

# FORTALEZA2040

HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL • REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA • INSERÇÃO PRODUTIVA, EMPREENDEDORISMO, EMPREGO E RENDA • CULTURA DE PAZ E SEGURANÇA CIDADÃ • URBANISMO E MOBILIDADE URBANA • MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE URBANA • SAÚDE • SEGURANÇA ALIMENTAR • ESPORTE E LAZER • IGUALDADE RACIAL • ASSISTÊNCIA SOCIAL • DIREITOS DA MULHER • JUVENTUDE • DIREITOS DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE • DIREITOS DA PESSOA IDOSA • DIREITOS DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA • DIREITOS LGBT • EDUCAÇÃO PÚBLICA • CULTURA E PATRIMÔNIO • CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO • MEIO AMBIENTE E SANEAMENTO • SEGURANÇA HÍDRICA • ENERGIAS RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA • TURISMO • CONFECÇÕES • CONSTRUÇÃO CIVIL • ECONOMIA CRIATIVA • ECONOMIA DO MAR • NOVA INDÚSTRIA E SERVIÇOS AVANÇADOS • TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO • AGRICULTURA URBANA • DESENVOLVIMENTO DA GOVERNANÇA PARTICIPATIVA E CONTROLE SOCIAL • DESENVOLVIMENTO DA GESTÃO PÚBLICA MUNICIPAL

## **CIDADE CONECTADA, ACESSÍVEL E JUSTA**

PLANO DE MOBILIDADE E  
ACESSIBILIDADE URBANA

VOLUME

3

PARTE  
III



# FORTALEZA2040

HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL • REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA • INSERÇÃO PRODUTIVA, EMPREENDEDORISMO, EMPREGO E RENDA • CULTURA DE PAZ E SEGURANÇA CIDADÃ • URBANISMO E MOBILIDADE URBANA • MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE URBANA • SAÚDE • SEGURANÇA ALIMENTAR • ESPORTE E LAZER • IGUALDADE RACIAL • ASSISTÊNCIA SOCIAL • DIREITOS DA MULHER • JUVENTUDE • DIREITOS DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE • DIREITOS DA PESSOA IDOSA • DIREITOS DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA • DIREITOS LGBT • EDUCAÇÃO PÚBLICA • CULTURA E PATRIMÔNIO • CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO • MEIO AMBIENTE E SANEAMENTO • SEGURANÇA HÍDRICA • ENERGIAS RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA • TURISMO • CONFECÇÕES • CONSTRUÇÃO CIVIL • ECONOMIA CRIATIVA • ECONOMIA DO MAR • NOVA INDÚSTRIA E SERVIÇOS AVANÇADOS • TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO • AGRICULTURA URBANA • DESENVOLVIMENTO DA GOVERNANÇA LOCAL • PARTICIPAÇÃO SOCIAL • DESENVOLVIMENTO URBANO MUNICIPAL

## **CIDADE CONECTADA, ACESSÍVEL E JUSTA**

PARTE III  
PLANO DE MOBILIDADE E  
ACESSIBILIDADE URBANA

VOLUME  
**3**

**Catálogo na Fonte:**  
Audrey Caroline Marcelo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

Fortaleza. Prefeitura Municipal.  
F737p Plano Fortaleza 2040 : cidade conectada, acessível e justa / Prefeitura Municipal de Fortaleza. –  
Fortaleza : Iplanfor, 2016.  
328 p. : il. : color. : 29 cm.  
v. 3. ; parte III – Plano de mobilidade e acessibilidade urbana.

1. Plano Fortaleza 2040. 2. Administração Pública. 3. Planejamento Urbano. 4. Plano Municipal.  
I. Iplanfor.

CDD 658.4

---



# Prefeitura de Fortaleza

PREFEITO MUNICIPAL DE FORTALEZA  
**ROBERTO CLÁUDIO RODRIGUES BEZERRA**

VICE-PREFEITO DE FORTALEZA  
**GAUDENCIO GONÇALVES DE LUCENA**

SECRETÁRIO CHEFE DE GABINETE DO PREFEITO  
**FRANCISCO JOSÉ QUEIROZ MAIA FILHO**

SECRETARIA MUNICIPAL DE GOVERNO - SEGOV  
**PRISCO RODRIGUES BEZERRA**

PROCURADORIA GERAL DO MUNICÍPIO - PGM  
**JOSÉ LEITE JUCÁ FILHO**

CONTROLADORIA E OUVIDORIA GERAL DO MUNICÍPIO - CGM  
**VICENTE FERRER AUGUSTO GONÇALVES**

SECRETARIA MUNICIPAL DA SEGURANÇA CIDADÃ - SESEC  
**FRANCISCO JOSÉ VERAS DE ALBUQUERQUE**

SECRETARIA MUNICIPAL DAS FINANÇAS - SEFIN  
**JURANDIR GURGEL GONDIM FILHO**

SECRETARIA MUNICIPAL DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO - SEPOG  
**PHILIPPE THEÓPHILO NOTTINGHAM**

SECRETARIA MUNICIPAL DA EDUCAÇÃO - SME  
**JAIME CAVALCANTE DE ALBUQUERQUE FILHO**

SECRETARIA MUNICIPAL DA SAÚDE - SMS  
**MARIA DO PERPÉTUO SOCORRO MARTINS BRECKENFELD**

SECRETARIA MUNICIPAL DA INFRAESTRUTURA - SEINF  
**SAMUEL ANTÔNIO SILVA DIAS**

SECRETARIA MUNICIPAL DA CONSERVAÇÃO E SERVIÇOS PÚBLICOS - SCSF  
**JOAO DE AGUIAR PUPU**

SECRETARIA MUNICIPAL DO ESPORTE E LAZER - SECEL  
**MÁRCIO EDUARDO E LIMA LOPES**

SECRETARIA MUNICIPAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - SDE  
**ROBINSON PASSOS DE CASTRO E SILVA**

SECRETARIA MUNICIPAL DO URBANISMO E MEIO AMBIENTE - SEUMA  
**MARIA ÁGUEDA PONTES CAMINHA MUNIZ**

SECRETARIA MUNICIPAL DO TURISMO DE FORTALEZA - SETFOR  
**ERICK BENEVIDES DE VASCONCELOS**

SECRETARIA MUNICIPAL DO TRABALHO, DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME - SETRA  
**CLAÚDIO RICARDO GOMES DE LIMA**

SECRETARIA MUNICIPAL DA CIDADANIA E DIREITOS HUMANOS - SCDH  
**KARLO MEIRELES KARDOZO**

SECRETARIA MUNICIPAL DA CULTURA DE FORTALEZA - SECULTFOR  
**FRANCISCO GERALDO DE MAGELA LIMA FILHO**

SECRETARIA MUNICIPAL DO DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL DE FORTALEZA - HABITAFOR  
**ANTONIO GILVAN SILVA PAIVA**

SECRETARIA REGIONAL I - SER I  
**FRANCISCO SALES DE OLIVEIRA**

SECRETARIA REGIONAL II - SER II  
**CLÁUDIO NELSON ARAÚJO BRANDÃO**

SECRETARIA REGIONAL III - SER III  
**FELIPE HOLANDA BELCHIOR (EM EXERCÍCIO)**

SECRETARIA REGIONAL IV - SER IV  
**FRANCISCO WELLINGTON SABÓIA VITORINO**

SECRETARIA REGIONAL V - SER V  
**FRANCISCO MANOEL BONFIM BEZERRA DE CARVALHO (EM EXERCÍCIO)**

SECRETARIA REGIONAL VI - SER VI  
**RENATO CÉSAR PEREIRA LIMA**

SECRETARIA REGIONAL DO CENTRO - SERCE  
**RICARDO PEREIRA SALES**

COORDENADORIA ESPECIAL DE ARTICULAÇÃO POLÍTICA - COARP  
**LÚCIO ALBUQUERQUE BRUNO FIGUEIREDO**

COORDENADORIA ESPECIAL DE PARTICIPAÇÃO SOCIAL  
**JOÃO BATISTA ARRUDA PONTES**

COORDENADORIA ESPECIAL DE POLÍTICAS SOBRE DROGAS  
**JULIANA MARA DE FREITAS SENA MOTA**

COORDENADORIA ESPECIAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE JUVENTUDE  
**JÚLIO BRIZZI NETO**

COORDENADORIA ESPECIAL DE ARTICULAÇÃO DAS SECRETARIAS REGIONAIS  
**FRANCISCO ADAIL DE CARVALHO FONTENELE**

COORDENADORIA ESPECIAL DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS E FEDERATIVAS  
**PATRICIA MARIA ALENCAR MONTEIRO DE MACEDO**

FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE FORTALEZA - CITINOVA  
**JOÃO JOSÉ VASCO PEIXOTO FURTADO**

FUNDAÇÃO DA CRIANÇA E DA FAMÍLIA CIDADÃ - FUNCIF  
**TANIA DE FÁTIMA GURGEL NOBRE**

INSTITUTO MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HUMANOS - IMPARH  
**ANDRÉ RAMOS SILVA**

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DE FORTALEZA - IPLANFOR  
**EUDORO WALTER DE SANTANA**

AUTARQUIA DE REGULARIZAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL - ACFOR  
**HOMERO CALS SILVA**

AGÊNCIA DE FISCALIZAÇÃO DE FORTALEZA - AGEFIS  
**MARCELO BORGES PINHEIRO**

INSTITUTO DE PREVIDÊNCIA DO MUNICÍPIO - IPM  
**PAULO VENÍCIO MOREIRA DE PINHO**

INSTITUTO DR. JOSÉ FROTA - IJF  
**FRANCISCO WALTER FROTA DE PAIVA**

AUTARQUIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E CIDADANIA - AMC  
**FRANCISCO ARCELINO ARAÚJO LIMA**

INSTITUTO DE PESOS E MEDIDAS - IPEM  
**FERNANDO ROSSAS FREIRE**

AUTARQUIA DE URBANISMO E PAISAGISMO DE FORTALEZA - URBFOR  
**JOSÉ RONALDO ROCHA NOGUEIRA**

EMPRESA DE TRANSPORTE URBANO DE FORTALEZA - ETUFOR  
**ANTÔNIO FERREIRA SILVA (EM EXERCÍCIO)**

COMPANHIA DE TRANSPORTE COLETIVO - CTC  
**CARLOS ALBERTO ALVES DE SOUSA**

**@2016, INSTITUTO DE  
PLANEJAMENTO DE  
FORTALEZA – IPLANFOR**

Rua São José, 1. Centro  
60765-170. Fortaleza – CE  
(85) 3031.1314  
[http://www.fortaleza.ce.gov.br/  
iplanfor/](http://www.fortaleza.ce.gov.br/iplanfor/)

**Equipe editorial**

Supervisão editorial:

A. Assaoka

Mariana Quezado

Produção Gráfica:

Rachel Dourado

Antônio Ribeiro Filho

Bruno Casely

Daniel Mourão

Diagramação:

Denise Pompeu

Eduardo Aparício

Faruk Segundo

Lia Mota

Mariana Quezado

Marina Rodrigues

Rafael Cavalcante

Revisão ortográfica:

Daniela Nogueira

Joice Nunes

Martita Sá

Natasha Mendes

Normalização:

Audrey Caroline Marcelo

Fotografia:

Igor de Melo

Kaio Machado

Kiko Silva

Marcos Moura

Mauri Melo

Nely Rosa

Queiroz Neto

Rubens Venâncio

Thiago Gaspar

Paulo Matheus (pesquisa)

Todos os direitos reservados.  
É permitida a reprodução de dados  
e de informações contidas nesta  
publicação, desde que citada a fonte.



**Prefeitura de  
Fortaleza**

**EQUIPE TÉCNICA  
IPLANFOR**

**Coordenação Geral**

Eudoro Walter de Santana

Lia de Souza Parente

Francisco Carlos Bezerra e Silva

**Coordenação Executiva**

Suliano Mesquita

Flávio Cunto

Bruno Bertoncini

Franco Matos

**Equipe do Iplanfor**

Alixanzito R. e Sena da Costa

Ana Lúcia Magalhães Pinheiro

Ana Cláudia Teixeira Viana

André Campos Mata

Annia Melo de Saboya Cruz

Antonia Maria Sousa Teles

Antônio Eurimar A. de Melo

Bruno Casely C. Medeiros

Caio Farias de Macedo

Carlos Jorge M. Lima Filho

Conceição Cidrack

Daniel Mourão Lira

Daniela Nogueira de Souza

Diego Macedo de Almeida

Eduardo Aparício B. e Silva

Eliésio Geraldo de Araújo

Ellen Garcia da Silveira

Emília Káthia de Souza Cruz

Eurides de Melo Almeida

Flávia Renata Moraes e Lima

Flávio Neves Carneiro

Francisca Maria da Silva Fava

Francisco Carlos Bezerra e Silva

Alexandre de Souza Filho

Ieda Maria Farias Soares

Isaac do Amaral Vieira Rosa

Jéssica Barroso Nóbrega

Joana e Silva B. Kesselring

João Paulo de Almeida Costa

Jorge Washington Laffite

José Antônio Ribeiro Filho

José Mateus G. Cavalcante

José William Lima da Silva Jr.

Joseline da Rocha Veras Silva

Júlia Barros de Oliveira

Key Ramos Carneiro Sales

Lara Virgínia Saraiva Palmeira

Leticia Candido de Oliveira

Luciana Furtado Costa Coelho

Ludmila da Silva Santiago

Luiza de Marilac M. S. Perdigão

Luiz Carlos de Lima Santos

Magda Helena e Araújo Maia

Maira Landulpho Alves Lopes

Mandy Melo Bocádio

Marcelo Teixeira dos Santos

Maria das Graças G. Lessa

Maria Eduarda S. Cavalcante

Maria Jeane Peixoto Sampaio

Mariana Quezado Costa Lima

Mário Fracalossi Júnior  
Melania Gaspar M. Alencar  
Natalia Nunes Saraiva  
Paula Bessa Braz  
Paulo Roberto Gaspar de  
Sousa Santos  
Pedro Barreto Costa  
Pedro Henrique A. de Brito  
Pedro Vitor Monte Rabelo  
Rachel Dourado de Medeiros  
Raimundo Nonato dos Santos  
Raíssa Guerra Ricardo  
Rebecca Fontes M. Leitão  
Rodrigo Petry  
Rosângela Fabrício de Oliveira  
Rosaura M. de Holanda Angelim  
Sâmia Pinheiro F. de Freitas  
Samir Coutinho Costa  
Sílvia M. Bezerra G. da Silva  
Sônia Maria Oliveira de Souza  
Tamile Ferreira Gomes Solon  
Tháís Sales Gonçalves  
Thiago Ferreira Viana Da Silva  
Tiago Soares Batista  
Wesley Silva Saraiva  
Yvener Schneider P. Borges

## **PARCEIROS INSTITUCIONAIS**

Ministério Público Estadual  
Governador do Estado do Ceará  
Fundação Cearense de  
Pesquisa e Cultura – FCPC  
Universidade Federal do  
Ceará – UFC  
Universidade Estadual do  
Ceará – Uece  
Universidade de Fortaleza –  
Unifor  
Câmara de Dirigentes Lojistas  
– CDL Fortaleza  
Federação da Câmara de  
Dirigentes Lojistas – FCDL  
Federação das Indústrias do  
Estado do Ceará – Fiec  
Conselho Regional de  
Arquitetura – Cau  
Conselho Regional de  
Engenharia e Agronomia  
– Crea  
Instituto de Arquitetos do  
Brasil – IAB  
Sindicato dos Engenheiros do  
Estado do Ceará – Senge  
Secretaria Regional do Centro  
- Serce  
Secretaria Regional I - Ser I  
Secretaria Regional II - Ser II  
Secretaria Regional III - Ser III  
Secretaria Regional IV - Ser IV  
Secretaria Regional V - Ser V  
Secretaria Regional VI - Ser VI  
Secretaria Municipal do  
Planejamento, Orçamento e  
Gestão - Sepog  
Secretaria Municipal das  
Finanças - Sefin  
Secretaria Municipal de  
Governos - Segov  
Procuradoria Geral do  
Município - PGM  
Controladoria e Ouvidoria  
Geral do Município - Cgm  
Secretaria Municipal da  
Segurança Cidadã - Sesecc

Secretaria Municipal da  
Educação - SME  
Secretaria Municipal da Saúde  
- SMS  
Secretaria Municipal da  
Infraestrutura - Seinf  
Secretaria Municipal da  
Conservação e Serviços  
Públicos - SCSP  
Secretaria Municipal do  
Esporte e Lazer - Secel  
Secretaria Municipal  
do Desenvolvimento  
Econômico - SDE  
Secretaria Municipal do  
Urbanismo e Meio  
Ambiente - Seuma  
Secretaria Municipal do  
Turismo de Fortaleza -  
Setfor  
Secretaria Municipal do  
Trabalho, Desenvolvimento  
Social e Combate à Fome  
- Setra  
Secretaria Municipal da  
Cidadania e Direitos  
Humanos - SCDH  
Secretaria Municipal da  
Cultura de Fortaleza -  
Secultfor  
Secretaria Municipal  
do Desenvolvimento  
Habitacional de Fortaleza -  
Habitafor  
Coordenadoria Especial de  
Articulação Política - Coarp  
Coordenadoria Especial de  
Participação Social  
Coordenadoria Especial de  
Políticas Sobre Drogas  
Coordenadoria Especial  
de Políticas Públicas de  
Juventude  
Coordenadoria Especial de  
Articulação das Secretarias  
Regionais  
Coordenadoria Especial de  
Relações Internacionais e  
Federativas  
Fundação de Ciência,  
Tecnologia e Inovação de

Fortaleza - Citinova  
Fundação da Criança e da  
Família Cidadã - Funci  
Instituto Municipal de  
Desenvolvimento de  
Recursos Humanos -  
Imparh  
Autarquia de Regularização,  
Fiscalização e Controle  
de Serviços Públicos de  
Saneamento Ambiental -  
Acfor  
Agência de Fiscalização de  
Fortaleza - Agefis  
Instituto de Previdência do  
Município - IPM  
Instituto Dr. José Frota - IJF  
Autarquia Municipal de  
Trânsito e Cidadania - AMC  
Instituto de Pesos e Medidas  
- Ipem  
Autarquia de Urbanismo e  
Paisagismo de Fortaleza -  
Urbfor  
Empresa de Transporte  
Urbano de Fortaleza -  
Etufor  
Companhia de Transporte  
Coletivo - CTC

---

## LISTA DE FIGURAS

---

- Figura 1** – Localização de Fortaleza em relação ao estado do Ceará e suas mesorregiões
- Figura 2** – Localização de Fortaleza em relação ao estado do Ceará e suas mesorregiões
- Figura 3** – Planta do Porto e Vila de Fortaleza em 1813 de Silva Paulet
- Figura 4** – Plano de expansão de Fortaleza em 1853 de Adolfo Herbster
- Figura 5** – Projeto de melhorias para Porto de Fortaleza em 1870
- Figura 6** – Rede viária cearense em 1924
- Figura 7** – Planta de Fortaleza e os bondes de tração animal em 1888
- Figura 8** – Porto do Mucuripe no final da década de 1940
- Figura 9** – Planta de Fortaleza de 1947 e os Campos de Aviação ao sul
- Figura 10** – Veículos de transporte de pessoas e cargas
- Figura 11** – Imagem da época da inauguração da Av. Aguanambi
- Figura 12** – Imagem da época da inauguração da Leste-Oeste
- Figura 13** – Imagens da época da inauguração da rodoviária de Fortaleza
- Figura 14** – Praça José de Alencar antes e depois da reforma de 1979
- Figura 15** – Corredores de transporte público do PTUF
- Figura 16** – Bloqueadores urbanos
- Figura 17** – Fluxograma do processo de coleta e organização dos insumos técnicos para o projeto
- Figura 18** – População por bairro
- Figura 19** – Densidade populacional por bairro
- Figura 20** – Empregos por bairro
- Figura 21** – Uso e ocupação do solo
- Figura 22** – Mapa de valores de solo
- Figura 23** – Produção e atração de viagens e as maiores linhas de desejo
- Figura 24** – Atração de viagens na RMF
- Figura 25** – Produção de viagens na RMF
- Figura 26** – Linhas de transporte público por ônibus e vans de Fortaleza
- Figura 27** – Faixas Exclusivas executadas entre janeiro/2014 e março/2015
- Figura 28** – Total de validações por bairro
- Figura 29** – Total de validações na faixa de 05h às 08h
- Figura 30** – Total de validações ocorridas às 05h
- Figura 31** – Total de validações ocorridas às 06h
- Figura 32** – Total de validações na faixa de 16h às 19h
- Figura 33** – Linhas de desejo considerando 87 a 152 viagens/dia
- Figura 34** – Locais com restrição de circulação de veículos de carga em Fortaleza
- Figura 35** – Localização dos postos de pesquisa OD
- Figura 36** – Linhas de desejo de movimentação de cargas intrazonal Fortaleza
- Figura 37** – Linhas de desejo estado do Ceará - Fortaleza
- Figura 38** – Linhas de desejo Brasil - Fortaleza
- Figura 39** – Quantidade de NF setor atacadista emitida em 2014
- Figura 40** – Viagens com destino ao Centro
- Figura 41** – Viagens do comércio atacadista produzidas por Messejana
- Figura 42** – Georeferenciamento de 97% dos acidentes de trânsito em 2010
- Figura 43** – Georeferenciamento dos acidentes com vítimas fatais em 2010
- Figura 44** – Identificação de locais com problemas de mobilidade pela população
- Figura 45** – Algumas localidades onde o TRANUS foi aplicado
- Figura 46** – Sequência de cálculo do TRANUS
- Figura 47** – Tipos de coeficientes intersetoriais
- Figura 48** – Modelo de consumo do solo
- Figura 49** – Modelo de localização de atividades
- Figura 50** – Modelo de custo generalizado
- Figura 51** – Modelo de escolha de modo e rota
- Figura 52** – Modelo de geração de viagens
- Figura 53** – Modelo conceitual do TRANUS
- Figura 54** – Modelagem

**Figura 55** – Interface

**Figura 56** – Relações temporais do TRANUS

**Figura 57** – Processo de modelagem

**Figura 58** – Viagens produzidas por motivo trabalho

**Figura 59** – Viagens atraídas por motivo trabalho

**Figura 60** – Viagens produzidas por motivo educação

**Figura 61** – Viagens atraídas por motivo educação

**Figura 62** – Distribuição do Carregamento de Carros e Motos – Cenário Atual

**Figura 63** – Distribuição do carregamento do Transporte Público – Cenário Atual

**Figura 64** – Distribuição espacial do total de acidentes – Cenário atual

**Figura 65** – Distribuição espacial dos acidentes com vítimas – Cenário atual

**Figura 66** – Distribuição espacial dos atropelamentos – Cenário atual

**Figura 67** – Distribuição espacial dos acidentes com bicicletas – Cenário atual

**Figura 68** – Estrutura de modelos de demanda por transporte de cargas

**Figura 69** – Quantidade de notas scais importadas e exportadas por Fortaleza em 2014

**Figura 70** – Distribuição dos comércios em Fortaleza em 2014

**Figura 71** – Distribuição de indústrias em Fortaleza em 2014

**Figura 72** – Distribuição de estabelecimentos de uso misto em Fortaleza em 2014

**Figura 73** – Quantidade de notas scais emitidas por bairro

**Figura 74** – Peso comercializado por bairro (kg)

**Figura 75** – Destino das notas scais emitidas por bairro

**Figura 76** – Destino do peso comercializado (kg)

**Figura 77** – Rua Governador Sampaio

**Figura 78** – Rua Barão do Rio Branco

**Figura 79** – Rua Senador Pompeu

**Figura 80** – Linhas de desejo de entregas de carga com destino ao bairro Centro

**Figura 81** – Unidades de Agregação Espacial da Modelagem

**Figura 82** – Meta da distribuição espacial de domicílios

**Figura 83** – Meta da distribuição espacial de empregos

**Figura 84** – Corredores de mobilidade

**Figura 85** – Delta da distribuição espacial de domicílios em 2016

**Figura 86** – Delta da distribuição espacial de empregos em 2016

**Figura 87** – Delta da distribuição espacial de domicílios em 2040 – cenário Tendencial

**Figura 88** – Delta da distribuição espacial de domicílios em 2040 – cenário Transformador

**Figura 89** – Quantidade de Domicílios por Cenário

**Figura 90** – Delta da distribuição espacial de empregos em 2040 – cenário Tendencial

**Figura 91** – Delta da distribuição espacial de empregos em 2040 – cenário Transformador

**Figura 92** – Quantidades de empregos por cenários

**Figura 93** – Linha Leste do Metrô

**Figura 94** – Proposta das linhas de bonde

**Figura 95** – Obtenção de matriz OD semente de a partir de banco de dados de notas fiscais

**Figura 96** – Modelagem da movimentação de veículos de carga

**Figura 97** – Origens e Destinos de Todas as Viagens

**Figura 98** – Origens e Destinos das viagens motivo trabalho

**Figura 99** – Origens e Destinos das viagens motivo educação

**Figura 100** – Origens e Destinos das viagens motivo outros

**Figura 101** – Demanda do transporte público em 2016

**Figura 102** – Demanda do transporte público em 2040 – cenário Tendencial

**Figura 103** – Demanda do transporte público em 2040 – cenário Transformador

**Figura 104** – Relação D/C do transporte público em 2016

**Figura 105** – Relação D/C do transporte público em 2040 – cenário Tendencial

**Figura 106** – Relação D/C do transporte público em 2040 – cenário Transformador

**Figura 107** – Volume de automóveis na hora pico em 2016

**Figura 108** – Volume de automóveis na hora pico em 2040 – cenário Tendencial

**Figura 109** – Volume de automóveis na hora pico em 2040 – cenário Transformador

**Figura 110** – Relação V/C na hora pico em 2016

**Figura 111** – Relação V/C na Hora Pico em 2040 – cenário Tendencial

**Figura 112** – Relação V/C na hora pico em 2040 – cenário Transformador

**Figura 113** – Corredores de urbanização de corredores de mobilidade

**Figura 114** – Estacionamentos de ônibus e Pátios de Manutenção de Metrô, VLT e Bonde

**Figura 115** – Paradas, estações de transferências e terminais

**Figura 116** – Sistema viário básico e arcos urbanos

**Figura 117** – Corredores de mobilidade

**Figura 118** – Sequência de implantação dos corredores

**Figura 119** – Linhas de transporte público

**Figura 120** – Linhas de bonde

**Figura 121** – Trem para o aeroporto

**Figura 122** – Exemplo de Centro de Consolidação Urbano

**Figura 123** – Ferrovias de carga atual e proposta

**Figura 124** – Logística RMF

**Figura 125** – Zonas de consolidação de cargas

**Figura 126** – Logística Centro

**Figura 127** – Exemplo de triciclos para entrega de mercadorias em áreas urbanas

**Figura 128** – Zona de baixa emissão de poluentes de Londres

**Figura 129** – Exemplo de pontos de coleta de carga

**Figura 130** – Esquema com a localização do contêineres comunitários

**Figura 131** – Ilustração de um tipo de contêiner comunitário

**Figura 132** – Exemplos dos veículos elétricos para domiciliares

**Figura 133** – Veículo elétrico para transportar os resíduos entre Eco Pontos e os Eco Distritos

**Figura 134** – Resíduos

**Figura 135** – Estacionamentos

**Figura 136** – Locais da ETM

---

#### LISTA DE TABELAS

---

**Tabela 1** – Indicadores e metas

**Tabela 2** – Evolução da frota de veículos em Fortaleza no fim da década de 1940

**Tabela 3** – Ganhos de velocidade operacional para o transporte público

**Tabela 4** – Vítimas envolvidas em acidentes de trânsito em 2010

**Tabela 5** – Vítimas envolvidas em acidentes de trânsito em 2010

**Tabela 6** – Veículos envolvidos em acidentes de trânsito em 2010

**Tabela 7** – Quantidade de navios no mês de janeiro de 2014

**Tabela 8** – Tipos de operadores

**Tabela 9** – Faixa de renda adotada

**Tabela 10** – Quantidade de viagens por modo de transporte para cada categoria de viagem

**Tabela 11** – Quantidade relativa de viagens por modo de transporte para cada categoria

**Tabela 12** –  $TMV_m$  e  $TTV_m$  por motivo de viagem (cenário atual)

**Tabela 13** –  $TTV_m$  por motivo de viagem e por modo de transporte (cenário atual)

**Tabela 14** – Distância média de deslocamentos por motivo de viagem

**Tabela 15** – Valores de referência para distâncias em viagens de 30 minutos

**Tabela 16** – Fluxo veicular em veículos equivalente por hora nos principais corredores modelados (cenário atual)

**Tabela 17** – Os dez CNAEs com maior número de notas fiscais emitidas em 2014

**Tabela 18** – Os dez CNAEs com maior peso comercializado em 2014

**Tabela 19** – Os dez bairros que foram emissores em um maior número de notas fiscais

**Tabela 20** – Os dez bairros com maior peso comercializado

**Tabela 21** – Os dez bairros que mais apareceram como destinatários em notas fiscais

**Tabela 22** – Os dez bairros que foram destino para uma maior quantidade de peso comercializado

**Tabela 23** – Matriz OD de entregas estimada a partir das notas fiscais emitidas

**Tabela 24** – Composição da frota de veículos de carga

**Tabela 25** – Principais bairros de origem de entregas para o aeroporto em 2014

**Tabela 26** – Riscos à saúde ocasionados por poluentes

**Tabela 27** – Número de veículos por tipo de veículo e tipos de combustível

**Tabela 28** – Frota proporcional aos anos de fabricação dos veículos em Fortaleza

**Tabela 29** – Riscos à saúde ocasionados por poluentes

**Tabela 30** – Fatores de emissão ponderados por ano de fabricação e proporção da frota (g/km)

**Tabela 31** – Fatores de emissão ponderados por ano de fabricação e proporção da frota (g/km)

**Tabela 32** – Distâncias percorridas por cada categoria de veículos, por hora (km)

**Tabela 33** – Emissões estimadas em Fortaleza por categoria de veículo e poluente

**Tabela 34** – Localização dos corredores

**Tabela 35** – Ano e comprimento de implantação dos corredores e do bonde

**Tabela 36** – Ano e comprimento de implantação dos corredores e do bonde

**Tabela 37** – Médias dos deltas de domicílios por cenário

**Tabela 38** – Médias dos deltas de empregos por cenário

**Tabela 39** – Comparação entre Linha Leste e bonde

**Tabela 40** – Acidentes com vítimas feridas e fatais em Fortaleza – 2011 (SIAT -FOR)

**Tabela 41** – Índice de acidentes com vítimas em função do momento de viagens

**Tabela 42** – Considerações a respeito do desempenho da segurança viária (cenários tendenciais)

**Tabela 43** – Considerações a respeito do desempenho da segurança viária (cenários tendenciais)

**Tabela 44** – Índices de feridos por 1 milhão de passageiros.km (cenários tendenciais)

**Tabela 45** – Índices de feridos por 1 milhão de passageiros.km (cenários transformadores)

**Tabela 46** – Índices de mortos por 1 milhão de passageiros.km (cenários tendenciais)

**Tabela 47** – Índices de mortos por 1 milhão de passageiros.km (cenários transformadores)

**Tabela 48** – Distâncias percorridas por cada categoria de veículos, por hora (km)

**Tabela 49** – Demandas máximas por corredor em 2040

**Tabela 50** – Volumes do tráfego geral

**Tabela 51** – V/C do sistema viário

**Tabela 52** – Comparativo das metas e resultados do modelo para 2040 (transformador)

**Tabela 53** – Vantagens e desvantagens da solução de entrega de mercadorias fora do horário de pico (Adaptado de NCFRP, 2015)

**Tabela 54** – Vantagens e desvantagens da solução de criação um rede de pontos de coleta de carga (Adaptado de NCFRP, 2015)

## LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1** – Distribuição da população por idade e sexo

**Gráfico 2** – Renda da população com mais de 10 anos

**Gráfico 3** – Aumento anual da frota de veículos particulares

**Gráfico 4** – Aumento anual da frota de veículos particulares

**Gráfico 5** – Frota do sistema de transporte público em Fortaleza

**Gráfico 6** – Distribuição das validações no ano de 2014

**Gráfico 7** – Proporção de validações por tipo de tarifa

**Gráfico 8** – Proporção de validações de integração temporal

**Gráfico 9** – Número de validações no sistema por faixa horária

**Gráfico 10** – Principais Origens e Destinos das cargas geradas em Fortaleza para outras localidades

**Gráfico 11** – Período de entrega da carga

**Gráfico 12** – Distribuição de entrega de carga ao longo do dia (hora da entrega)

**Gráfico 13** – Distribuição do destino da carga ao longo do dia

**Gráfico 14** – Estabelecimentos de Origem e Destino da Carga

**Gráfico 15** – Classificação do Veículo segundo a classificação do DER

**Gráfico 16** – Movimentação de cargas no Porto do Mucuripe em Janeiro de 2013

**Gráfico 17** – Percentual de viagens por modo de transportes

**Gráfico 18** – Percentual de viagens por modo de transporte público

**Gráfico 19** – Percentual relativo de viagens por modo de transporte e motivo de viagem

**Gráfico 20** – Volume de passageiros transportados por corredor de urbanização

**Gráfico 21** – Distância média de deslocamento por modo de transporte

**Gráfico 22** – Distribuição da emissão de notas scais ao longo do ano de 2014

**Gráfico 23** – Peso comercializado ao longo de 2014

**Gráfico 24** – Quantidade de notas emitidas por bairros de origem com o aeroporto como destino em 2014

**Gráfico 25** – Quantidade de notas emitidas por bairros de origem com o aeroporto como destino por principais atividades 2014

**Gráfico 26** – Quantidade de notas emitidas por bairros de destino com o aeroporto como origem em 2014

**Gráfico 27** – Quantidade de notas emitidas com o aeroporto como origem por principais atividades 2014

**Gráfico 28** – Quantidade de notas emitidas por bairros de destino com o Pecém como origem em 2014

**Gráfico 29** – Quantidade de notas emitidas com o Pecém como origem por principais atividades 2014

**Gráfico 30** – Comparação entre distribuição de destinos com Pecém como origem

por principais atividades 2014

**Gráfico 31** – Quantidade de pessoas e de domicílios estimados

**Gráfico 32** – Distribuição dos domicílios por renda

**Gráfico 33** – Quantidade de empregos

**Gráfico 34** – Distribuição por atividade econômica dos empregos

**Gráfico 35** – Modelo de previsão da geração de notas scais em função da quantidade de empregos

**Gráfico 36** – Divisão modal nos cenários tendenciais

**Gráfico 37** – Divisão modal nos cenários tendenciais

**Gráfico 38** – Divisão modal por categoria de viagens nos cenários tendenciais

**Gráfico 39** – Divisão modal por categoria de viagens nos cenários transformado

**Gráfico 40** – Tempo total perdido em viagens

**Gráfico 41** – Tempo médio de viagem

**Gráfico 42** – Tempo médio de viagem da categoria trabalho renda baixa

**Gráfico 43** – Tempo médio de viagem da categoria trabalho renda média

**Gráfico 44** – Tempo médio de viagem da categoria trabalho renda alta

**Gráfico 45** – Tempo médio de viagem da categoria educação

**Gráfico 46** – Tempo médio de viagem da categoria outros

**Gráfico 47** – Distância média da viagem

**Gráfico 48** – Distância média da viagem da categoria trabalho renda baixa

**Gráfico 49** – Distância média da viagem da categoria trabalho renda média

**Gráfico 50** – Distância média da viagem da categoria trabalho renda alta

**Gráfico 51** – Distância média da viagem da categoria educação

**Gráfico 52** – Distância média da viagem da categoria outros

**Gráfico 53** – Distância total percorrida

**Gráfico 54** – Acidentes com vítimas feridas – Cenários tendenciais e transformadores

**Gráfico 55** – Percentual dos acidentes de trânsito com vítimas feridas em função do modo de transportes - Cenários tendenciais

**Gráfico 56** – Percentual dos acidentes de trânsito com vítimas feridas em função do modo de transportes - Cenários transformadores

**Gráfico 57** – Acidentes com vítimas fatais – Cenários tendenciais e transformadores

**Gráfico 58** – Distribuição percentual das vítimas fatais em função do modo de transporte – 2016

**Gráfico 59** – Distribuição percentual das vítimas fatais em função do modo de transporte – 2040 – Cenário tendencial

**Gráfico 60** – Distribuição percentual das vítimas fatais em função do modo de transporte – 2040 – Cenário transformador

**Gráfico 61** – Acidentes com vítimas feridas por 1.000.000 de viagens – Cenários tendenciais e transformadores

- Gráfico 62** – Acidentes com vítimas fatais por 1000 viagens – Cenários tendenciais e transformadores
- Gráfico 63** – Vítimas fatais por 100 mil habitantes em Fortaleza
- Gráfico 64** – Vítimas fatais por 100 mil habitantes – Cenários tendenciais e transformadores
- Gráfico 65** – Emissão de CO considerando grama de poluente/ hora pico
- Gráfico 66** – Emissão de CO considerando grama de poluente por viagem/hora pico
- Gráfico 67** – Emissão de HC considerando grama de poluente/hora pico
- Gráfico 68** – Emissão de HC considerando grama de poluente por viagem/hora pico
- Gráfico 69** – Emissão de NOx considerando grama de poluente/hora pico
- Gráfico 70** – Emissão de NOx considerando grama de poluente por viagem/hora pico
- Gráfico 71** – Emissão de CO2 considerando grama de poluente/hora pico
- Gráfico 72** – Emissão de CO2 considerando grama de poluente por viagem/hora pico
- Gráfico 73** – Emissão de MP considerando grama de poluente/hora pico
- Gráfico 74** – Emissão de MP considerando grama de poluente por viagem/hora pico

## ABREVIATURAS DOS PLANOS

- AS** – Plano de Assistência Social
- AU** – Plano de Agricultura Urbana
- CA** – Plano da Criança e do Adolescente
- CC** – Plano de Construção Civil
- CF** – Plano de Confeccções
- CP** – Plano de Cultura e Patrimônio
- CT** – Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação
- EC** – Plano de Economia Criativa
- ED** – Plano da Educação Pública
- EL** – Plano de Esporte e Lazer
- EM** – Plano de Economia do Mar
- EN** – Plano de Energias Renováveis e Eficiência Energética
- GP** – Plano de Desenvolvimento da Governança, Participação e Controle Social
- GV** – Plano de Desenvolvimento da Gestão Pública
- HS** – Plano de Habitação de Interesse Social
- ID** – Plano da Pessoa Idosa
- IP** – Plano de Inserção Produtiva, Empreendedorismo, Emprego e Renda
- IR** – Plano da Igualdade Racial
- JV** – Plano da Juventude
- LG** – Plano LGBT
- MA** – Plano de Meio Ambiente e Saneamento Básico
- ML** – Plano da Mulher
- NI** – Plano da Nova Indústria e dos Serviços Avançados
- PD** – Plano da Pessoa com Deficiência
- PM** – Plano Mestre Urbanístico – Plano de Mobilidade e Acessibilidade Urbana
- RF** – Plano de Regularização Fundiária
- SA** – Plano de Saúde
- SC** – Plano de Cultura de Paz e Segurança Cidadã
- SH** – Plano de Segurança Hídrica
- SN** – Plano de Segurança Alimentar
- TI** – Plano de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)
- TR** – Plano de Turismo



# FORTALEZA2040

## SUMÁRIO

---

<b>15</b>	APRESENTAÇÃO
<b>21</b>	CAPÍTULO 1 – A EVOLUÇÃO DA MOBILIDADE EM FORTALEZA
<b>49</b>	CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DA MOBILIDADE ATUAL
<b>103</b>	CAPÍTULO 3 – MODELAGEM
<b>281</b>	CAPÍTULO 4 – PROPOSTAS
<b>325</b>	CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS
<b>327</b>	REFERÊNCIAS



# APRESENTAÇÃO

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Município de Fortaleza, capital do Estado do Ceará, se localiza na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF); ao todo, o Estado é dividido em sete mesorregiões, conforme pode ser observado na Figura 1.

