 17-B, pode-se ver a interligação com o Shopping Bourbon e com o terminal de ônibus.

Figura 17-Passarela de acesso à estação de NH.



Fonte: A) Machado (2017); B) TRENSURB (2017d).

A Figura 18 apresenta a passarela de embarque e desembarque do tipo ilha central na estação de NH.

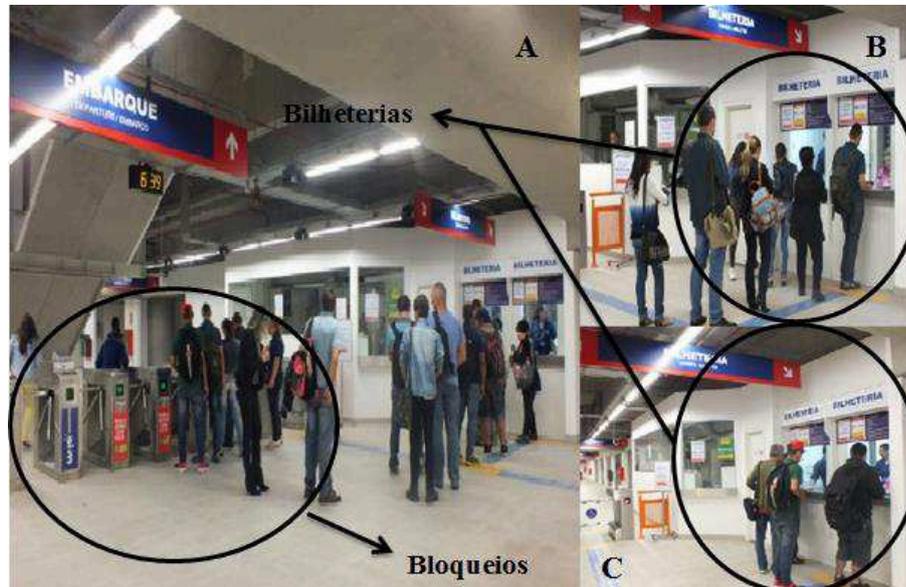
Figura 18-Plataforma de embarque e desembarque da estação de NH.



Fonte: A e B) TRENSURB(2017d); C) Vieira (2014).

Os bloqueios e a bilheteria estão no saguão de entrada, como ambos estão muito próximos, está nítida na Figura 19, a intervenção de uma área à outra quando há filas.

Figura 19- Entrada: Bilheterias e bloqueios da estação de NH.



Fonte: A, B e C) Hugentobler (2014).

Após a contextualização do terminal modelo, abordam-se os principais aspectos das normativas internacionais que estão interligadas a esses dados e serão comparadas no Capítulo 6.

5. DIRETRIZES PARA O PROJETO DE ESTAÇÕES METROVIÁRIAS

O Capítulo 5 tem como objetivo apresentar as diretrizes de projeto para estações metroviárias a partir dos documentos: Network Rail Station Capacity Guidance (Reino Unido) e Amtrak Station Program and Planning Guideline (América do Norte).

Dentre as normativas pesquisadas, destacou-se a Network Rail e Amtrak devido à importância histórica da sua malha metroviária. Também se optou por essa literatura, pois abordam de maneira clara os aspectos considerados relevantes à operação do terminal, além das variáveis utilizadas nelas estarem disponíveis nos dados da estação de NH.

Assim, apresenta-se um breve histórico da elaboração das diretrizes e são abordadas as características mais importantes relacionadas ao conforto e à segurança dos usuários, tais como da plataforma, da bilheteria, dos bloqueios, dos acessos e de outros. Os parâmetros selecionados serão base para a análise da estação de NH.

5.1. Network Rail Station Capacity Guidance – Reino Unido

Uma das versões disponíveis nos meios eletrônicos das normas do Reino Unido foi publicada em maio de 2011 e chama-se Network Rail Station Capacity Guidance. Tem como objetivo apresentar melhores práticas para o dimensionamento de áreas públicas, especificamente de estações metroviárias e ferroviárias, com foco em plataformas, passarelas, acessos, pontos de tomada de decisão e outros (NETWORK RAIL, 2011). Ressaltam-se as práticas que são condizentes com a proposta deste estudo: a de planejamento da estação e padrões de projeto e os requisitos de espaço em áreas públicas.

O alvo desta norma são as estações ferroviárias do Reino Unido, com ênfase aos terminais com probabilidade de superlotação, isso porque o principal interesse da Network Rail (2011) é proporcionar aos usuários conforto e segurança, através de algumas condutas:

- Espaços e instalações públicas de tamanho adequado;
- Acesso seguro, eficaz e conveniente aos serviços;
- Operação e gestão seguras, eficazes e convenientes da estação;

- Rotas de circulação limpas com distâncias mínimas;
- Espaços de circulação livres de obstruções desnecessárias;
- Boas linhas de visão;
- Sem extremidades, locais sem saída ou esconderijos;
- Plano previsível de crescimento.

Há discrepância no conceito de metrô, trens e afins, porém as características apresentadas pela Network Rail estão relacionadas ao transporte sobre trilhos de modo geral.

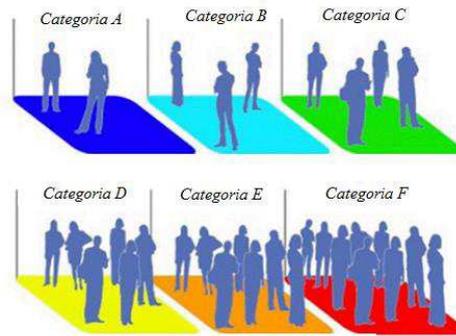
5.1.1. Critérios adotados pela Network Rail

Para atender os critérios estabelecidos na normativa inglesa, são utilizados conceitos importantes para o dimensionamento, os quais são base do estudo de caso. A maior parte das considerações é obtida através de fórmulas, porém há alguns princípios que são qualitativos, representados em tabelas. A Network Rail (2011) regulamenta os itens, que serão explicados a seguir:

- a. Nível de serviço;
- b. Fluxo de hora-pico;
- c. Bloqueios;
- d. Bilheteria;
- e. Instalações de passageiros;
- f. Passagens;
- g. Acessos;
- h. Run-off e run-onn;
- i. Plataforma.

a. **Nível de serviço:** Densidade de pessoas e a facilidade de movimentar-se. Na Figura 20 representa a densidade por m²:

Figura 20- Representação da densidade de pessoas por m².



Fonte: Adaptado da Network Rail (2011, p. 12, tradução nossa).

A) Circulação livre;

B) Fluxo unidirecional e circulação livre. Locais de inversão de sentido e cruzamentos com pequenos conflitos;

C) Restrição do fluxo devido à dificuldade movimentação. Locais de inversão de sentido e cruzamentos com conflitos;

D) Dificuldade na circulação para muitos passageiros. Locais de inversão de sentido e cruzamentos com conflitos significativos;

E) Dificuldade na circulação para todos os passageiros. Locais de inversão de sentido e cruzamentos com sérios conflitos e constantes paradas;

F) Caos no fluxo de passageiros devido a muitas paradas.

A norma não especifica qual a densidade máxima para os casos citados acima, porém sugere a área de ocupação e o fluxo de pessoas por minuto para algumas áreas em condições anormais (fluxo de superlotação):

Tabela 9-Nível de serviço mínimo para plataformas com área de espera.

Elemento	Espaço físico
Plataforma com área de espera	0,25m ² /pessoa
Passarela (dois sentidos)	50 pessoas/m/min
Escada (dois sentidos)	35 pessoas/m/min
Escada rolante	110 pessoas

Fonte: Adaptado da Network Rail (2011, p.36, tradução nossa).

Através da formulação a seguir:

Equação 1 – Espaço físico para cada pessoa.

$$\text{Espaço físico} = \frac{\text{Área ou fluxo de pico por minuto}}{\text{Fluxo de hora – pico ou largura}}$$

b. **Fluxo de hora-pico:** O dimensionamento deve ser baseado na demanda de passageiros no período mais movimentado do dia. É recomendado fazer uma pesquisa operacional para a determinação desta variável, porém caso não haja disponibilidade a norma sugere fórmulas aproximadas. Como essa variável está disponível no banco de dados do terminal de NH, não será aprofundado o tema.

Apesar de tratar de uma nomenclatura geral, o fluxo de hora-pico pode ser manipulado a ponto de termos:

Equação 2 – Fluxo de pico por minuto.

$$\text{Fluxo de pico por minuto} = \frac{\text{Fluxo de hora – pico}}{60}$$

O fluxo de pico nos 5 minutos mais carregados e o fluxo de pico nos 15 minutos mais carregados são dados coletados a partir da pesquisa operacional. O segundo, pode ainda, derivar o fluxo de pico por minuto, neste caso, utiliza-se a formulação:

Equação 3 – Fluxo de pico por minuto

$$\text{Fluxo de pico por minuto} = \frac{\text{Fluxo de pico nos 15 minutos mais carregados}}{15}$$

c. **Bloqueios:** Podem ser uma barreira física ou eletrônica, porém na presente norma são selecionados apenas bloqueios eletrônicos de apenas um sentido. Há duas metodologias distintas para o cálculo de número de bloqueios, a primeira trata-se de estações que estão localizadas em pontos centrais da linha e recebem um fluxo constante de pessoas, já no segundo caso, as estações que estão nas extremidades da malha e recebem os veículos com menos indivíduos.

No estudo de caso apresenta-se um terminal que se localiza no final da linha, para este, a norma indica a seguinte formulação:

Equação 4- Número de bloqueios necessários

$$\text{Número de Bloqueios} = \frac{\text{Número total de entrada de passageiros}}{25 \times 5} + \frac{\text{Número total de saída de passageiros}}{25 \times 4} + X$$

Onde:

Número total de entrada de passageiros: Para plataformas com área de espera deve-se adotar o valor igual ao fluxo de pico de entrada nos 5 minutos mais carregados.

Número total de saída de passageiros: É o número máximo de pessoas que possam desembarcar do trem no período dos 15 minutos mais movimentados da estação.

$X = 1$ se o valor total (sem X) é inferior ou igual a 10 portas, ou $x = 2$ se o valor total (sem X) é maior de 10 portas.

d. **Bilheteria:** Segundo a norma, o número de bilheterias depende de fatores como a demanda de passageiros, a categoria da estação (grande ou pequena), os serviços prestados pelo terminal e outros. Desta maneira, não há especificações concretas.

Porém a norma estipula qual o comprimento mínimo sem obstruções em frente às bilheterias:

Tabela 10-Comprimento mínimo em frente às bilheterias.

Área	Observação
Bilheteria	Deve ter 4 m em frente de cada janela da bilheteria sem haver obstruções de outros passageiros

Fonte: Adaptado de Network Rail (2012, p. 24, tradução nossa).

e. **Instalações de passageiros:** As áreas destinadas a acomodar os passageiros e proporcionar conforto, devem estar localizadas de maneira que não atrapalhem o fluxo de pessoas. Advertem-se as seguintes recomendações:

- Deve incentivar ao máximo o comércio e o varejo, porém sem obstruir o fluxo de passageiros;
- A publicidade não deve afetar a sinalização das estações;
- Os banheiros públicos devem oferecer o essencial para suprir as necessidades individuais de cada usuário;
- Deve haver bancos de espera, porém não podem obstruir o fluxo de passageiros.

f. **Passagens:** Consideram-se todos os vãos e passarelas que tem como objetivo ligar entradas das estações ou plataformas distintas. Devem estar livres de obstruções e obedecer a largura mínima de 1,6m. Calcula-se a largura através da fórmula:

Equação 5- Largura mínima em passagens.

$$\text{Largura das passagens} = \frac{\text{Fluxo de pico por minuto de entrada} + \text{Fluxo de pico por minuto de saída}}{40}$$

Fluxo de pico por minuto de entrada: É a aplicação do fluxo de pico nos 15 minutos mais carregados de entrada na Equação 2.

Fluxo de pico por minuto de saída: É a aplicação do fluxo de hora-pico de saída na Equação 1.

g. **Acessos:** Estão relacionados aos corredores, saguões intermediários, escadas rolantes, esteiras de transporte de passageiros, escadarias e rampa. Todos devem estar livres de obstruções e obedecer à largura mínima de 1,6m. O cálculo é dividido de acordo com cada tipo de acesso, são eles:

- Corredores: Largura mínima entre paredes de 2m:

Equação 6 – Largura do corredor para dois sentidos.

$$\text{Largura corredor para dois sentidos} = \frac{\text{Fluxo de pico por minuto}}{40} + (2 \times 0,30)$$

Onde:

Fluxo de pico por minuto: É a aplicação do fluxo de hora-pico na Equação 1.

- Mudança de nível: Para mudança de níveis a norma estipula a seguinte especificação:

Tabela 11-Mudança de níveis nas estações.

Desnível	Solução
Menor que 0,5	Rampa
0,5 a 3m	Escada
3 a 5m	Escada ou escada rolante (não obrigatório)
Acima de 5m	Escada rolante ou elevador

Fonte: Adaptado de Network Rail (2012, p. 27, tradução nossa).

- Largura das escadas: A largura mínima é de 1,6m, e acrescenta 0,3m para cada corrimão de centro que houver.

Equação 7 – Largura das escadas em dois sentidos.

$$\text{Largura para escadas em dois sentidos} = \frac{\text{Fluxo de pico por minuto}}{28} + 0,3m$$

Sendo que:

Fluxo de pico por minuto: É a aplicação do fluxo de hora-pico na Equação 1.

- Número de escadas rolantes: O número deve atender qualquer um dos sentidos, para isso utiliza-se uma taxa de 100 pessoas por minuto passando pelas escadas rolantes. É determinado a partir da equação:

Equação 8 – Número de escadas rolantes.

$$\text{Número de escadas rolantes} = \frac{\text{Fluxo de pico por minuto em um sentido}}{100}$$

Onde:

Fluxo de pico por minuto em um sentido: Aplicação do fluxo de hora-pico em um sentido na Equação 1.

- Número de elevadores: O ideal para a determinação do número de elevadores é uma pesquisa de demanda de usuários. Classificar esses passageiros também é importante, pois há a necessidade de atender passageiros com deficiência.

Equação 9 – Número de elevadores

Número de elevadores

$$= ((\text{Fluxo de pico por minuto em um sentido}) / (\text{Capacidade do elevador})) \times \text{Ciclo do elevador (min)}$$

Sendo que:

Fluxo de pico por minuto em um sentido usando o elevador: É o número de pessoas esperadas para utilizar o elevador por minuto, no sentido de maior fluxo. Este valor é derivado de uma pesquisa operacional.

Capacidade do elevador: Leva-se em consideração o percentual de deficientes físicos utilizando o elevador, para isso, é necessária a pesquisa operacional. Relaciona-se também com a capacidade de peso indicada pelo fabricante.

Ciclo do elevador: É o tempo que o elevador leva para retornar ao ponto inicial. Considera-se parar em cada pavimento do prédio.

h. **Run-off e run-on:** Sugere-se que haja dimensões mínimas em locais onde há tomada de decisão ou mudança de curso. A norma cita que alguns casos talvez não serão atingidos, assim deve-se realizar um estudo de risco. No caso de estações que o fluxo da hora-pico varia entre 1000 e 3000 passageiros, adota-se a fórmula para os cálculos:

Equação 10 – Comprimento Run-Off.

$$\text{Comprimento Run - Off} = (\text{mínimo Run - Off}) + \left[\frac{(\text{Fluxo da hora - pico}) - 1000}{500} \right]$$

Onde o comprimento mínimo é retirado da tabela:

Tabela 12-Comprimento mínimo de Run-Off e Run-Onn.

Área	Variação do comprimento mínimo (m)	
	Limite inferior	Limite superior
Escada rolante-bloqueio Bloqueio-escada rolante	8	12
Entre escadas rolantes	8	12
Passagem- escada rolante Escada rolante-Passagem	6	
Escada rolante- escadaria	6	10
Estre escadarias	6	10
Bloqueio – passagem Passagem-bloqueio	6	
Escadaria-bloqueios Bloqueios- escadarias	6	10
Escadaria-passagem Passagem-escadaria	4	

Fonte: Adaptado de Network Rail (2011, p. 30, tradução nossa).

i. **Plataforma:** A norma cita dois métodos de dimensionamento que se referem à posição dos passageiros na espera dos trens, pode ser na plataforma ou no saguão de entrada. O estudo de caso trata-se do primeiro caso, assim deve acomodar todos os usuários e não obstruir a passagem de quem desembarca do trem. Algumas observações são apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 13-Generalidades da plataforma de embarque e desembarque.

Elemento	Principal generalidade
Comprimento da plataforma	Suficiente para acomodar o veículo mais longo que pode chegar à estação, mais uma tolerância: normalmente 2m (ou 5m em estações principais e terminais)
Largura da plataforma	Suficiente para atender o maior número de passageiros em hora de pico
Plataforma em ilha	Não inferior que 4.0m (para velocidades de trens inferiores a 165 km / h)
Colunas/obstruções	Deve estar pelo menos 2,0 m da borda da plataforma
Linha amarela	Mínimo de 1,5 m a partir do bordo para trens com velocidades superiores a 165 km/h. Para estações que atendam trens com velocidade inferior a 165 km/h não há necessidade da faixa, porém fica a critério da empresa responsável

Fonte: Adaptado de Network Rail (2011, p. 32, tradução nossa).

Sobre a largura da plataforma com área de espera, considera-se que é o resultado da soma das zonas funcionais: amarela, de espera, de circulação e atividade. A norma ainda cita que algumas dessas zonas podem ter largura zero. O ideal é que a somatória final atenda a Tabela 9. São definidas abaixo:

Zona amarela: Largura mínima de 1,5 m para trens com velocidade acima de 165 km/h. Para velocidades inferiores fica a critério da empresa responsável pela estação.

Zona de espera: Deve acomodar os usuários de modo que no minuto pico não extravase 0,65m² por pessoa. Como pode haver surtos onde haja maior quantidade de usuários, sugere-se o cálculo:

Equação 11 – Largura da zona de espera.

$$\text{Largura da zona de espera} = \frac{\text{Volume máximo de pessoas por vagão} \times 0,65}{\text{Comprimento do vagão}}$$

Sendo que:

Volume máximo de pessoas por vagão: É o número máximo de passageiros que cada vagão pode transportar. Salienta-se que o número de pessoas à espera por vagão deve ser estipulado através de pesquisa operacional.

Zona de circulação: Deve ter largura mínima de 1m, permitindo o fluxo em dois sentidos. Para determinação através do Fluxo de minuto-pico têm-se a fórmula:

Equação 12 – Largura da zona de circulação.

$$\text{Largura da zona de circulação} = \frac{\text{Fluxo de pico por minuto}}{40}$$

Onde:

Fluxo de pico por minuto: Fluxo de hora-pico aplicado na Equação 1.

Zona de atividade: É dimensionada para atender as atividades de comércio, bilheteria, bancos e outros, sem obstruir a circulação na plataforma. A norma não especifica um método, apenas indica acrescentar pelo menos 0,3m para os casos de os usuários esperarem próximos a estes locais.

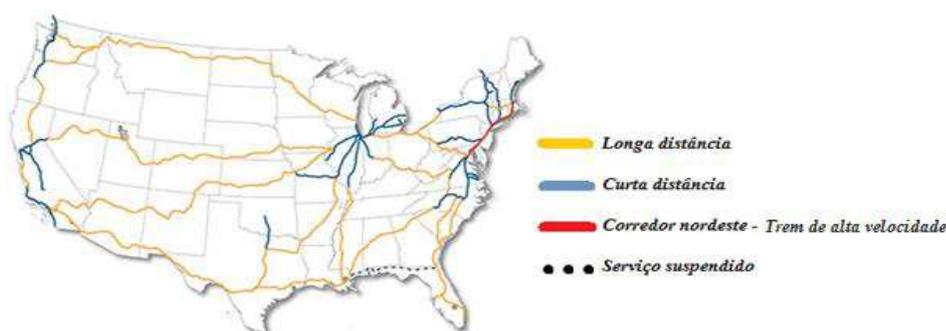
A norma aborda ainda outros assuntos como a determinação da capacidade do terminal, layout, saídas de emergência e outros, que são de demasiada importância para o bom funcionamento do terminal, mas não são o foco do trabalho.

5.2. Amtrak Station Program and Planning Guidelines –América do Norte

A Amtrak é uma operadora responsável por parte da malha ferroviária da América do Norte e tem esse nome devido à junção de “American” e “track”, que em português significa América e via ferroviária.

A Amtrak opera veículos distintos, como metrô, trens de longa distância, linhas interurbanas, VLT e outros (AMTRAK, 2017). Esta diversidade foi um dos destaques dentro dos requisitos para a escolha da norma além do acesso disponível e gratuito em meios eletrônicos. A Figura 21 demonstra o mapa de atuação da operadora, sendo distribuído em 46 estados do EUA, o Distrito de Columbia e mais três províncias Canadenses (AMTRAK, 2017):

Figura 21- Generalidades da plataforma de embarque e desembarque.



Fonte: Adaptado de Amtrak (2017, tradução nossa).

Com o objetivo de auxiliar o governo e empresas quanto ao planejamento, projeto, manutenção e instalação das estações de passageiros, a Amtrak criou em janeiro de 2013 a Amtrak Station Program and Planning Guideline para representar os padrões dos ambientes dos terminais e em torno deles. As principais finalidades da norma são:

- Serviço aos passageiros: Que toda a jornada seja de excelente qualidade;
- Design de qualidade e harmonização da arquitetura em todos os elementos da estação;
- Promover e atender a intermodalidade;
- A eficiência operacional;
- Instalações flexíveis;
- Segurança;
- Sustentabilidade;
- Padronização do projeto arquitetônico e acessibilidade.

Conhecendo qual a focalização da norma, pode-se trabalhar com os principais conceitos que serão aplicados no estudo de caso.

5.2.1. Critérios adotados pela Amtrak

A Amtrak (2013) trata de critérios qualitativos para as estações. Assim abordam-se os principais itens regulamentados pela Amtrak (2013), estando entre eles:

a. **Categoria da estação:** Divide-se as estações a partir do volume de passageiros que passam por ela, são elas:

Categoria 1: Estações de grande porte que atendem volume elevado de passageiros. Nelas há vários serviços e instalações;

Categoria 2: Estações de médio porte que atendem um volume menor de passageiros. Nelas há serviços de apoio e algumas instalações;

Categoria 3: Estações de pequeno porte que há local interno para a espera dos trens porém é limitado. A estação não disponibiliza agentes para emissões de bilhetes;

Categoria 4: Estações apenas com abrigo que não há instalações.

A Tabela 14, que é apresentada na norma, mostra as características de cada tipo de estação, e classifica-as como: típicas (independentes de outras variáveis elas estão presentes nas estações) ou ainda as dependentes da frota (de qual é a rota dos trens, frequência deles e outras).

Tabela 14-Matriz das estações.

Categoria	1	2	3	4
Número de passageiros por ano	Maior que 400.000	400.000 a 100.000	100.000 a 20.000	Menor que 20.000
<i>Tipo de Serviço de Rota</i>				
Trilho de alta velocidade	✓	✓	•	•
Corredor exclusivo	✓	✓	•	•
Serviço de longa distância	✓	✓	✓	•
<i>Localização da Estação</i>				
Alta densidade (Urbana)	✓	•		
Média densidade (Cidade / Suburbano)		✓	•	
Baixa densidade (Suburbano / Rural)			•	•
<i>Serviços Multimodais</i>				
Completo (Metro /VLT)	✓	•		
Básico (Ônibus)	•	✓	•	
Mínimo (Automóveis / Táxi)		•	✓	✓
<i>Grupos de Atendimento ao Cliente</i>				
Grupo especializado em todos os setores	✓	•		
Grupo básico: bilhete, bagagem e operações de trem	•	✓	•	
Apenas guardas, sem assistência para passageiros		•	✓	
Não há nada				✓
<i>Serviços de Bagagem</i>				
Balcão de bagagem	✓			
Assistência de bagagem	•	✓		
Nenhum			✓	✓
<i>Configuração da Estação</i>				
Plataformas laterais	✓	✓	✓	✓
Circulação vertical para plataformas	✓	✓	•	
Serviços de terminal	✓	•		

Fonte: Adaptado de Amtrak (2013, p. 28, tradução nossa).