A estimativa de população para o Estado do Ceará em 2014 é de 8.842.791 habitantes e de Fortaleza, 2.571.896 habitantes para 2014 segundo o IBGE; destaca-se que aproximadamente 42% se encontram na RMF e 29% na Capital. A Cidade de Fortaleza já se encontra fortemente conurbada com os Municípios de Caucaia, Maracanaú e Eusébio e de forma modesta com os Municípios de Itaitinga e Aquiraz, formando um aglomerado urbano que tem uma forte interação diária, principalmente com relação à economia e à mobilidade.

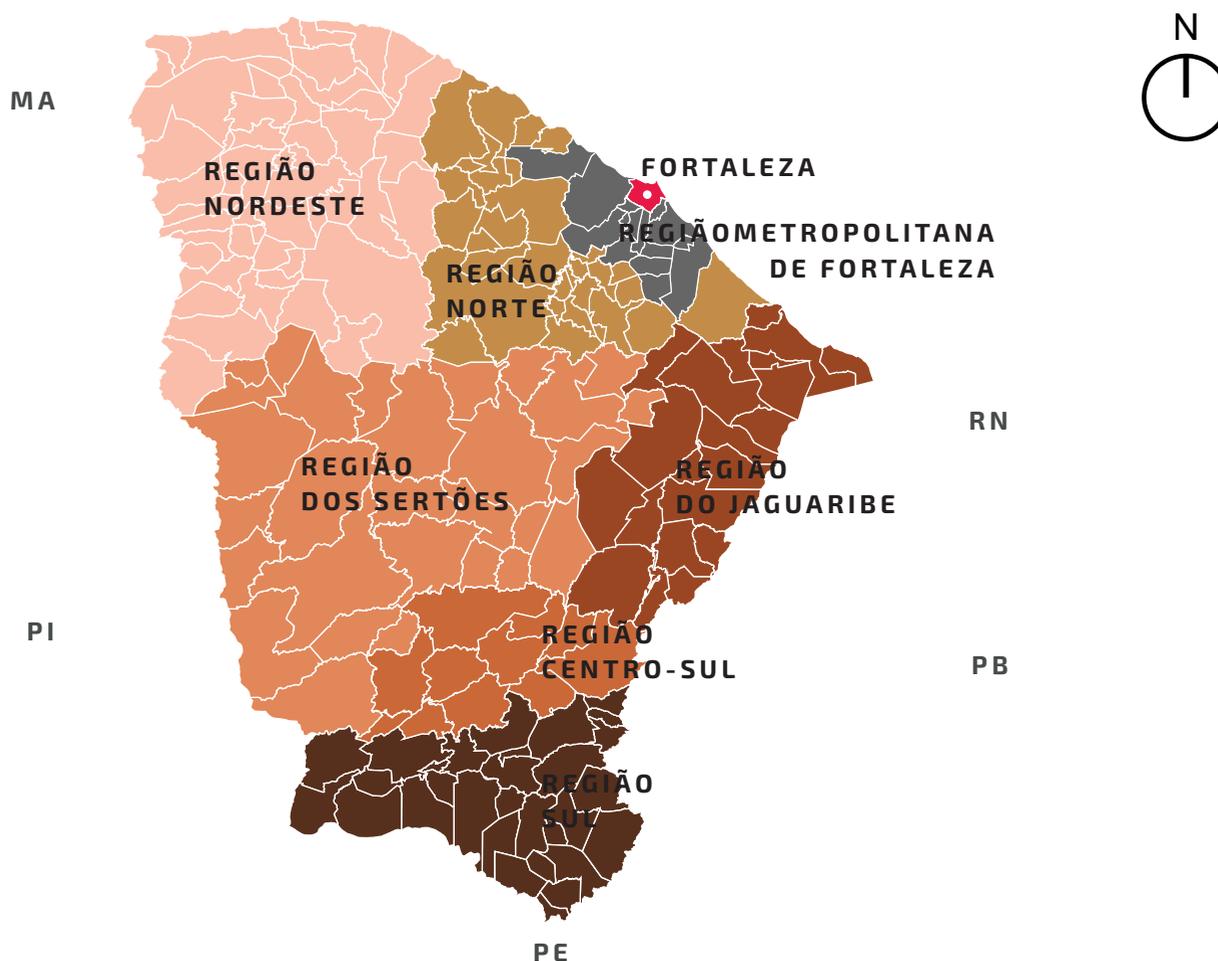
Em uma metrópole com mais de 2,5 milhões de habitantes inserida nesse contexto metropolitano, faz-se necessário que se tenha um planejamento da mobilidade de pessoas e de cargas, integrado ao planejamento urbano, visando reduzir os impactos sociais e ambientais causados diariamente pela necessidade humana de movimentar geograficamente, quer seja pelo motivo trabalho, educação, saúde, compras, lazer, dentre outros; o resultado dessa necessidade que se transforma em movimentos nas vias públicas toma proporções significativas em grandes aglomerados urbanos.

Para que esse planejamento seja realizado de

forma plena, entende-se que há necessidade de compreender o cenário existente em toda a área de influência do município, observando diversos aspectos que são determinantes para a geração das viagens que ocorrem diariamente, com destaque para aquelas que são concentradas nos horários de pico, pois essas viagens (motivo trabalho e educação) são as principais responsáveis pela sobrecarga do sistema viário e do sistema de transporte público de qualquer cidade, e que causam os maiores impactos.

Observou-se que, na maioria das vezes, o planejamento dos deslocamentos de pessoas e de cargas nas cidades vem sendo feito eminentemente sob a abordagem da engenharia de transportes, em que se procura identificar os padrões de deslocamento de pessoas e demais informações relacionadas ao sistema de transportes como um todo (pesquisas domiciliares e pesquisas complementares), e então são realizadas algumas projeções (populações, empregos, dentre outros) e, em seguida, são definidas as intervenções para cenários futuros com base nessas informações. Entende-se que essa metodologia tem limitações no que se refere a minimizar os impactos causados por esses deslocamentos diários, visto que ela se detém, de forma principal, nos efeitos e não nas causas desses deslocamentos diários. Um exemplo clássico disso é que há uma tendência a se projetar melhorias no sistema de transporte e no sistema viário para atender às linhas de desejo identificadas, enquanto entende-se que em uma abordagem integrada há necessidade de primeiro entender por que essas linhas de desejo

Figura 1 – Localização de Fortaleza em relação ao estado do Ceará e suas mesorregiões



se apresentam dessa forma; em seguida, identificar possíveis problemas e distorções nesse padrão de deslocamento, para finalmente adotar medidas que possam otimizar essas viagens de forma a reduzir os impactos e tornar a mobilidade sustentável.

Uma forma de exemplificar esse contexto seria considerar uma Cidade A que apresenta diariamente um padrão de deslocamento que sobrecarrega grande parte dos seus corredores viários e que impõe grandes distâncias e tempos de deslocamentos para as pessoas; significa que nessa cidade a maioria das pessoas mora

distante do trabalho e do seu local de estudo, daí a necessidade de percorrer grandes distâncias (viagens pelo motivo trabalho e estudo são concentradas nos horários de pico). Agora imaginemos outra cidade B, com uma mesma quantidade de habitantes e com um sistema viário equivalente, no qual a população tem de percorrer menores distâncias, principalmente com relação às viagens por motivo trabalho e educação, e por isso proporciona um padrão de deslocamento bem diferente, no qual muitas dessas viagens são realizadas por transporte público ou modos não motorizados,

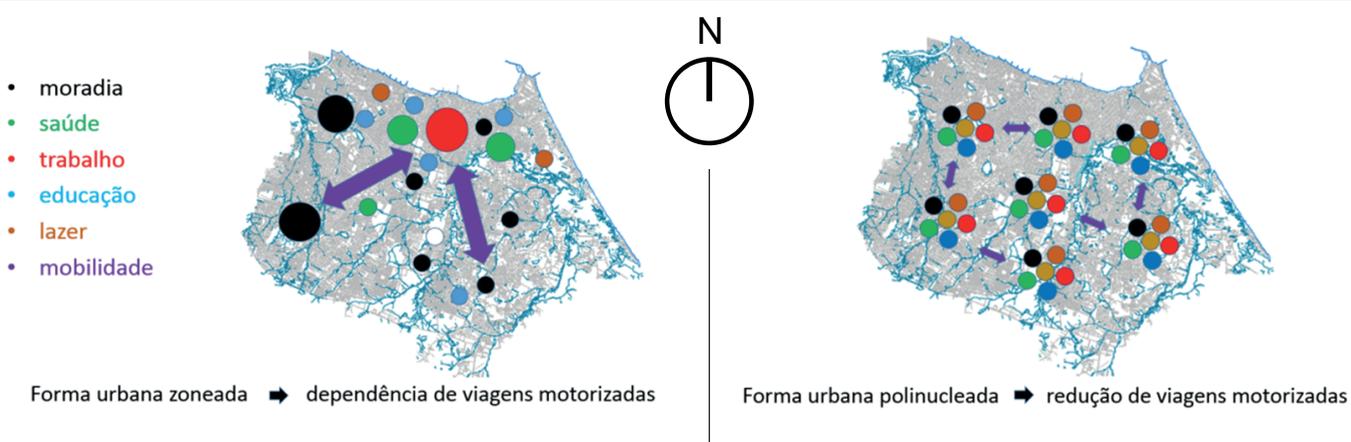
que não sobrecarregam tanto sistema viário, daí, tem-se como resultado maior acessibilidade, fortalecimento da vida em comunidade e menores impactos sociais e ambientais para a população dessa cidade. A Figura 2 exemplifica a espacialização das descrições das cidades A e B utilizando o mapa de Fortaleza.

Assim, entende-se que a forma urbana da cidade, que é composta com o traçado do sistema viário, com o desenho urbano e a espacialização dos diversos usos do solo e do sistema de atividades associados à economia local, é que determina os padrões de deslocamento de uma cidade; o sistema de transporte tem a função de atender à demanda por viagens, e por isso é um sistema que deve ser planejado de forma integrada ao planejamento urbano. A forma urbana proposta deve proporcionar um ambiente com menor dependência do transporte motorizado, principalmente do automóvel privado, menores distâncias entre os desejos de deslocamento mais intensos, prioridade de circulação do transporte público sobre os demais modos motorizados e prioridade dos modos não motorizados em relação a todos os outros modos. Por essas razões

compreende-se que mobilidade urbana é o conjunto de todos esses componentes: uso do solo, sistema viário, sistema de atividades e sistema de transportes e, conseqüentemente, um plano de mobilidade urbana deve abordar todos esses aspectos de forma integrada. Ressalta-se que em uma cidade deve-se preocupar, acima de tudo, em ofertar, com equidade, acessibilidade para toda área urbanizada, que por sua vez é obtida em uma combinação de vários fatores: espacialização do uso do solo de forma a atender às necessidades básicas da população (habitação, emprego, sistema de saúde, educação, lazer e cultura, principalmente) e da morfologia do sistema viário e da oferta de transportes. Numa cidade com grande acessibilidade, a mobilidade é sustentável e menos dependente do transporte motorizado.

Por fim, considera-se de fundamental importância entender como aconteceu a evolução urbana e da mobilidade do município desde o seu início, visando identificar desafios enfrentados e as decisões tomadas ao longo do tempo; somente dessa maneira pode-se interpretar de forma plena as condições atuais da mobilidade. Essa análise permite identificar

Figura 2 – Localização de Fortaleza em relação ao estado do Ceará e suas mesorregiões



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

os erros ocorridos, bem como as decisões corretas, e principalmente as questões que motivaram essas decisões. A sequência temporal dos acontecimentos da urbe, associada à evolução cultural e da economia da região, melhora significativamente as condições para melhor interpretação da cidade, e conseqüentemente das diretrizes que devem ser seguidas para que se obtenha um plano que possa ser exequível e que permita proporcionar reais melhorias para a mobilidade urbana.

Diante desse contexto, optou-se pela realização de um planejamento integrado da mobilidade urbana com o uso do solo, da economia, e com os aspectos sociais de Fortaleza, daí foi elaborado o Plano Mestre Urbanístico e Mobilidade de Fortaleza, que considerou todos esses aspectos citados, do qual o Plano de Mobilidade é parte integrante. Neste documento será apresentada uma consolidação dos assuntos de mobilidade contidos no Plano Mestre em um documento único, facilitando a sua consulta e compreensão; assim, à medida que for identificada a necessidade, este documento irá se referir a itens específicos do Plano Mestre visando ao aprofundamento das informações citadas. Dessa forma, pretende-se dividir este Plano de Mobilidade de Fortaleza em seis partes:

1. Apresentação;
2. Evolução da mobilidade em Fortaleza desde sua fundação até o cenário atual;
3. Caracterização da mobilidade atual;
4. Modelagem dos cenários atual e propostos;
5. Propostas e
6. Considerações finais.

## **OBJETIVOS, PRINCÍPIOS E DIRETRIZES**

São princípios do Plano de Mobilidade de Fortaleza:

- I. acessibilidade universal;
- II. desenvolvimento sustentável;
- III. equidade no acesso e no uso do espaço e do transporte público;
- IV. eficiência, eficácia e efetividade;
- V. gestão democrática e controle social;
- VI. integração entre planejamento e gestão;
- VII. justa distribuição dos benefícios e ônus dos serviços públicos;
- VIII. equidade na aplicação de metade da vida dos entediantes dos recursos públicos;
- IX. segurança nos deslocamentos;
- X. circulação prioritária de pedestres; e
- XI. preservação do meio ambiente.

São diretrizes do Plano de Mobilidade de Fortaleza:

- I. integração sistêmica da mobilidade e acessibilidade com a política de desenvolvimento urbano e respectivas políticas setoriais;
- II. promoção do acesso à cidade de maneira equitativa;
- III. gestão integrada da circulação de pessoas, de bens e serviços;
- IV. garantia do abastecimento e circulação de bens e serviços;
- V. preferência da circulação do transporte coletivo sobre o transporte individual;
- VI. preferência da circulação de pessoas e de veículos não motorizados em relação aos demais modos de transporte;
- VII. integração plena entre todos os modos de transporte;
- VIII. mitigação dos custos ambientais, sociais e econômicos na circulação de pessoas e

- bens na cidade;
- IX. incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico e ao uso de energias renováveis e menos poluentes;
  - X. prioridade de investimentos em projetos de transporte público coletivo;
  - XI. prioridade de investimentos em projetos que induzam o desenvolvimento urbano integrado;
  - XII. integração da circulação de pessoas e de bens com as cidades vizinhas e circundantes;
  - XIII. garantia de segurança na circulação de pessoas e bens;
  - XIV. estímulo à estruturação de estacionamentos de forma integrada ao transporte público;
  - XV. avaliação continuada do desempenho da mobilidade urbana e da segurança viária;
  - XVI. adoção de medidas para a mitigação de acidentes e mortalidade no trânsito;
  - XVII. adoção de políticas públicas de educação para a paz e segurança no trânsito.
  - XVIII. adoção de políticas de estímulo às parcerias com entidades privadas para a efetividade da mobilidade e acessibilidade.

São objetivos do Plano de Mobilidade de Fortaleza:

- I. promover mobilidade e acessibilidade de maneira segura por meio da gestão democrática;
- II. promover a competitividade urbana e o desenvolvimento sustentável;
- III. otimizar o deslocamento de pessoas e a logística das cargas;
- IV. promover a universalidade do acesso aos serviços públicos e aos espaços e equipamentos urbanos;
- V. reduzir as desigualdades e promover a inclusão social e econômica;
- VI. proporcionar ambiente adequado e seguro aos

deslocamentos urbanos;

- VII. reduzir as emissões atmosféricas produzidas pelo sistema de mobilidade urbana;
- VIII. aprimorar a gestão pública e democrática de mobilidade e acessibilidade.

## INDICADORES E METAS

Para a avaliação das análises realizadas neste plano de mobilidade foram definidos indicadores de ordem geral que pudessem representar da forma mais completa possível os objetivos do plano e a percepção do usuário do sistema. Apresenta-se a seguir, na Tabela 1, esses indicadores principais e as suas respectivas metas a ser atingidas.

**Tabela 1 – Indicadores e metas**

INDICADOR	META
Acidentes com mortos	-100%
Acidentes com feridos	-90%
Emissões veiculares	-30%
Viagens no modo transporte público	30%
Viagens no modo bicicleta	50%
Viagens no modo moto	-50%
Viagens no modo automóvel	-30%
Tempo de viagem média	-20%
Congestionamento	-15%

Fonte: Plano Fortaleza 2040.



# A EVOLUÇÃO DA MOBILIDADE EM FORTALEZA

## 1.1 SÉCULOS XVII A XIX

Um povoado que viria a ser Fortaleza se desenvolveu no entorno da foz do Riacho Pajeú a partir de 1654, quando Portugal expulsou, de forma definitiva, os holandeses do Ceará e retomou a colonização da Capitania do Siará Grande. A economia de Fortaleza era insignificante e destacava-se no Sertão a produção do charque (carne seca e salgada ao sol), que fez de Aracati o mais significativo povoado até a primeira metade do século XIX, visto que se localizava na foz do rio Jaguaribe, e também por causa do sal na região era abundante, e a localização geográfica era favorável aos destinos do charque: Pernambuco, Bahia e Rio de Janeiro, seguindo boa parte para a África e a Europa. Essa base econômica estruturou vários outros povoados cearenses do sertão como Icó e Quixeramobim, bem como Sobral, Camocim, Granja, Acaraú, que se localizavam nas proximidades do rio Acaraú. Cabe destacar que os portos de Aracati e Camocim faziam escoar toda a produção cearense; a área portuária de Fortaleza tinha pouca expressão nessa época.

No litoral, Fortaleza ainda era uma localidade sem grandes destaques, tanto que a vila de Aquiraz, localizada a 25 quilômetros de Fortaleza, chegou a ser efetivada como vila em 27 de junho de 1713 e foi primeira capital, na qual foi instalado um pelourinho que garantiu na época a hegemonia de fazendeiros das imediações. Somente no dia 13 de abril de 1726 Fortaleza foi elevada à categoria de vila e tornou-se a capital, mas ainda sem expressão econômica. No ano de 1759 os povoados da Paupina, Arronches e Soure tornaram-se vilas, que atualmente são os bairros de Parangaba e Messejana, e a cidade de Caucaia, respectivamente; interligando essas vilas existiam veredas que mais tarde se tornariam estradas e se consolidariam como grandes eixos radiais de Fortaleza.

No início do século XIX foi elaborada a primeira planta do porto e vila de Fortaleza no ano de 1813, por Silva Paulet (ver Figura 3), com uma descrição gráfica da cidade entre o atual Pirambu e a Ponta do Mucuripe,

com identificação dos riachos Jacarecanga, Pajeú e Maceió, na qual pode ser identificada uma consolidada ocupação de edificações do lado oeste do riacho Pajeú, e modestas ocupações a leste. Outra planta foi elaborada em 1817.

Pode-se observar já uma indicação de vias formando um xadrez, que veio a se consolidar nos anos seguintes, e também devido ao Plano de Expansão da Cidade de Fortaleza realizado por Adolfo Herbster em 1863 (ver Figura 4), que viria a se consolidar e se tornar o único plano urbano efetivamente implantado em sua plenitude. Nesse plano foram previstas as grandes avenidas do entorno do Centro – avenida Tristão Gonçalves, avenida do Imperador, avenida Duque de Caxias e

avenida Dom Manoel – e a quadra clássica de 100 metros de lado que foram implantadas nos anos seguintes e que podem ser observadas ainda hoje. Cabe ressaltar que essas vias foram projetadas em uma época em que não existiam automóveis, cuja função era eminentemente urbanística.

Esse traçado urbano, clássico para a época, proporciona conforto, segurança pública e grande acessibilidade, vista a possibilidade de mudança de direção em pequenas distâncias, principalmente considerando que a maioria absoluta dos deslocamentos nessa época era realizada a pé.

Na segunda metade do século XVIII a economia do charque no sertão foi comprometida devido às oscilações climáticas da região. Ocorreram as

Figura 3 – Planta do Porto e Vila de Fortaleza em 1813 de Silva Paulet



Figura 4 – Plano de Expansão de Fortaleza de 1863 de Adolfo Herbster



grandes estiagens: a denominada Seca dos Três Setes (de 1777 e 1778), a Seca Grande (de 1790 a 1794) e a enchente de 1789 em Aracati, que tomou as ruas principais, destruindo os galpões de produção do charque. Essas condições foram fatores de desarticulação da economia das carnes secas do Ceará a partir do final do século XVIII que dizimaram o gado, impedindo a reorganização das oficinas, e também pela concorrência, a partir daí, com o charque no Rio Grande do Sul. Além disso, a produção e a comercialização do algodão cearense começaram a ganhar impulso. No entanto, favorecidas pela localização, as cidades de Sobral e Acaraú passaram a ser uma das rotas principais para o escoamento do chamado “ouro branco”, que era

despachado principalmente pelo Porto de Camocim. O auge da produção e do comércio do algodão cearense foi entre os anos de 1861 e 1865, durante a Guerra de Secessão, quando a cotonicultura nos Estados Unidos foi praticamente abandonada.

Nesse período, Fortaleza ainda não participava ativamente dessa economia, por isso, era uma localidade pequena com população de somente 19.264 pessoas em 1865 que contava com pouca infraestrutura; nessa época todos os deslocamentos eram feitos a pé ou com a utilização de animais de montaria, e havia poucas charretes, que eram utilizadas pelas famílias abastadas; um cenário que seria bem diferente nas décadas seguintes.

## 1.2 FINAL DO SÉCULO XIX AOS DIAS ATUAIS

A partir do fim do século XIX, Fortaleza, que já tinha sido elevada à categoria de cidade desde 1823, consolida-se como centro político e social do Estado, e por isso se beneficia do recebimento de recursos do Império para investimentos em infraestrutura. Na década de 1870, surge o primeiro grande marco da mobilidade no Ceará e em Fortaleza, que consolida Fortaleza como centro econômico: nasce a Companhia Cearense da Via Férrea de Baturité, ou simplesmente da Estrada de Ferro de Baturité (EFB), que foi uma nova oferta de transporte para o escoamento da produção do interior do Estado. Ainda em 1870, foram planejadas melhorias no Porto de Fortaleza; essas melhorias impulsionadas pela EFB podem ser observadas na Figura 5.

Em setembro de 1873 foi inaugurado o trecho até a estação de Parangaba e, logo em seguida, a ferrovia foi estendida até o Poço da Draga, interligando-se com o Porto de Fortaleza, localizado na atual Ponte Metálica. Em 1882 a EFB chega a Baturité e segue em expansão; em 1909 surge a Rede de Viação Cearense (RVC), que foi a empresa ferroviária que fundiu a Estrada de Ferro de Baturité e a Estrada de Ferro de Sobral em 1909 e permaneceu arrendada à South American Railway até 1915, quando passou para a administração federal. O planejamento era expandir a rede ferroviária por todo o Estado do Ceará; o ramal sul da RVC chega ao seu ponto máximo em 1926, atingindo a cidade do Crato; já o ramal norte atinge o ápice em Oiticica, na divisa com o Piauí, em 1932. Na Figura 6 pode-se observar a malha ferroviária da RVC em 1924.

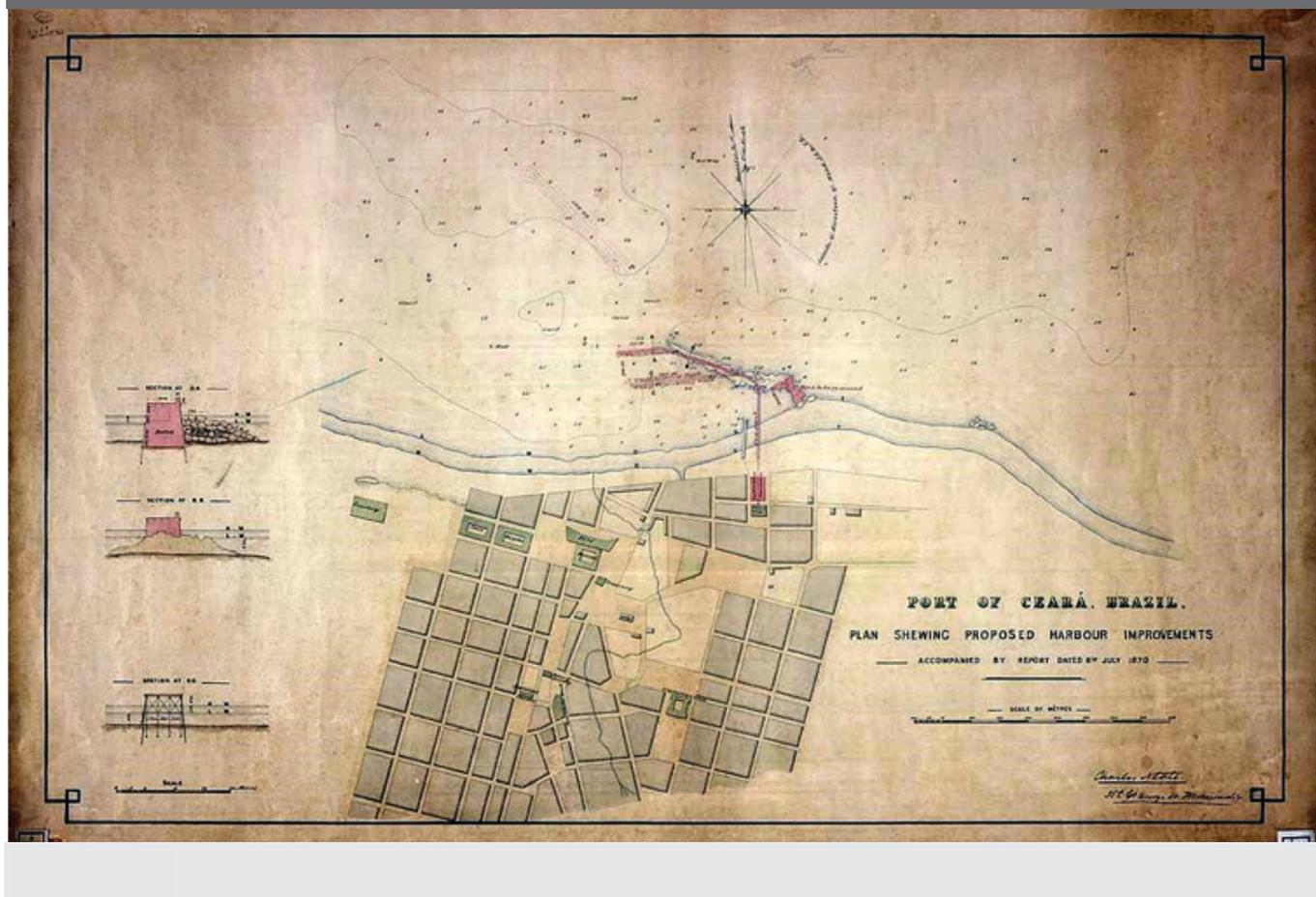
Em 1957 a RVC passou a ser uma das subsidiárias da Rede Ferroviária Federal (RFFSA), que em 1975 começou a operar todo o sistema. Esse sistema foi utilizado, além da finalidade de transporte

de mercadorias, para o transporte de pessoas, permanecendo os trens de passageiros até a década de 1980; a partir dessa época passaram a circular somente trens para o transporte de mercadorias. Em 1996, foi arrendada juntamente com a malha ferroviária do Nordeste a Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN), denominada atualmente de Transnordestina Logística.

Essas melhorias na infraestrutura, associadas à economia do algodão e às estiagens severas no sertão, proporcionaram à capital ser um local de oportunidades, daí a intensificação do êxodo rural; essa população vinda do interior começaria a se estabelecer nas periferias de Fortaleza em locais com pouca infraestrutura. Esse quadro proporcionou um considerável aumento da população de Fortaleza, que passou de 16 mil habitantes em 1859 para 40 mil habitantes em 1890, criando uma expansão da área urbana e conseqüentemente necessidade de deslocamentos a maiores distâncias.

Nesse contexto foi implantado o primeiro sistema de transporte público urbano de Fortaleza: os bondes de tração animal, que aparecem na planta de Fortaleza elaborada por Adolfo Herbster em 1888, conforme podem ser observados na Figura 7 (destaque em vermelho para o traçado dos bondes, e em preto a EFB e a sua conexão com o porto). Esse sistema foi inaugurado no dia 24 de abril de 1880 pela Companhia Ferro-Carril do Ceará, com 4.210 metros de trilhos para a circulação dos bondes de tração animal; na Praça do Ferreira se encontrava a estação central dos Bondes – de lá os trilhos permitiam a ligação do Centro com a Alfândega (linha da praia), com o Cemitério São João Batista, com o Matadouro Público localizado no início da estrada do Soure, com o Benfica, e com a avenida Visconde do Rio Branco; pela EFB eram transportadas as cargas e as pessoas do interior até o Centro de Fortaleza.

Figura 5 – Projeto de melhorias para Porto de Fortaleza em 1870

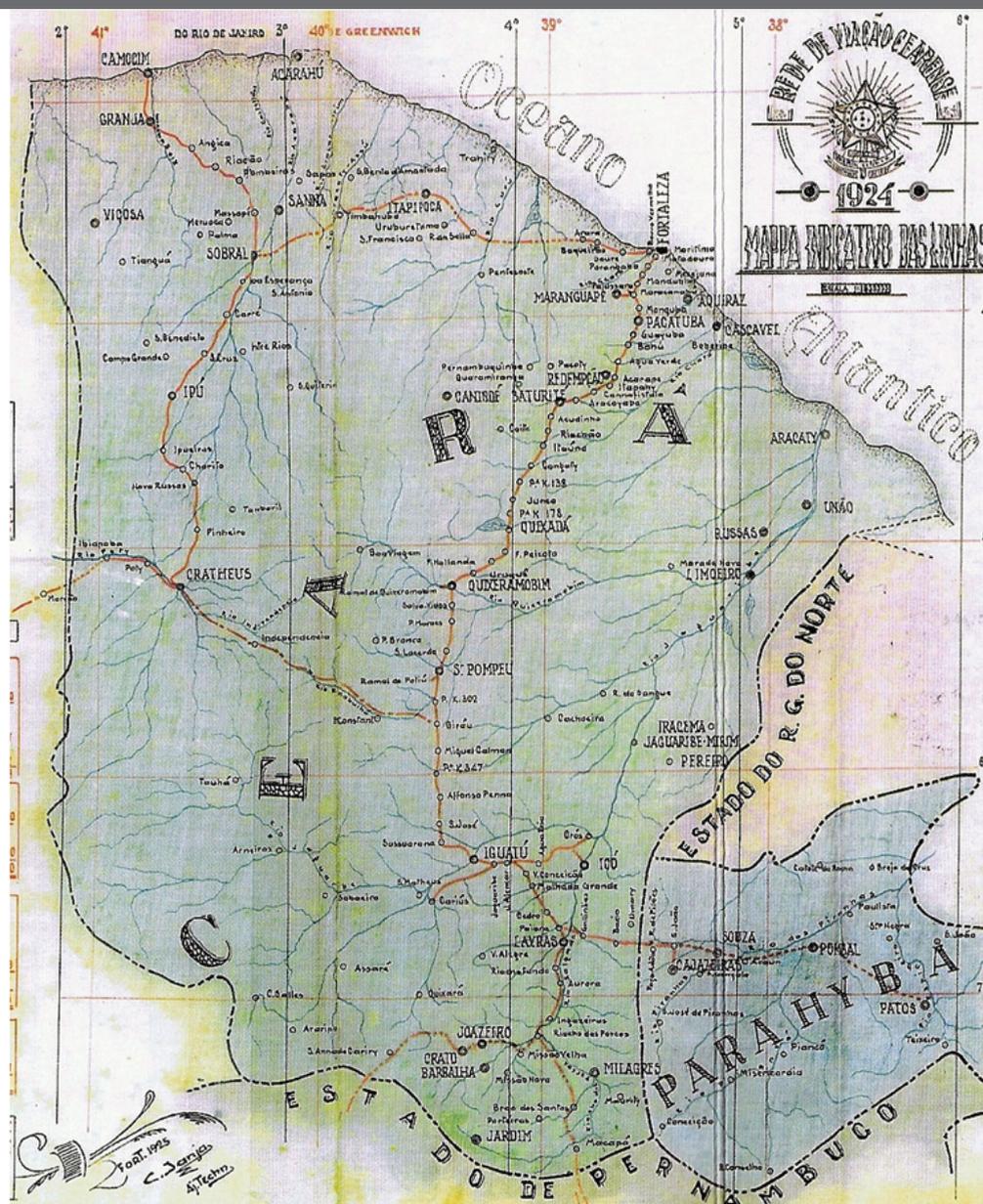


Na década seguinte, em novembro de 1891, o primeiro carro motorizado chegou ao Brasil vindo de Portugal, desembarcando no Porto de Santos, era um Peugeot, comprado por Alberto Santos Dumont. Em março de 1909 chegou a Fortaleza o primeiro automóvel, um Rambler, vindo dos Estados Unidos, de Propriedade de Meton de Alencar e Júlio Pinto. Em 1919 e 1925 a Ford e a GM se instalaram em São Paulo, respectivamente. Contudo, ainda demorariam mais três ou quatro décadas para o automóvel ter preços acessíveis para grande parte da população, sendo a sua representatividade como meio de transporte ainda muito pequena, predominando os modos públicos.

Em 1912 são transferidos os direitos da Companhia Ferro-Carril do Ceará para a The Ceará Tramway Light & Co., que em 1913 inaugurou a primeira linha de bonde elétrico, sendo a primeira linha do Joaquim Távora, que saía da Praça do Ferreira pela rua Major Facundo, dobrava à esquerda na rua Pedro I e ia até o Parque da Liberdade, dobrando à direita na avenida Visconde do Rio Branco e voltando pela mesma avenida, rua Pedro I, dobrando à esquerda na rua Floriano Peixoto e chegando à Praça do Ferreira. Em 1914 foi inaugurada a linha de bonde do Outeiro (Aldeota), saindo da Praça do Ferreira e indo até o Colégio Militar na avenida Santos Dumont.

O bonde era o único transporte público disponível

Figura 6 – Rede viária cearense em 1924



para a população nessa época, contudo, em agosto de 1926, chegaram os primeiros ônibus para transporte público; em experiência, um auto-ônibus fez a linha da Praça do Ferreira ao Matadouro Modelo, que foi a primeira linha de ônibus de Fortaleza.

O início da operação dos ônibus na década de 1920 foi mal recebido pela Tramway, que operava os bondes, pois estes circulavam nas mesmas vias, visto que já existia infraestrutura que suportasse o tráfego desses novos veículos, e, assim, faziam

concorrência direta, retirando demanda e, conseqüentemente, arrecadação do sistema de bondes. A partir dessa época, novas linhas de ônibus foram surgindo em Fortaleza e também com destino a municípios do interior, inclusive algumas operadas pela empresa responsável pela circulação

do bonde, pois esse modal surgiu com maior flexibilidade de rotas e menor custo de operação que o sistema de bondes, que seguiriam no cenário de Fortaleza até o fim da década de 1940; contudo, operando de forma muito precária: grandes atrasos e com baixa velocidade operacional.

Figura 7 – Planta de Fortaleza e os bondes de tração animal em 1888



A partir da década de 1930, começaram a ser formadas as primeiras favelas. Dentre as principais podem-se citar Moura Brasil, Pirambu, Morro do Ouro e Castelo Encantado nas proximidades da Orla, além de outras mais afastadas, como Lagamar, São João do Tauape, Alto da Balança, entre outras, revelando que o êxodo rural continuava intenso e que a cidade não tinha condições para acomodar todas essas pessoas de forma adequada, nem ofertar infraestrutura para todas as regiões urbanizadas.

Já na década de 1940, destaca-se o início das operações do Porto do Mucuripe em substituição ao velho porto (Ponte Metálica). O novo porto trará para o meio técnico brasileiro uma notável polêmica no âmbito da engenharia hídrica, visto que a sua localização e a sua implantação também destruíram grande parte da paisagem de um dos trechos mais sensíveis da orla. Toda a região do entorno do Porto viria a ser ocupada por áreas de armazenamento de contêineres, combustíveis e grãos, além de empresas de processamento químico, deprimindo bastante o contexto urbano da região. Outro ponto que cabe ressaltar é que a localização do novo Porto na Ponta do Mucuripe iria gerar nas décadas seguintes um forte tráfego de veículos pesados, criando fortes impactos na área urbana de Fortaleza. A Figura 8 apresenta uma vista aérea da região do Porto no final da década de 1940; as operações do Porto do Mucuripe iniciaram-se em dezembro de 1947. Visando ofertar mais infraestrutura de transporte para movimentação das cargas desse porto, foi inaugurado em janeiro de 1941 o ramal ferroviário Mucuripe-Parangaba, interligando as ferrovias existentes ao novo porto de Fortaleza.

Em relação aos marcos legais, segundo informações da atual Companhia Docas do Ceará, destaca-se a concessão ao Governo do Estado do Ceará para construção, aparelhamento e exploração

do Porto de Fortaleza pelo prazo de 60 anos, no dia 20 de dezembro de 1933, por meio do Decreto nº 23.606. Por meio da Resolução nº 182.1, de 25 de março de 1965, o Conselho Nacional de Portos e Vias Navegáveis (CNPVN) resolve constituir, nos termos da Lei nº 4.213, de 14 de fevereiro de 1963, a Companhia Docas do Ceará, sociedade de economia mista, com a finalidade de explorar comercialmente os portos do Estado do Ceará, que foi homologada em 30 de março de 1965, por meio da portaria nº 178 do Ministério da Viação e Obras Públicas. A participação do Governo do Estado na Companhia Docas do Ceará foi autorizada pela Lei Estadual nº 7.944, de 29 de março de 1965, e em 9 de abril desse mesmo ano foi assinada a escritura pública de constituição da sociedade de economia mista Companhia Docas do Ceará, nos termos da Lei nº 4.213, de 14 de fevereiro de 1963, combinada com o Decreto nº 54.046, de 23 de julho de 1964, com a finalidade de explorar, industrial e comercialmente, os portos do Estado do Ceará. Em consequência, a concessão do Porto de Fortaleza é transferida do Governo do Estado para a Companhia Docas do Ceará em 19 de outubro de 1965, por meio do Decreto Federal nº 57.103.

A Lei nº 6.222, de 10 de julho de 1975, de criação da Empresa de Portos do Brasil S/A (Portobras), empresa pública que tinha por atribuição coordenar todo o sistema portuário brasileiro, transforma a Companhia Docas do Ceará em subsidiária da Portobras, passando a ser regida pela Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976. Com a extinção da Portobras, em 1990, a Companhia Docas do Ceará passa a ter vínculo direto com o Ministério da Infraestrutura, pasta criada para englobar os Ministérios dos Transportes e Comunicação que, em 1995, voltaram à situação anterior, retornando à área de transportes para a esfera de competência do

Figura 8 – Porto do Mucuripe no final da década de 1940



Ministério dos Transportes, e a Companhia Docas do Ceará vinculada ao Ministério dos Transportes.

Com a aprovação da Lei nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993, que dispõe sobre o regime jurídico da exploração dos portos organizados e das instalações portuárias, o ambiente institucional portuário foi inteiramente alterado, em especial para as empresas Docas, e entre elas, a Companhia Docas do Ceará, instadas a adequar-se ao processo de desestatização em curso determinado pelo Governo Federal, o que motivou, para essas empresas, modificações em suas estruturas organizacionais. Em 2007, por meio da Medida Provisória nº 369 (convertida na Lei nº 11.518), foi criada a Secretaria Especial de Portos (SEP) da Presidência da República, que tem a missão de assessorar direta e imediatamente o presidente da

República na formulação de políticas e diretrizes para o desenvolvimento e o fomento do setor de portos marítimos e, especialmente, promover a execução e a avaliação de medidas, programas e projetos de apoio ao desenvolvimento da infraestrutura portuária marítima. A Companhia Docas do Ceará passa a ser vinculada à SEP. Em dezembro do mesmo ano, a SEP cria o Programa Nacional de Dragagem Portuária e Hidroviária, por meio da lei nº 11.610, que visa a investir mais de 1 bilhão de reais em obras de dragagem dos principais portos brasileiros. Em março de 2008, por meio do decreto nº 6413, o Governo Federal excluiu oito companhias docas, entre elas, a do Ceará, do Programa Nacional de Desestatização (PND), pondo fim a especulações sobre a privatização do Porto do Mucuripe.

Voltando ao ano de 1942, destaca-se o início da construção de uma pista com cerca de 2.100 metros, denominada de Base do Cocorote, para dar apoio às bases aliadas durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), sendo finalizada a sua construção em novembro de 1943. Em 1952 o local passou à denominação de Aeroporto Pinto Martins, em homenagem ao piloto cearense Euclides Pinto Martins (1892-1924), natural do município de Camocim, que realizou o primeiro voo entre Nova Iorque e Rio de Janeiro a bordo de um hidroavião, entre setembro de 1922 e fevereiro de 1923. A Figura 9 apresenta o plano de extensão e remodelação da

cidade de Fortaleza elaborado por Saboya Ribeiro em 1947, no qual pode ser observada a localização dos Campos de Aviação ao sul, já localizados nas proximidades das áreas urbanizadas – Damas, Bela Vista e Alto da Balança –, sinalizando os futuros impactos que viriam a ser observados com a sua consolidação e com o aumento da frequência de pousos e decolagens.

Em 1941 chegaram a Fortaleza os primeiros ônibus de grande porte, com capacidade de até 40 passageiros, cuja frota se expandiu bastante nessa época, mas também começaram a se agravar os problemas com a operação, principalmente com

Figura 9 – Planta de Fortaleza de 1947 e os Campos de Aviação ao sul



relação à regulamentação dos serviços ofertados e acessibilidade ao sistema. Os trajetos mais rentáveis e a maioria das linhas de ônibus se concentravam no Centro e em bairros próximos, enquanto a periferia não era bem servida de opções de linhas, demonstrando a falta de controle do poder público. Havia também a diferença de tarifas por seções, que iam encarecendo à medida das distâncias percorridas. Não havia legislações que definissem a padronização dos veículos que realizariam os trajetos das linhas, bem como em relação a normas básicas de segurança e a responsabilidade das instituições para regular, controlar e fiscalizar o transporte público.

Em 1947 os bondes elétricos seriam definitivamente desativados devido a problemas operacionais por falta de manutenção, mas a causa principal foi a priorização do fornecimento da energia elétrica para a cidade, circulando o último bonde de Fortaleza no dia 19 de maio desse ano; a partir desse período o transporte público passou a ser exclusivamente feito por ônibus. Esse fato ocorreu praticamente em todo o país, e as principais cidades brasileiras que tinham esses sistemas migraram para o transporte rodoviário; surgia um novo modo de transporte de menor custo, menor manutenção e com possibilidade de alteração de itinerário de forma simples. Contudo, essa decisão causaria

diversos impactos nas cidades, que começariam, a partir do início do século XIX, a ser adaptadas para o transporte motorizado.

O estado da arte do planejamento urbano dessa época, o urbanismo modernista, determinava que as cidades deveriam sofrer essas adaptações em função da chegada do automóvel e seus afins. O zoneamento das cidades por usos induzia o espalhamento das cidades (menor densidade), visto que as maiores distâncias decorrentes desse modelo poderiam ser supridas pelo novo ator das cidades: o automóvel. Mais tarde, os problemas de mobilidade que surgiram foram determinantes para o desenvolvimento do urbanismo contemporâneo, que tem como base a mistura de usos em regiões com alta densidade urbana interligadas por corredores de mobilidade (setor de atividades linear orientado pelo transporte público), criando um ambiente urbano com menor dependência do transporte motorizado.

Para o caso de Fortaleza na década de 1940, o abandono do bonde e a adoção do transporte com pneus para o deslocamento das pessoas representou um impacto imediato na cidade: o aumento da frota de veículos, como pode ser observado na Tabela 2, que apresenta a evolução da frota de veículos na capital entre 1946 e 1949.

Esse cenário foi agravado com o início da indústria automobilística nacional, em 1952, com

**Tabela 2 – Evolução da frota de veículos em Fortaleza no fim da década de 1940**

ANOS	AUTOMÓVEIS	AUTO-ÔNIBUS	CAMIONETAS	OUTROS	TOTAL
1946	852	50	94	1224	2240
1947	731	37	93	627	1488
1948	1349	205	72	1232	2858
1949	1737	228	50	1833	3848

Fonte: Fortaleza, O Povo, 11 jun. 1951, p. 3.

a Willys, seguida da Volkswagen em 1953. O país caminhava para a motorização de suas cidades, ainda sem saber os problemas que o uso excessivo do automóvel iria causar no meio urbano nas décadas seguintes. Associado a esse contexto, observou-se que entre 1950 e 1960 a maior taxa de crescimento populacional praticamente dobrou, passando de 270 mil pessoas para 510 mil pessoas, respectivamente. Isso fez acentuar de forma significativa os problemas urbanos, principalmente com relação à infraestrutura básica de água, esgoto, coleta de lixo, acessibilidade aos bairros da cidade e conseqüentemente da mobilidade urbana. As melhores condições eram encontradas nos bairros Centro e Aldeota (antigo Outeiro), que passaram a ser os bairros preferidos da elite de Fortaleza.

Em 1951 observaram-se os primeiros problemas de mobilidade relacionados ao uso do automóvel, visto que a frota crescia significativamente. Nesse mesmo ano, existiam 22 empresas operando o sistema de transporte coletivo com uma frota de 216 veículos, que era insuficiente para o desejo da população que não tinha recursos para adquirir um automóvel privado. Um pouco antes, foi instituída a meia passagem para estudantes, por meio da Lei Municipal nº 184, de 13 de maio de 1950, que também garantia a gratuidade dos guardas municipais e dos funcionários dos correios em serviço. Em 1959 a frota de ônibus que operava o serviço de transporte público era de 403 veículos, dividida em 45 empresas e 85 linhas que continuavam a operar precariamente, e também por causa do grande aumento da população.

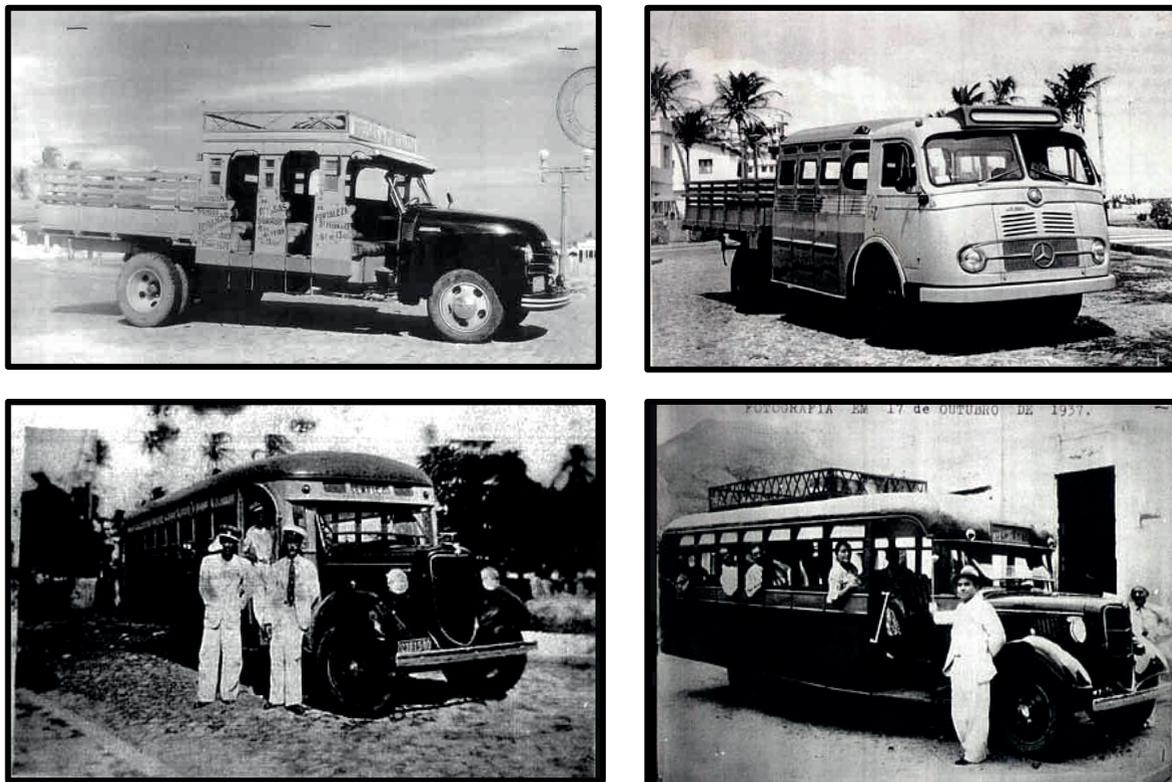
Faltava regulamentação do transporte de passageiros, fato que dificultava a exigência de melhores serviços por parte do poder público, até que em 1954 foi aprovado o primeiro Regulamento Municipal do Transporte pela Câmara

dos Vereadores. Até esse momento, havia dúvida de quem administraria o transporte na capital: a Inspetoria Estadual de Trânsito (atual Departamento Estadual de Trânsito – Detran) ou o Departamento de Transportes Coletivos da Secretaria de Serviços Urbanos, órgão criado em 1948. Além do mais, havia os ônibus com carrocerias de madeira, construídas artesanalmente, colocadas sobre chassis de caminhões; o resultado dessas adaptações originou problemas operacionais que causaram inúmeros acidentes, como atropelamentos, incêndios e colisões com automóveis e bondes, todos registrados pela imprensa local. Além disso, existiam os ônibus de transporte misto (pessoas e cargas) que operavam entre Fortaleza e o interior do Estado; exemplos desses veículos de transporte misto e dos veículos com carroceria artesanal podem ser observados na Figura 10.

O quadro da operação/regulação dos transportes em Fortaleza teve outro marco com a criação da Companhia de Transporte Coletivo (CTC), uma empresa de economia mista, por meio da Lei Municipal nº 2729, de 30/9/1964, publicada no Diário Oficial do Município no dia 6 de outubro de 1964, vindo a iniciar suas atividades somente em 25/2/1967, com a finalidade de operacionalizar um sistema de ônibus elétricos e a regulamentação de todo o serviço de transportes coletivos do Município. Esses trólebus operaram apenas entre o Centro e a Parangaba por três anos até 1969, quando os ônibus foram vendidos à Prefeitura de São Paulo por causa de problemas operacionais e de manutenção, não voltando mais a operar em Fortaleza.

No fim de 1970 a frota de veículos em Fortaleza já era de 22.370 veículos, sendo 12.267 automóveis, 5.705 camionetas, 645 ônibus, 3.122 utilitários, 389 motonetas e 242 motocicletas, segundo dados do IBGE. Observou-se um aumento de 800% do

Figura 10 – Veículos de transporte de pessoas e cargas



Veículos de transporte misto (pessoas e cargas) nas duas fotos superiores e caminhões adaptados para transporte de passageiros nas duas fotos inferiores. Na foto inferior à esquerda um observa-se um dos primeiros ônibus com carroceria de madeira feita no Ceará, provavelmente da década de 30 ou 40, e na foto inferior à direita, uma fotografia datada de 17/10/1957, observa-se um Ford V8, ano 1936, também com carroceria de madeira fabricada em Fortaleza.

número de automóveis enquanto a frota de ônibus aumentou 382%; esses números indicavam que Fortaleza seguia no caminho de priorizar o transporte individual em detrimento do coletivo, fato que ocorreu na maioria absoluta das cidades brasileiras. Nessa época, praticamente todas as prioridades com investimentos para mobilidade eram direcionadas à oferta de infraestrutura para os automóveis circularem, como alargamentos viários, novas vias e viadutos, principalmente na primeira metade da

década de 1970: em 1972 foram construídas as vias Borges de Melo e Aguanambi; em 1973, a avenida Presidente Castelo Branco; e em 1975, o quarto Anel Viário, a Zezé Diogo e a José Bastos. As Figuras 11 e 12 apresentam as imagens das recém-inauguradas Aguanambi e Leste-Oeste, respectivamente. Cabe ressaltar também a construção da Rodoviária de Fortaleza, o Terminal Rodoviário Engenheiro João Thomé, em 23 de março de 1973, que concentrou grande parte das linhas que vinham do interior

do Ceará e de outros estados; contudo, algumas linhas continuaram a se concentrar em locais nas proximidades do Centro da cidade, principalmente as que se originavam em municípios próximos. A Figura 13 contém imagens da época da inauguração da Rodoviária.

Não existia planejamento para prioridade de circulação do transporte público nessas novas ofertas viárias, que foram implantadas para atender à demanda de veículos: readaptação das cidades para a presença do automóvel, conforme previa o urbanismo modernista, embora conceitos contemporâneos já fossem aplicados a algumas cidades, como Curitiba, por exemplo. Também nessa

mesma linha de planejamento modernista surgiram nessa década os grandes conjuntos habitacionais, visando reduzir o déficit do setor: os conjuntos José Walter e Cidade 2000 por volta de 1970 e o Conjunto Ceará já em 1978. Esses conjuntos foram instalados em locais bem afastados da região mais adensada da cidade, de forma não contígua ao tecido urbano existente, alguns limítrofes aos limites municipais, tornando-se fortes dispersores urbanos, criando a necessidade de oferta de grande montante de infraestrutura, inclusive a oferta de transporte público, que já era um sistema deficiente. Ao longo dos anos seguintes, a cidade foi preenchendo os grandes vazios urbanos, mas com baixa densidade

Figura 11 – Imagem da época da inauguração da Av. Aguanambi



Figura 12 – Imagem da época da inauguração da Leste-Oeste



populacional e sem uma estrutura econômica que ofertasse emprego suficiente e de forma adequada para a classe trabalhadora desses locais, havendo necessidade de longos deslocamentos diários para as regiões de grande oferta de emprego, que na época era, eminentemente, o Centro.

Nessa época o sistema de transporte público era radial concêntrico, tal qual o sistema viário da cidade foi evoluindo a partir das suas estradas históricas: Francisco Sá, Bezerra de Menezes, João Pessoa e BR-116/Visconde do Rio Branco. A maioria das linhas tinha origens nos bairros de periferia e terminava

Figura 13 – Imagens da época da inauguração da rodoviária de Fortaleza



na Praça José de Alencar, no Centro, onde já na década de 1960 ocorriam significativos problemas com relação à infraestrutura, circulação, poluição e segurança viária. Segundo dados do Detran/CE, em 1975 havia um fluxo de 300 ônibus por hora no horário de pico, indicando a necessidade de intervenções no sistema de circulação.

Em 1975 foi criada pelo Governo do Ceará a Autarquia da Região Metropolitana de Fortaleza (AUMEF), que tinha por objetivo desenvolver e integrar os municípios dessa região, de acordo com os planos da lei federal que criou as nove primeiras regiões metropolitanas no Brasil. Durante os primeiros anos, a Aumef foi a responsável pelo

plano diretor das cidades da RMF, elaborando um plano geral de desenvolvimento urbano integrado de toda a área metropolitana, incluindo o sistema de transportes. Foram elaborados Planos de Ação Imediata de Trânsito e Transporte (PAITT), que tiveram como alvo os municípios periféricos em relação à Fortaleza, formados basicamente na recuperação e implantação da pavimentação das sedes municipais dos municípios de Aquiraz, Caucaia, Maranguape e Pacatuba, bem como na definição e personalização do Sistema Viário básico de cada uma dessas cidades, além da melhoria dos equipamentos de transporte como os abrigos de ônibus e terminais urbanos. Também foi elaborado o Plano de Transporte Coletivo da RMF (Transcol), concluído em 1980, que previu várias melhorias para aumentar a acessibilidade do transporte público em toda a cidade. Em destaque pode-se citar as reformas da Praça José de Alencar (ver Figura 14) e Castro Carreira (Praça da Estação), em 1979, para funcionarem como terminais de ônibus, que melhoraram a infraestrutura; contudo, isso só veio a consolidar o modelo radial concêntrico já adotado. Grande parte dos usuários do sistema era obrigada a passar pelo Centro, para daí efetuar um transbordo, pagar outra passagem e conseguir atingir o destino desejado. Foi elaborado ainda o Plano Diretor de Transportes Urbanos (PDTU), finalizado em 1981, que tinha o objetivo de definir a política de transportes de Fortaleza para os próximos 15 anos; foi realizado um planejamento visando implementar melhorias na operação das linhas, renovação da frota, na malha viária e operação de tráfego, nos terminais e nos pontos de parada, na proteção aos pedestres, na integração da ferrovia ao transporte urbano, na reestruturação do serviço de táxis e na gerência do sistema de transportes; e ainda foi elaborada uma estimativa de custos dessas propostas.

Na parte executiva, citam-se como as principais

obras realizadas pela Aumef a construção do anel viário interligando todas as estradas de acesso aos municípios periféricos e o alargamento das rodovias de acesso a Fortaleza (BR-116 e BR-222), bem como os estudos pioneiros de integração intermodal, entre o trem metropolitano e o ônibus, que não chegou a ser efetivada, e os primeiros planos do metrô para Fortaleza. A Aumef perdeu força com a constituição de 1988, que reforçou a independência das unidades municipais, e foi extinta em 1992.

Cabe ressaltar que o Transcol e o PDTU foram recomendações do Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Fortaleza (Plandirf), elaborado entre 1969 e 1971, que ainda gerou um documento denominado de Recomendações para Implantação Imediata, em 1978, que objetivava melhorar as condições de operação do transporte coletivo e dos veículos em geral, bem como a criação de facilidades aos pedestres, principalmente na área central de Fortaleza.

Em 27 de fevereiro de 1978 foi criada em Fortaleza a Secretaria de Transportes, ao lado das demais secretarias da estrutura administrativa do Poder Executivo do Município, com a finalidade de planejar, supervisionar e executar a política dos serviços de transporte público e tráfego de veículos, no município de Fortaleza. Essa lei desvinculou a CTC da Secretaria de Serviços Urbanos e a vinculou à nova secretaria, e ainda extinguiu o Departamento de Tráfego e Concessões, criado pelo Decreto nº 3.416, de 16 de abril de 1970. Dessa forma, o Detran/CE passou a ser, além do órgão executivo de trânsito estadual, o órgão executivo de trânsito do Município de Fortaleza no que se referia à engenharia de tráfego (projetos e sinalização, fiscalização e educação).

Com relação ao transporte não motorizado, destaca-se o Plano Diretor Cicloviário de Fortaleza, em 1981, que objetivou determinar

diretrizes básicas para implantação de ciclovias de curto prazo, bem como oferecer subsídios que orientariam a expansão futura da rede cicloviária; apenas algumas ciclovias foram implantadas de forma desconectada e sem manutenção da infraestrutura ao longo dos anos, fazendo com

que muitos desafios fossem surgindo ao longo do tempo para os usuários desse modo.

Em 1990, foi assinado um convênio de cooperação técnica entre a Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF) e a CTC, possibilitando a delegação das atividades de planejamento e controle operacional

Figura 14 – Praça José de Alencar antes e depois da reforma de 1979



do Sistema de Transporte Público de Passageiros (STPP) por ônibus para a CTC, que constituiu, simultaneamente, uma subsidiária denominada CTC – Diretoria de Gerência do Sistema (CTC-GS), que seria a responsável pela realização das novas tarefas. A CTC-GS tinha arrecadação própria, proveniente da taxa de vistoria da frota de ônibus, com forte autonomia; dessa forma, iniciaram-se intervenções para a melhoria do sistema, tais como melhorias operacionais e de fiscalização, criação de linhas interbairros sem a necessidade de o usuário passar obrigatoriamente pelo Centro, e controle da passagem dos ônibus em horários especificados, possibilitando uma melhor fiscalização das empresas operadoras. Outra melhoria foi a renovação da frota reduzindo a idade média dos veículos de 7,2 anos (1990) para 4,2 anos (1992), constituindo-se na maior renovação de frota já ocorrida em Fortaleza.

Contudo a estrutura da CTC-GS tornou-se ineficiente, e, por isso, foi criada em 1993 a Empresa de Trânsito e Transporte Urbano S/A (Ettusa), empresa de economia mista com capital majoritário da Prefeitura Municipal (98,7%), tendo outros acionistas como sócios (1,3%). A Ettusa era vinculada à Secretaria de Transportes do Município (STM), sendo seu secretário obrigatoriamente o presidente da empresa, tendo um corpo técnico bem fortalecido. Com a extinção da STM, a Ettusa absorveu todas as atribuições referentes ao planejamento, gerenciamento e à fiscalização do Sistema de Transporte Público de Passageiros (STPP) do Município de Fortaleza.

Observa-se que foram realizadas algumas intervenções com relação à operação e ao gerenciamento do sistema de transporte, contudo, ainda de forma insuficiente para os problemas existentes. O sistema necessitava de melhorias mais significativas visando reduzir os custos operacionais,

os impactos urbanos e melhorar o serviço ofertado. Com esse objetivo, a Ettusa implantou em 1992 o Sistema Integrado de Transportes (SIT-FOR), caracterizado por uma operação do tipo radial tronco-alimentadora, constituída, basicamente, por um conjunto de terminais de integração (fechados), estrategicamente localizados em bairros periféricos e terminais abertos no Centro da Cidade, um conjunto de linhas troncais ligando esses terminais, além de um conjunto de linhas alimentadoras, circulares e interbairros, integradas nos terminais. Nos terminais fechados, os passageiros podem fazer transferências para quaisquer linhas que sirvam o terminal, sem que seja necessário o pagamento de uma nova tarifa, já que esses terminais são dotados de bilheterias para acesso dos usuários provenientes das áreas adjacentes mediante pagamento da passagem. Essa mudança foi bem recebida pela população, reduziu os custos operacionais e permitiu a adoção de uma nova política tarifária, gerando benefícios para todos, por isso se tornou um marco na gestão do transporte público de Fortaleza.

Em março de 1998, a Ettusa assumiu também as atribuições de órgão executivo de trânsito do Município de Fortaleza – engenharia, fiscalização e educação de trânsito, que eram exercidos pelo Detran/CE; essa mudança foi estimulada pela promulgação do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), criado pela Lei nº 9.503, de 21 de janeiro de 1998, que determinou que os municípios deveriam organizar os seus órgãos executivos de trânsito.

Uma legislação que alterou significativamente o sistema de transporte público foi a lei da mototáxi, aprovada em março de 1997, que regulamentou essa forma de transporte no Município de Fortaleza. Por ser um serviço com menor preço que o táxi, o impacto foi muito grande para a população de baixa renda, que recebeu o novo serviço de forma bem satisfatória.

Outra legislação aprovada pela Prefeitura de Fortaleza que iria interferir diretamente na operação do sistema de transporte coletivo e na forma de as pessoas se deslocarem dentro do Município foi a lei do transporte complementar, também denominada de alternativo, aprovada em setembro de 1997. Eram veículos do tipo van, com capacidade entre 8 e 16 passageiros sentados, com uma frota de até 20% da frota de ônibus já existente, segundo a legislação determinava. Essa demanda surgiu, basicamente, em função do aumento da população e da falta de novas intervenções que proporcionassem melhorias efetivas no sistema de transporte coletivo. Cabe ressaltar que esse fato foi um movimento que aconteceu praticamente em todas as grandes cidades brasileiras, visto que os problemas com relação ao transporte público urbano de passageiros não eram exclusivos de Fortaleza. Ocorre que esse novo modal surgiu amparado por grande força política, e a sua regulamentação não era adequada aos requisitos técnicos de um sistema de transporte público urbano, visto que se tornou concorrente do modo ônibus, com permissão de circulação em corredores troncais de ônibus e com parada livre em qualquer local, além de ofertar veículos, na maioria das vezes, nos horários de maior demanda. Dessa forma, surgiram diversos problemas, como superlotação das vans (veículos pequenos para atender a grandes demandas), falta de confiabilidade no sistema, problemas de segurança viária e na manutenção dos veículos. Esse cenário só veio a evoluir em 2009, quando a Etufor determinou que as vans só poderiam parar nos pontos de ônibus já existentes, e recentemente em 2014, quando foram iniciadas as adequações de itinerários para esse modo, tornando-o realmente complementar ao modo ônibus.

No âmbito da gestão do trânsito municipal, a Prefeitura de Fortaleza, por motivações jurídicas,

criou a Autarquia Municipal de Trânsito e Cidadania (AMC) no ano de 2000, para assumir as atribuições de órgão executivo de trânsito do Município de Fortaleza, permanecendo a Ettusa somente com a gestão do transporte público, continuando dessa forma até julho de 2006, quando foi criada, em substituição à Ettusa, a Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza S/A (Etufor), que atua até o presente momento. As ações que pertenciam a outros sócios foram resgatadas pela Prefeitura de Fortaleza; desde essa data, a empresa de gestão de transportes do município é totalmente pública.

Destaca-se em 1999 o início das obras de implantação do Metrô de Fortaleza – Metrofor Linha Sul –, que interligaria o Centro do Município de Pacatuba ao Centro de Fortaleza, passando pelo Município de Maracanaú. Ainda eram previstos no planejamento dois outros trechos: um ramal de ligação entre os Municípios de Maracanaú e Maranguape, e a execução de toda a Linha Oeste, que ligaria o Centro de Fortaleza até o Centro de Caucaia. Atualmente toda a Linha Sul já foi implantada, e os veículos elétricos se encontram em operação; contudo, faltam ser implantadas algumas infraestruturas complementares que permitirão a sua operação em plenitude, como o sistema de sinalização de todo o trecho da Linha Sul e o sistema de ventilação da parte subterrânea que adentra o Centro da Cidade. A Linha Oeste ainda opera com o trem diesel original, que recebeu algumas melhorias na infraestrutura dos veículos. Em meados da década de 2000 identificou-se a prioridade de investimento na execução da Linha Leste do Metrô, que interligará o Centro à avenida Washington Soares, passando pela avenida Santos Dumont, totalmente subterrâneo, e se encontra em fase inicial de implantação.

Em 1999 a Prefeitura de Fortaleza elaborou o Plano de Transporte Urbano de Fortaleza (PTUF),

concluído em 2002, cujo objetivo era realizar o Plano de Circulação Viária (PCV) e o Plano de Transporte Público (PTP), para daí definir um conjunto de intervenções no sistema de transportes da cidade, como corredores de transporte, reforma/ampliação de terminais de ônibus urbanos, melhoria da infraestrutura viária (drenagem, pavimentação e sinalização, alargamentos viários, viadutos/túneis para melhorar a circulação do tráfego geral, bem como melhorias de paisagismo urbano). Esse plano previu 15 corredores de transporte que deveriam ter prioridade para a circulação do transporte público e melhorias para a circulação a pé e de bicicletas; contudo, não foi realizado nenhum estudo do uso do solo ao longo dos corredores. Atualmente esses corredores são utilizados para a definição das intervenções no sistema de transporte, entretanto somente um desses corredores foi implantado, e ainda parcialmente. A Figura 15 apresenta a rede estrutural de transporte público (corredores terminais e estações de transferência) e as áreas operacionais definidas no PTUF.

Com relação ao sistema de transporte coletivo por ônibus, houve uma mudança significativa em 2006, quando o sistema foi licitado, permitindo rever as regulamentações para o sistema e garantir uma melhor oferta do serviço para a população. Atualmente Fortaleza vem tendo avanços significativos com relação à operação do sistema de transporte coletivo por ônibus com a implantação de prioridade no sistema viário, aquisição de veículos de maior capacidade para operar nesses corredores, readequação do transporte de vans para atuar efetivamente como transporte complementar e ações que facilitam a integração do usuário no sistema de ônibus e vans com a adoção de um sistema de bilhetagem eletrônica que permite efetuar transbordos fora dos terminais

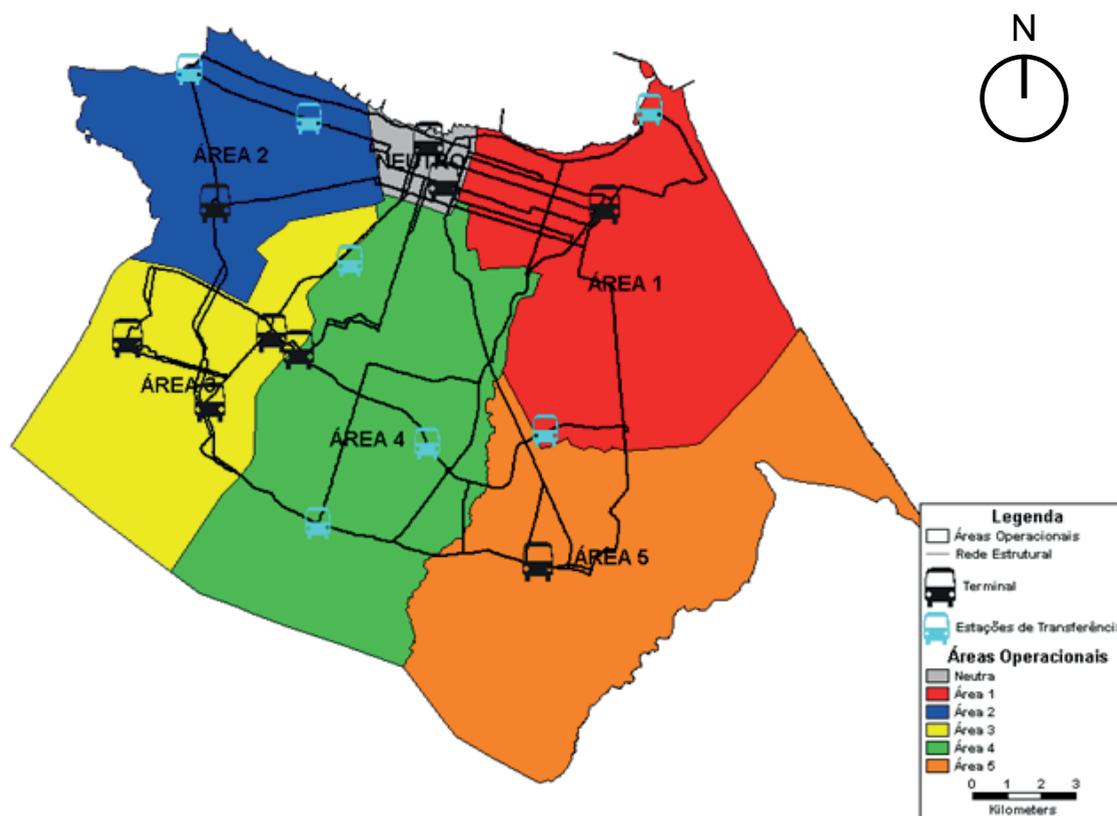
em um determinado tempo (integração temporal). No entanto, os problemas existentes ainda são significativos: infraestrutura viária na periferia para circulação dos veículos do sistema, priorização de circulação, problemas relacionados à acessibilidade global do sistema, à oferta e à grande demanda: lotação excessiva dos veículos do sistema nos horários de pico. Esse cenário requer o planejamento de intervenções integradas de planejamento urbano para garantir melhor qualidade no sistema.

### **1.3 SÍNTESE DA EVOLUÇÃO**

O histórico apresentado ajuda a compreender a forma urbana atual e as dificuldades existentes em Fortaleza, principalmente com relação à mobilidade urbana. Observou-se que algum tipo de planejamento foi realizado ao longo dos anos; no entanto, somente alguns planos foram realmente implementados, principalmente por causa da necessidade de resolver sempre os problemas imediatos, atuando nos efeitos e não na causa, na maioria absoluta das vezes que foram realizadas intervenções urbanas. Outros problemas podem ser citados, como a forte migração de pessoas para Fortaleza vindas do interior por causa das secas que se sucederam ao longo de toda a história, associada à escassez de recursos públicos e também à ausência de equidade na utilização destes com relação a toda a população.

Diretamente à mobilidade identificou-se que, no início do século XX, o transporte público por bondes chegou a ter boa qualidade e foi utilizado pela maioria da população da cidade em seus deslocamentos diários; com o tempo, a falta de manutenção do sistema fez com que o sistema apresentasse vários problemas relacionados à infraestrutura, ao material

Figura 15 – Corredores de transporte público do PTUF



Fonte: Secretaria de Infraestrutura de Fortaleza.

rodante e à operação. A partir desse cenário, não se observou mais uma boa qualidade no sistema de transporte público da cidade, que passou a ser operado por ônibus após o fim da operação dos bondes. Décadas se passaram, e o sistema de transporte se tornou cada vez mais ineficiente, não conseguindo ofertar acessibilidade e nem mobilidade adequadas ao acelerado crescimento populacional que ocorreu. O sistema estava sempre um ou dois passos atrás do crescimento da cidade, e por muito tempo isso se manteve. Por essas razões, associadas às facilidades crescentes de aquisição de transporte individual, os usuários que tinham outra opção de mobilidade não utilizavam o transporte público,

fato que fez a demanda cair proporcionalmente ao longo dos anos, e a utilização do transporte público tornou-se quase exclusiva das classes de menor poder aquisitivo.