Onde:

- ✓ Características típicas
- Características dependentes da frota

Há ainda outras características importantes para a boa funcionalidade das estações, apresentadas na Tabela 15. Essas características dependem da categoria em que o terminal está classificado ou do local de implantação.

Tabela 15-Demais características de uma estação.

Categoria	1	2	3	4
Número de passageiros anuais	Maior que 400.000	400.000 a 100.000	100.000 a 20.000	Menor que 20.000
<i>Elementos estruturais</i>				
Plataformas laterais	✓	✓	✓	✓
Plataforma com área de espera	✓	✓	✓	•
Abrigo	•	•	•	✓
Edifício – estação	✓	✓	✓	
<i>Acessos à estação</i>				
Área de embarque e desembarque de passageiros	✓	✓	✓	•
Estacionamento	•	✓	•	•
Aluguel de carros por telefone	✓	•	•	
Aluguel de carros na estação	•	•		
Ônibus	•	•	•	•
Táxi	✓	✓	•	•
Manobrista no estacionamento	•	✓	•	
Bicicletário	✓	✓	✓	•
Sinalização da estação	✓	✓	✓	✓
Sinalização municipal	✓	✓	✓	✓
<i>Finalidade e funções da estação</i>				
Banheiros	✓	✓	•	
Bebedouros	✓	✓	•	
Iluminação	✓	✓	✓	•
Lixo	✓	✓	•	
Remoção de lixo e neve	✓	✓	✓	✓
<i>Bilheteria e bagagem</i>				
Autoatendimento	✓	✓	•	•
Bilheteria	✓	✓		
Assistência no embarque	✓	✓		
Despache de bagagem	✓	•		
<i>Informação</i>				
Sistema visual de informação	✓	✓	•	•
Telefone público	•	•	•	•

Balcão de Informações	✓			
Sala de atendimento ao cliente	✓			
Segurança				
Telefone para emergência na plataforma	✓	✓	•	✓
Instalações de segurança	✓			
Segurança em sistemas e telefones		✓	•	
Vigilância da polícia local			•	•
Monitoramento por vídeo	✓	•	•	
Controle dos acessos	✓	✓	•	
Equipe de apoio				
Gestão da estação	✓	✓		
Assistência de bagagem	✓	✓		
Equipe da bilheteria	✓	✓		
Equipe de despacho de pacotes	✓	•		
Equipe de informações	✓	•		
Recepcionista	✓		•	
Equipe de limpeza	✓	✓		
Alimentação				
Comércios alimentícios	✓	•		
Máquinas de venda automática	✓	✓	•	
Comércio em geral	•	•		
Sala de descanso	•			

Fonte: Adaptado de Amtrak (2013, p. 37, tradução nossa).

Onde:

- ✓ Características dependentes da categoria da estação
- Características dependentes do local de implantação da estação

b. Entrada principal e circulação: Promover a flexibilidade de movimentar-se e fornecer caminhos mais eficientes para chegar às plataformas. No projeto das áreas de circulação são considerados alguns aspectos principais, dos quais estão resumidos na Tabela 16, mostrada a seguir:

Tabela 16-Considerações para entradas e circulação.

Área	Considerações
Entradas	A organização espacial deve ser clara para que não haja dúvidas no passageiro de qual caminho seguir
Pontos de decisão	Espaços devem ser amplos e que permitam a tomada de decisão do usuário. Devem priorizar os caminhos principais e mostrar claramente os caminhos secundários
Pontos de chegada	Utilização de bloqueios para melhorar a visualização da entrada
Circulação (corredores)	Deve ter espaço suficiente para atender a demanda na hora de pico (e um possível aumento futuro), permitindo a segurança e conforto do usuário. Deve ser livre de obstruções. Não há padrões exatos, recomenda-se modelagem computacional para cada categoria de estação

Fonte: Adaptado de Amtrak (2013, p. 38, tradução nossa).

A norma sugere dimensões mínimas de largura de escadarias e escadas rolantes, apresentadas na Tabela 17:

Tabela 17-Larguras desejáveis para escadarias e escadas rolantes.

Área	Largura desejável
Escadaria	1,75
Escadas rolantes	1,0

Fonte: Adaptado de Amtrak (2013, p. 21, tradução nossa).

Já para elevadores, a capacidade varia entre 21 a 23 passageiros, sendo implantados apenas quando há desníveis variando entre 4,2 e 6,3m.

c. **Área de espera e embarque:** Os critérios são variáveis, pois dependem da categoria da estação e da finalidade dela. Em geral, deve haver assentos, acessos aos banheiros, balcão de informações além da plataforma visível. As principais características são dadas por:

Categoria 1: Áreas de espera e plataformas com o acesso controlado;

Categoria 2: Áreas de espera livres, porém com acesso controlado às plataformas;

Categoria 3 e 4: Tanto a área de espera quanto acesso plataforma são livres.

Sobre a capacidade na área de espera, a norma aborda dois diferentes métodos de cálculo levando em consideração a frequência dos trens na estação (de longa distância, aproximadamente a cada 1 hora e meia, ou de pequena distância, a cada 15 minutos). Na Tabela 18 apresentam-se as formulações para determinação dessa capacidade de acordo com o número de vias e o fluxo anual de passageiros:

Tabela 18- Capacidade na área de espera.

Variável		Equação
Equação 13	Demanda diária de passageiros	$\frac{\text{Número de passageiros anuais (entrada + saída)}}{270}$
Equação 14	Fluxo de passageiros na hora-pico (para mais de seis trens por dia e duas vias)	$0,15 \times \text{número de passageiros diários}$
Equação 15	Determinar a área de espera (para trem de pequena distância)	<i>Sentadas</i> = $[(\text{Fluxo de passageiros na hora - pico}) \times 0,65] \times 0,5 \times 2,4$
		<i>Em pé</i> = $[(\text{Fluxo de passageiros na hora - pico}) \times 0,65] \times 0,5 \times 1,2$

Fonte: Adaptado de Amtrak (2013, p. 41, tradução nossa).

Sobre as equações são feitas algumas observações:

- Equação 13: É considerado um número menor de dias por ano (270), assim aumenta-se a demanda diária, logo se consideram situações inusitadas onde haja pico maior de passageiros;
- Equação 14: Para as estações que atendem seis ou mais trens por dia, o fluxo da hora de pico é considerado 15% da demanda diária;
- Equação 15: Utiliza-se o fluxo de passageiros na hora-pico, porém para apenas uma direção, já que a área de espera é destinada ao embarque. Esse fluxo equivale a 65% do fluxo calculado anteriormente. Para as pessoas sentadas há uma área útil de 2,4m²/pessoas, já para as pessoas em pé é de 1,2m²/pessoa.

d. **Bilheteria:** É a área responsável pela ligação entre o cliente e a empresa encarregada pela estação, assim deve estar em local visível e de fácil acesso ao passageiro. Para a segurança do atendente, deve-se haver uma barreira física, porém com o design que permita a visibilidade e acústica necessária para o bom atendimento do cliente. A norma ainda recomenda que haja máquinas de autoatendimento e uso de cartões que evitem o uso de papel na emissão de bilhetes.

Quanto ao número de bilheterias, a norma cita que acima de 120 passageiros emitindo bilhetes na hora-pico deve-se haver mais de 4 bilheterias.

e. **Pista e plataforma:** Segundo a norma, a configuração da pista e da plataforma é essencial para determinar a eficiência operacional do terminal é definida a partir de variáveis, tais como: número de passageiros na estação, tipo de serviço oferecido (relacionado à rota dos trens e ao transporte de cargas e pessoas) e os veículos. Cita-se os pontos importantes a serem observados:

- Para terminais com fluxo frequente de trens, prever uma passarela ou uma ligação subterrânea entre plataforma e as demais áreas da estação;
- Utilizar a topografia local para adequar a plataforma em nível superior ou inferior ao piso principal da estação;
- Fornecer espaço para ampliação da área de espera;
- Planejar a estação em local onde o comprimento necessário para a plataforma seja respeitado.

As dimensões da plataforma são analisadas primeiramente, através do comprimento do trem tipo (que deve ser acomodado por inteiro na plataforma). A norma aconselha padronizar este valor para as plataformas de uma mesma estação e se possível para estações distintas. Em segundo lugar, através do volume de passageiros, que influencia a largura da plataforma e na sua área de expansão.

Para plataforma do tipo ilha, a Amtrak aponta as seguintes medidas para a largura (Tabela 19):

Tabela 19-Largura para plataforma tipo ilha central.

Tipo de plataforma	Largura desejável (m)	Largura mínima (m)
Ilha central	8,4	7

Fonte: Adaptado de Amtrak (2013, p. 88, tradução nossa).

f. **Nível de serviço:** Para identificação do número de serviço, a norma Amtrak sugere padrões, são eles:

Tabela 20-Nível de serviço.

Nível de Serviço	Área de Ocupação (m² por pessoa)	Fluxo médio (Pessoas/m de largura em um minuto)	Comentários
A	4,3+	3 ou menos	Áreas de praça
B	3 a 4,3	3 a 4	Intervalo superior para suburbanos Escala mais baixa para
C	1,8 a 4,3	4 a 6	Aceitável por 15 minutos nos períodos de pico
D	1,2 a 1,8	6 a 7	Velocidade e movimento restrito- Aceitável por 5 minutos nos períodos de pico
E	0,6 a 1,2	7 a 9	Não recomendado- Passagem de capacidade máxima
F	<0,6	Até 9	Não aceitável- Desagregação do fluxo de tráfego

Fonte: Adaptado de Amtrak (2013, p. 124, tradução nossa).

Para definir os parâmetros, utiliza-se o mesmo conceito apresentado na Equação 1, pois apesar de haver a caracterização por letras e não por números, a concepção de densidade e fluxo é igual.

6. CONFRONTO DE DADOS

Este Capítulo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos a partir do confronto entre as diretrizes da Network Rail Station Capacity Guidance e da Amtrak Station Program and Planning Guideline com o projeto da estação de NH.

Os resultados da Network Rail e da Amtrak são apresentados em tópicos distintos. O Capítulo expõem também as conclusões sobre a conformidade com as diretrizes normativas.

6.1. Tabelas comparativas: A aplicação das normas e as características de projeto da estação de Novo Hamburgo

Para compreender os resultados do estudo de caso apresentam-se tabelas comparativas entre os parâmetros normativos e as características presentes na estação de NH.

São confrontados também, os níveis de serviços em áreas específicas da estação de NH e dos resultados obtidos a partir da aplicação das normas. Essa comparação tem como objetivo mostrar as diferenças entre a aplicação das diretrizes do Reino Unido e da América do Norte e o projeto atual do terminal de NH.

6.1.1. Resultados obtidos a partir da Network Rail Station Capacity Guidance

A Network Rail propõem, para maior parte do estudo, formulações específicas para cada área. Aplicaram-se as variáveis necessárias nas equações normativas apresentadas no Capítulo 5, assim têm-se os resultados obtidos juntamente com os valores do projeto da estação de NH.

A Tabela 21 apresenta estes resultados e comparações. Para compreender melhor, descrevem-se as colunas:

- Característica analisada: São os atributos considerados operacionais. Variam entre dimensões mínimas e considerações qualitativas;
- Equação: É a fórmula que foi utilizada para obter a característica analisada. Os casos que há o hífen (-), a norma não indica fórmula, apenas considerações qualitativas;

- Indicação ideal da norma: São os resultados obtidos a partir das fórmulas indicada pela Network Rail. No caso de características que não regem por alguma equação, há comentários sugeridos pela norma;

- Projeto: São os valores (em caso de dimensão ou número) ou as características presentes na estação de NH.

Os resultados da norma do Reino Unido são apresentados:

Tabela 21-Comparação da Network Rail Station Capacity Guidance e valores de projeto.