Outra questão estrutural é o fato de que, à medida que o número de automóveis crescia de forma impressionante (um fato mundial), os investimentos públicos eram direcionados para alterar a forma da cidade, segundo o modelo urbano modernista: zoneando os usos e criando vias para interligá-los por autos, fato que beneficiava a classe de mais alta renda, que tinha automóvel; pouquíssimos investimentos eram direcionados ao transporte público, que, embora fosse muito precário, era

utilizado pela maioria da população, que era de baixa renda, por isso afirma-se que ocorria uma ausência na equidade dos investimentos públicos. Algumas melhorias significativas foram feitas a partir da segunda metade da década de 1970, contudo, sem se antecipar ao problema, somente intervindo em problemas já existentes.

Esse panorama não foi exclusivo de Fortaleza; muitas cidades brasileiras e do planeta sofreram esse processo, algumas de forma mais intensa, como a Capital Alencarina, outras de forma mais amena. O automóvel proporcionou o surgimento de um novo tipo de cidade, a metrópole, que era uma novidade para os especialistas em urbanismo. Novas teorias urbanísticas e de mobilidade foram desenvolvidas para priorizar os deslocamentos não motorizados e orientar o transporte de massa para o transporte público de qualidade. Algumas cidades conseguiram se adaptar; a maioria não. Fortaleza ainda não conseguiu.

Outras dificuldades à acessibilidade e à mobilidade urbana, agora específicas de Fortaleza, podem ser citadas; algumas são inerentes ao território, como a localização geográfica dos recursos naturais como rios, mangues e vegetação nativa remanescente do processo de urbanização; outras foram criadas no processo de formação da cidade, como as ferrovias, as rodovias que adentram as áreas urbanizadas de Fortaleza, os grandes equipamentos urbanos formados por grandes lotes sem parcelamento (aeroporto e campi universitários, pátio de trens no Centro, e o Porto e sua área de tanques). Para esses criou-se uma denominação que autoexplica a sua presença no meio urbano: são os bloqueadores, que podem ser identificados na Figura 16.

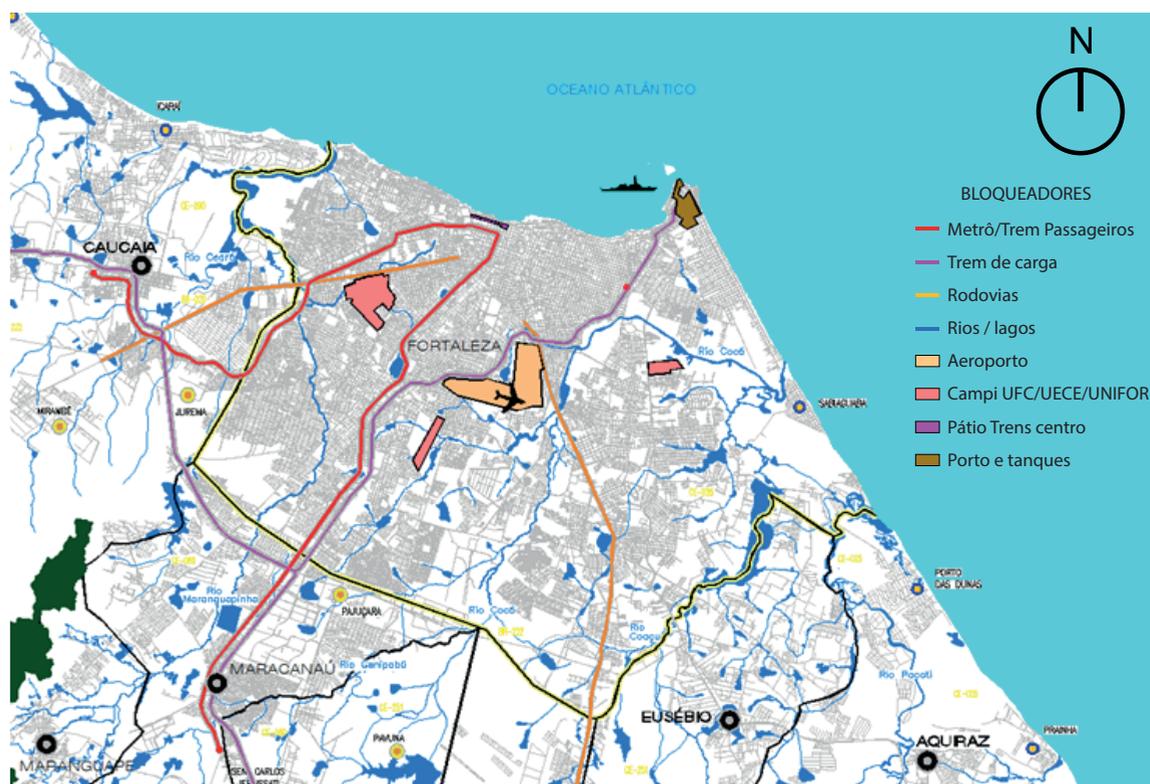
Esses componentes urbanos reduzem a acessibilidade ao tecido urbano e dificultam a mobilidade de pessoas e de cargas. Fortaleza não apresenta muitas dificuldades de deslocamento na

direção Norte-Sul, mas tem uma enorme deficiência para deslocamentos na direção Leste-Oeste, com exceção da orla. Destaca-se como o mais forte bloqueador o aeroporto, que cria impedância em ambas as direções, visto que interrompe o que seria o maior eixo viário de deslocamentos da cidade formado pelas vias Senador Pompeu/Expedicionários/Bernardo Manoel e avenida João de Araújo Lima; bloqueia ainda os deslocamentos na direção Leste-Oeste entre as vias Borges de Melo e Senador Carlos Jereissati. As ferrovias também ganham destaque, visto que há poucos pontos de travessia ao longo do seu traçado. As rodovias bloqueiam com menor intensidade em relação às ferrovias, contudo, criam uma impedância que impacta nos deslocamentos, principalmente a pé, pois o ambiente urbano oferece poucos locais seguros de travessia de pedestres. E, por fim, existem os bloqueadores de impacto localizado, como os campi universitários, como o da UFC no bairro Pici, o da Uece, no Passaré, e o da Unifor, no bairro Édson Queiroz. Citam-se também o pátio de manutenção de trens no Centro, que segrega o bairro Moura Brasil e parte da orla do centro histórico da cidade, e o conjunto formado pelo Porto do Mucuripe, os tanques de armazenamento de combustíveis e o relevo acidentado do seu entorno (dunas), que segregam a Praia do Futuro dos bairros Meireles, Varjota e Papicu. Por fim citam-se os rios Cocó e Maranguapinho, que permitem sua travessia em apenas poucos pontos.

Esse contexto evolutivo nos leva a compreender os problemas existentes e, principalmente, indica que o tipo de abordagem feita no crescimento/desenvolvimento da cidade não foi adequado, bem como não foram adequadas as abordagens que devem ser continuadas visando garantir melhor qualidade do ambiente urbano em todos os seus aspectos.

Um aprendizado que se pode tirar dessa

Figura 16 – Bloqueadores urbanos



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

evolução é que ações isoladas, que, aparentemente, parecem melhorar imediatamente um ambiente específico em determinado aspecto, na maioria das vezes implica em desperdícios de recursos públicos e em demora de atingir os objetivos desejados. Intervenções isoladas tendem a ter impactos desconhecidos e dificultar a correção da diretriz sustentável que uma urbe deve seguir.

Outra lição que pode ser aprendida é que uma cidade é feita de pessoas e deve servir a pessoas e não aos veículos, e também que essas pessoas têm pensamentos, níveis de renda, culturas e estilos de vida distintos, que também devem ser levados em

consideração na montagem de um cenário desejável para essa cidade. Para isso, o único caminho é o envolvimento da sociedade na elaboração de todo o processo de planejamento e de implantação das intervenções, pois o controle social é a forma mais democrática e eficiente de construção de uma cidade para toda a população, e não para uma parcela apenas, além de garantir a continuidade de execução das atividades planejadas, sempre com o devido redirecionamento em função das mudanças no ambiente em que se vive, em todos os aspectos. Observou-se que alguns planos foram realizados, até mesmo um logo após o outro em curtos espaços de

tempo; isso demonstra que existiam influências de setores específicos da sociedade, que buscavam interferir na realização de intervenções urbanas em benefício de uma minoria, em detrimento do desejo da maioria. Essa prática também tende a ser eliminada com o processo participativo em sua plenitude, com regras claras de como tratar as divergências e se conseguir um consenso da maioria, e claro, sempre estar ancorado na vanguarda das formas sustentáveis de intervenções urbanas. Além disso, observa-se que há clara necessidade de criar uma técnica de revisão dos planos, para que adiante não tenhamos mais quatro ou sete planos, e sim a cidade tenha um único plano contínuo, que é sistematicamente atualizado e mantêm-se fiel aos desejos da população a qualquer tempo.

A história nos mostra que é necessário antecipar-se aos problemas como forma de direcionar o desenvolvimento para uma condição sustentável. Pior do que não fazer nada é fazer errado, principalmente ações que não podem ser revertidas em curto e médio prazo, e algumas nem mesmo em longo prazo. Intervir antecipadamente requer profundo conhecimento do cenário existente e requer acima de tudo um planejamento integrado em relação a todos os acontecimentos existentes em uma cidade, quer seja na habitação, no ambiente sociocultural, no uso do solo, no sistema de atividades, na economia, na mobilidade, no lazer, no meio ambiente, no sistema de gestão municipal, dentre outros específicos, pois tudo se encontra conectado, atuando em um único local: o meio ambiente urbano natural e construído. Intervir em uma área específica cria algum impacto em outro setor; dessa forma, somente é possível controlar esse ambiente com uma abordagem sistêmica. Ações isoladas podem existir, e é assim que uma cidade é construída, desde que sejam originadas de um planejamento integrado.

Notou-se também, no decorrer da história das leis urbanas de Fortaleza, que em poucos momentos a forma urbana foi discutida. Entende-se por forma urbana o conjunto de padrões que devem ser aplicados no meio urbano, como o desenho das vias para veículos e pedestres, a interface entre os espaços públicos e privados, bem como as reservas ambientais, a economia do sistema de atividades interagindo com a forma de estruturação do uso do solo urbano, entre outros aspectos afins. Somente após a discussão dessa forma urbana é que se deve partir para elaboração das regras que devem ser seguidas para a construção da cidade planejada: as legislações urbanas. Observou-se, inclusive recentemente, a revisão e a elaboração de legislações sem a discussão da forma urbana da cidade,

fato considerado tecnicamente inadequado, pois, nesse caso, pode-se estar criando regras para uma forma que não se deseja. O aprendizado que fica é: primeiro a discussão sobre a forma urbana devidamente pactuada, somente depois a elaboração dos códigos. Seguindo essa premissa, o ideal é que seja elaborado o plano mestre urbanístico da cidade, considerando-a sobre todos os seus aspectos ao mesmo tempo, e somente em seguida deve-se proceder na elaboração/revisão dos códigos setoriais específicos. Nada impede que se tenham estudos antecipados em cada área, desde que sejam devidamente atualizados ao final da conclusão do plano mestre.

Por fim, não basta planejar. Além de ter um plano que seja resultado da construção de uma sociedade formada pelos seus especialistas, os vários setores

econômicos, pelo poder público e principalmente pelo seu povo, é necessário que se tenha um efetivo controle urbano; de nada adianta um plano perfeito sem um controle de sua implementação. Esse controle deve ser feito pelo poder público, mas deve ser acompanhado de perto pela população, pela sociedade civil organizada, pelo Ministério Público e pelas demais entidades que tenham legitimidade para tal. Somente dessa forma pode-se obter o resultado desejado. Esse sistema de controle deve ser composto por um setor que tenha independência sobre a sua atividade específica, possibilitando a garantia da execução dos diversos níveis de intervenções urbanas, públicas ou privadas, que devem seguir aos códigos da cidade (planos e legislações urbanas).





# CARACTERIZAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA

Conforme já descrito na apresentação, entende-se que a forma urbana da cidade determina os seus padrões de deslocamento; assim, procurar-se-á interpretar os diversos fatores que contribuem com a formação do padrão de viagens e os demais aspectos relacionados com a oferta do sistema de transportes em Fortaleza.

## 2.1 CONSULTA A ESTUDOS EXISTENTES

O processo de coleta de insumos no Plano de Mobilidade teve como objetivo a aquisição de um volume diversificado de informações técnicas relevantes sobre o Município de Fortaleza inserido nos contextos regional, estadual e nacional. Para a composição desse conjunto, procurou-se utilizar como referência várias informações já disponíveis que, organizadas e devidamente analisadas uma a uma, formariam a base para a leitura e a interpretação da realidade atual de Fortaleza, que configuram as etapas posteriores do projeto. Segue abaixo a relação das informações classificadas nas seguintes categorias: bases cartográficas, dados institucionais, estudos e pesquisas, leis e normas, planos diretores, planos setoriais e projetos.

Destaca-se que esse acervo é apresentado e analisado de forma detalhada nos Produtos 2.1 a 2.3 do Plano Mestre Urbanístico e de Mobilidade; nessa análise cada documento é catalogado em função da categoria, do assunto, conteúdo e de sua respectiva

relevância para a sua utilização no PlanMob. Destaca-se que essa análise foi considerada importante para o conhecimento das informações contidas nesses documentos e a sua respectiva utilização no PlanMob em elaboração e, ainda, para a consolidação em um único banco de dados de informações sobre estudos já realizados que muitas vezes encontravam-se isoladas, com difícil acesso, e o que é mais crítico: a sua existência sequer era conhecida por todos. A Figura 17, a seguir, apresenta o fluxograma contendo o procedimento utilizado para organização, análise e arquivamento das informações existentes.

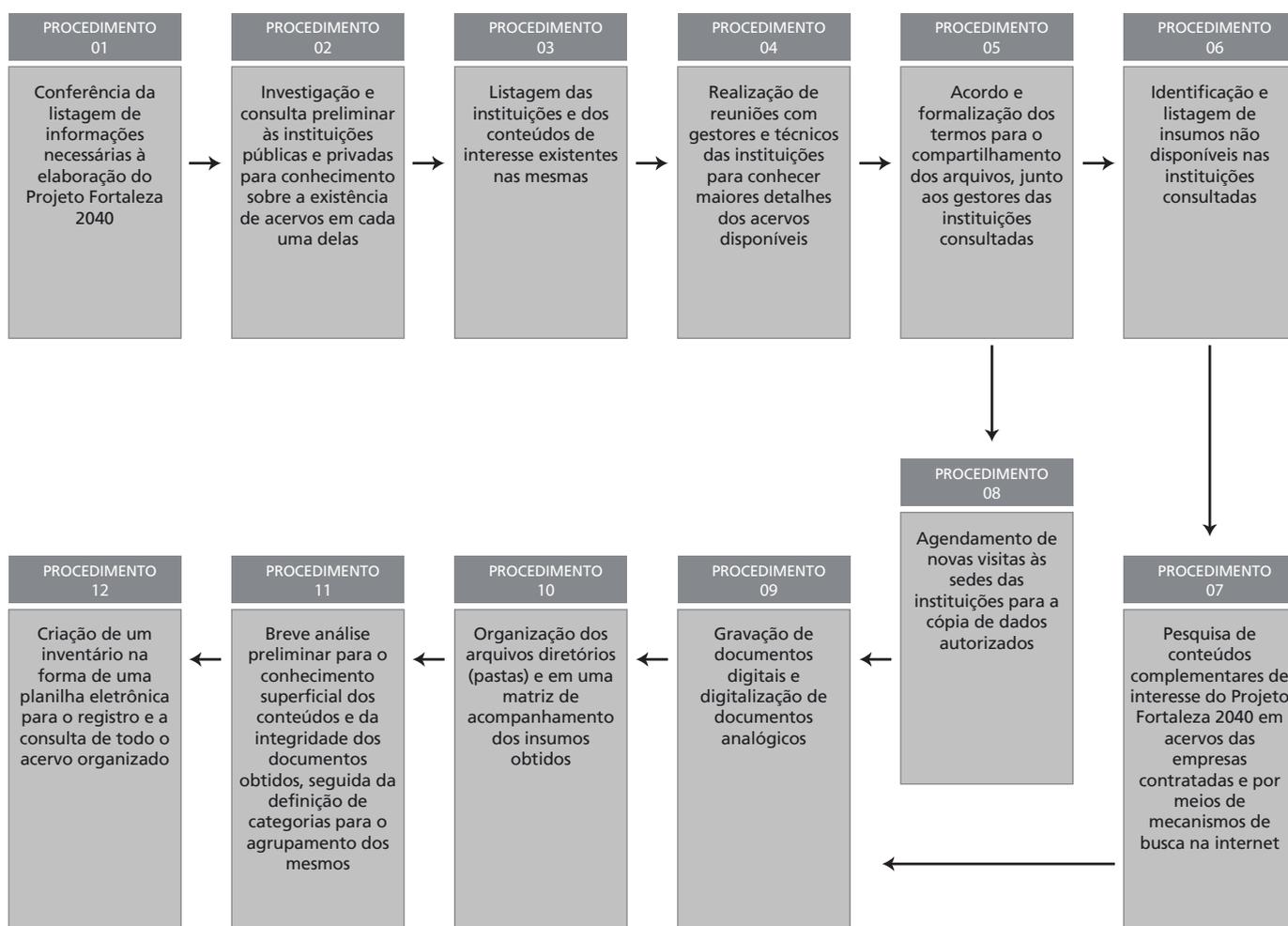
## 2.2 PESQUISAS REALIZADAS

### 2.2.1 DADOS SOCIOECONÔMICOS

A população de Fortaleza era de 2.452.185 habitantes em 2010, e de 2.571.896 habitantes segundo estimativa do IBGE para 2014; a área do município é de 314,93 km<sup>2</sup> ou 31.493 ha; dessa forma, tem-se uma densidade de 7.786,45 hab./km<sup>2</sup> ou 77,86 hab./ha, considerando os dados de 2010. Vale destacar que esse cálculo determina a densidade bruta, que considera toda a área do município, incluindo as áreas não habitáveis. As Figuras 18 e 19 apresentam a distribuição da população por bairro e as densidades populacionais, respectivamente.

Observa-se que a maioria da população de Fortaleza reside nas Zonas Sul e Oeste, sendo que nessa última observam-se as maiores densidades

**Figura 17 – Fluxograma do processo de coleta e organização dos insumos técnicos para o projeto**



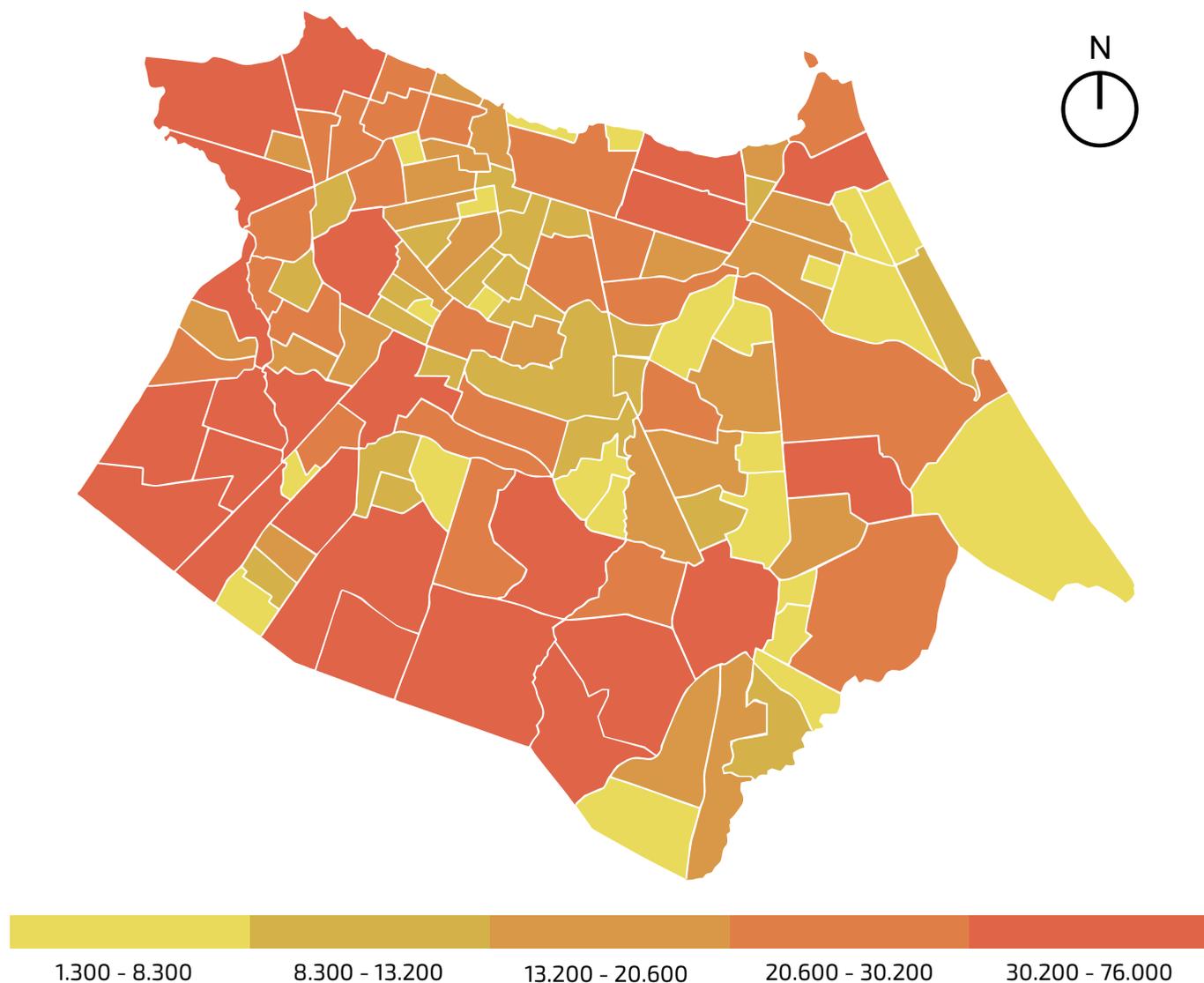
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

populacionais, com destaque para o bairro Pirambu, que tem uma densidade de 330 hab./km<sup>2</sup>, e o bairro Barra do Ceará, com 175 hab./km<sup>2</sup>. A distribuição da idade da população pode ser observada no Gráfico 1 a seguir.

Segundo o Ipece, o número de empregos formais em Fortaleza subiu de 413,9 mil, no ano 2000, para 725,5 mil, em 2010, o que representa um crescimento

de 75,27%. A construção civil foi o setor que obteve maior expansão: cerca de 104 mil, 49% durante uma década. Já a administração pública reduziu sua proporção de empregos formais em relação ao total, passando de 28,11% para 21,69%. Quase todos os empregos estão localizados na zona nordeste da cidade, principalmente nos bairros Centro, Aldeota e Meireles, conforme pode ser observado na figura 20.

Figura 18 – População por bairro



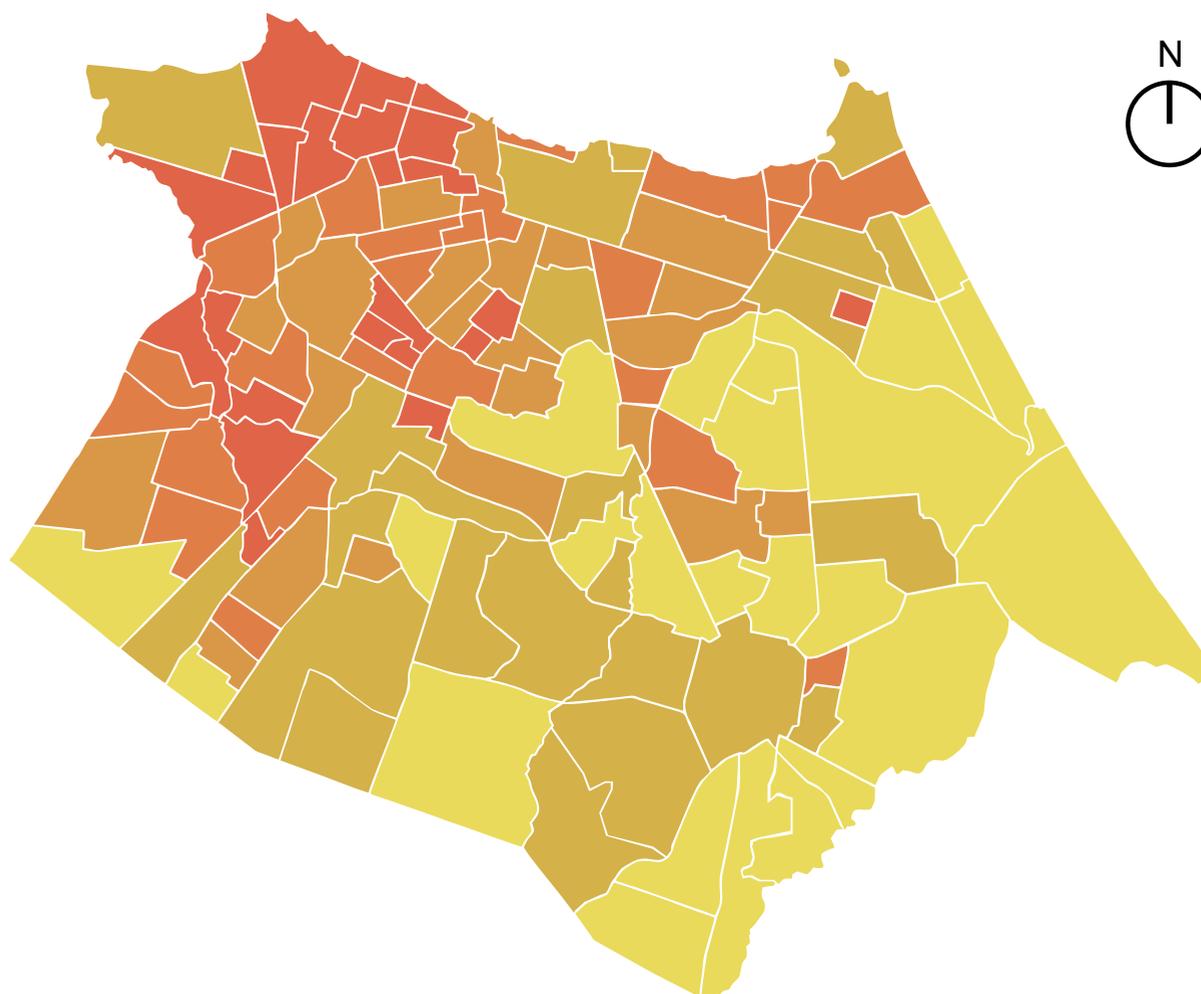
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

O IBGE também disponibiliza dados sobre a renda da população com mais de 10 anos, que é de 2.107.008 habitantes; essa distribuição da quantidade de pessoas por renda pode ser observada no Gráfico 2. Nota-se que aproximadamente 38% da população com mais de 10 anos não têm rendimento algum, 32% têm renda de até um salário mínimo (SM), em torno de 25% com renda entre um e cinco

SM, 4% com renda entre cinco e dez SM e 1% com renda maior que dez SM.

Diante dessas informações sobre população, renda e oferta de empregos, observa-se uma cidade com uma considerável desigualdade de renda, segregação social, na qual uma grande parcela da população não tem renda suficiente nem mesmo para ter acesso ao sistema de transporte coletivo

Figura 19 – Densidade Populacional por bairro



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

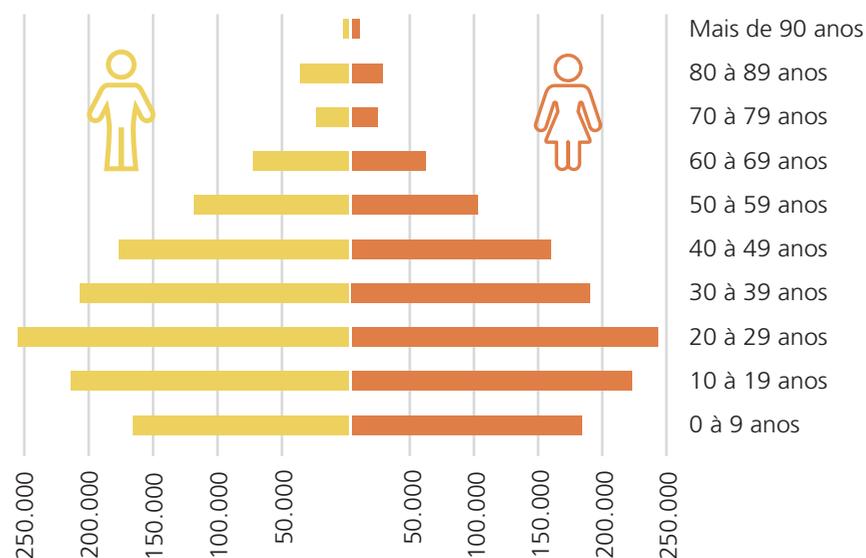
por ônibus, portanto, não se desloca, ou se desloca de forma inadequada. Observa-se ainda que a maioria absoluta dos postos de emprego se localiza no Centro e em Aldeota, enquanto a maioria da população se encontra na zona oeste; esse cenário induz a grandes volumes de pessoas se deslocando diariamente, no mesmo horário, o que acarreta sobrecarga no sistema viário e no sistema de

transportes. Deve-se buscar intervenções urbanas que procurem alterar esse cenário, com o objetivo de ofertar empregos em outras regiões da cidade, principalmente em locais com maior densidade habitacional.

### 2.2.2 USO DO SOLO

Foram realizadas consultas às bases de dados do

Gráfico 1 – Distribuição da população por idade e sexo



Fonte: PlanMob.

cadastro multifinalitário da Secretaria de Finanças do Município de Fortaleza (Sefin) visando à identificação de dados de uso e ocupação do solo e de valores do solo e de edificações da cidade; essas informações foram de fundamental importância para modelagem das viagens existentes, cujo procedimento será apresentado no item 4.

Os dados de uso do solo e de valores foram obtidos em formato de “shapefile”, sendo possível a sua consulta e a análise específica utilizando um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Esses arquivos continham informações georreferenciadas das quadras e dos lotes de todo o território municipal, bem como informações associadas em relação aos valores, ao uso e à ocupação desses respectivos lotes, sendo possível identificar diversos aspectos relacionados diretamente à mobilidade urbana, tais como:

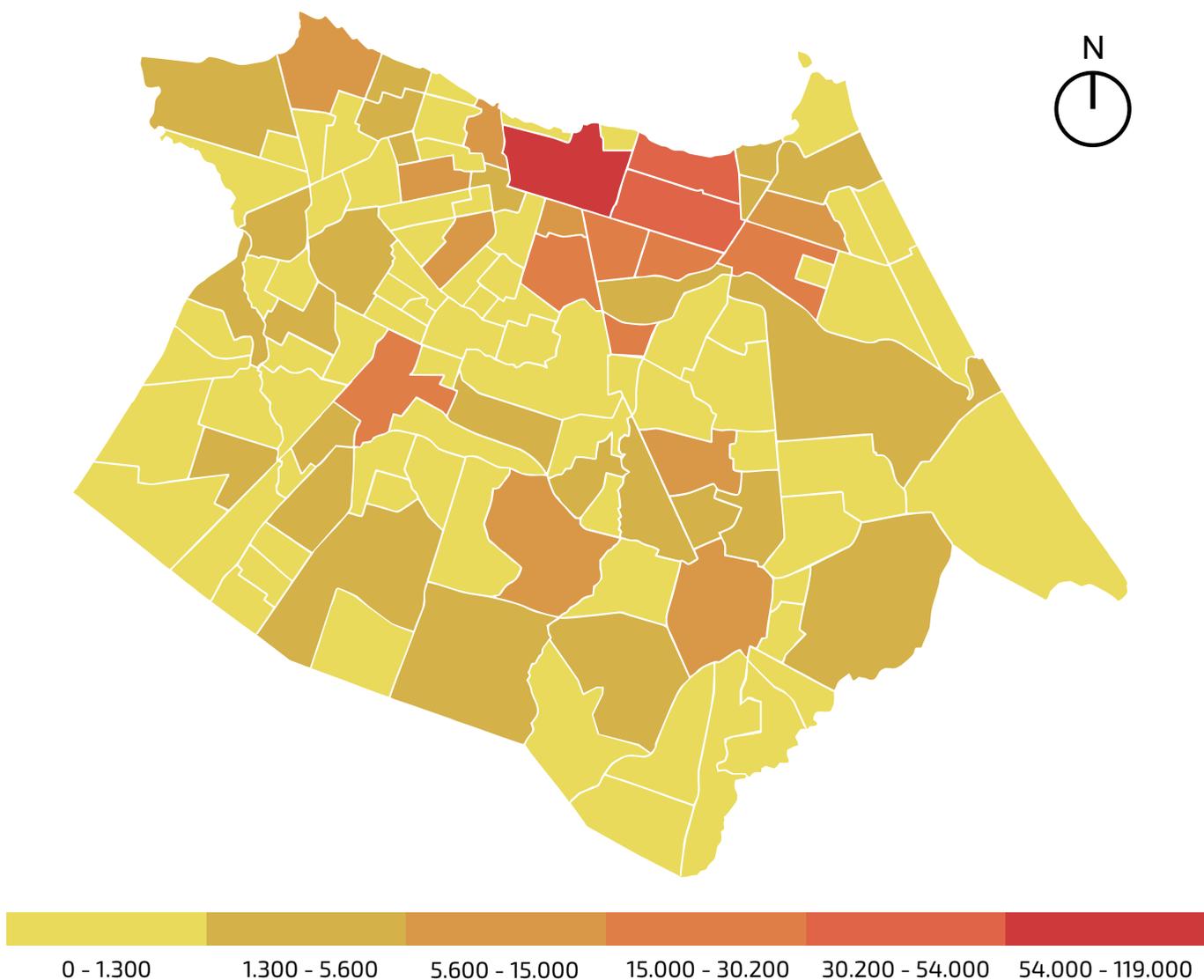
- localização dos usos residenciais, comerciais,

industriais, institucionais, dentre outros específicos;

- identificação de densidade urbana construída para cada uso, como por exemplo quantidade de metros quadrados construídos por hectare em uma região específica, e outros dados semelhantes; e
- valor de cada unidade habitacional construída e valor de cada lote sem edificações, sendo possível identificar o valor do metro quadrado de solo em todas as regiões da cidade.

Até o momento essas informações eram utilizadas unicamente pela Sefin, para o controle de recolhimento de impostos e outras atividades afins; de forma inédita, esses dados foram utilizados para o planejamento urbano e para o planejamento da mobilidade urbana. A seguir, nas Figuras 21 e 22, apresentam-se alguns exemplos dessas informações.

Figura 20 – Empregos por bairro



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

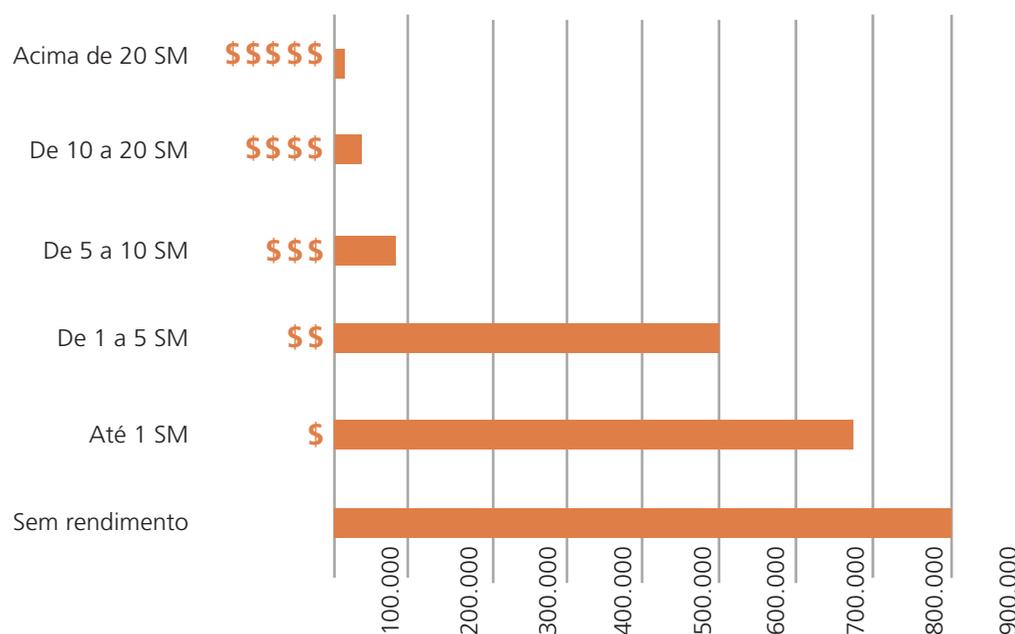
### 2.2.3 PADRÃO DE DESLOCAMENTO EXISTENTE

Observou-se, diante dos dados populacionais, do quadro econômico e das condições de uso e ocupação do solo de Fortaleza, que Fortaleza enfrenta graves problemas sociais; um dos maiores é com relação à mobilidade de pessoas, visto que a maioria da população tem de transpor grandes distâncias, diariamente, para chegar ao trabalho;

essas viagens somadas às viagens por motivo educação sobrecarregam o sistema viário e o sistema de transporte (congestionamentos nas vias, excessivo fluxo de pessoas nos terminais urbanos e ônibus operando acima da capacidade).