Característica analisada	Equação	Indicação ideal da norma	Projeto
Número de bloqueios	4	14	11
Distância livre em frente à bilheteria	-	Mínimo: 4m	2,2m
Instalações de passageiros	-	Comércio, bancos de espera, acesso aos banheiros e sinalização não devem obstruir o fluxo dos passageiros	Todos os comércios do mezanino estão localizados nas áreas laterais, bem como os banheiros. A sinalização não é especificada no projeto e os bancos estão localizados na plataforma, a uma distância considerável das zonas de tomada de decisão (em frente às escadas e elevadores)
Largura das passagens (passarela)	5	Resultado do cálculo menor que o mínimo. Adotar valor de mínimo: 1,6m	3,85m
Largura de corredores	6	Resultado do cálculo menor que o mínimo. Adotar valor de mínimo: 2m	3,5m
Mudança de nível	-	Acima de 5 m deve constar elevador ou escada rolante	Vão de aproximadamente 6m, há 3 elevadores e 4 escadas rolantes
Largura das escadas	7	Resultado do cálculo menor que o mínimo. Adotar valor de mínimo: 1,6m	1,3m
Número de escadas rolantes	8	0	4
Número de elevadores	9	1	3

Run-off e Run-onn	10	Escada rolante-bloqueio Bloqueio-escada rolante		9,2m	15,6m
		Entre escadas rolantes		9,2m	24,9m
		Passagem- escada rolante Escada rolante-Passagem		7,2m	26,4m
		Escada rolante- escadaria		7,2m	10,6m
		Estre escadarias		7,2m	26,4m
		Bloqueio – passagem Passagem-bloqueio		7,2m	10,4m
		Escadaria-bloqueios Bloqueios- escadarias		7,2m	11,2m
		Escadaria-passagem Passagem-escadaria		5,2m	14,7m
Plataforma	Comprimento		96m	189m	
	Obstruções (colunas)		2m	3m	
	Largura tipo ilha		4m	9,13m	
Largura da área de espera	-	Zona A	1,5m	4,57m	
	11	Zona B	8m		
	12	Zona C	Mínimo: 1m		
	-	Zona D	Mínimo: 0,3m		
	-	A+B+C+D	10,8m		

Fonte: Autor (2017).

A Network Rail ainda sugere o nível de serviço para áreas específicas. A Tabela 22 compara a área de ocupação (m²/pessoa) ou fluxo de pessoas (pessoa/m/minuto) com as dimensões apresentadas na Tabela 21. Optou-se pela comparação do valor sugerido pela norma e o valor do projeto, assim observa-se qual o nível de serviço à estação apresentaria caso estivesse sido dimensionada pela norma.

Tabela 22-Comparação da Network Rail Station Capacity Guidance e valores de projeto para nível de serviço.

Nível de serviço	Equação	Mínimo sugerido pela norma		Calculado	Projeto
	1	Plataforma		0,25m ² /pessoa	0,96 m ² /pessoa
Passarela			50 pessoas/m/min	17 pessoas/m/min	7 pessoas/m/min
Escada			35 pessoas/m/min	9 pessoas/m/min	11 pessoas/m/min
Zona de espera			0,65m ² /pessoa	0,7m ² /pessoa	-

Fonte: Autor (2017).

6.1.2. Resultados obtidos a partir da Amtrak Station Program and Planning Guideline

A Amtrak apresenta em forma qualitativa a maior parte das análises, porém algumas delas são feitas a partir de dados numéricos.

Nas Tabelas 23 e 24 são apresentadas características presentes ou não na estação de NH. Para fazer a análise, primeiramente classificou-se o terminal de NH como Categoria 1.

Registra-se as seguintes observações para compreender o que é apresentado na Tabela 23:

- Característica analisada: São os serviços prestados pela estação ao usuário, característica física relacionada ao terminal ou a sua implantação;
- Projeto: São assinaladas com 'X' as características presentes no projeto da estação de NH e com hífen (-) as características que não estão presentes no projeto ou que não foram especificadas.

A identificação por cores indica as características típicas da estação (o que geralmente as estações da Categoria 1 apresentam) ou dependentes da frota (a presença delas será de acordo com o serviço oferecido pelos trens). A cor branca indica que esta característica é típica ou dependente da frota para outra categoria de estação;

 Características típicas

 Características dependentes da frota

- Observação: Comentário a respeito da presença ou não da característica no projeto.

Tabela 23-Comparação Amtrak Station Program and Planning Guideline e projeto.

Característica analisada	Projeto	Observação
Categoria 1: Número de passageiros anuais maior que 400.000	6.868.000	
<i>Tipo de Serviço da Rota</i>		
Trilho de alta velocidade	X	
Corredor exclusivo	X	
Serviço de longa distância	-	Serviço de curta distância
<i>Localização da Estação</i>		
Alta Densidade (Urbana)	X	Localizada ao lado do Bourbon Shopping, próxima ao Habib's, Catedral Basílica São Luís Gonzaga e comércio em geral
<i>Serviço Multimodal</i>		

Completo (Metro /VLT)	-	Não há outras linhas de metrô atualmente
Básico (Ônibus)	X	
Mínimo (Automóveis / Táxi)	-	
Grupos de Atendimento ao Cliente		
Grupo especializado em todos os setores	X	
Grupo básico: Bilhete, bagagem, operações de trem	-	Não há necessidade de pessoas para bagagem pois o serviço é de curta distância
Serviços de Bagagem		
Balcão de bagagem	-	Não há serviço de bagagem
Assistência de bagagem	-	
Nenhum	X	
Configuração da Estação		
Plataformas laterais	-	Plataforma em forma de ilha central
Circulação vertical para plataforma	X	
Serviços de terminal	X	

Fonte: Autor (2017).

A Tabela 24 apresenta as características que são diferentes dos conceitos utilizados na Tabela 23:

- Projeto: São assinaladas com ‘X’ as características presentes no projeto da estação de NH e com hífen (-) as características que não estão presentes no projeto ou que não foram especificadas.

A identificação por cores indica as características dependentes da categoria da estação (estão presentes em todas as estações de Categoria 1) ou dependentes do local de implantação (a presença delas será com o espaço ou demanda da região que o terminal esta localizado).

 Características dependentes da categoria da estação

 Características dependentes do local de implantação

Tabela 24-Comparação Amtrak Station Program and Planning Guideline e projeto.

Característica analisada	Projeto	Observação
Categoria 1: Número de passageiros anuais maior que 400.000	6.868.000	
<i>Elementos estruturais</i>		
Plataformas	X	
Plataforma com área de espera	X	
Abrigo	-	
Edifício – estação	X	
<i>Acessos à estação</i>		
Área de embarque e desembarque de passageiros	-	Não especifica locais para desembarque de passageiros, porém há acesso direto às ruas
Estacionamento	-	Não há específico do terminal, porém há ligação direta com o Bourbon Shopping, do qual possui estacionamento e possa ter as demais atividades
Aluguel de carros por telefone	-	
Aluguel de carros na estação	-	
Ônibus	X	
Táxi	-	Não há especificado se há ponto perto
Manobrista no estacionamento	-	Não há
Bicicletário	-	Não especificado
Sinalização da estação	X	
Sinalização municipal	X	
<i>Finalidade e funções da estação</i>		
Banheiros	X	
Bebedouros	X	
Iluminação	X	
Lixo	X	
Remoção de lixo e neve	-	Provável que exista a remoção de lixo
<i>Bilheteria e bagagem</i>		
Autoatendimento	-	Não especificado
Bilheteria	X	
Assistência no embarque	X	
Despache de bagagem	-	Não há necessidade, trens de curta distância
<i>Informação</i>		
Sistema visual de informação	X	
Telefone público	X	
Balcão de Informações	-	Não especificado
Sala de atendimento ao cliente	-	Há apenas sala de controle/conferência

<i>Segurança</i>		
Telefone para emergência na plataforma	X	
Instalações de segurança	-	
Segurança em sistemas e telefones	-	
Vigilância da policial local	-	
Monitoramento por vídeo	-	
Controle dos acessos	X	
<i>Equipes de apoio</i>		
Gestão da estação	X	
Assistência de bagagem	-	Não há necessidade, trens de curta distância
Equipe da bilheteria	X	
Equipe de despacho de pacotes	-	Não há necessidade, trens de curta distância
Equipe de informações	-	Não especificado
Recepcionista	-	Não especificado
Equipe de limpeza	X	Provável que exista a equipe de limpeza
<i>Alimentação</i>		
Comércios alimentícios	X	
Máquinas de venda automática	X	
Comércio em geral	X	
Sala de descanso	-	Há apenas os assentos para os passageiros junto às plataformas

Fonte: Autor (2017).

A Amtrak avalia outras características dos terminais metroviários, porém sem diferenciá-las por Categoria de Estação. Na Tabela 25 são comparadas as dimensões e os requisitos básicos da norma com o projeto da estação de NH:

Tabela 25-Comparação Amtrak Station Program and Planning Guideline e projeto.

Característica analisada	Equação	Indicação ideal da norma	Projeto
Entradas	-	Organização espacial deve ser clara para que não haja dúvidas no passageiro de qual caminho seguir	Atende parcialmente as exigências
Pontos de decisão	-	Espaços amplos que permitam a tomada de decisão do usuário, devem priorizar os caminhos principais e mostrar claramente os caminhos secundários.	Atende as exigências
Pontos de chegada	-	Utilização de bloqueios para melhorar a visualização da entrada	Há bloqueios na entrada da estação
Circulação	-	Espaço suficiente para atender a demanda na hora de pico, deve ser livre de obstruções. Não há padrões exatos.	Circulação livre de obstruções
Largura das escadarias	-	1,7m	1,3m
Largura das escadas rolantes	-	1,0m	1,0m
Circulação vertical	-	Níveis entre 4,2 e 6,3m deve haver elevadores	Desnível de aproximadamente 6m com 3 elevadores
Demanda diária de passageiros	13	25.438	19.078
Fluxo de passageiros na hora-pico	14	3.816	1.582
Área de espera	15	4505,3 m ²	788,34m ²
Nº bilheterias	-	Mais de 120 pessoas emitindo bilhete na hora-pico são necessárias 4 bilheterias	388 pessoas emitindo bilhete na hora-pico em apenas 2 bilheterias
Plataforma	-	Largura	9,13m
		Mínima: 7m Desejável: 8,4m	

		Comprimento	Suficiente para acomodar todo o trem na estação	Acomoda todo o trem na estação
		Ligação aérea ou subterrânea entre plataforma e estação		A plataforma está ligada através de escadarias e escadas rolantes
		Nível da plataforma superior ou inferior a estação		Superior
		Espaço para ampliação da área de espera		Não consta

Fonte: Autor (2017).

As Tabelas 26 e 27 comparam a área de ocupação (m^2 /pessoa) ou fluxo médio de pessoas (pessoa/m/minuto) com as dimensões de projeto e com as dimensões sugeridas pela Amtrak, respectivamente.

Apresenta-se o nível de serviço para as dimensões do projeto da estação de NH para a plataforma, a área de espera (plataforma de embarque), a escadaria, a escada rolante e passarela:

Tabela 26-Comparação de nível de serviço Amtrak Station Program and Planning Guideline e projeto.

Nível de Serviço	Área de Ocupação (m^2 /pessoa)	Plataforma	Área de espera	Fluxo médio (Pessoas/m/min)	Escadaria	Escada Rolante	Passarela
E	0,6 a 1,2	1		7 a 9			Fluxo nos dois sentidos: 7
F	<0,6		0,5	Até 9	Entrada: 13 Saída : 8	Entrada: 17 Saída: 10	

Fonte: Autor (2017).

Apresenta-se o nível de serviço para as dimensões da Amtrak para a plataforma, a área de espera, a escadaria e a escada rolante:

Tabela 27-Comparação de nível de serviço Amtrak Station Program and Planning Guideline e parâmetros normativos.

Nível de Serviço	Área de Ocupação (m ² /pessoa)	Plataforma	Área de espera	Fluxo médio (Pessoas/m/min)	Escadarias	Escadas rolantes
B	3 a 4,3		3	3 a 4		
D	1,2 a 1,8			6 a 7	Saída: 6	
F	<0,6	0,5		Até 9	Entrada: 10	Entrada: 17 Saída: 9

Fonte: Autor (2017).

6.2. Síntese dos resultados

De modo geral, as normas estudadas neste trabalho apresentam uma disposição clara, em que as fórmulas, tabelas e itens seguem uma sequencia lógica. As áreas de importância para a operação e as características apresentadas no Capítulo 5 foram dispostas na Tabela 28, afim de comparar os dados levantados do projeto arquitetônico da Estação de Novo Hamburgo com os itens apontados pela Network Rail Station Capacity Guidance e pela a Amtrak Station Program and Planning Guideline.

Para a elaboração da Tabela 28, utilizou-se a mesma sequência de apresentação das variáveis que foram utilizadas no Capítulo 5 e no Capítulo 6.

Os manuais apresentam variáveis distintas, que são analisadas e registradas com as seguintes observações:

- Conforme: O projeto da estação de NH atende as características que a norma indica;
- Não conforme: O projeto da estação de NH não atende as características propostas pela norma.

Nos itens que estão fora de conformidade, são feitas observações, assim descritas:

- Menor que o indicado: Quando a dimensão da característica analisada do projeto de NH é menor do que a dimensão indicada pela norma;
- Maior que o indicado: Quando a dimensão da característica analisada do projeto de NH é maior do que a dimensão indicada pela norma;
- Menos auxílio que o indicado: O projeto da estação de NH não dispõe de serviços que a norma indica.

Tabela 28- Comparação das áreas do projeto com as normativas da Network Rail e a Amtrak.

NETWORK RAIL			
Características analisadas		Classificação	Observação
Número de bloqueios		Não conforme	Menor do que o indicado
Bilheteria		Não conforme	
Instalações de passageiros		Conforme	
Largura das passagens (passarela)		Conforme	
Acessos	Largura de corredores	Conforme	
	Mudança de nível	Conforme	
	Largura das escadarias	Não conforme	
	Número de escadas rolantes	Não conforme	Maior que o indicado
Número de elevadores		Conforme	
Run-off e Run-on		Conforme	
Plataforma	Comprimento	Conforme	
	Obstruções	Conforme	
	Largura mínima	Conforme	
Largura da área de espera		Não conforme	Menor do que o indicado
Nível de serviço	Plataforma	Conforme	
	Passarela	Conforme	
	Escada	Conforme	
	Zona de espera	Conforme	
AMTRAK			
Características analisadas		Classificação	Observação
Características típicas da Categoria 1		Conforme	
Características dependentes da Categoria 1	Elemento estruturas	Conforme	
	Acessos à estação	Não conforme	Menos auxílio que o indicado
	Finalidade e funções	Conforme	Menos auxílio que o indicado
	Bilheteria e bagagem	Não conforme	
	Informação	Não conforme	
	Segurança	Não conforme	
	Equipes de apoio	Conforme	
Alimentação	Conforme		
Entradas		Não conforme	Menos auxílio que o indicado
Pontos de decisão		Conforme	
Pontos de chegada		Conforme	
Circulação (corredores)		Conforme	
Largura das escadarias		Não conforme	Menor do que o indicado
Largura das escadas rolantes		Conforme	
Circulação Vertical		Conforme	

Demanda diária de passageiros		Não conforme	Menor do que o indicado
Fluxo de passageiros na hora-pico		Não conforme	
Área de espera na plataforma		Não conforme	
Número de bilheterias		Não conforme	
Plataforma	Largura	Não conforme	Maior do que o indicado
	Comprimento	Conforme	
Nível de serviço	Plataforma	Não conforme	Classificação E
	Escadaria	Não conforme	Classificação F
	Escada rolante	Não conforme	Classificação F
	Passarela	Não conforme	Classificação E
	Área de espera	Não conforme	Classificação F

Fonte: Autor (2017).

A respeito da Tabela 28, vale salientar que apesar de uma característica estar conforme a norma, não significa que seja ideal. É importante analisar fatores como as variáveis de cálculo, o que será discutido no próximo Capítulo.

7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este Capítulo tem como objetivo analisar os resultados obtidos através da comparação entre as características do projeto da Estação de NH e as indicações da Network Rail Station Capacity Guidance e da Amtrak Station Program and Planning Guideline.

No primeiro momento analisam-se todos os resultados referentes à Network Rail e no segundo momento analisa-se os resultados da Amtrak.

Ao final deste Capítulo, são sugeridas variáveis importantes para a elaboração de uma normativa brasileira de TPs metroviários.

7.1. Análise dos resultados - Network Rail Station Capacity Guidance

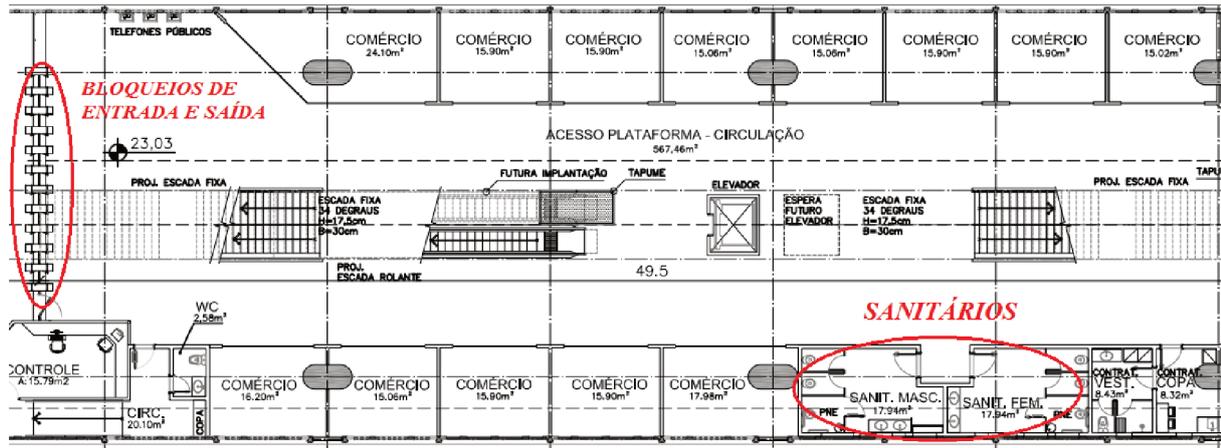
A Tabela 28, apresentada no Capítulo 6, indicou as considerações sobre os resultados de aplicação da Network Rail Station Capacity Guidance e o projeto do terminal de NH. A partir destes resultados, são feitas as seguintes observações:

Número de bloqueios: O número de bloqueios da estação é menor que o número indicado pela Network Rail. Para o cálculo, considerou-se que todos os passageiros do trem (operando em capacidade máxima) desembarcam simultaneamente na estação de NH. Na prática, isso pode acontecer em momentos excepcionais, tendo em vista que a estação encontra-se em final da linha. Dessa maneira, pode ser considerado um fator de segurança o atendimento a norma, evitando transtornos no futuro.

Distância livre em frente à bilheteria: A norma especifica uma distância mínima livre em frente à bilheteria. O projeto não atende o mínimo de 4m: os bloqueios estão a 2,2m da janela da bilheteria, o que pode ocasionar confronto entre os usuários e diminuir o número de serviço do local.

Instalações de passageiros: De modo geral as instalações de passageiros estão em conformidade com a Network Rail, porém os banheiros estão dispostos nas laterais, ao fundo da estação, necessitando uma sinalização clara para auxiliar os usuários (Figura 22).

Figura 22- Disposição dos banheiros na estação de NH.



Fonte: Adaptado da Planta baixa da Estação de Novo Hamburgo (2011).

Largura da passarela: Para o cálculo, considerou-se que todos os passageiros utilizam apenas uma das passarelas de acesso, no sentido de entrada ou saída da estação. Essa situação só aconteceria no caso da segunda passarela estar interdita. Tendo em vista esta decisão de cálculo, a dimensão ideal sugerida pela norma tem uma margem de erro bastante alta, e mesmo assim, a dimensão do projeto atual é 2,4 vezes maior do que a ideal.

Largura dos corredores: Do mesmo modo que o item anterior, foi considerado apenas um corredor, operando na capacidade máxima. Novamente, a largura do corredor do projeto de NH é aproximadamente 2 vezes maior que o indicado pela norma.

Largura das escadarias: Considerou-se a escadaria operando em capacidade máxima (o fluxo da hora-pico utilizando apenas uma escadaria). Assim, considerando a pior das situações, a largura entre corrimãos do projeto de NH é menor que a largura resultante das formulações da Network Rail.

Número de escadas rolantes: Utilizou-se o maior fluxo de hora-pico, assim, acusou que não há necessidade de escadas rolantes. Vale salientar que no projeto há 4 escadas-rolantes e possivelmente operam 2 em cada sentido.

Número de elevadores: A norma sugere uma pesquisa operacional para conhecer a demanda de usuários de elevador, porém não há esses dados. Dessa forma, estimou-se que o número de usuários do elevador seria o maior fluxo em um sentido na hora-pico, o que superestima o resultado. Ainda assim, o número de elevadores existentes no projeto é maior do que o sugerido pela norma.

Plataforma: O comprimento da plataforma é 2 vezes maior do que o indicado pela norma, porém não há especificações de que os trens possam operar com dois comboios interligados. Analisando a área de embarque e desembarque na Planta Baixa, elas não atuam

em todo o comprimento da plataforma, além de que a disposição dos bancos de espera e salas de controle sugerem que há um espaço destinado apenas às operações internas do terminal.

Largura da área de espera: A plataforma do terminal de NH é dividida em plataforma de embarque e plataforma de desembarque. A área de cada plataforma tem 788,34m², com 4,57m de largura para cada lado. A Network Rail indica que a largura da área de espera é a soma das zonas funcionais. Esta soma ultrapassa a largura total da plataforma de NH.

Referente a Tabela 22, que trata do nível de serviço, é feito as seguintes considerações:

Nível de serviço: Considerou-se, para os casos da plataforma e zona de espera, a capacidade máxima do trem embarcando nelas (dando continuidade à sequência de cálculo utilizado na Equação 12), com isso, ambas as áreas atendem a área ocupação sugerida. Neste contexto, pode-se notar que a área de espera do projeto da estação de NH atende às necessidades do terminal com o valor mais próximo do que o sugerido pela Network Rail.

No caso das passarelas e escadas, considerou-se o fluxo de pico por minuto. Tanto as dimensões do projeto de NH quanto às dimensões sugeridas pela norma atendem ao fluxo mínimo. Salienta-se que o fluxo de passageiros não foi dividido igualmente pelo número de escadarias e passarelas, pois no caso de apenas uma delas operar, já atendem o mínimo normativo.

7.2. Análise dos resultados - Amtrak Station Program and Planning Guideline

No Capítulo 6 foram mostradas todas as comparações entre a Amtrak Station Program and Planning Guideline e o projeto da estação de NH. São feitas considerações a respeito dos itens que não estão conformes e dos itens que estão em conformidade, porém, tem algumas peculiaridades.

Características típicas da Categoria 1: Nota-se na Tabela 23 que a maioria dos critérios típicos das estações Categoria 1 estão presentes no terminal de NH. Os serviços de bagagens não são justificáveis, pois a linha interliga 4 cidades localizadas razoavelmente perto (53 minutos de metrô), considerando um trem de curta distância.

Segundo a Amtrak, o ideal para estações de Categoria 1 é oferecer serviços de VLT ou ligação com outras linhas de metrô, porém, o terminal de NH fornece apenas integração com ônibus. Não há especificações sobre a necessidade de ampliação da linha.

Características dependentes da Categoria 1: De modo geral, o terminal de NH atende as características propostas na Tabela 24 para as estações de Categoria 1. Sobre alguns itens que não atendem, comenta-se:

Acessos à estação: Como o serviço oferecido é de curta distância e há outras estações na cidade de NH, presume-se que não houve a necessidade de pontos de embarque/desembarque para acessar a estação. Porém, há a vantagem da utilização da estrutura já implantada do Bourbon Shopping que oferece, por exemplo, serviço de estacionamento.

Já a estrutura para bicicletas não é especificada no projeto, porém a TRENURB (2017e) oferece vagões específicos em horário pré-determinado para transportá-las. Na Figura 23, mostra-se os fiscais auxiliando no transporte das bicicletas.

Figura 23-Transporte de bicicletas nas estações da linha POA-NH.