Exemplificando esse cenário, apresenta-se na Figura 23 as produções e atrações de viagens e o conjunto das três maiores linhas de desejo por

Gráfico 2 – Renda da população com mais de 10 anos



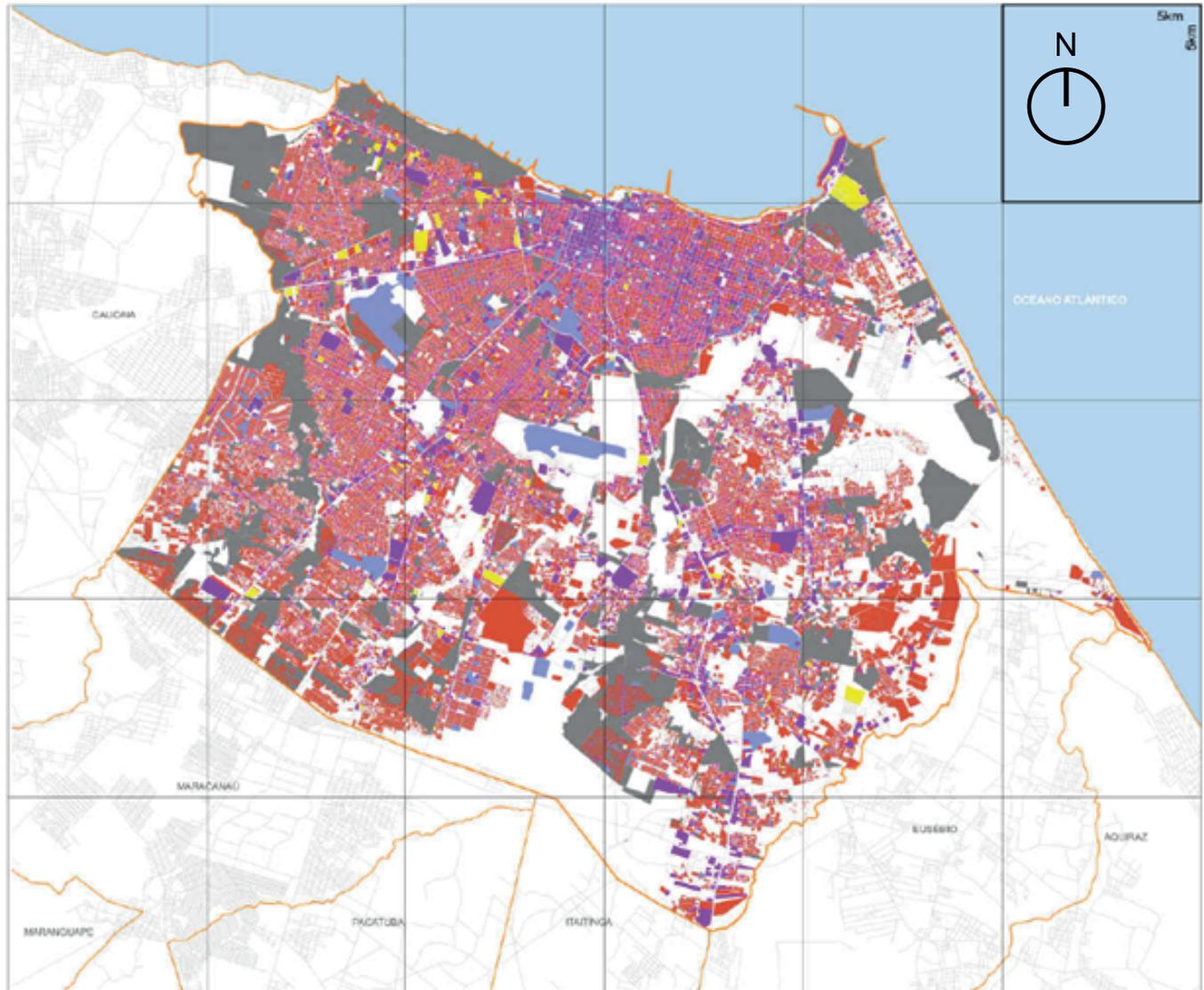
Fonte: IBGE, 2010.

deslocamento em Fortaleza, pelo motivo trabalho e educação, no pico da manhã. Observa-se que as zonas de maior produção de viagens estão localizadas nas regiões Oeste e Sul da cidade, coincidindo com as áreas de maior população; já as zonas de maior atração de viagens coincidem com as áreas de maior oferta de emprego, que estão localizadas na região Norte e Nordeste de Fortaleza. Essa análise permite identificar uma forte correlação da espacialização do uso do solo com o sistema de atividades, e principalmente explica as maiores linhas de desejo de deslocamento da cidade, sendo os bairros Barra do Ceará, Granja Lisboa e Mondubim os que têm a maior produção de viagens, e os bairros Centro, Aldeota e Benfica os que mais atraem viagens. Essa análise explica os grandes volumes de pessoas se deslocando diariamente da periferia para a região Norte da

cidade, daí os grandes congestionamentos e a superlotação de algumas linhas de transporte coletivo no horário de pico.

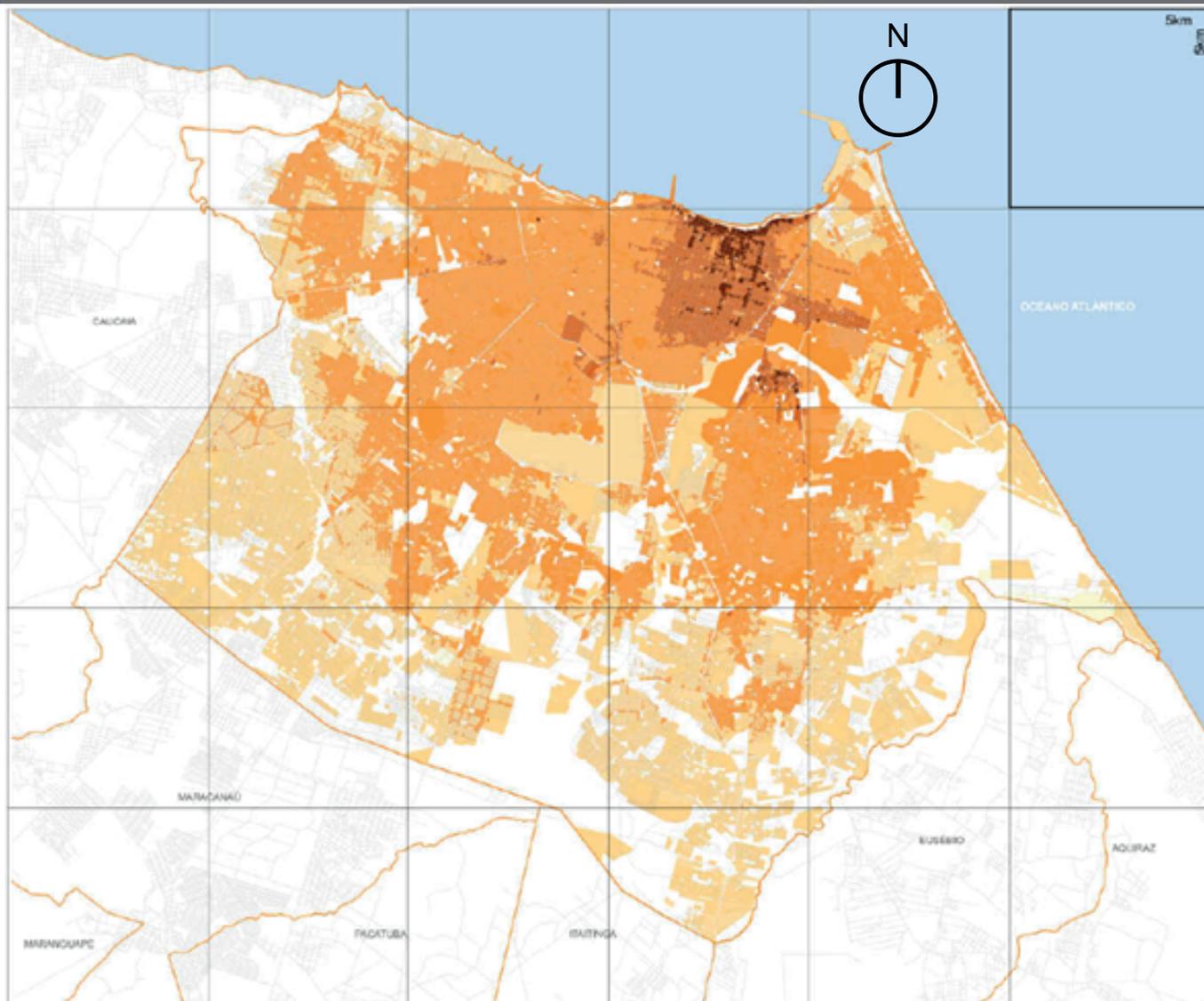
Nas Figuras 23, 24 e 25 podem ser observadas as atrações e produções de viagens na RMF, que chegam e saem de Fortaleza, destacando Caucaia, Maracanaú e Pacatuba como os municípios que mais geram viagens. Esse contexto apresenta a dependência que esses municípios têm em relação aos empregos, comércios e serviços ofertados na capital, fazendo com que grandes volumes de pessoas se desloquem diariamente entres esses locais, mas somente nos horários de pico (movimento pendular). Essa característica causa superlotação no transporte público, que por sua vez tem a sua viabilidade ameaçada, visto que nos horários entre picos a demanda cai consideravelmente. Esse cenário poderia ser bem

Figura 21 – Uso e ocupação do solo



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 22 – Mapa de valores de solo



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

diferente caso houvesse uma política de geração de emprego e renda nos municípios da RMF, visando reduzir a dependência citada.

Associado a esse cenário, Fortaleza, assim como as outras grandes metrópoles nacionais e internacionais, passou por um processo de rápida motorização da população (Gráfico 3), concomitantemente à diminuição na utilização dos modos públicos de transporte. Este fenômeno, em paralelo à negligência com os modos não motorizados, bicicleta e pedestres, deu o tom da problemática contemporânea da Mobilidade Urbana que se traduz, principalmente, no elevado tempo de viagem dos deslocamentos diários, conforme pode ser observado no Gráfico 4.

Esses dados caracterizam os grandes desafios que o Município de Fortaleza tem de enfrentar nos próximos anos, visando proporcionar uma cidade com menor desigualdade social e com uma mobilidade que possa priorizar os deslocamentos das pessoas no tecido urbano, e a redução da necessidade de viagens motorizadas. A seguir serão apresentados em mais detalhes os problemas específicos da mobilidade de Fortaleza, com o objetivo de melhor compreender os problemas existentes e consequentemente mitigá-los.

#### 2.2.4 TRANSPORTE NÃO MOTORIZADO

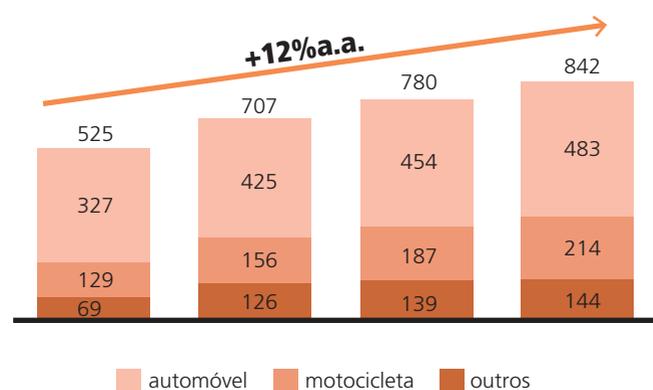
Fortaleza é uma cidade predominantemente plana, com isoladas ondulações, e tem estação chuvosa curta e concentrada, o que favorece a utilização da bicicleta como meio de transporte, como é observado diariamente principalmente por meio dos fluxos de trabalhadores no início da manhã e no final da tarde nas principais vias de ligação entre bairros periféricos e o centro urbano expandido da cidade. Mesmo diante deste cenário e da importância de priorização deste modal não

motorizado como forma de mitigar os problemas de mobilidade urbana, não houve nas últimas décadas investimentos no modal cicloviário.

Até julho de 2013, Fortaleza contava com 73 quilômetros de infraestrutura cicloviária, o que pode ser considerada uma malha tímida perante os 4.000 quilômetros de vias na cidade. A ausência de sinalização viária ou mesmo a segregação física pode impor ao ciclista uma sensação de insegurança ao pedalar, desestimulando a utilização do modal. Paralelamente, a educação de trânsito voltada para o modal era precária e, culturalmente, a bicicleta não era considerada pelas grandes massas um modo digno de transporte, mas, sim, uma opção de lazer. O ano de 2014 pode ser considerado um marco para a disseminação do modal na cidade de Fortaleza, onde diversas ações foram implementadas para mitigar a problemática acima citada, no entanto ainda há espaço para avançar, principalmente, no que se refere à educação e fiscalização de trânsito com a finalidade de promover o respeito ao ciclista.

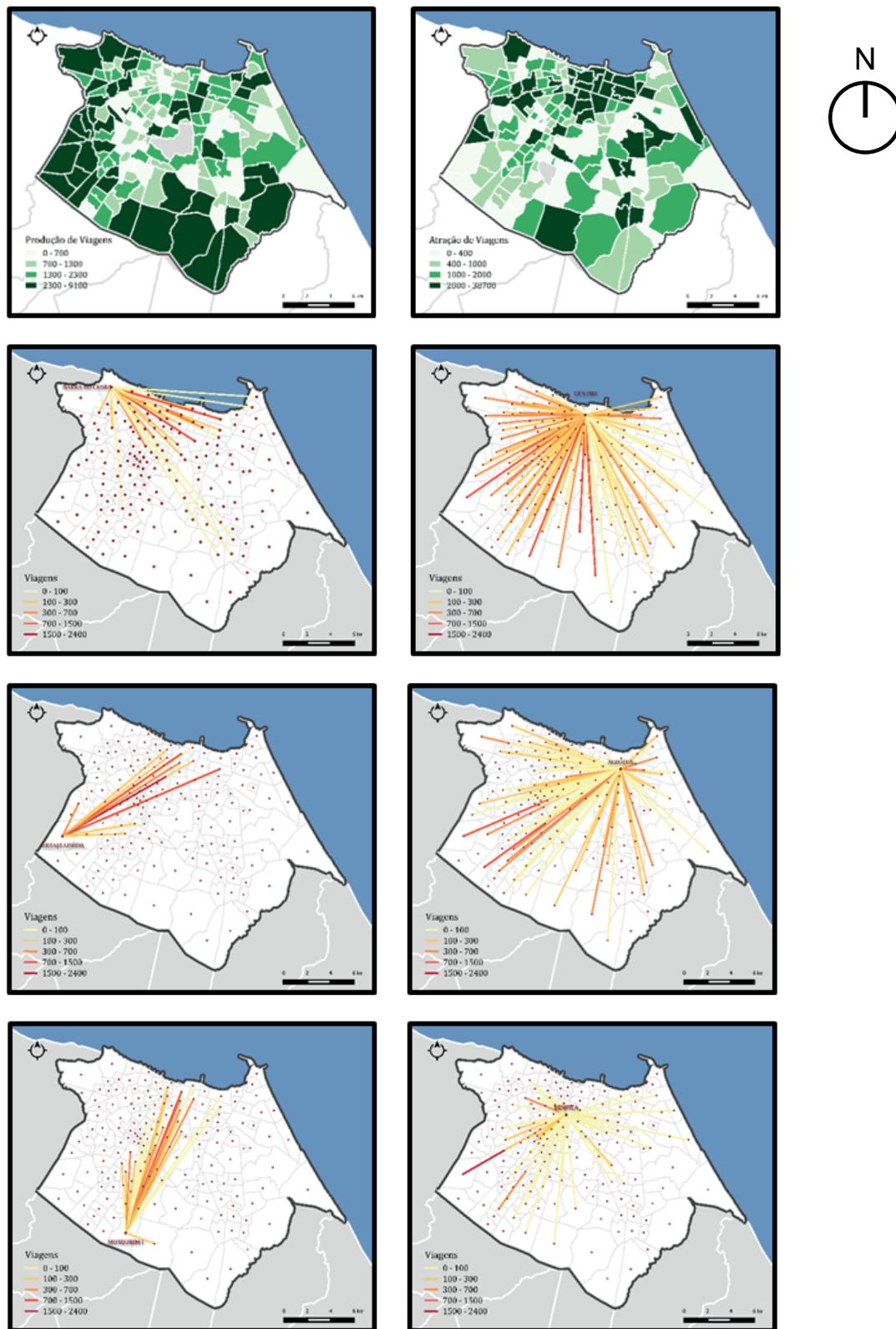
O Plano Diretor Cicloviário Integrado (PDCI) de Fortaleza foi concluído em julho de 2013, com

**Gráfico 3 – Aumento anual da frota de veículos particulares**



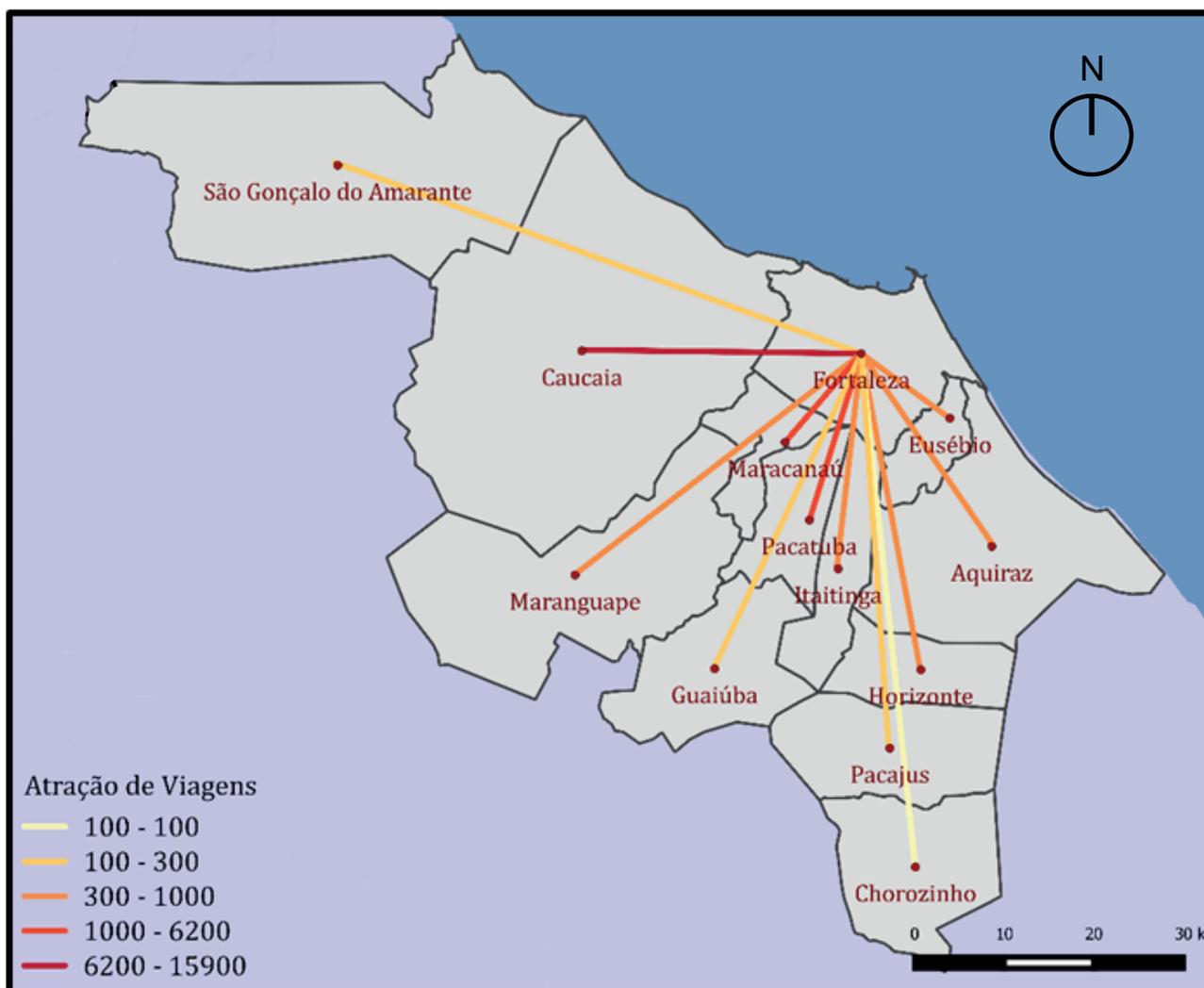
Fonte: Prefeitura de Fortaleza, 2015.

Figura 23 – Produção e atração de viagens e as maiores linhas de desejo



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 24 – Atração de viagens na RMF



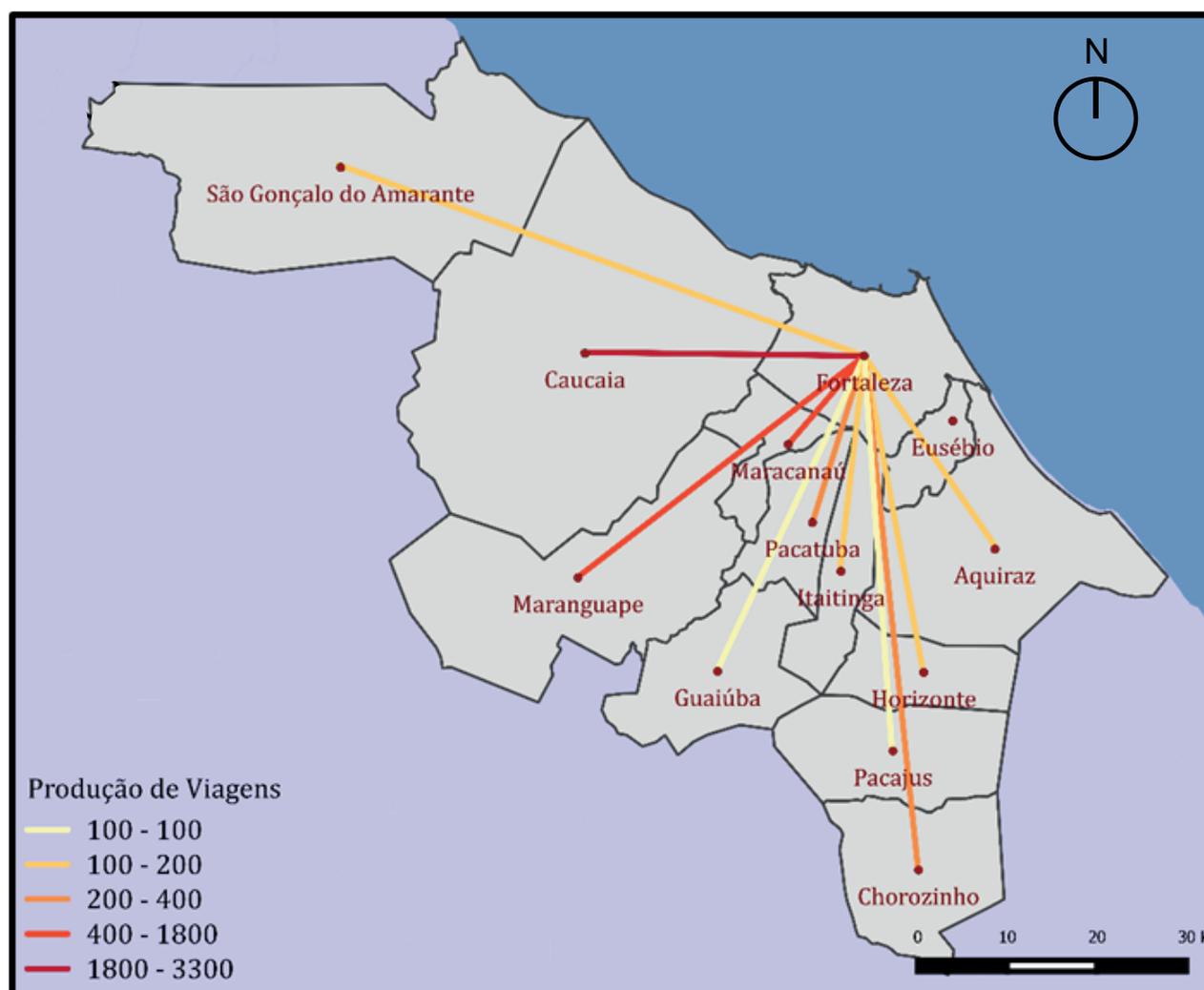
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

publicação do documento final e aprovação da decorrente lei regulamentadora realizadas entre novembro e dezembro de 2014. A definição da malha cicloviária provavelmente é o produto mais importante deste instrumento de planejamento, que definiu uma rede de 524 quilômetros de ciclovias (276 quilômetros), ciclofaixas (122 quilômetros), ciclorrotas (122 quilômetros), passeios

compartilhados (4 quilômetros) e Zonas 30.

Outras infraestruturas cicloviárias importantíssimas, também previstas no PDCI, são os bicicletários e paraciclos, cujas implantações nos principais pontos e vias da cidade são propostas no plano, que também define o mínimo de vagas necessárias para vários tipos de equipamentos públicos ou privados, tais como estações de trem ou metrô, terminais de transporte

Figura 25 – Produção de viagens na RMF



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

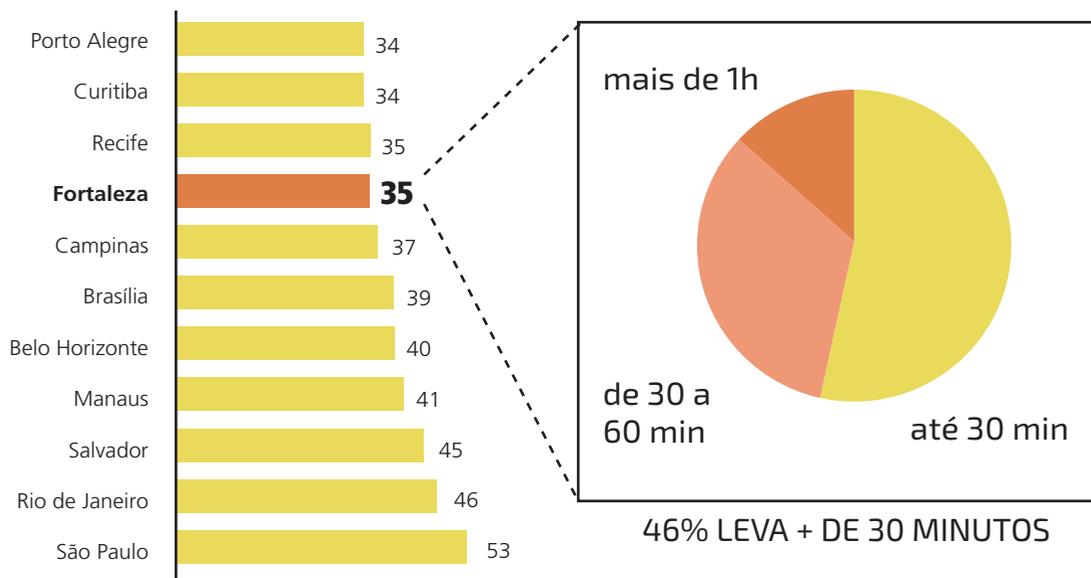
público, praças, parques, instituições de ensino, centros comerciais, dentre outros.

O plano traz diversas outras diretrizes também muito importantes para promoção do modal cicloviário, dentre elas: tipos adequados de pavimentação, drenagem, sinalização, paisagismos, segregadores e outros elementos para a rede cicloviária; implantação de sistema de bicicletas

compartilhadas; readequação da infraestrutura existente; ações de educação, incentivo e fiscalização, bem como criação de unidade gestora do modal na estrutura da prefeitura.

Em conjunto com a publicação do Plano Diretor Cicloviário Integrado de Fortaleza, foi aprovada a Lei Municipal nº 10.303/2014, que institui a Política de Transporte Cicloviário e aprova o PDCI. A lei traz

**Gráfico 4 – Aumento anual da frota de veículos particulares**



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2015.

consgo, dentre outras determinações, a lista das vias a receber as infraestruturas cicloviárias, dimensões mínimas destas infraestruturas, quantitativos mínimos de vagas para bicicleta por tipo de empreendimento, determinação de aplicação de percentual (mínimo de 2%) do montante arrecadado com multas de trânsito na implantação da rede cicloviária prevista no PDCI, determinação de execução de campanhas educativas permanentes e criação de unidade de gestão do Plano dentro da estrutura organizacional da prefeitura.

Apesar desse avanço considerável, entende-se que esse plano cicloviário deverá ser revisado imediatamente após a publicação deste plano de mobilidade integrado. O PDCI foi elaborado em função das diretrizes existentes na cidade, as quais serão alteradas em função do Plano Mestre Urbanístico e principalmente do Plano de Mobilidade aqui descrito. A maioria dos conceitos permanecerá inalterada, contudo, serão necessários alguns ajustes

relacionados aos novos padrões de uso e ocupação do solo, das novas localizações previstas para as atividades econômicas, incluindo novas economias e com relação ao sistema de transporte público e ao sistema viário proposto, que serão apresentados no item 5.

### 2.2.5 TRANSPORTE PÚBLICO

Neste item serão apresentadas as características do transporte público de Fortaleza em relação às ofertas de veículos e infraestruturas e em relação à demanda de pessoas que utilizam essa oferta; dessa forma será possível identificar os seus problemas e auxiliar na elaboração do conjunto de prováveis soluções mais adequadas para a cidade.

#### Oferta

A espinha dorsal do transporte coletivo em Fortaleza é o sistema regular operado por ônibus integrados ao sistema complementar operado por

micro-ônibus. A linha de metrô existente (Linha Sul) ainda não pode ser considerada como parte estrutural no atendimento da demanda urbana principalmente em relação à sua operação limitada e baixa demanda; caso similar ao da linha de trem (Oeste) que faz uma ligação interurbana de Fortaleza com Caucaia; essas ofertas de metrô e trem têm baixa significância em relação ao atendimento das linhas de desejo internas à Fortaleza. Dessa forma, o Sistema Integrado de Transporte por ônibus de Fortaleza (Sitfor) tem relevância inquestionável no cotidiano da cidade.

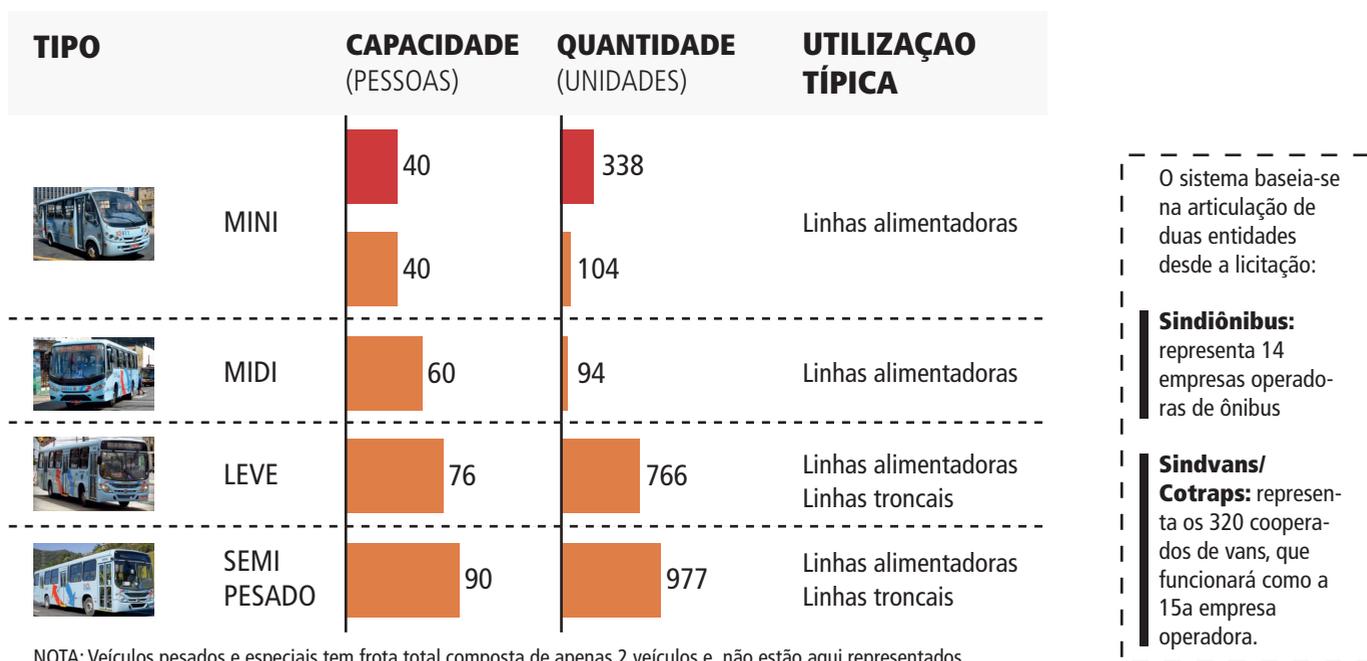
Atualmente, O Sitfor é composto de 295 linhas de ônibus e 22 linhas de micro-ônibus e vans, realizando o transporte de aproximadamente um milhão de passageiros por dia; 14 empresas de ônibus gerenciam as linhas regulares e 320 cooperados gerenciam a operação das 22 linhas complementares. O sistema regular conta com a diversidade de quatro tipos de veículos em sua frota: Mini, Midi, Leve e Semipesado; e o sistema complementar realiza sua operação por meio de veículos de menor capacidade (vans e similares). Desde janeiro de 2013, os sistemas regular e complementar gozam de integração temporal e tarifária por meio da utilização do Bilhete Único, em que o usuário pode trocar de veículo pagando apenas uma passagem no intervalo de duas horas. A distribuição da frota de veículos pode ser vista no Gráfico 5.

A cobertura da malha composta das linhas regulares e complementares alcança 93% da população a uma distância de caminhada de até quinhentos metros, o que a faz ser considerada boa. A Figura 23 apresenta a distribuição espacial das linhas urbanas de Fortaleza. As linhas se dividem em troncais, circulares, convencionais, alimentadoras e complementares; incluídas nessa última classe estão as linhas de vans que por muito tempo

operaram em concorrência com as linhas troncais e agora estão sendo reestruturadas para operar somente de forma alimentadora, adequando-se sua operação em função dos seus veículos de pequena capacidade. Existem ainda as linhas metropolitanas, que operam entre Fortaleza e os municípios de São Gonçalo, Caucaia, Maracanaú, Maranguape, Pacatuba, Itaitinga, Eusébio e Aquiraz. Atualmente ônibus e vans estão operando de forma integrada por meio do bilhete único metropolitano, garantindo inclusive a integração temporal: duas horas para descer de um veículo e entrar em outro pagando uma única tarifa. Para a integração entre as linhas urbanas e metropolitanas há o pagamento somente da diferença entre as tarifas. Os transportes sobre trilhos ainda não estão integrados ao bilhete único, processo que está em negociação. Essa rede de linhas rodoviárias e metro-ferroviárias pode ser observada na Figura 26.

Destaca-se também que o Sitfor apresenta um problema historicamente contundente na avaliação do usuário do Transporte Coletivo: a superlotação. Na mais recente pesquisa de satisfação realizada pela Etufor (2013), 84,5% avalia o atributo lotação como ruim ou péssimo, alertando a necessidade de atenção a este ponto. Com a presença dos elevados congestionamentos na malha viária, os quadros de horários sofrem atrasos, o que reduz o número de viagens realizadas, resultando em acúmulo de passageiros no veículo, tornando a viagem desconfortável e o serviço não atrativo. Caso os quadros de horários fossem dimensionados para evitar superlotações nos horários de pico, haveria a formação exagerada de comboios, tornando o sistema ineficiente do ponto de vista técnico e econômico. Além deste cenário, as linhas do transporte complementar tiveram suas rotas traçadas em percursos sobrepostos ao do sistema regular,

Gráfico 5 – Frota do sistema de transporte público em Fortaleza



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2015.

ainda na condição de concorrência por passageiros nos anos 1990. Atualmente, há uma câmara de compensação, na qual as receitas do sistema são proporcionalmente divididas, fazendo com que perca o sentido a sobreposição de rotas. Para o problema da superlotação, a sobreposição é agravante, pois resulta em linhas radiais fazendo percursos troncais, porém com operação de micro-ônibus.

Até 2013, a velocidade operacional do sistema era de 16 km/h, o que a caracterizava como baixa, sendo fruto dos congestionamentos. Este problema resulta no aumento do tempo de viagem e, também, no aumento do tempo de espera para o usuário. Mais da metade, 61,4% dos usuários, considera o tempo de espera ruim ou péssimo (Etufor, 2013), caracterizando um elevado grau de insatisfação perante este atributo. Paralelamente ao problema da disputa por espaço viário, tem-se, novamente, a

configuração das linhas complementares, que por operarem em regime de superlotação por longos trajetos, por vezes maiores que 50 quilômetros, resultam num alto índice de quebra de veículos, que, por sua vez, diminui a previsibilidade do serviço e eleva o tempo de espera para o usuário.

O nível de serviço dimensionado para as linhas do transporte público é o D, o que significa uma densidade de 3 a 4,5 passageiros por metro quadrado, porém, nos horários de pico, por conta dos congestionamentos, as linhas mais demandadas operam no nível de serviço F, com densidade igual ou superior a 6 passageiros/m<sup>2</sup>. Além do desconforto espacial, há também o desconforto térmico, ocasionado pela forte incidência de raios solares e das temperaturas elevadas, não sendo amenizado, pois apenas 49 veículos são equipados com sistema de ar-condicionado.

Sabe-se que a problemática da segurança pública

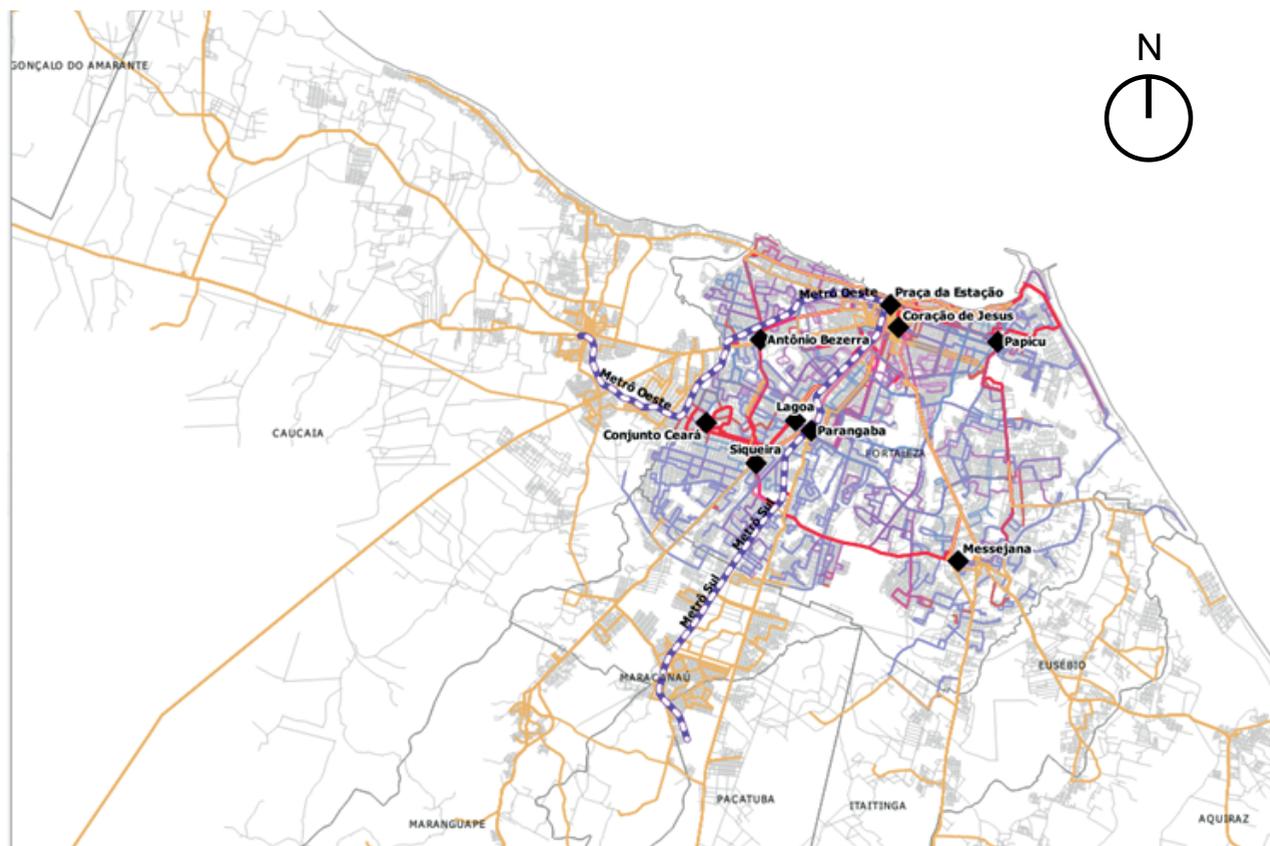
é multidisciplinar, havendo inúmeras variáveis a ser controladas, porém, nos dois anos, o usuário do transporte coletivo julga este atributo mais grave que a superlotação. Esta avaliação retrata a sensação do medo vivenciada pelos usuários que se julgam expostos à violência na caminhada até o ponto de parada, no tempo de espera pelos coletivos e, por fim, dentro dos veículos, principalmente nas linhas que circulam em bairros historicamente violentos.

### **Programa de implantação de faixas exclusivas**

Como solução de racionalização do espaço viário, foi criado em julho de 2014 o Programa

de Implantação de Faixas Exclusivas. A premissa do programa era dedicar uma faixa de tráfego à circulação exclusiva de ônibus, vans e táxis, em vias com no mínimo três faixas de rolamento. Esta medida tem por objetivo primário o aumento da velocidade operacional dos coletivos, uma vez que os congestionamentos causados pelo alto volume de automóveis particulares ficam resguardados às outras faixas de tráfego. Como objetivos secundários, tem-se o aumento da previsibilidade do serviço, a diminuição do tempo de espera, a diminuição do tempo total de viagem e, ocasionalmente, a redução da superlotação. O Programa foi concebido de

**Figura 26 – Linhas de transporte público por ônibus e vans de Fortaleza**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

forma ousada, tendo por meta a implantação de 122 quilômetros de faixas exclusivas no período de um ano (ago./14 – jul./15), em que o apoio da Etufor e da AMC é fundamental para o sucesso da iniciativa. Em paralelo à concepção e à execução da sinalização da via, atividades nas quais o órgão de trânsito exerce suporte fundamental, tem-se, também, o redimensionamento do distanciamento entre os pontos de parada, além da melhoria infraestrutural desses pontos com instalação de iluminação específica, colocação de abrigo metálico e exibição das linhas circulantes por meio de um painel informativo ao usuário. Até o mês de março de 2015, 61,6 quilômetros foram implantados, o que pode ser visualizado na Figura 27.

As vias com monitoramento das velocidades dos coletivos consolidados já revelam ganhos significativos capitaneados pelo projeto que podem ser vistos na Tabela 3 a seguir.

### Programa de reestruturação do sistema complementar

A rede de transporte público de Fortaleza

segue o modelo teórico tronco-alimentador, em que linhas de menor capacidade alimentam linhas de maiores demandas por meio de integrações físicas, em terminais, ou temporais, em quaisquer pontos de parada. No entanto, na prática, as linhas do sistema complementar, de baixa capacidade, operam em percursos sobrepostos a linhas de alta capacidade. Assim, o Projeto de Reestruturação do Sistema Complementar tem por objetivo realizar um redesenho das redes do sistema complementar, dando um caráter, de fato, alimentador para estas linhas. Há, portanto, quatro benefícios com esta ação: (a) o tratamento da superlotação nas linhas de baixa capacidade; (b) a melhoria na previsibilidade do serviço; (c) a diminuição do tempo de espera do usuário; e (d) a redução nos custos de operação do sistema.

### Demanda

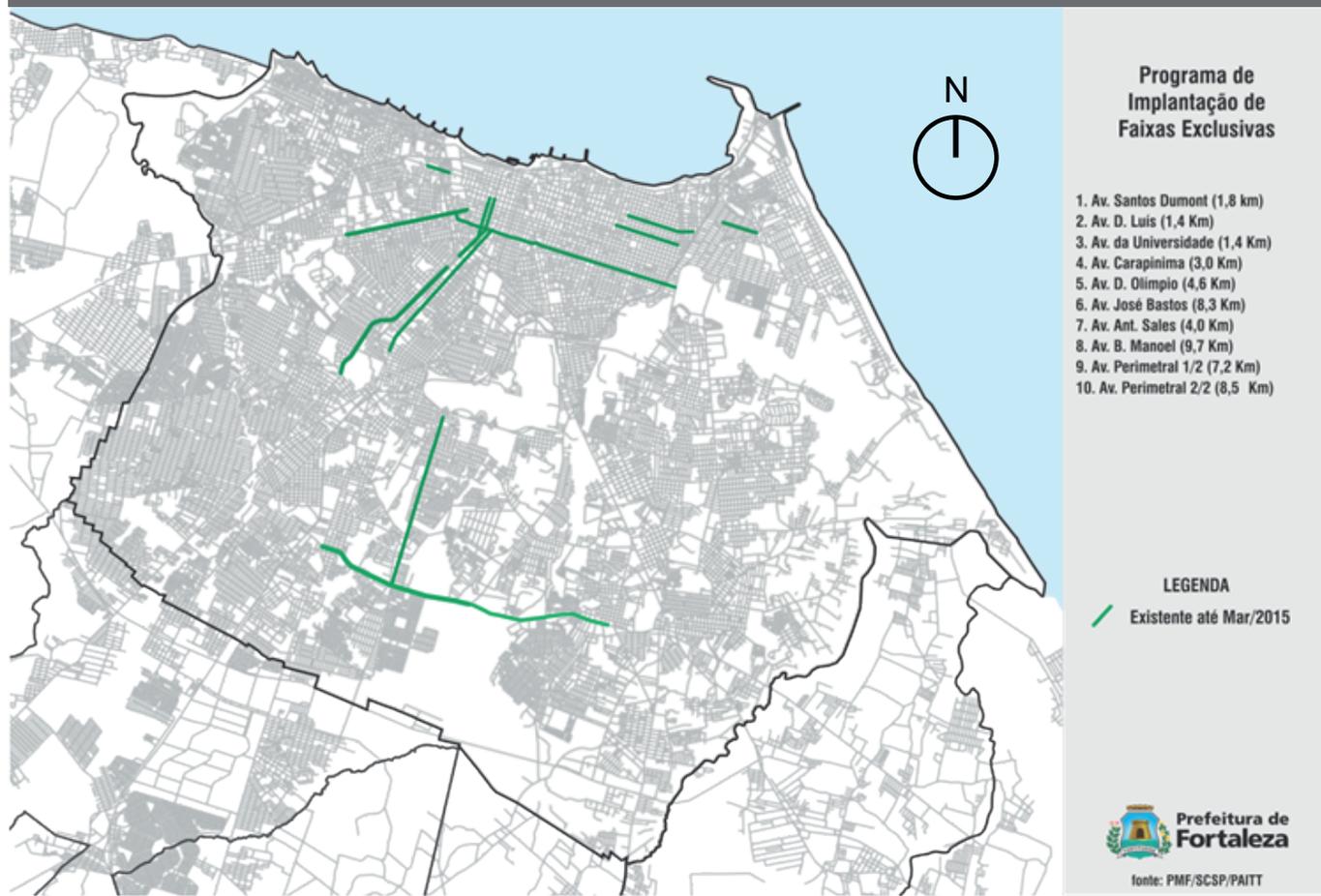
Ao longo do ano de 2014 foram registradas 348.182.147 validações, com uma média de 29.015.179 validações por mês. Levando em consideração os dias úteis do ano (sem distinguir

**Tabela 3 – Ganhos de velocidade operacional para o transporte público**

PROGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DE FAIXAS EXCLUSIVAS				
Via	Data de Implantação	Velocidade Sem Priorização (km/h)	Velocidade Com Priorização (km/h)	Aumento Percentual
Av. Santos Dumont (pico manhã)	9/jun	8.60	15.70	83%
Av. Santos Dumont (pico tarde)	9/jun	4.40	13.50	207%
Av. Dom Luís	9/jun	9.20	22.40	143%
Av. da Universidade	25/ago	11.70	19.80	69%
Av. Carapinima	25/ago	7.60	16.70	120%

Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2015.

Figura 27 – Faixas Exclusivas executadas entre janeiro/2014 e março/2015



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2015.

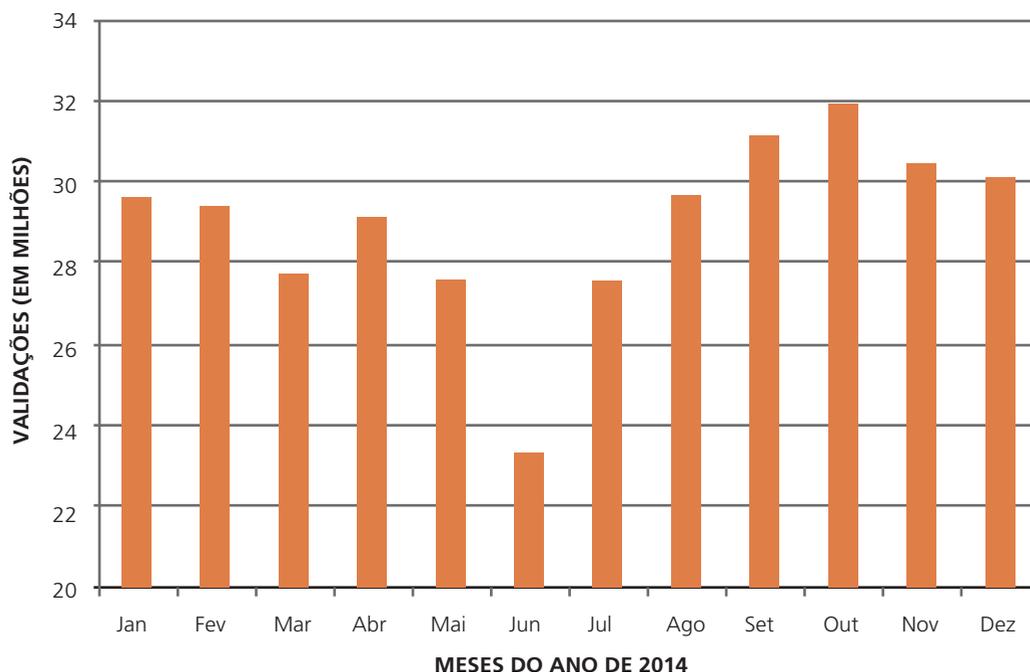
feriados), obteve-se média de 1.084.184 de validações/dia. Já ao considerar todos os sábados, obteve-se a média de 789.127 validações/dia. Aos domingos a média foi de 485.767 validações. Nota-se que, mesmo aos domingos, o sistema apresenta grande quantidade de carregamento. Reforça-se que tais informações são referentes ao carregamento global do Sitfor; não se observou aí o carregamento de cada linha individualmente.

No Gráfico 6, é apresentada a distribuição das validações ao longo do ano de 2014, agregado por mês. Pode-se ver que o mês com menor número de validações correspondeu ao mês de junho com

23.372.027 validações, já o mês de outubro foi o que apresentou maior número de validações com 31.968.460 validações. A média mensal de validações foi de 29.015.178 validações com um desvio-padrão de 2.143.967, indicando elevada variação mensal, ou seja, o sistema não segue uma distribuição definida para ocorrência de validações. Neste caso, seria importante ter acesso a outras amostras temporais de validação, de forma a identificar se há um padrão definido nesse comportamento.

Quanto ao tipo de usuário/tarifa em relação ao número de validações, é um indicador importante para caracterizar o sistema em termos de eficiência

Gráfico 6 – Distribuição das validações no ano de 2014



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2015.

econômica. Em relação ao pagamento de tarifa inteira, observa-se que maio foi o mês com maior número de validações com este tipo de pagamento (89,86%), e o mês de fevereiro correspondeu ao mês com menor quantidade de validação com tarifa inteira (78,03%). Em média, 82,17% das validações são feitas considerando pagamento integral, com um desvio-padrão de 3,63%. Conforme Gráfico 7.

Outra informação importante em termos de caracterização é identificar como está ocorrendo/ evoluindo o uso da integração temporal. No Gráfico 8 é apresentada a participação da integração temporal em cada mês. A participação média mensal de integrações temporais em 2014 foi igual a 6,30%, sendo que no mês de outubro observou-se a ocorrência máxima de integrações temporais observadas (7,04%) e no mês de janeiro observou-se o valor mínimo de integrações temporais (5,16%).

O sistema permite avaliar as validações de forma mais desagregada, possibilitando caracterizar o sistema ao longo das horas do dia, o que é fundamental para planejar a oferta do sistema, construindo estratégias operacionais distintas. Nota-se que no período das 5 horas às 9 horas há maior quantidade de validações no período da manhã, o que pode ser tomado como período de pico da manhã, sendo que a quantidade máxima concentra-se na faixa horária das 6 horas às 7 horas, o que a caracteriza como hora pico da manhã para o Sitfor. Em relação ao período da tarde, constata-se que para o dia em análise o período de pico ocorreu na faixa horária das 16 horas às 20 horas, e a hora de pico no período da tarde ocorre das 17 horas às 18 horas. O Gráfico 9 apresenta esse carregamento em um dia típico do ano de 2014.

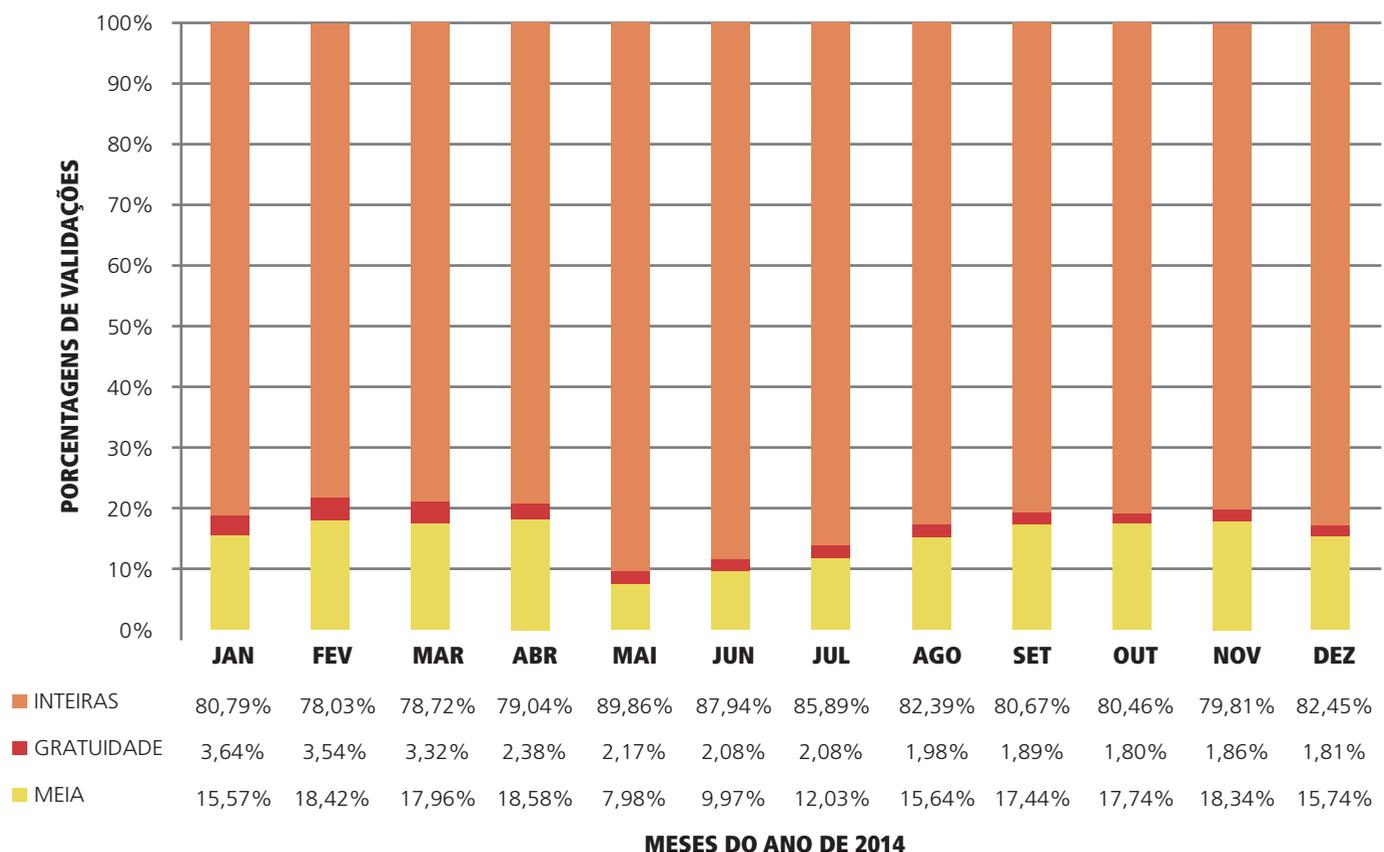
As viagens também podem ser identificadas

especialmente, o que é importante para identificar como os deslocamentos estão se distribuindo ao longo da cidade, impactando diretamente sob a ótica do planejamento estratégico, o que permitirá avaliar o comportamento espaço-temporal das viagens. Na Figura 28 é apresentado um mapa de carregamento conforme bairro da cidade. Quanto mais escuro, maior o número de validações ocorridas no bairro. Dessa forma, as áreas da cidade com maior número de validação – produção de viagens – são regiões periféricas localizadas ao sul e ao leste da cidade, bem como a região central ao norte. Este comportamento é esperado, uma vez que essas regiões periféricas

têm maior densidade populacional e a região central tem maior quantidade de serviços, empregos e comércios (Fortaleza é uma cidade com grande dependência da área central); normalmente esses fatores são os principais em termos de geração de viagens. Ao se utilizar outras fontes de dados (censo IBGE e dados de empregos do MTE), foi possível analisar relação de correlação entre a produção de viagens com a densidade, renda, e outras variáveis socioeconômicas. No entanto essas relações não serão discutidas nesse trabalho, por não fazerem parte do escopo principal.

Essas informações foram detalhadas por hora

**Gráfico 7 – Proporção de validações por tipo de tarifa**



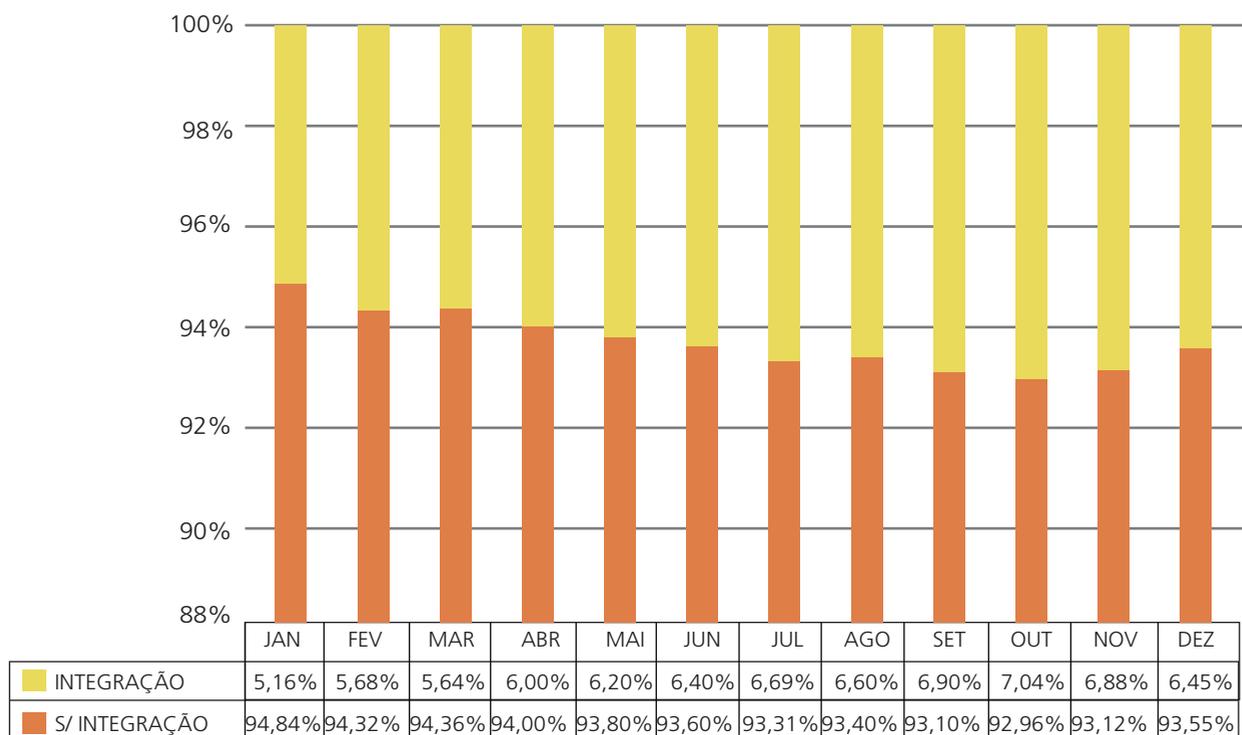
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

de carregamento. Na Figura 29 é apresentado o total de validações ocorridas na faixa horária das 5 horas às 8 horas. As Figuras 30 e 31 apresentam, respectivamente, as validações ocorridas na faixa de horário das 5 horas e das 6 horas. E a Figura 32 expressa o total de validações na faixa de 16 horas às 19 horas. Observa-se aí que as validações feitas na faixa de 5 horas são realizadas apenas na periferia da cidade, enquanto as validações feitas na faixa de 6 horas são realizadas em várias áreas da cidade. Constata-se que a produção de viagens nas regiões periféricas tem início mais cedo do que nas regiões mais bem centralizadas. Acredita-se que isso se deva ao fato de as distâncias percorridas pelos usuários

das regiões periféricas serem maiores do que as distâncias das regiões mais próximas ao centro; portanto, o início das viagens nas áreas periféricas acaba ocorrendo mais cedo.

A partir dos dados da Bilhetagem Eletrônica foram identificados as origens e os destinos dos usuários do sistema, utilizando as informações do banco de dados do bilhete único, que armazena os registros de localização geográfica, hora, tipo do usuário, entre outras informações. A partir dos seus resultados, chegaram-se às principais linhas de desejo do Sitfor, apresentadas na Figura 33. Há uma grande tendência de deslocamentos em direção ao centro e aos terminais de integração, o que mostra

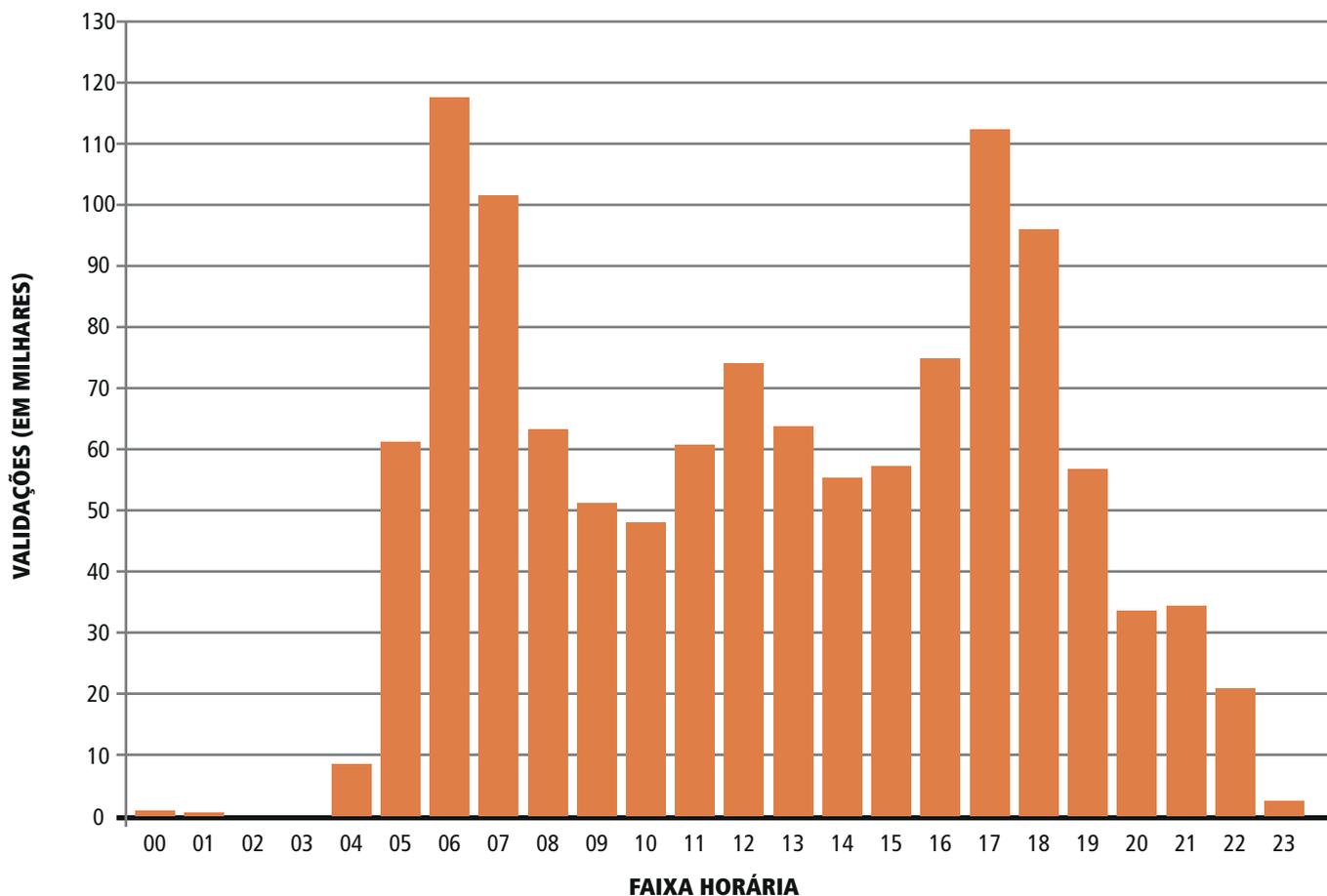
**Gráfico 8 – Proporção de validações de integração temporal**



**MESES DO ANO DE 2014**

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Gráfico 9 – Número de validações no sistema por faixa horária



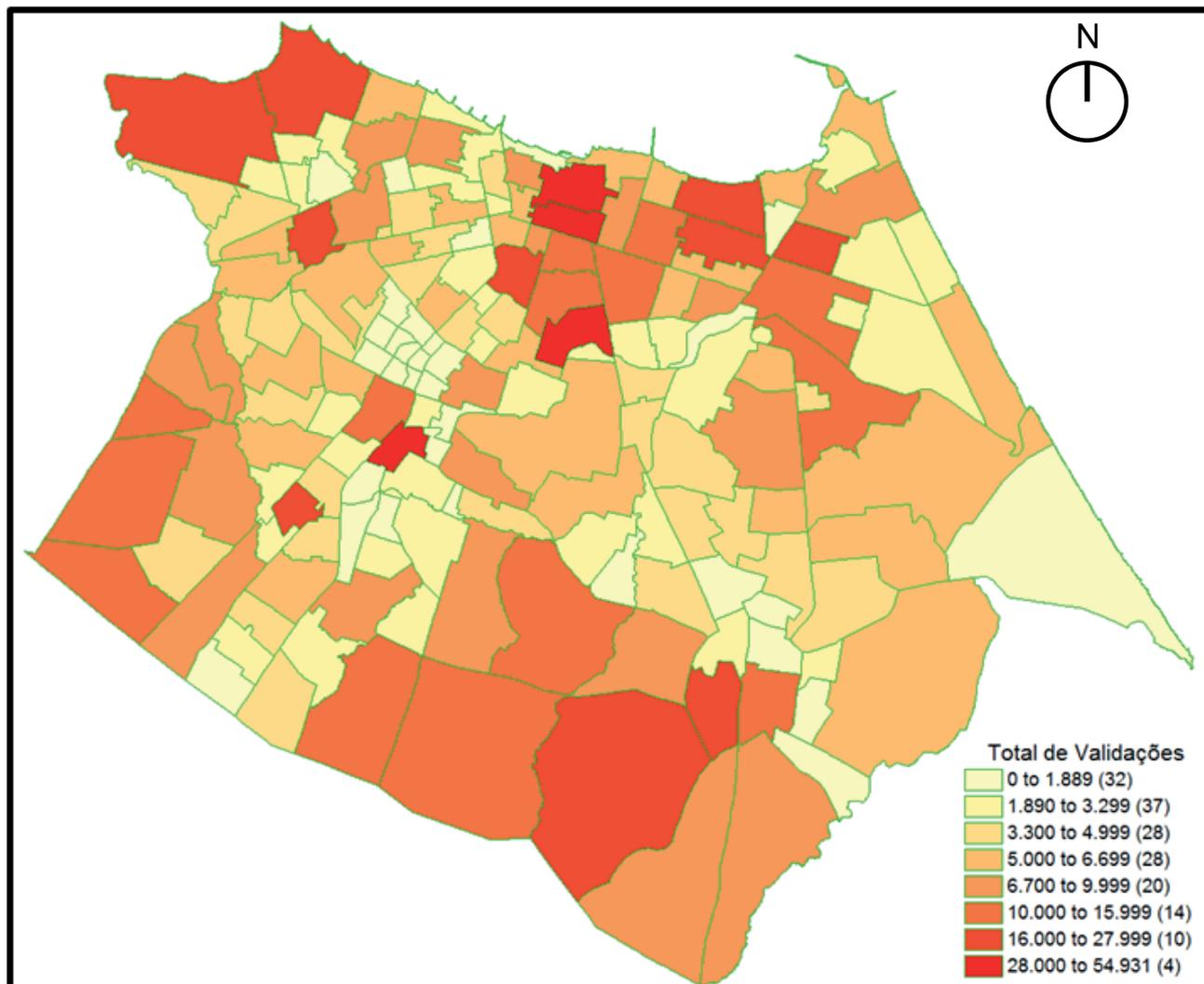
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

a pouca adesão à integração temporal e a grande dependência da região central.

Nota-se que o transporte público em Fortaleza é fundamental para o deslocamento diário da população, sendo que muito do que foi observado refere-se a viagens prioritárias (trabalho e educação), muitas das quais apresentam predominância de movimento pendular. Observa-se que a população

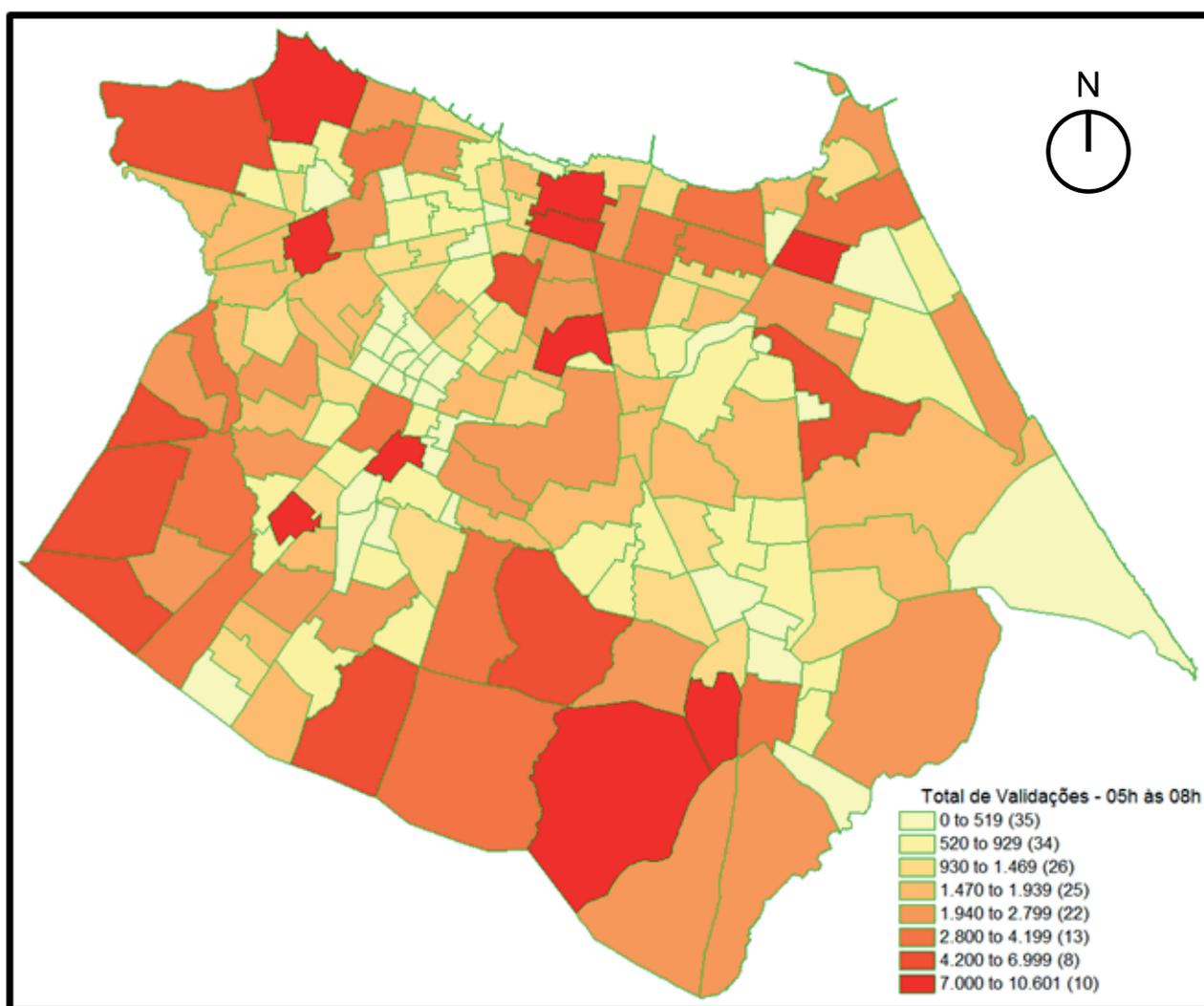
dependente reside em áreas periféricas, muito distantes dos principais pontos de atividades, obrigando-os a iniciar seus deslocamentos logo nas primeiras horas do dia. O sistema apresenta grande carregamento, indicando que é necessário planejamento nos níveis operacional, tático e estratégico, garantindo aos usuários condições de conforto e qualidade em seus deslocamentos.