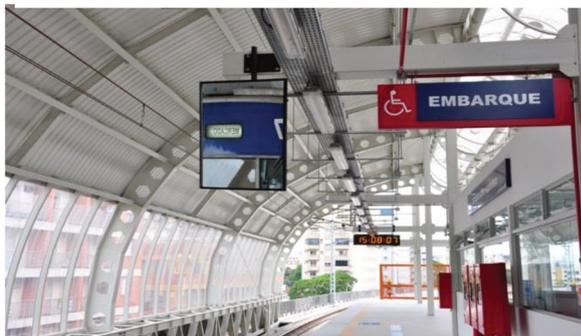


Fonte: TRENURB (2017e).

Bilheteria e bagagem: As máquinas de autoatendimento estão presentes em algumas estações da linha POA-NH, porém, especificamente neste terminal, não consta se há a existência. Utiliza-se o cartão de Sistema Integrado Metropolitano (SIM), que segundo a TRENURB (2017f), fornece mais praticidade e segurança na entrada da estação, pois são recarregáveis, evitando a frequência do manuseio de dinheiro. A respeito da bagagem já foi comentado no item Características típicas da Categoria 1.

Informação: No projeto não especifica local para balcão de informações. Além disso, a TRENURB (2017g) afirma que há alto-falantes em todas as estações e trens. A Figura 24 ilustra a sinalização dentro da estação.

Figura 24- Sinalização na estação de NH.



Fonte: TRENSURB (2017d).

Segurança: A TRENSURB (2017g) afirma que há sistema de telecomunicação, tanto nas estações quando nos trens, que ligam diretamente ao Centro de Controle e Operação. Há também os bloqueios que limitam a entrada nas plataformas e áreas de comércio.

Equipes de apoio: Não há especificações de serviços gerais, porém, deve constar na estação. Há equipe de bilhetagem, pelo menos duas funcionárias, uma em cada balcão.

Alimentação: Estão dispostos em toda estação 14 comércios, não especificado a finalidade de cada um. Há espaços para implantação de quiosques no piso da plataforma, além de haver a presença de máquinas de refrigerante no mesmo pavimento. Como a finalidade da estação é para trens de pequena distância, não há a necessidade de salas de espera, porém, há bancos na plataforma.

Sobre a Tabela 25, apresenta-se as seguintes observações:

Entradas: As entradas laterais estão livres de obstruções, os bloqueios estão localizados a direita e não a frente das portas, porém, ao lado esquerdo são áreas administrativas, o que se torna notável e intuitivo o caminho a seguir.

Demanda diária de passageiros: A Amtrak utiliza o número reduzido de dias no ano para obter a demanda diária de passageiros. Utilizou-se para a demanda do projeto da estação de NH a demanda anual de 2016 dividida pelos dias de funcionamento do metrô no ano (diariamente). Não há como obter uma conclusão precisa.

Fluxo de passageiros na hora-pico: Estimou-se o fluxo de passageiros na hora-pico a partir da demanda diária de passageiros, neste caso, comparou-se com uma análise de fluxo feita em 2014 (ANEXO A).

Área de espera: Como a área de espera é derivada do fluxo de hora-pico, consequentemente será maior que a área do projeto. Se utilizássemos a Equação 14, porém

com os dados reais de fluxo de entrada na estação (2014), teríamos 1774,8m², que ainda assim é maior do que a área atual.

Plataforma: A largura da plataforma é maior do que a Amtrak indica como desejável. São feitas algumas considerações importantes: a ligação entre a estação e a plataforma é feita através das escadas, pois o terminal tem um mezanino (no piso inferior, com comércio, bloqueios, banheiros e outros) e a plataforma (no piso superior, com a área de espera). Não há indicação de espaço para possível ampliação.

Outras áreas: A largura das escadarias e o número de bilheterias não são derivados de equações, são padrões estipulados pela norma. Comparando-os, o projeto não atende as especificações da Amtrak.

Quanto os resultados das Tabelas 26 e 27, observou-se as seguintes inconformidades:

Nível de serviço: A norma classifica a área de ocupação e o fluxo de passageiros em um determinado domínio, porém não indica qual deve ser o nível de serviço ideal para cada área da estação. Calculou-se então, o nível de serviço para alguns locais críticos de circulação, considerando as dimensões do projeto atual e as dimensões dos parâmetros normativos.

Adotou-se o fluxo total de hora-pico para calcular o nível de serviço da plataforma e da área de espera. Supõe-se assim, que o maior fluxo diário concentra-se ao mesmo tempo nestas áreas. Já para as escadarias, escadas rolantes e passarelas, utilizou-se o fluxo de pico por minuto. Calculou-se para a pior situação: apenas uma escadaria, uma escada rolante e uma passarela em operação.

Os níveis de serviços para as dimensões do projeto e para as dimensões da norma foram classificados nos últimos itens, que sugere menor espaço para a circulação dos passageiros. Apenas a área de circulação obtida através dos cálculos da Amtrak apresentou nível de serviço B, sugerindo que a área de espera atual deveria estar próxima ao valor para atender a demanda com conforto.

7.3. Recomendações para elaboração de uma normativa brasileira de estações metroviárias

O Brasil é um país de grande extensão territorial, o que implica na necessidade de modais eficientes. Apesar disso, ainda não possui uma norma específica para o dimensionamento de TPs metroviários. No Capítulo 2 foram apresentados alguns dos Códigos e NBR's utilizados atualmente, bem como normativas internacionais exclusivas para metrô/ferrovias.

A revisão bibliográfica associada ao estudo da aplicação da Network Rail Station Capacity Guidance e da Amtrak Station Program and Planning Guideline, forneceu subsídio para apontar algumas características que poderiam ser utilizadas na elaboração de uma normativa brasileira. São elas:

- Fluxo de pessoas: A determinação da demanda possível é muito importante, pois a partir dela que são feitas as considerações para dimensão de acessos, plataforma de embarque e desembarque, número de bloqueios e bilheterias;
- Localização dos ambientes na estação: Definir os locais de cada ambiente e a distância mínima entre eles são importantes, pois auxiliam a visualização dos passageiros dentro das estações e quanto maior for à eficiência da tomada de decisão, menor são os riscos de tumulto e formação de filas;
- Atendimento ao cliente: É de suma importância que o número de bilheterias comporte a demanda do terminal e, se acaso não for atendido, utilizar os balcões de autoatendimento para aliviar esta necessidade. Balcão de informações e agentes especializados a atender o usuário também devem constar no terminal;
- Sinalização: Deve-se padronizar a sinalização na estação e dentro dos trens, sendo visual e auditiva;
- Segurança: A estação deve prestar todo o apoio ao passageiro, isso inclui as dependências ao entorno da mesma, disponibilizando guardas nos pontos mais críticos e monitoramento por câmeras dentro e fora das estações;
- Confiabilidade: Relaciona-se ao compromisso em atender o público no intervalo de trens disponíveis. É interessante que haja menores intervalos em horário de pico e maiores intervalos nos finais de semana, por exemplo.
- Plataforma: Local que exige a maior atenção no terminal, pois há o maior acúmulo de passageiros. Se possível, separar o fluxo de embarque e desembarque, assim evita aglomeração na área de espera;
- Nível de serviço: Definir em norma qual o nível de serviço adequado para as áreas de acessos (passarelas, escadarias, escadas rolantes e corredores) e para as plataformas (embarque e desembarque).

Propõe-se também que as variáveis citadas acima, não sejam apenas qualitativas. As dimensões devem ser indicadas a partir de análises quantitativas, assim, podem-se diferenciar as estações por demanda ou local de implantação, obtendo resultados mais realistas.

8. CONCLUSÃO

A infraestrutura metroviária é um aspecto importante para o desenvolvimento do Brasil, através dela podem-se solucionar problemas de mobilidade nas cidades e proporcionar um transporte de qualidade e segurança aos cidadãos. Porém, para ter a eficácia necessária, devem-se dimensionar corretamente as estações a fim de que atenda a demanda prevista para as mesmas. Neste contexto, não há normas brasileiras para o tema, o que sugere aproximações de outras normas ou a aplicação de especificações municipais.

Visto isso, o objetivo deste trabalho foi analisar a estrutura física da Estação de Novo Hamburgo (RS) aplicando as diretrizes da Network Rail Station Capacity Guidance (Reino Unido) e a Amtrak Station Program and Planning Guideline (América do Norte) e, através deste estudo, apontar indicadores de qualidade para uma normativa brasileira de estações metroviárias.

Para tal, o trabalho foi desenvolvido através das etapas: 1) a compreensão do sistema metroviário: as características das estações; 2) a busca pelos dados do terminal de NH; 3) os parâmetros normativos da Network Rail e da Amtrak com relação aos ambientes operacionais da estação; 4) o confronto entre os resultados obtidos da aplicação da norma e as características presentes no terminal de NH; 5) as análises dos resultados e a obtenção de indicadores de qualidade.

O desenvolvimento das etapas permitiu alcançar os objetivos propostos, de modo que:

- Observou-se que as principais características físicas dos terminais metroviários são: o número de bloqueios, bilheterias e elevadores; as dimensões da plataforma de embarque e desembarque; a largura dos corredores, passarelas, escadas rolantes e escadarias; a distância livre entre os espaços físicos;

- Concluiu-se que o conforto e a segurança dos passageiros estão relacionados com: as dimensões corretas das principais características dos TPs metroviários; com as instalações dos terminais de passageiros, tendo a presença de sanitários, comércio, locais para alimentação, sinalização, sistemas de monitoramento e segurança, telefones públicos e equipes de apoio;

- Constatou-se que no confronto entre os resultados da Network Rail Station Capacity Guidance e o projeto de NH, dentre os 18 itens analisados, 13 estão em conformidade e apenas 5 não estão conformes. Logo, diante da Network Rail, a estação de Novo Hamburgo está em conformidade. No confronto entre os resultados da Amtrak Station Program and Planning Guideline e o projeto de NH, dentre os 27 itens analisados, 11 estão em conformidade e 16 não estão conformes. Portanto, diante a Amtrak, o terminal de NH não está em conformidade;

- Atestou-se a respeito das irregularidades da Network Rail, que possivelmente: o número de bloqueios é menor do que o sugerido pela norma devido às considerações do fluxo quando dimensionado; a largura das escadarias é menor devido à consideração do fluxo de passageiros ser dividido pelo número real de escadarias do projeto; o número de escadas rolantes é maior que o sugerido devido à consideração de todo o fluxo de passageiros utilizarem apenas as escadas rolantes; a largura da área de espera é menor devido o espaço da plataforma de desembarque ser utilizado para a espera;

- Indicou-se a respeito das irregularidades da Amtrak, que possivelmente: os acessos da estação não tem todo o apoio descrito pela norma devido à presença do Bourbon Shopping, que oferece espaços para atender o embarque e desembarque; o número de bilheterias menor do que o indicado e a falta de máquinas de autoatendimento são devido à estação não ter a presença de fluxo de pessoas suficientes que exija a implantação das mesmas; as atividades relacionadas à informação do passageiro e a segurança não atenderem o mínimo indicado é devido à empresa não constatar a necessidade das mesmas; os níveis de serviço são baixos devido à consideração das escadarias, escadas rolantes e passarelas estarem operando com o fluxo total de passageiros, sem considerar que cada uma delas receberá uma parcela deste fluxo;

- Constatou-se que os indicadores de qualidade para uma norma brasileira de terminais metroviários são: determinar a demanda futura para as estações, dispor os ambientes de maneira clara e que não haja interrupção do fluxo de passageiros, a instalação de passageiros deve atender as necessidades do usuário, a padronização da sinalização e dos sistemas de segurança em todas as estações, determinar o nível de serviço ideal para passarelas, escadarias, escadas rolantes e plataformas de embarque e desembarque.

Após atender todos os objetivos do trabalho, notou-se que o método de estudo é válido para a caracterização das estações metroviárias, entretanto, as variáveis são amplas e modificam-se de acordo com cada norma.

A respeito das dificuldades encontradas, a proposta inicial do trabalho era analisar quatro estações brasileiras distintas, localizadas em diferentes regiões do país, porém não houve retorno dos órgãos responsáveis, abrindo assim, uma lacuna para o aprendizado e aprofundamento do estudo.

Para os trabalhos futuros, sugere-se a aplicação de outras normativas internacionais na Estação de Novo Hamburgo, a fim de compará-las e compreender as divergências da aplicação de diferentes variáveis.