Figura 28 – Total de validações por bairro



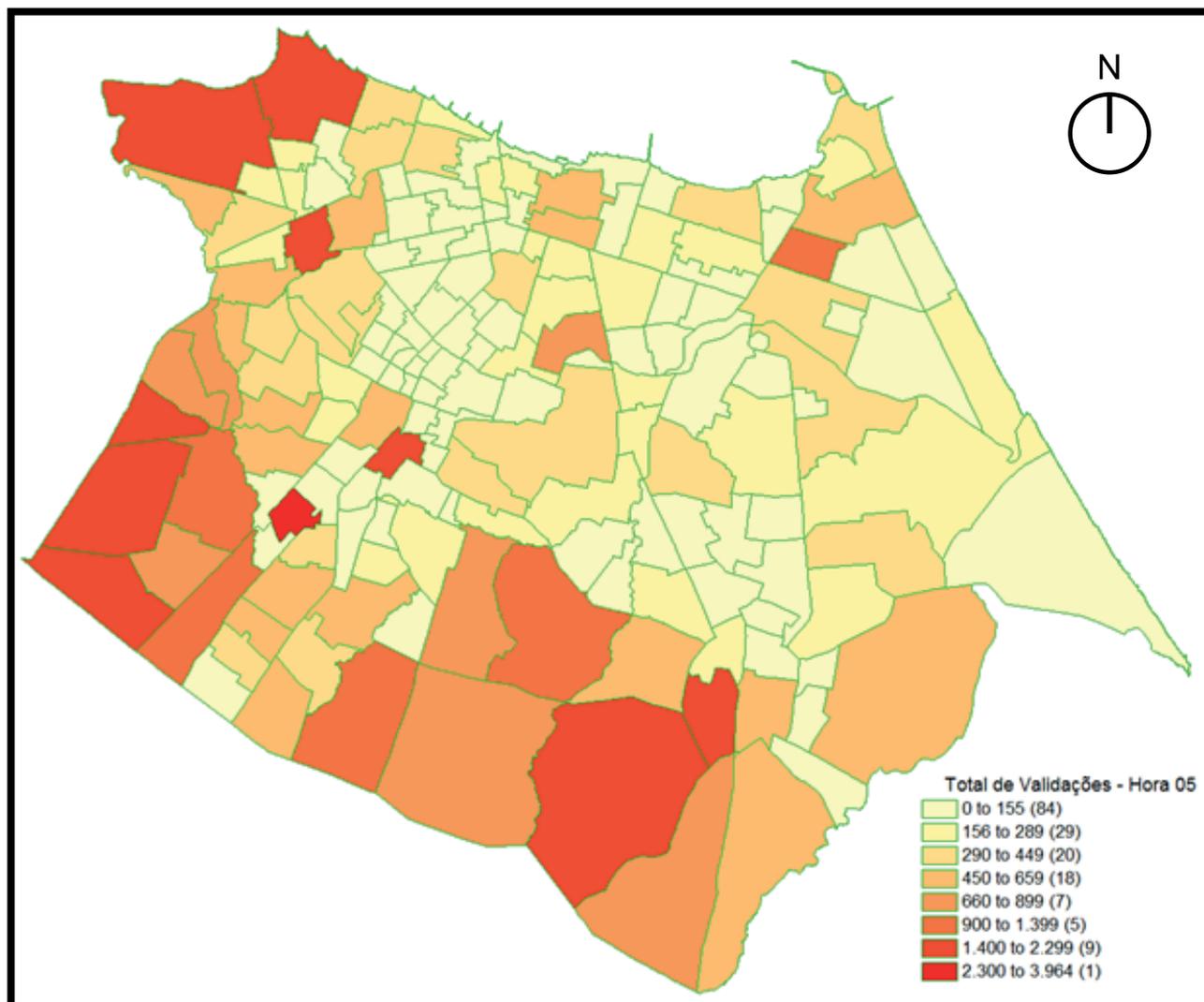
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 29 – Total de validações na faixa de 05h às 08h



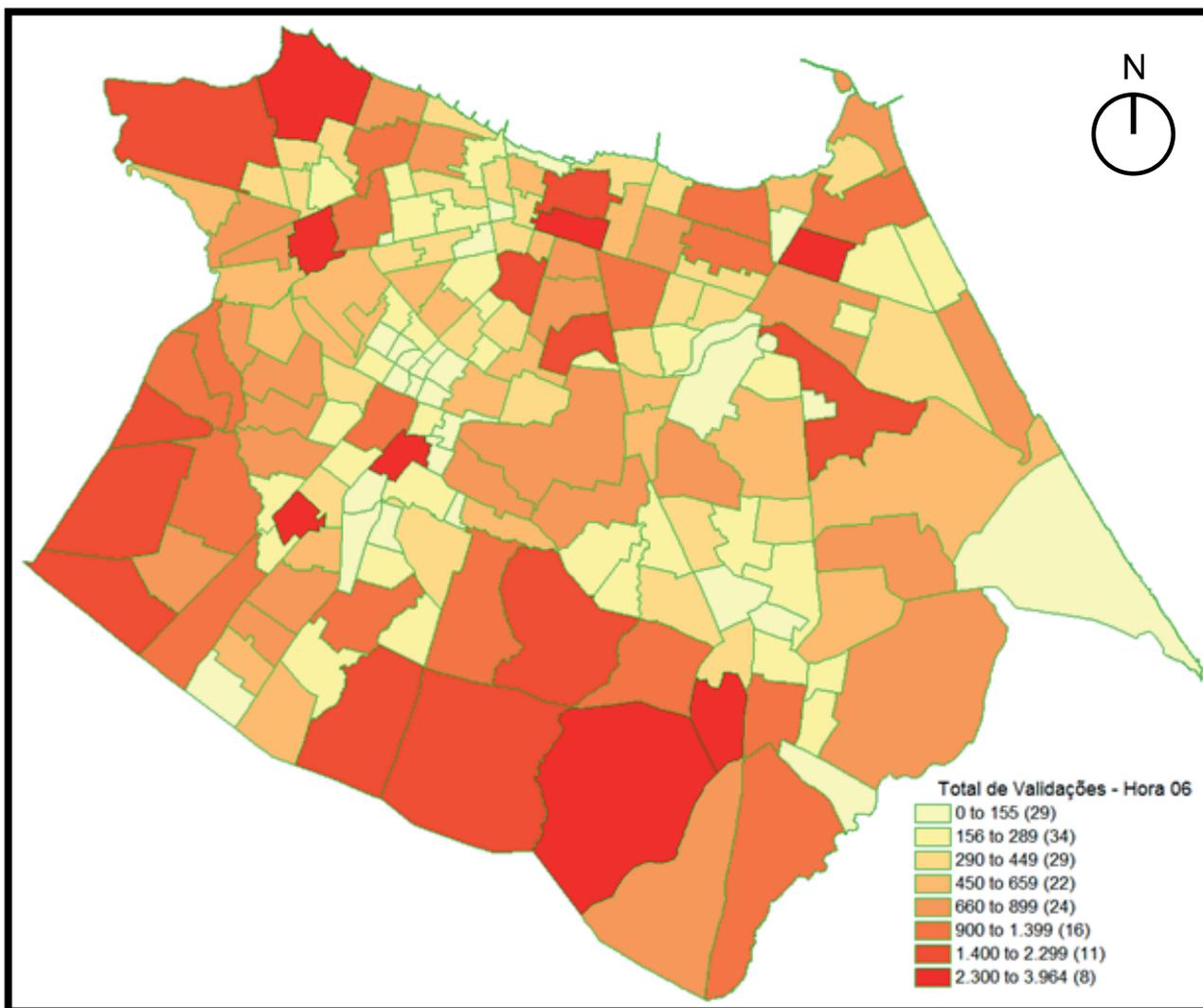
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 30 – Total de validações ocorridas às 05h



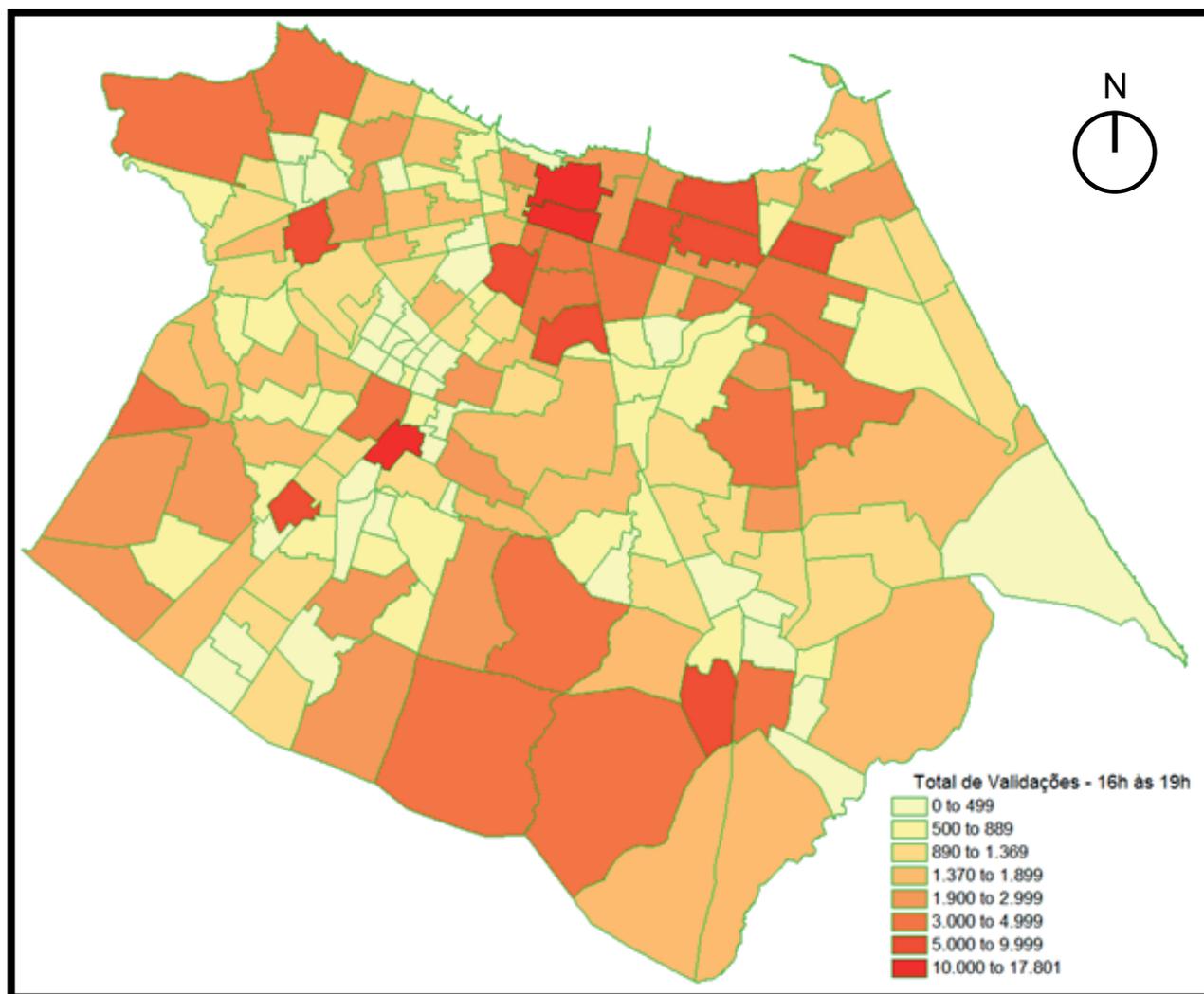
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 31 – Total de validações ocorridas às 06h



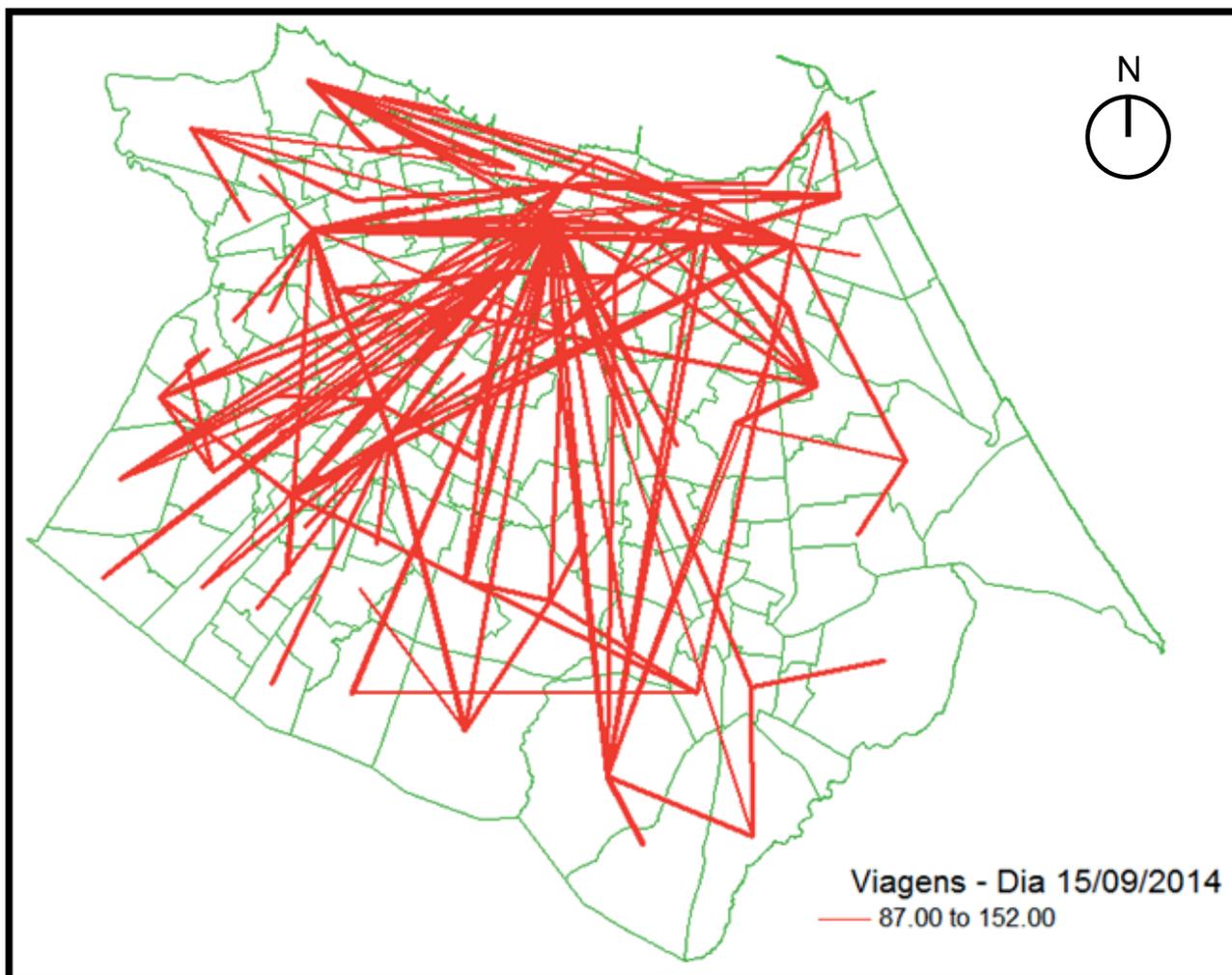
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 32 – Total de validações na faixa de 16h às 19h



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 33 – Linhas de desejo considerando 87 a 152 viagens/dia



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

### 2.2.6 TRANSPORTE DE CARGAS

O transporte de carga é um elemento importante para a sociedade, em especial para as populações urbanas, e, muitas vezes, sua operação impacta diretamente no transporte público e no transporte individual, fazendo com que a operação de distribuição de mercadorias torne-se algo “indesejado” por parte da população. Nesse contexto, surge a necessidade de desenvolver

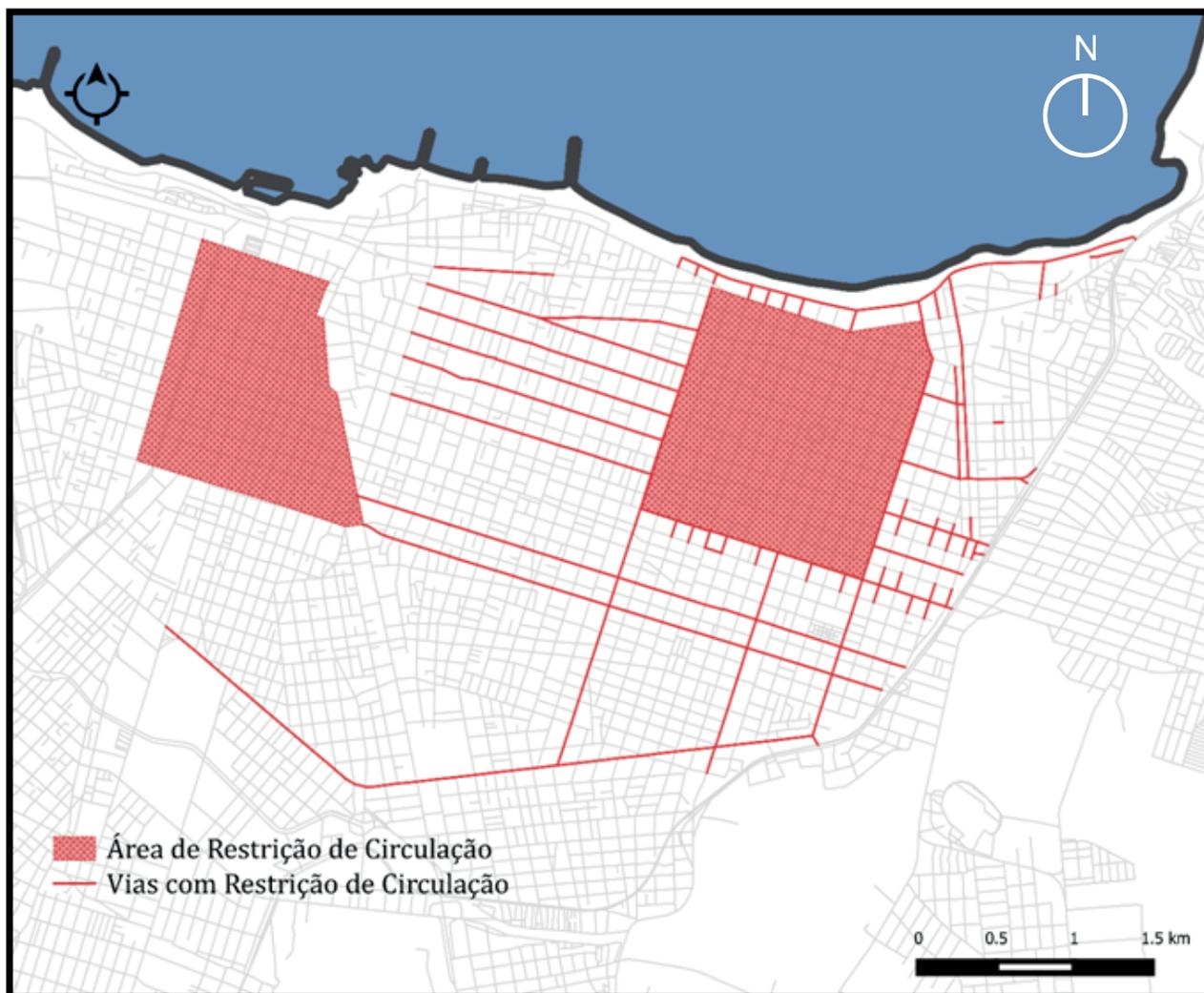
um plano de circulação de veículos de carga e de operações associadas, no qual são evidenciados os tipos de carga, volumes e especificidades da movimentação gerada, buscando, de forma racional, mitigar os desconfortos promovidos, como vibrações, ruídos, contaminação do ar e solo, emissão de resíduos sólidos e líquidos, deterioração da malha viária, acidentes etc. Para tanto, programas que contemplem aspectos como regulamentação

do transporte de cargas (inclusive cargas perigosas), definição de rotas preferenciais e das vias de uso proibido e sinalização específica (orientação e restrição) são fundamentais e de extrema urgência. Mas antes disso é de suma importância saber como as cargas estão circulando e se distribuindo pela cidade, em um grande esforço de caracterização e diagnóstico da problemática; do contrário, as ações

podem impactar negativamente na circulação de mercadorias, podendo resultar em situações de desequilíbrio econômico.

Neste aspecto, Fortaleza seguiu exemplo de outras cidades brasileiras e buscou propor ações de restrição à circulação de veículos de transporte de carga, antes mesmo de se conhecer os impactos que tal atividade traz ao sistema de transporte e à

Figura 34 – Locais com restrição de circulação de veículos de carga em Fortaleza



Fonte: AMC – Prefeitura de Fortaleza.

sociedade. Uma das primeiras medidas apresentadas foi a criação de áreas de exclusão, onde apenas em determinados horários os veículos transportadores de carga poderiam circular. A Portaria nº 218/2012, da Prefeitura de Fortaleza, regulamenta a circulação de caminhões, com ou sem carga, nos corredores e nas áreas com restrição de circulação nas vias urbanas do Município de Fortaleza (CE), conforme sinalização de regulamentação, e dá outras providências. Essas áreas podem ser observadas na Figura 34 e em mais detalhe no Anexo 2.

Os corredores com restrição destacados (em rosa claro) são: Av. Antônio Sales; R. Padre Valdevino/ R. Beni Carvalho; R. Pinto Madeira/R. Eduardo Garcia; Av. Santos Dumont; R. Costa Barros; R. Pereira Figueiras/Av. Dom Luiz; R. Ten. Benévolo; R.

Dep. Moreira da Rocha/R. Ana Bilhar; R. Frederico Borges; R. Frei Mansueto; Av. Barão de Studart; Av. Des. Moreira; Av. Sen. Virgílio Távora; Av. 13 de Maio/ Av. Pontes Vieira; Av. Pres. John Kennedy; Av. Monsenhor Tabosa; Av. Padre Antônio Tomaz; R. João Carvalho. Além desses corredores existem dois quadriláteros que têm restrição de circulação de veículos de carga: no Centro, formado pelas vias Castro e Silva; General Bezerril/Conde D'Eu, Visconde do Rio Branco; Domingos Olímpio; e Av. do Imperador, e na Aldeota, formado pelas vias João Carvalho/Pe. Antônio Tomás; Senador Virgílio Távora; Antônio Justa/Abolição; e Barão de Studart.

Outra medida adotada em Fortaleza é referente ao estabelecimento de um padrão de veículos de carga que teria livre circulação pelo município, inclusive dentro

Figura 35 – Localização dos postos de pesquisa OD



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

da região de restrição. Tal padrão, conhecido como veículos urbanos de carga (VUC), vem sendo adotado como “solução” à circulação de veículos de cargas em áreas urbanas em diversos municípios brasileiros.

Dessa forma, buscou-se envidar esforços para caracterizar e diagnosticar os problemas relativos à circulação e distribuição de cargas em Fortaleza, possibilitando conhecer melhor o caso em questão e, conseqüentemente, buscar empreender esforços que estejam mais direcionados à solução do problema, minimizando possíveis efeitos colaterais indesejados.

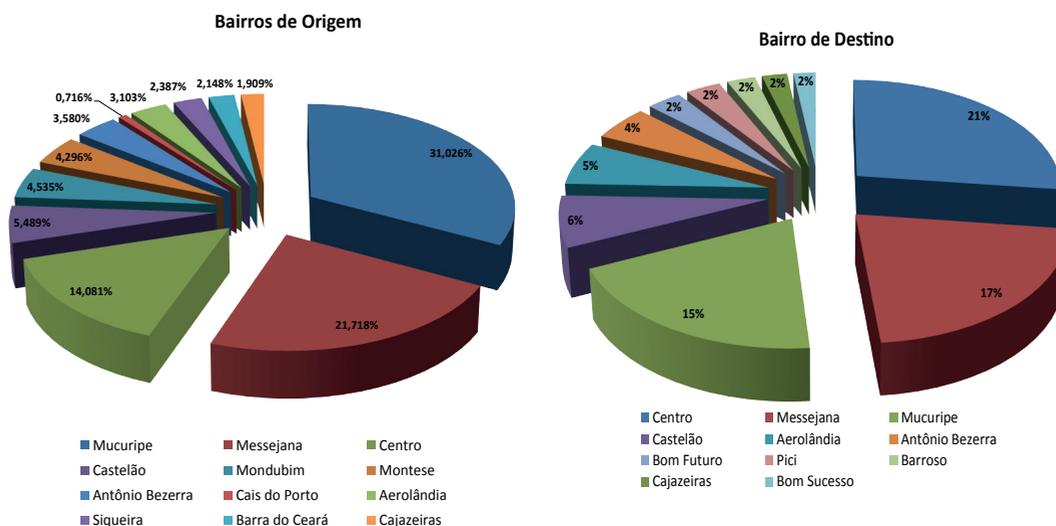
Assim, em 2012 a Prefeitura Municipal de Fortaleza abriu licitação para contratação de serviços que realizassem um Plano de Circulação de Cargas no Município. Uma das primeiras ações empreendidas em 2013 foi avaliar as cargas que chegam e que saem da cidade. Para tanto, utilizou-se de uma pesquisa estilo *Cordon Line* em seis pontos de acesso ao município. Foram realizadas 1.383 entrevistas nos

pontos destacados na Figura 35.

Os dados coletados possibilitaram definir em quais bairros chegam a maior parte das cargas com destino à Fortaleza e de quais bairros partem as cargas saindo de Fortaleza. Os resultados podem ser vistos no Gráfico 10.

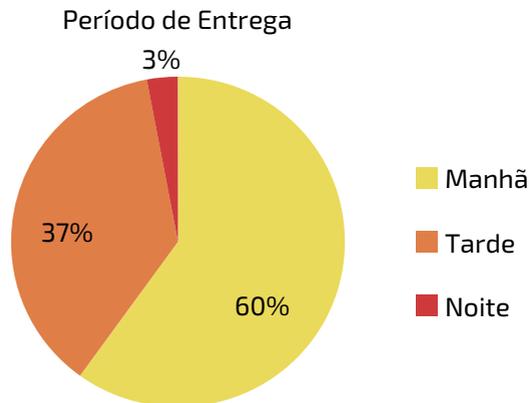
Percebe-se que os bairros Mucuripe, Messejana e Centro são as regiões onde a saída de carga está mais concentrada. Como destino, os três bairros que se destacaram como origem novamente chamam a atenção. Assim como o Centro, esses dois bairros apresentam 16% cada um de toda a carga que chega à cidade. Logo atrás está Messejana, que, por ser uma região turística e englobar hospitais de grande porte, apresenta números altos tanto de chegadas quanto de saída de carga. Em quarto lugar ficou Mucuripe, a região com o maior número de saída; isso pode ser justificado pela fábrica da Petrobras e, conseqüentemente, pela distribuição de combustível.

**Gráfico 10 – Principais Origens e Destinos das cargas geradas em Fortaleza para outras localidades**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 11 – Período de entrega da carga**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

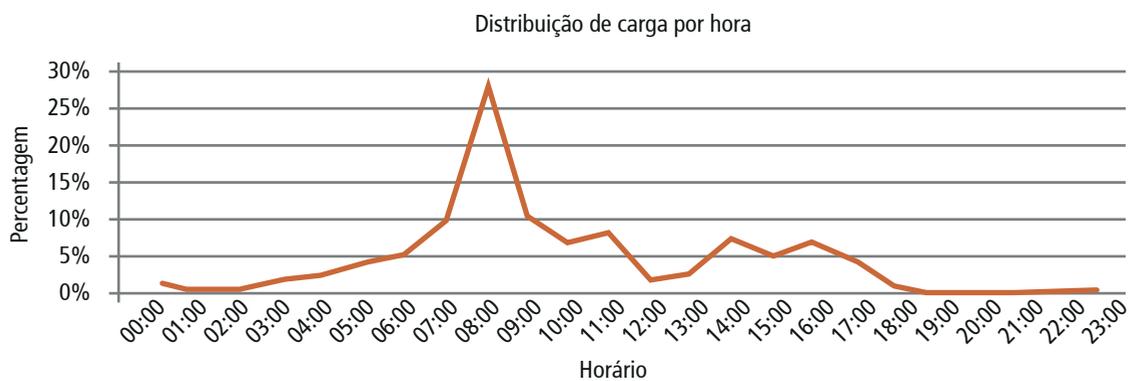
Análises mais elaboradas sobre essa distribuição serão levantadas ao longo do projeto. A presença do Mucuripe se justifica pelo fato de o Porto de Fortaleza estar ali localizado, fazendo com que muitas cargas entrem em Fortaleza, ou usem Fortaleza como passagem, sem ter aqui no município seu destino final, gerando apenas tráfego de passagem, muitas vezes, composto de veículos de grande porte que

trazem grande impacto e risco para a população, ainda mais ao considerar que o porto está localizado em uma área com concentração populacional.

Outro fator importante é saber em qual período ocorrem entregas observadas em Fortaleza. Desta mesma pesquisa constatou-se que durante o dia ocorre a maior quantidade de operações, sendo que o período da manhã é o que tem maior quantidade de chegadas e partidas de cargas em Fortaleza, como observa-se no Gráfico 11.

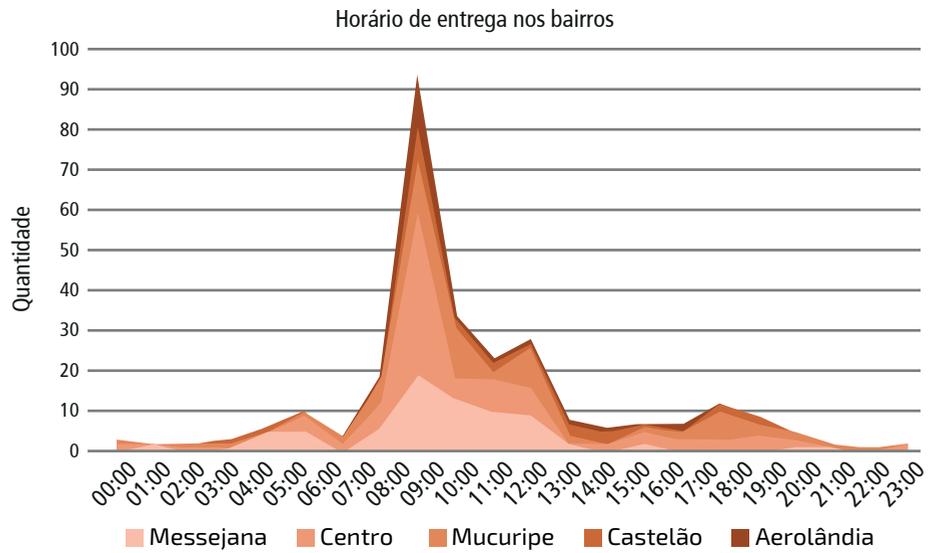
Coincidentemente, no horário em que ocorrem as maiores movimentações de mercadorias, o município estabeleceu faixas de restrição para acesso veicular em algumas regiões, uma tentativa evidente de “aliviar” o carregamento da rede, já intenso pelo tráfego de pessoas. Ainda é necessário saber com mais detalhes como a chegada de cargas se comporta, por isso o Gráfico 12 apresenta essa distribuição por hora das cargas que chegam ou que saem de Fortaleza. Observa-se que o pico está entre 7 horas e 9 horas, o que coincide com o período de início da maioria das atividades no município e, conseqüentemente, o momento em que as vias apresentam grande

**Gráfico 12 – Distribuição de entrega de carga ao longo do dia (hora da entrega)**



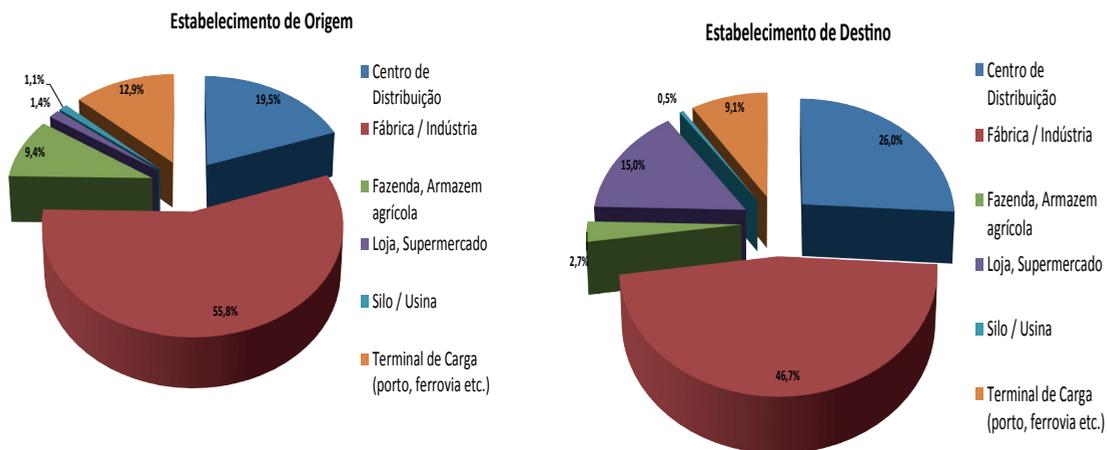
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Gráfico 13 – Distribuição do destino da carga ao longo do dia



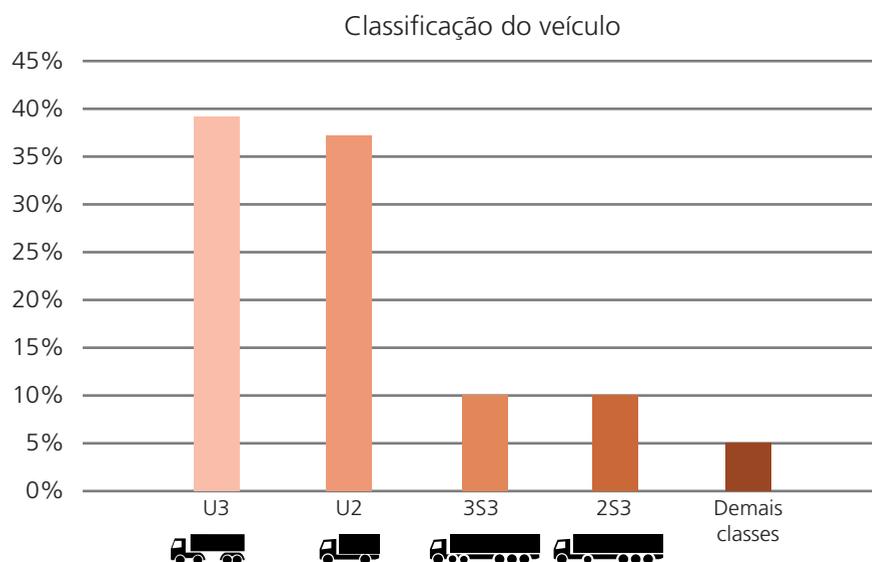
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Gráfico 14 – Estabelecimentos de Origem e Destino da Carga



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Gráfico 15 – Classificação do Veículo segundo a classificação do DER



Fonte: DER.

carregamento de tráfego, pois as pessoas estão se deslocando para exercer suas atividades diárias. No Gráfico 13 esse comportamento fica mais evidente, ao confrontar os horários com os bairros.

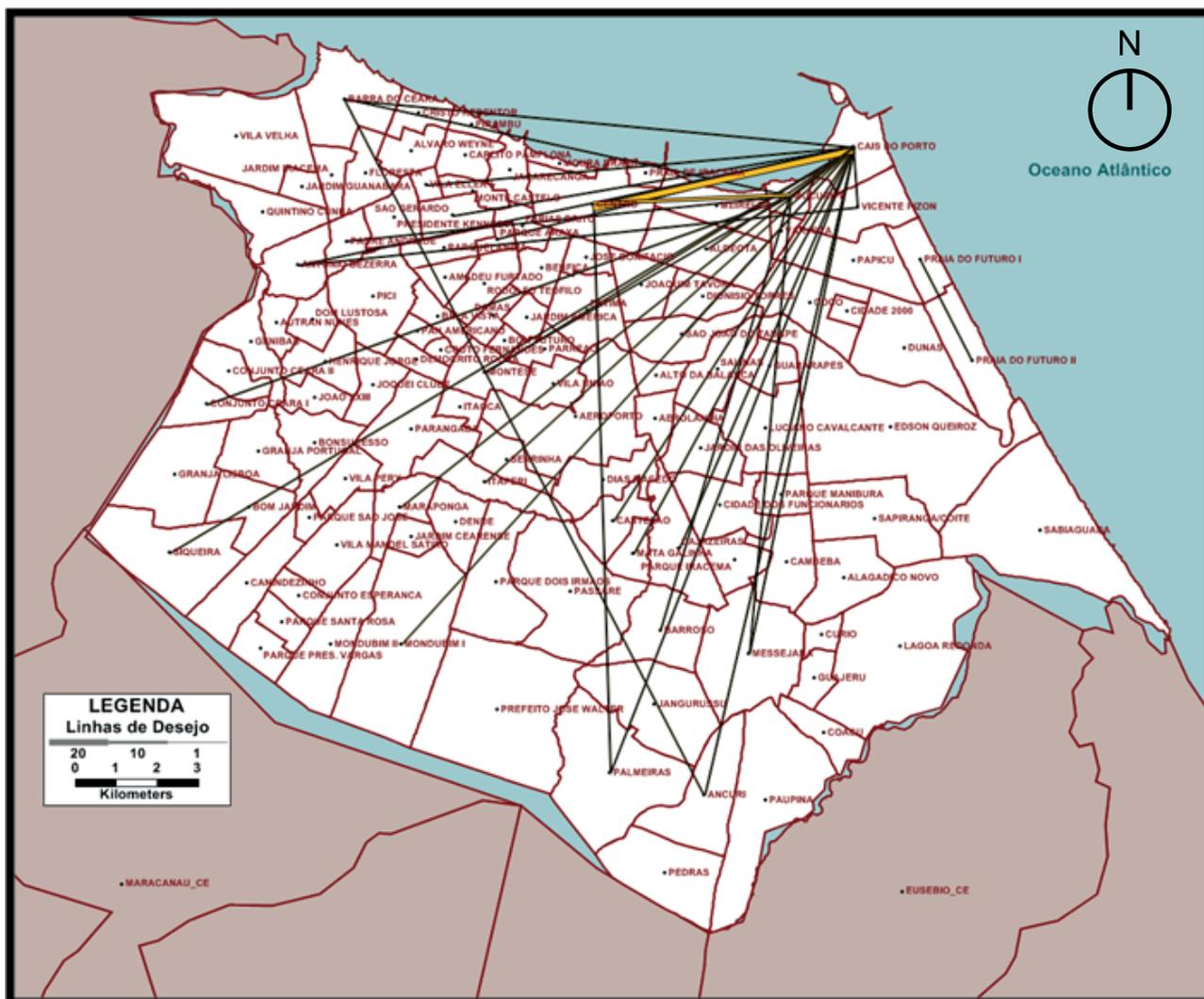
No horário de maior chegada de carga (horário de pico), percebe-se que a maioria dos veículos vai em direção ao Centro. Isso é um fator que contribui para o congestionamento. Um dos pontos críticos nesse caso é a rua Governador Sampaio. Repara-se ainda que esse é o único momento em que as chegadas predominam nesse bairro; ao longo do dia, pouquíssima carga chega. Muitas vezes, os veículos passam o dia estacionados ao longo da via, causando transtorno aos pedestres e motoristas, além de degradação ao próprio ambiente do centro.