Para aprofundar o assunto, sugere-se a aplicação de um número maior de normativas internacionais em diversos terminais metroviários e comparar os resultados, assim, podem-se indicar com maior confiabilidade os indicadores de qualidade para uma normativa brasileira.

REFERÊNCIAS

AKISHINO, Pedro. **Apostila do curso de graduação em engenharia civil: estudos de tráfego**. Trabalho Acadêmico (Apostila) – Universidade Federal do Paraná (UFPR). Disponível em: <<http://www.dtt.ufpr.br/Trafego/Arquivos/TranspBCap01.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2016. Mimeografado.

AMTRAK. Amtrak National Facts. **Site Oficial**. 2017. Disponível em: <https://www.amtrak.com/servlet/ContentServer?c=Page&pagename=am/Layout&cid=1246041980246>. Acesso em: 17 maio 2017.

_____. **Amtrak station program and planning guide**. 2013. Disponível em: <<http://www.greatamericanstations.com/documents/Amtrak%20Station%20Program%20and%20Planning%20Guidelines%20-%20CHAPTER%201.pdf>> . Acesso em: 9 abr. 2017.

ANDRADE, N. **Arquitetura dos terminais aeroportuários de passageiros: função, identidade e lugar**. 2007. 334 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, SP. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Definição. **Site Oficial**. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/o-que-e>>. Acesso em 18 maio 2017.

_____. **NBR 14021: Transporte- Acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano**. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. **PlanMob: Construindo uma cidade sustentável**. Ministério das Cidades, Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/LivroPlanoMobilidade.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016.

CHAGAS, L. **Critérios para definição de elementos de projeto de estações de corredores de BRT**. 2014, 18 p. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Geotecnia e Transportes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2014.

CHAUAR, G. T. B. **Conceito de nível de serviço para avaliação de transporte público**. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego. 1979. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/20289/nt042.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. Sua viagem. **Site Oficial**. São Paulo, 2017a . Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br/pdf/mapa-da-rede-metro.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2017.

_____. Informações sobre demanda. **Site Oficial**. São Paulo, 2017b. Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br/obras/monotrilho-linha-15-prata/informacoes-sobre-monotrilho.aspx>>. Acesso em: 17 maio 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. **Transporte metroferroviário de passageiros**. Brasília, 2016. Disponível em: <[http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/2016%20CNT%20Pesquisa%20Metr%20ferrovi%C3%A1ria%20\(web\).pdf](http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/2016%20CNT%20Pesquisa%20Metr%20ferrovi%C3%A1ria%20(web).pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2017.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA DE MINAS GERAIS. **Guia de acessibilidade urbana**. Belo Horizonte: CREA-MG, 2006. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=regulacaourbana&tax=28238&lang=pt_BR&pg=5570&taxp=0&>. Acesso em: 18 out. 2016.

EMPRESA DE TRENS URBANOS DE PORTO ALEGRA S.A. **Demanda Mensal**. 2016. EXCEL.

_____. **Documento técnico**: Especificação técnica dos novos trens. 2012. Disponível em: <<http://www.trensurb.gov.br/paginas/upload/files/Especificacao%20A7%20A3o%20Novos%20Trens%202012%20Final%20-%202017-07-2012.pdf>>. Acesso em 17 maio 2017.

_____. Planta Baixa da Estação de Novo Hamburgo. 2011. DWG.

_____. **Análise de Fluxos e Posição de medidas – Estação Novo Hamburgo**. Novembro de 2014. SLIDES.

_____. **Pesquisa de Qualidade**. 2015. Disponível em: <http://www.trensurb.gov.br/paginas/paginas_arquivos.php?codigo_sitemap=59>. Acesso em: 01 maio 2017.

_____. Todas as estações. **Site oficial**. 2017a. Disponível em:<http://www.trensurb.gov.br/paginas/paginas_detalhe.php?codigo_sitemap=36#prettyPhoto>. Acesso em 17 abr. 2017.

_____. História. **Site Oficial**. 2017b. Disponível em: <<http://www.trensurb.gov.br/home.php>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

_____. Horários. **Site Oficial**. 2017c. Disponível em: <http://www.trensurb.gov.br/paginas/paginas_detalhe.php?codigo_sitemap=18>. Acesso em: 30 maio 2017.

_____. Informações e fotos – Novo Hamburgo. **Site Oficial**. 2017d. Disponível em: <http://www.trensurb.gov.br/paginas/paginas_estacoes.php?codigo_sitemap=3990>. Acesso em: 13 maio 2017.

_____. Ciclista TRENURB. **Site Oficial**. 2017e. Disponível em: <http://www.trensurb.gov.br/paginas/galeria_projetos_detalhes.php?codigo_sitemap=42>. Acesso em: 14 maio 2017.

_____. **Site Oficial**. 2017f. Disponível em:<
http://www.trensurb.gov.br/paginas/paginas_detalhe.php?codigo_sitemap=11>. Acesso em 30 maio 2017.

_____. Informações Gerais. **Site Oficial**. 2017g. Disponível em:
 <http://www.trensurb.gov.br/paginas/paginas_detalhe.php?codigo_sitemap=116>. Acesso em: 30 maio 2017.

EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTES URBANOS S.A. **Manual de projeto e dimensionamento de terminais**. São Paulo: 01 de março de 2005, p.63. Disponível em: <http://www.emtu.sp.gov.br/licitacao/arquivos/TP001_2014_comunicado2.pdf>. Acesso em: 12 out. 2016.

FALCÃO, L. C. **Terminal urbano multimodal de passageiros**. 2009. 106 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 2009.

GRUPO DE TÉCNICOS DE MOBILIDADE URBANA. **Análise das Potencialidades das Futuras Estações- Extensão Linha 1 NH**. Outubro de 2008.

GUAZZELLI, C.S. **Contribuição ao dimensionamento e à avaliação operacional de terminais de passageiros metroviários e ferroviários**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós- Graduação da Faculdade de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP. 2011.

HUGENTOBLER, C. **Estações do trem movimentadas no primeiro dia de cobrança em Novo Hamburgo**: Novas estações passam a cobrar 1,70. Novo Hamburgo, 2014. Disponível em: <http://www.jornalnh.com.br/_conteudo/2014/05/multimedia/fotos/41741-estacoes-do-trem-movimentadas-no-primeiro-dia-de-cobranca-em-novo-hamburgo.html>. Acesso em: 25 maio 2017.

JUSTINO, G. **Alternativas para o transporte público**. 2017. Disponível em: <<https://noticias.terra.com.br/ciencia/infograficos/transporte-publico/>>. Acesso em: 08 mar. 2017.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, J. **Estações reabrem e serviço é normalizado, diz Trensurb**: Segundo a empresa, situação não tem a ver com a ocorrência desta manhã. Novo Hamburgo, 2017. Disponível em:< http://www.jornalnh.com.br/_conteudo/2017/03/noticias/regiao/2079941-trens-operam-com-atraso-na-regiao-devido-a-problema-eletrico.html>. Acesso em 25 maio 2017.

_____. **Trens fantasmas, lotação, pobre metrô de SP**. São Paulo, 2011. Disponível em: <
<http://capadocianas.blogspot.com.br/2011/04/trens-fantasmas-lotacao-pobre-metro-de.html>>. Acessado em: 30 mar. de 2017.

MACIEL, V. F. Problemas e desafios do transporte público urbano. **Mundo Jovem**. nº 402, p.20, 2009.

MEDEIROS, A.G.M. **Um método para dimensionamento de terminais de passageiros em aeroportos brasileiros**. 2004. 16 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Curso de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica. São José dos Campos, SP. 2004.

METROBH. Institucional: CCR metrô Bahia. **Site Oficial**. 2017. Disponível em: <<http://www.ccrmetrobahia.com.br/metro-bahia>>. Acesso em: 14 maio 2017.

METROBITS. Cities. **Site Oficial**. 2017a. Disponível em: <<http://micro.com/metro/selectionalpha.html>>. Acesso em 17 abr. 2017.

_____. A bird's-eye view on metros: Distribution. **Site Oficial**. 2017b. Disponível em: <<http://mic-ro.com/metro/index.html>>. Acesso em 17 abr. 2017.

_____. **A bird's-eye view on metros: Increase**. 2010. Disponível em: <<http://mic-ro.com/metro/metrostats.html>>. Acesso em 17 abr. 2017.

METRÔDF. Memória. **Site Oficial**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.metro.df.gov.br/memoria-2/>>. Acesso em: 18 out. 2016.

METRÔRIO. História. **Site Oficial**. Rio de Janeiro, 2017a. Disponível em: <https://www.metrorio.com.br/Empresa/Historia?p_interna=1>. Acesso em: 14 maio 2017.

_____. Mapa esquemático. **Site Oficial**. Rio de Janeiro, 2017b. Disponível em: <https://www.metrorio.com.br/Content/imagens/mapas/mapa_esquematico.pdf>. Acesso em: 14 maio 2017.

_____. Linha 4 passa a funcionar de segunda a domingo em horário integral. **Site Oficial**. Rio de Janeiro, 2017c. Disponível em: <https://www.metrorio.com.br/Noticias?cod_noticia=3065>. Acesso em: 14 maio 2017.

NETWORKRAIL. **Station Capacity Assessment Guidance**. Londres, 2011. Disponível em: <<http://bailey.persona-pi.com/Public-Inquiries/Trafford-Park/Core-Documents/B-Other-Documents/TfGM.B029.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2017.

ORR, P. **Benefits to subway construction**. Nova York, 2017. Disponível em: <<http://www.drlnow.com/subwaybenefits.html>>. Acessado em: 30 mar. 2017.

ROCHA, M. G. **Indicadores de qualidade da prestação de serviços da mobilidade urbana: Estudos de experiências nacionais e internacionais**. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://riocomovamos.org.br/site/wp-content/uploads/2015/07/1._Experiencias_Nacionais_e_Internacionais.pdf>. Acesso em: 05 maio 2017.

RODRIGUE, J. P.; SLACK, B. **The geographi of transport systems**. 2013. Capítulo 4. Disponível em: <<https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/conc4en/ch4c1en.html>>. Acesso em: 9 out. 2016.

SINDIMETRÔRS. **Carta aberta ao usuário**. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://www.sindimetrors.org/sindimetro-divulga-carta-aberta-aos-usuarios>>. Acesso em: 15 set. 2016.

SKYSCRAPERCITY. **Estação Ibirapuera**. 2010. São Paulo. Disponível em: <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=62052123>>. Acesso em: 23 jun. 2017.

SOARES, U. P. **Procedimento para a localização de terminais rodoviários interurbanos, interestaduais e internacionais de passageiros**. Rio de Janeiro, 2006. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

TRAIN OPERATIONS. **Railway technical**. Disponível em: <<http://www.railway-technical.com/tr-ops.shtml#Headway>>. Acesso em: 18 out. 2016.

TRANSPORT FOR LONDON. **A brief history of the Underground. Site Oficial**. Londres, 2017. Disponível em: <<https://tfl.gov.uk/corporate/about-tfl/culture-and-heritage/londons-transport-a-history/london-underground?intcmp=2777>>. Acesso em: 17 maio 2017.

TRISSOTO, F. **Guia compara custos e benefícios dos sistemas de metrô, BRT e VLT**. Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/guia-compara-custos-e-beneficios-dos-sistemas-de-metro-brt-e-vlt-eciqcoj17lrbcgs48ts8epb9q>>. Acessado em: 30 de mar. 2017.

_____. **O que define o intervalo de trens no metrô de São Paulo**. São Paulo, 2017a. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2017/03/17/O-que-define-o-intervalo-de-trens-no-metr%C3%B4-de-S%C3%A3o-Paulo>>. Acessado em: 30 mar. 2017.

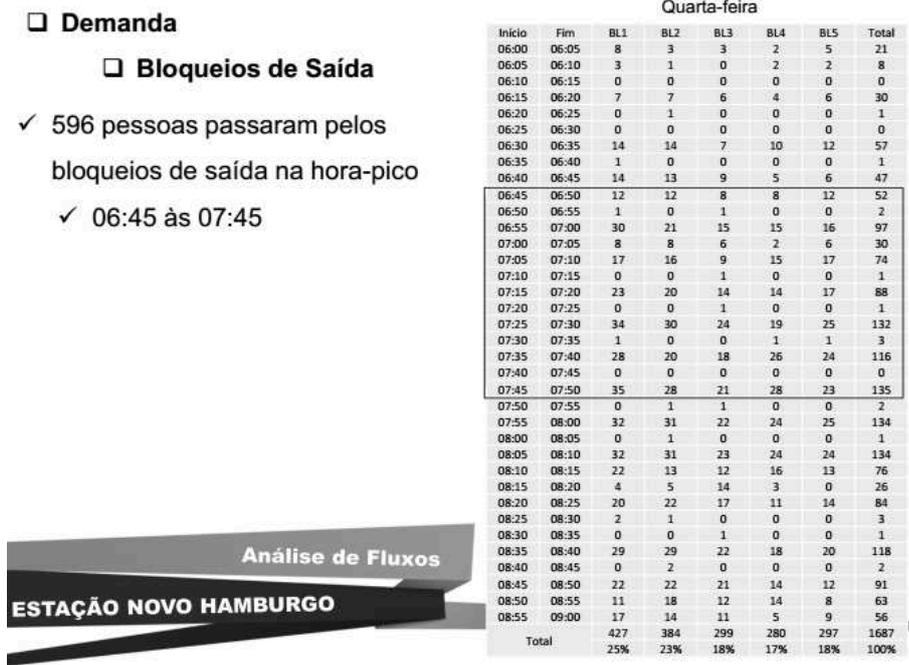
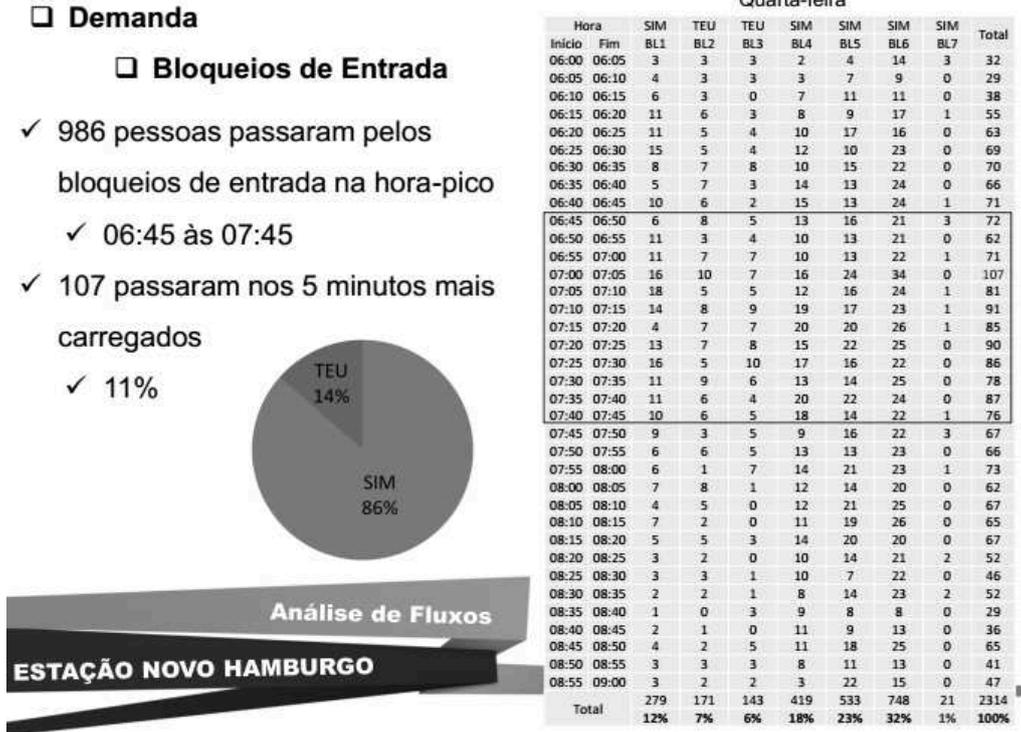
VALLE, C. **Número de acidentes com passageiros na linha amarela do metrô de SP cresce 33% em um ano**. São Paulo, 2017b. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2017/01/16/n-de-acidentes-com-passageiros-na-linha-amarela-do-metro-de-sp-cresce-33-em-um-ano.htm>>. Acessado em: 30 mar. 2017.

VICTORIAN RAIL INDUSTRY OPERATORS GROUP STANDARDS. **Railway Station Design Standard and Guidelines**. 2011. Disponível em: <<http://docplayer.net/11232649-Vriogs-002-1-railway-station-design-standard-and-guidelines.html>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

VIEIRA, M. **Trens começam a atender usuários integralmente nas novas estações de NH**. 2014. Disponível em: <<http://wp.clicrbs.com.br/estamosemobras/tag/novo-hamburgo/page/3/?topo=52&status=encerrado>>. Acesso em 25 maio 2017.

ANEXO A- Análise de Fluxos e Proposição de medidas

Apresentam-se neste anexo parte do documento em formato de Power Point, dos slides mais importantes, que foram retirados os dados para o estudo de caso.



ANEXO B – Memorial de Cálculo da Network Rail Station Capacity Guidance

Apresenta-se neste anexo o memorial de cálculo de acordo com os resultados expostos nas Tabelas 21 e 22.

Característica analisada	Equação		Variáveis envolvidas	Resultado
Número de bloqueios	4	$\begin{aligned} & \text{Número de Bloqueios} \\ & = \frac{\text{Número total de entrada de passageiros}}{25 \times 5} \\ & + \frac{\text{Número total de saída de passageiros}}{25 \times 4} \\ & + X \end{aligned}$	$\text{Número de Bloqueios} = \frac{107}{25 \times 5} + \frac{1081}{25 \times 4} + 2$	14
Largura das passagens	5	$\begin{aligned} & \text{Largura das passagens} \\ & = (\text{Fluxo de pico por minuto de entrada} \\ & + \text{Fluxo de pico por minuto de saída})/40 \end{aligned}$	$\text{Largura das passagens} = \frac{\left(\frac{274}{15}\right) + \left(\frac{596}{60}\right)}{40}$	Adotar valor de mínimo: 1,6m
Largura do corredor	6	$\begin{aligned} & \text{Largura corredor para dois sentidos} \\ & = \frac{\text{Fluxo de pico por minuto}}{40} + (2 \times 0,30) \end{aligned}$	$\text{Largura do corredor} = \frac{27}{40} + (2 \times 0,30)$	Adotar valor de mínimo: 2m
Largura das escadas	7	$\begin{aligned} & \text{Largura para escadas em dois sentidos} \\ & = \frac{\text{Fluxo de pico por minuto}}{28} + 0,3 \end{aligned}$	$\text{Largura para escada} = \frac{27}{28} + 0,3$	Adotar valor de mínimo: 1,6m
Número de escadas rolantes	8	$\begin{aligned} & \text{Número de escadas rolantes} = \\ & \frac{\text{Fluxo de pico por minuto em um sentido}}{100} \end{aligned}$	$\text{Número de escadas rolantes} = \frac{17}{100}$	0
Número de elevadores	9	$\begin{aligned} & \text{Número de elevadores} \\ & = ((\text{Fluxo de pico por minuto em um sentido}) \\ & /(\text{Capacidade do elevador})) \\ & \times \text{Ciclo do elevador (min)} \end{aligned}$	$\begin{aligned} & \text{Número de elevadores} \\ & = (17/13) \\ & \times 0,75 \end{aligned}$	1
Run-off e Run-onn	10	$\begin{aligned} & \text{Comprimento Run - Off} = \\ & \frac{(\text{mínimo Run - Off}) + \\ & \left[\frac{(\text{Fluxo da hora-pico}) - 1000}{500} \right]}{500} \end{aligned}$	Escada rolante-Bloqueio Bloqueio-Escada rolante Entre escadas rolantes Run - Off $= (8) + \left[\frac{(1582) - 1000}{500} \right]$	9,2m
			Passagem- Esc. rolante Esc. Rolante-Passagem Esc. rolante-Escadaria Entre escadarias Bloqueio- Passagem Passagem-Bloqueio Escadaria- Bloqueio	7,2m

			$\text{Bloqueio-Escadaria}$ Run - Off $= (6) + \left[\frac{(1582) - 1000}{500} \right]$	
			$\text{Escadaria-Passagem}$ $\text{Passagem-Escadaria}$ Run - Off $= (4) + \left[\frac{(1582) - 1000}{500} \right]$	5,2m
Plataforma	-	$\text{Comprimento da plataforma} =$ $\text{Comprimento do trem} + 5$	$\text{Comprimento} = 91 + 5$	96m
Área de espera	1 1	$\text{Largura da zona de espera}$ $= \frac{\text{Volume máximo de pessoas por vagão} \times 0,65}{\text{Comprimento do vagão}}$	Zona de espera $= \frac{\left(\frac{1081}{4}\right) \times 0,65}{22}$	8m
	1 2	$\text{Largura da zona de circulação}$ $= \frac{\text{Fluxo de pico por minuto}}{40}$	$\text{Zona de circulação} = \frac{27}{40}$	Adotar valor de mínimo: 1m

Memorial de cálculo para o Nível de Serviço:

Nível de serviço	Equação	Variáveis da norma	Resultado	Variáveis do projeto	Resultado
Plataforma	Espaço físico $= \frac{\text{Área}}{\text{Fluxo de hora - pico}}$	$= \frac{(10,6 \times 96)}{1081}$	0,96	$= \frac{788,34}{1081}$	0,73
Zona de espera (B)		$= \frac{(8 \times 96)}{1081}$	0,7	No projeto não especifica a largura da zona de espera	
Passarela	Espaço físico $= \frac{\text{Fluxo de pico por minuto}}{\text{Largura}}$	$= \frac{27}{1,6}$	17	$= \frac{27}{3,85}$	7
Escadaria		$= \frac{27}{(2 \times 1,6)}$	9	$= \frac{27}{(2 \times 1,3)}$	11

ANEXO C- Memorial de Cálculo da Amtrak Station Program and Planning Guideline

Apresenta-se neste anexo o memorial de cálculo de acordo com os resultados expostos nas Tabelas 25, 26 e 27.

Expressão	Equação		Variáveis envolvidas	Resultado
Demanda diária de passageiros	13	$\frac{\text{Número de passageiros anuais (entrada + saída)}}{270}$	$\frac{6868000}{270}$	25.438
Fluxo de passageiros na hora-pico	14	$0,15 \times \text{número de passageiros diários}$	$0,15 \times 25.438$	3.816
Determinar a área de espera	15	$\text{Sentadas} =$ $[(\text{Fluxo de passageiros na hora - pico}) \times 0,65] \times 0,5 \times 2,4$	$[(25.438) \times 0,65] \times 0,5 \times 2,4$	4505,3
		$\text{Em pé} =$ $[(\text{Fluxo de passageiros na hora - pico}) \times 0,65] \times 0,5 \times 1,2$	$[(25.438) \times 0,65] \times 0,5 \times 1,2$	

Memorial de cálculo para Nível de Serviço:

Nível de serviço	Equação		Variáveis da norma	Resultado	Variáveis do projeto	Resultado
Plataforma	1	Espaço físico	$= \frac{(8,4 \times 91)}{1582}$	0,5	$= \frac{(2 \times 788,34)}{1582}$	1
Área de espera		$= \frac{\text{Área}}{\text{Fluxo de hora - pico}}$	$= \frac{(4505,5)}{1582}$	3	$= \frac{(788,34)}{1582}$	0,5
Passarela	1	$= \frac{\text{Espaço físico}}{\text{Fluxo de pico por minuto}} \times \text{Largura}$	A norma não indica largura para passarela		$= \frac{27}{3,85}$	7
Escadaria			Entrada $= \frac{17}{1,7}$	10	Entrada $= \frac{17}{1,3}$	13
			Saída $= \frac{10}{1,7}$	8	Saída $= \frac{10}{1,3}$	8
Escada rolante			Entrada $= \frac{17}{1}$	17	Entrada $= \frac{17}{1}$	17
	Saída $= \frac{10}{1}$	10	Saída $= \frac{10}{1}$	10		