Quanto à origem e ao destino prioritários da carga, o que pode indicar a necessidade de transbordo e, conseqüentemente, geração de novas viagens, foi realizada uma pesquisa em 2013 que identificou os principais estabelecimentos de origem e destino da

carga, como mostrado no Gráfico 14. A maioria dos veículos que foram entrevistados sai de uma fábrica, seguidos pelos que saem de centros de distribuição. Sendo que o destino majoritário em Fortaleza são fábricas e centros de distribuição, indicando que há transporte grande de cargas consolidadas que serão transformadas e reembarcadas em veículos para chegarem aos pontos de comércio. Ou seja, há necessidade de se conhecer como as cargas estão se distribuindo entre os bairros em Fortaleza, pois majoritariamente as cargas que chegam ao município não têm como destino direto o comércio, mas, sim, locais de transformação e/ou depósitos.

No caso do Centro, observa-se que a região nas imediações da rua Governador Sampaio concentra grande quantidade de atacadistas e depósitos, reforçando as constatações de que nessa região há grande chegada de veículos de carga. Por fim, a pesquisa mostrou o tipo prioritário de veículo de carga que chega ou que sai de Fortaleza, seguindo

Figura 36 – Linhas de desejo de movimentação de cargas intrazonal Fortaleza



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

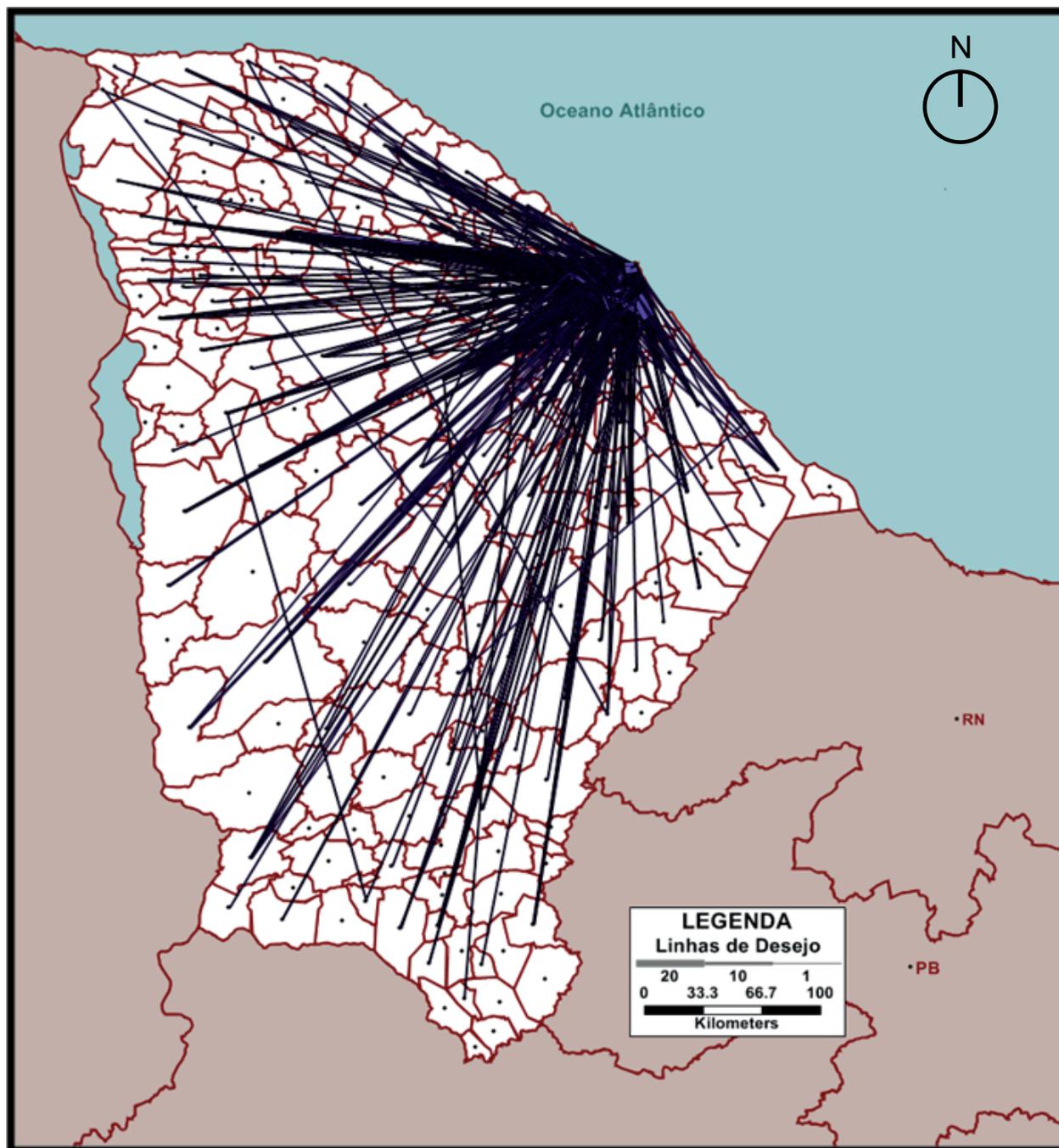
padrão de classificação do DER. Os resultados obtidos estão apresentados no Gráfico 15. Nota-se que há predominância de veículos de médio e baixo peso por eixo.

Os resultados dessa pesquisa realizada em 2013 também indicaram linhas de desejo das cargas que chegam e que partem de Fortaleza, mostrando o fluxo entre as regiões do município (Figura 36),

considerando o Estado do Ceará (Figura 37) e, por fim, as demandas mais expressivas do Brasil sob a influência da capital cearense (Figura 38).

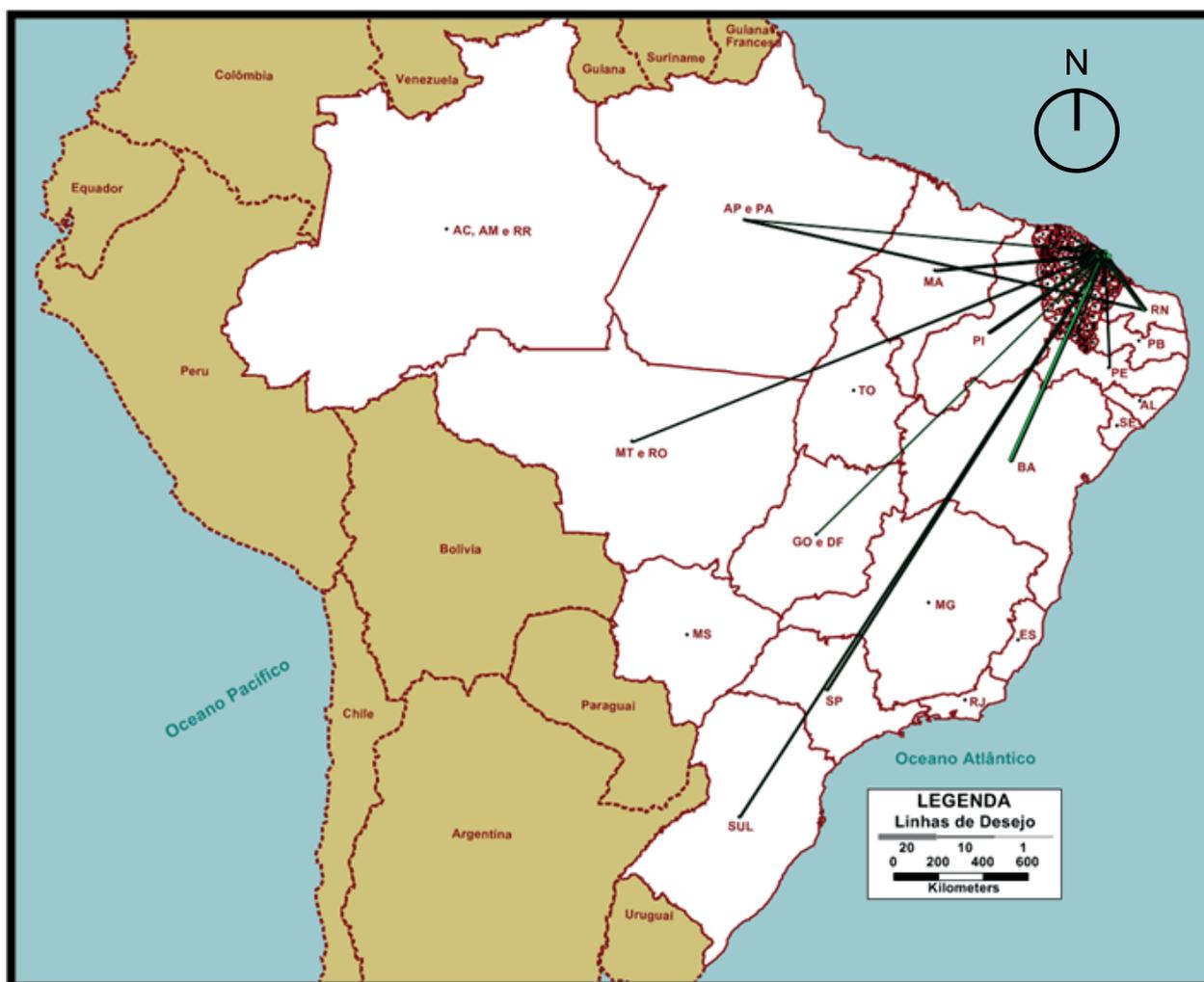
Convém salientar que as linhas de desejo retratam algumas características já evidenciadas nos gráficos, como, por exemplo, a grande troca da região central com a região portuária. Nota-se ainda que boa parte da carga que circula em Fortaleza tem origem ou

Figura 37 – Linhas de desejo estado do Ceará - Fortaleza



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 38 – Linhas de desejo Brasil - Fortaleza



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

destino em outras cidades vizinhas, o que pode indicar a necessidade de contornos viários, caso seja verificado que as vias urbanas estão com sobrecarga de tráfego.

Em complementação a esse estudo, que focou muito na situação de Fortaleza como atrativa ou produtora de viagens, fez-se uma tentativa de compreender melhor os fluxos de mercadorias entre os bairros de Fortaleza, o que caracteriza a verdadeira

carga urbana, podendo ser responsável por boa parte dos efeitos nocivos observados com a atividade.

Para isso, buscou-se desenvolver um novo estudo, mas baseado em dados do ICMS. Foi firmada uma parceria entre Iplanfor e Sefaz, a qual forneceu dados sobre quantidade de notas fiscais (NF) emitidas em cada bairro de Fortaleza, em diversas atividades econômicas e seguindo classificação CNAE, no

ano de 2014. Além da quantidade de NF houve o fornecimento do peso de produto indicado em cada NF. Deve-se salientar que o sigilo fiscal foi preservado e os dados fornecidos não permitem identificar as empresas. Considerando atividade atacadista, pois é a responsável pela movimentação de grandes volumes de produtos, observou-se que a região do Centro foi a responsável pela maioria das NF do setor atacadista geradas no ano de 2014, indicando que tal atividade é intensa na região, seguida por Messejana e Barra do

Ceará, conforme destacado na Figura 39.

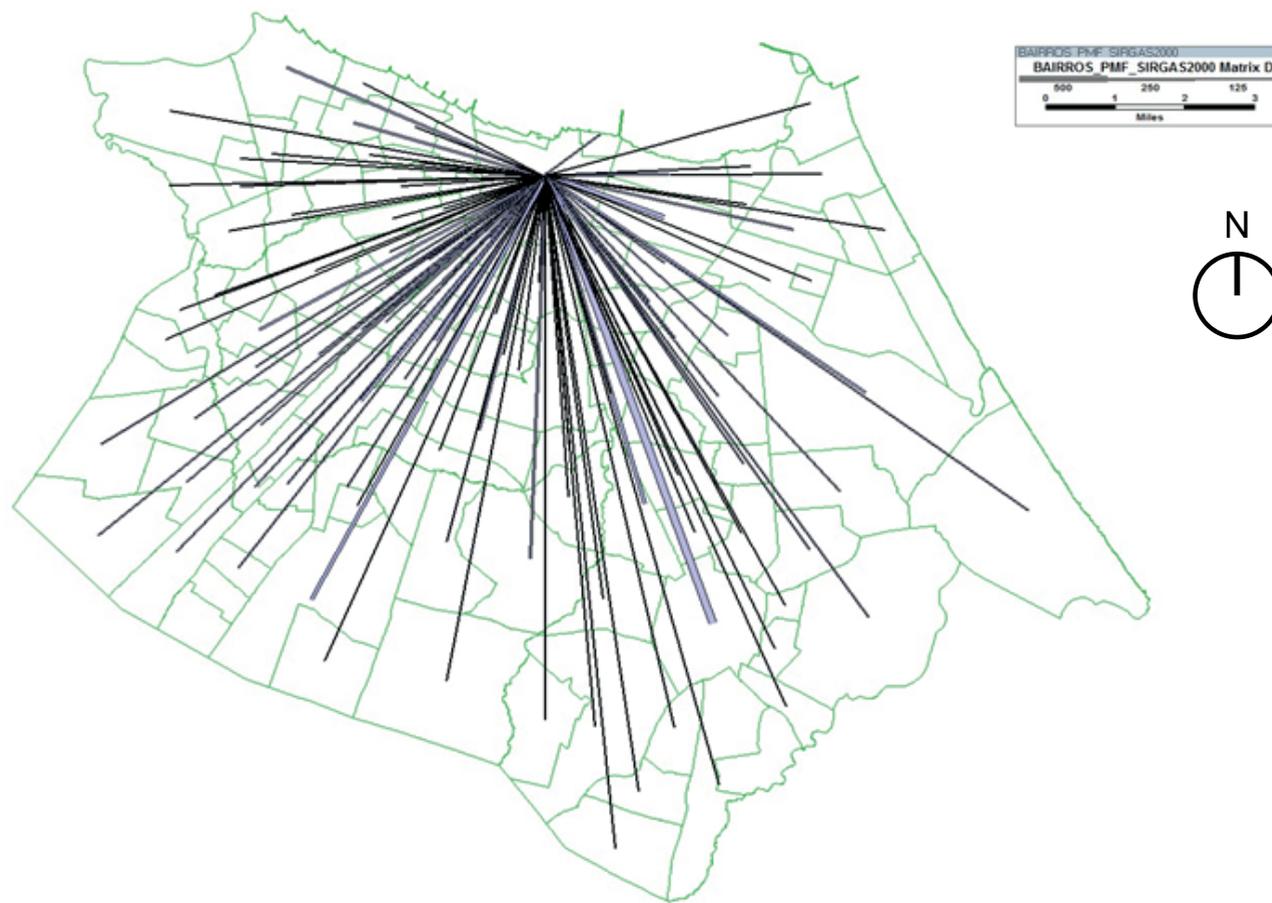
Além de o Centro ter grande predominância de polos atacadistas, observou-se que é a região da cidade que mais atrai viagens provenientes de outros bairros, considerando esse segmento. Tal constatação é mostrada na Figura 40. Assim sendo, pode-se concluir que o Centro é a área da cidade com grande impacto em termos de transporte de cargas nos segmentos de comércio atacadista. Destaca-se que o segmento atacado é "crítico", pois recebe

Figura 39 – Quantidade de NF setor atacadista emitida em 2014



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 40 – Viagens com destino ao Centro



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

veículos diversos e gera muitas viagens diariamente, causando assim maiores impactos.

Messejana, segunda maior concentração de NF, foi responsável por uma produção mais modesta de viagens, cuja distribuição está apresentada na Figura 41.

O transporte de cargas é vital para a vida em uma cidade, é por meio dele que as pessoas conseguem ter acesso aos elementos básicos à vida, como alimentação e vestuário. Por meio dele também chegam outros elementos importantes que garantem emprego e renda para a população. Geralmente,

áreas com grande concentração de carga são áreas com concentração e campos de trabalho, que resultam em deslocamentos populacionais. O conflito entre o deslocamento de pessoas e cargas é notório, mas pode ser equacionado com ações de planejamento. A concentração de centros atacadistas em áreas centrais não é adequada, pois tais atividades resultam em fluxo de veículos de grande porte que causam degradação urbana. A presença de um porto em uma área com grande concentração populacional também é algo que traz impacto à população. Algumas cidades do mundo

Figura 41 – Viagens do comércio atacadista produzidas por Messejana



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

têm buscado reverter tais quadros com a criação de polos logísticos, localizados ao longo das rodovias nas imediações das cidades, reduzindo o tráfego de veículos pesados dentro das áreas urbanas. Outro fator de destaque em Fortaleza é que uma ferrovia de carga ainda passa pelo município; isso gera impactos à população, ao trânsito e à própria operação ferroviária, que precisa reduzir a velocidade operacional dos trens para evitar qualquer infortúnio. Cabe ressaltar ainda a Ferrovia Transnordestina Logística (FTL), responsável pelo ramal ferroviário que passa em Fortaleza (ramal mucuripe), cuja velocidade

operacional no trecho urbano é em torno de 8 km/h, resultando em uma ineficiência considerável dessa operação, além da maior probabilidade de ocorrência de acidentes nos cruzamentos em nível existentes. Se o Porto do Mucuripe fosse mantido somente para passageiros, esse ramal de carga não teria mais sentido, sendo transferido somente para o ramal que se destina ao Porto do Pecém; entretanto, essa transferência depende de estudos específicos que não existem, mas cuja discussão pública deve ser iniciada em curto prazo.

**Tabela 4 – Vítimas envolvidas em acidentes de trânsito em 2010**

ACIDENTES		
<b>Total de acidentes</b>	<b>25.968</b>	<b>100,00%</b>
Acidente com vítimas fatais	353	1,36%
Acidentes com vítimas feridas incluindo atropelamentos	9.798	37,73%
Acidentes com vítimas feridas de atropelamento	1.895	7,30%
<b>Tipos de acidentes</b>		
Colisão	20926	80,58%
Colisão frontal	1036	3,99%
Capotamento	139	0,54%
Atropelamento	2207	8,5%
Outros	1450	5,58%
Não informado	210	0,81%

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 5 – Vítimas envolvidas em acidentes de trânsito em 2010**

ACIDENTES		
<b>Total de acidentes</b>	<b>25.968</b>	<b>100,00%</b>
Acidente com vítimas fatais	353	1,36%
Acidentes com vítimas feridas incluindo atropelamentos	9.798	37,73%
Acidentes com vítimas feridas de atropelamento	1.895	7,30%
<b>Tipos de acidentes</b>		
Colisão	20926	80,58%
Colisão frontal	1036	3,99%
Capotamento	139	0,54%
Atropelamento	2207	8,5%
Outros	1450	5,58%
Não informado	210	0,81%

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 6 – Veículos envolvidos em acidentes de trânsito em 2010**

<b>VEÍCULOS</b>		
<b>Total de veículos</b>	<b>49.412</b>	<b>100,00%</b>
Veículos em acidentes com vítimas fatais	512	1,04%
Veículos em acidentes com vítimas feridas incluindo atropelamento	16.861	34,12%
Veículos em acidentes com vítimas de atropelamento	1.900	3,85%
<b>Veículos envolvidos em acidentes</b>	<b>49.412</b>	<b>100,00%</b>
Bicicleta	1291	2,61%
Moto	10011	20,26%
Auto	27475	55,60%
Ônibus	2771	5,61%
Caminhão	5669	11,47%
Reboque	198	0,40%
Outros	1156	2,34%
Não informado	841	1,70%
<b>Veículos envolvidos em atropelamentos</b>	<b>1900</b>	<b>100,00%</b>
Bicicleta	32	1,68%
Moto	666	35,05%
Auto	677	35,63%
Ônibus	108	5,68%
Caminhão	89	4,68%
Reboque	1	0,05%
Outros	32	1,68%
Não informado	295	15,53%
<b>Veículos envolvidos em acidentes com vítimas fatais</b>	<b>512</b>	<b>100,00%</b>
Bicicleta	41	8,01%
Moto	168	32,81%
Auto	140	27,34%
Ônibus	55	10,74%
Caminhão	59	11,52%
Reboque	3	0,59%
Outros	17	3,32%
Não informado	29	5,66%

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

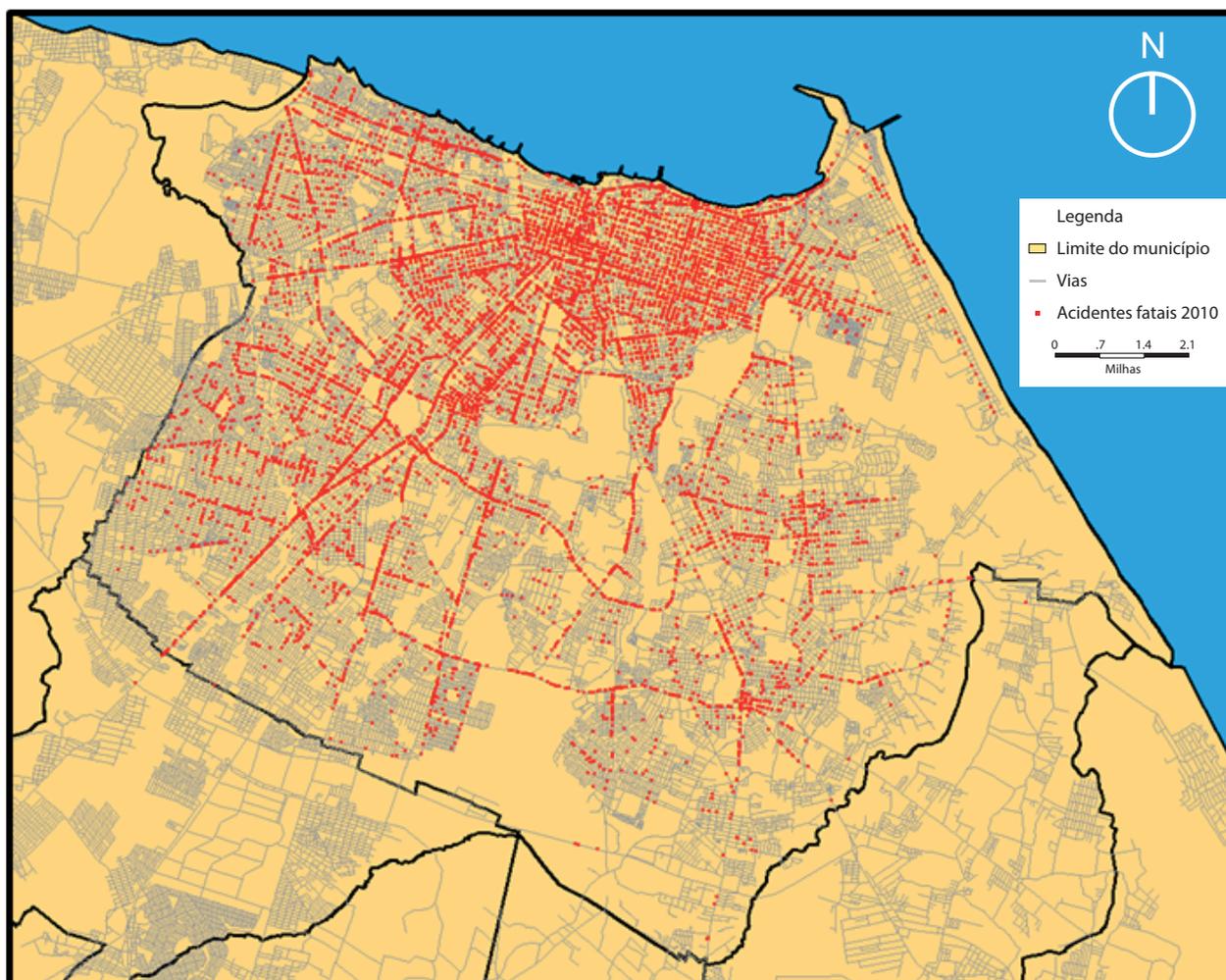
### 2.2.7 SEGURANÇA VIÁRIA

Segundo dados recentes do Observatório Nacional de Segurança Viária, Fortaleza é o segundo lugar em mortes no trânsito por 100 mil habitantes; em 2010 foram 14,9 mortos por 100 mil habitantes, alertando a criticidade do tema para a necessidade de uma abordagem multidisciplinar. As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam os dados de acidentes, vítimas e veículos envolvidos em acidentes no ano de 2010,

respectivamente. Cabe ressaltar que os dados de anos seguintes ainda não foram consolidados pela Prefeitura de Fortaleza.

Esses dados são coletados sistematicamente pelo órgão executivo de trânsito de Fortaleza, a AMC, que recebe informações provenientes de várias fontes: Polícia Rodoviária Federal, Departamento Estadual de Trânsito do Ceará (Detran/CE), Perícia do Detran/CE, Juizado Móvel Especial, Serviço de Atendimento Móvel

Figura 42 – Georeferenciamento de 97% dos acidentes de trânsito em 2010



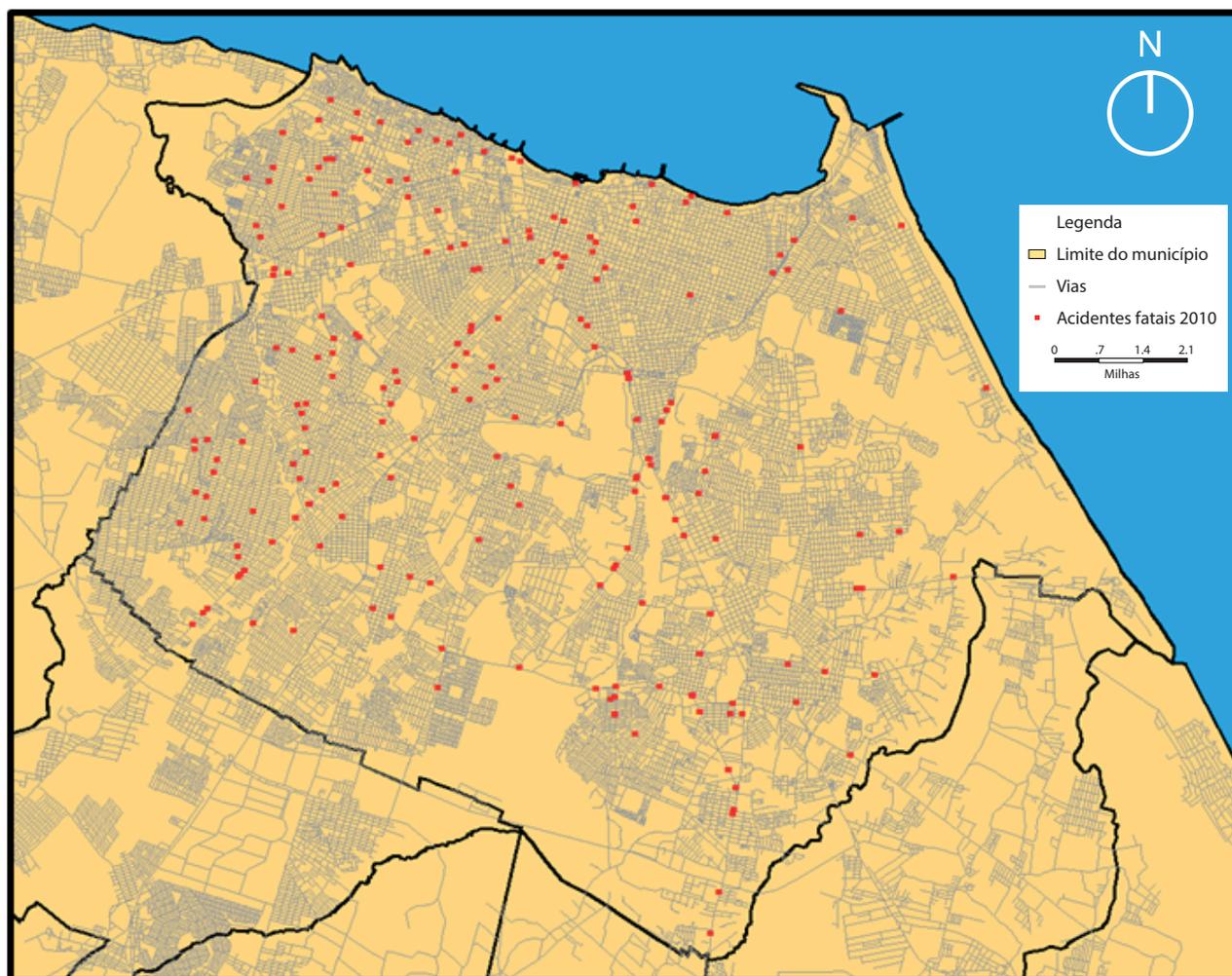
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

de Emergência (Samu), Hospital Instituto Dr. José Frota (IJF), Instituto de Criminalística (IC), agentes de Trânsito da AMC, Câmeras do Controle de Tráfego em Área de Fortaleza (CTAFor/AMC), Instituto Médico Legal (IML), Polícia Militar (PM), Grupamento de Socorro de Urgência (GSU) do Corpo de Bombeiros e Polícia Rodoviária Estadual (PRE), cujas informações são consolidadas diariamente no Sistema de Informações de Acidentes de Trânsito de Fortaleza (SIAT/FOR), vinculado ao setor

de engenharia de trânsito da AMC. Observa-se com destaque os números de mortos no trânsito de Fortaleza em 2010: 366 pessoas, praticamente uma pessoa por dia, das quais 166 são condutores ou passageiros em motos. E ainda o impressionante número de 12.139 feridos em um ano.

Observa-se também que a moto é o veículo que mais se envolve em acidentes com vítimas fatais, devido à grande frota, à exposição à qual o

**Figura 43 – Georeferenciamento dos acidentes com vítimas fatais em 2010**



Fonte: AMC – Prefeitura de Fortaleza.

condutor é submetido, e principalmente à gravidade das lesões das pessoas envolvidas nos acidentes, no caso, o condutor e o passageiro da moto, muitas vezes, intensificada pela não utilização do capacete.

As Figuras 42 e 43 apresentam o resultado do georreferenciamento de 97% de todos os acidentes de trânsito e 100% da localização dos acidentes com vítimas fatais em 2010, respectivamente. Observa-se que grande parte dos acidentes se localiza no Centro e Aldeota; entretanto, a sua gravidade é menos severa, visto as baixas velocidades veiculares desenvolvidas na região, principalmente por causa dos congestionamentos diários, apresentando poucos acidentes com vítimas fatais nessa área. Na periferia, com forte destaque à zona oeste da cidade, os acidentes concentram-se nos corredores de tráfego, bem como os acidentes com vítimas fatais.

A capacidade atual do órgão gestor para lidar com acidentes e gargalos eventuais de trânsito encontra-se abaixo da demanda gerada; por exemplo, na região do Montese, que é a terceira maior demanda por chamados, 30% destes não são atendidos por limitações operacionais. No entanto, quando existe alguma vítima ferida, sempre há a presença de alguma das fontes já citadas, principalmente as que são relacionadas ao atendimento de urgência.

Esse quadro demonstra que há a necessidade de ações específicas que procurem reduzir os índices de acidentes do cenário atual, agindo nas três causas que podem gerar um acidente de trânsito: causa ambiental, causa humana ou causa veicular, embora haja estudos que comprovem que a causa humana é significativamente maior que as outras, do tipo condutor embriagado ou sob uso de entorpecentes, dormir ao volante, sem uso de equipamento de segurança, uso de telefone celular, dentre outros.

## 2.2.8 TRANSPORTE AÉREO

A partir de 13 de maio de 1953 a Pista de Pouso do Cocorote passou a ser denominada de Aeroporto Pinto Martins. A antiga pista tinha 2.100 metros, e foi ampliada para 2.545 metros em 1963. O primeiro terminal de passageiros foi construído em 1966, com aproximadamente 8.200 m<sup>2</sup> de área construída e capacidade para atendimento de 900 mil passageiros/ano. A Infraero assumiu a administração em 7 de janeiro de 1974 (Portaria nº 220/GM5, de 3/12/1973), quando deu início a uma série de obras de revitalização e ampliação do complexo aeroportuário. Em uma delas, em parceria com o Governo Estadual, iniciou a construção do novo Terminal de Passageiros (TPS), no dia 30 de abril de 1996, que foi classificado como internacional em 1997 (Portaria 393 GM5, de 5/6/1997), com capacidade para 2,5 milhões de passageiros/ano, 14 posições para estacionamento de aeronaves e dotado de modernos sistemas de automação. Atualmente, o antigo aeroporto de Fortaleza funciona como Terminal de Aviação Geral (TAG), onde opera a aviação de pequeno porte (aviação geral, executiva e táxi aéreo). Esse novo terminal foi inaugurado em 7 de fevereiro de 1998 e concluído totalmente em 17 de junho de 1999. Em 2014, passaram pelo TPS 6,5 milhões de pessoas (220 mil são passageiros internacionais), transportados por um montante de 68.695 aeronaves, representando o 12º aeroporto mais movimentado do Brasil. Em virtude de se encontrar operando bem acima da sua capacidade, atualmente o terminal se prepara para uma nova ampliação, que teve início em 4 de junho de 2012 e tem previsão de ser totalmente concluída em fevereiro de 2017. Fortaleza concorre atualmente entre algumas cidades do Nordeste para se tornar um hub de mobilidade aérea, concentrando um montante significativo de voos internacionais, em

virtude da sua localização estratégica no planeta, ficando mais próxima dos Estados Unidos e da Europa que o centro financeiro do país localizado no Sudeste. Confirmando-se essa proposta, Fortaleza poderá tornar-se uma metrópole internacional e aumentar significativamente o seu potencial econômico e turístico.

O atual Terminal de Logística de Carga (TECA) passou por uma reforma e entrou em operação em julho de 2009, e compreende um terminal, um pátio para aeronaves cargueiras e vias de acesso, tem uma capacidade de 5 mil toneladas de carga e área alfandegária, autorizada a operar com importação e exportação de mercadorias. As cargas domésticas continuarão sendo armazenadas nos galpões das próprias empresas transportadoras. As cargas internacionais serão armazenadas exclusivamente no TECA, onde passam pela fiscalização da Receita Federal, da Anvisa e do Ministério da Agricultura. Em 2011, o aeroporto movimentou mais de 50 mil toneladas de carga aérea, de acordo com a Infraero. Dentre os principais produtos, destacam-se a importação de peças para reposição de máquinas, tecidos, malhas, ligas de aço, bobinas, molas, conversores eletrônicos e motores hidráulicos. A maior parte das importações veio dos Estados Unidos, da China, da Suíça, da Itália e da Alemanha. No setor de exportação, os produtos mais relevantes foram couros, flores, frutas, redes, peixes ornamentais e calçados, que seguiram com destino aos Estados Unidos, à Holanda, Inglaterra, Portugal, França, China e ao Japão.

Cabe ressaltar também, que no primeiro semestre de 2009, o Aeroporto Internacional Pinto Martins concluiu a nova Torre de Controle (TWR), que tem 40 metros de altura – a antiga tinha apenas 19 metros –, fato que proporcionou maior segurança aos pousos e decolagens, iniciando a operação em março de 2005.

Por fim reforça-se que o conjunto formado por

base aérea e aeroporto representa uma área de 4.791.091 m<sup>2</sup> ou 479,1 hectares, e localiza-se no centro geométrico da cidade, representando um bloqueio urbano para a mobilidade de pessoas e de cargas, bem como reduz a acessibilidade dos bairros do seu entorno, conforme já foi discutido no item 2.3. Ressalta-se ainda que a Base Aérea de Fortaleza (BAFZ) ficou sem nenhuma unidade aérea em seu território militar desde dezembro de 2013, visto que o 1<sup>o</sup>5<sup>o</sup> GAv (Esquadrão Rumba), que tem a missão de formação de pilotos em aeronaves multimotores, foi transferido para a Base Aérea de Natal (BANT), deixando a BAFZ com outras funções. Nesse momento, cabe uma discussão sobre a conveniência da sua localização, principalmente considerando a possibilidade de Fortaleza tornar-se um hub de transporte aéreo, em que o aeroporto de Fortaleza concentraria uma considerável quantidade de voos internacionais, sendo um local de chegada e saída do país de pessoas e de cargas. Em função desse cenário entende-se que deve ser iniciada uma discussão sobre a permanência do aeroporto Ponto Martins em seu local atual, discutindo, inclusive, a viabilidade da sua transferência para outra região que cause menores impactos em áreas urbanas, bem como a sua relação com as oportunidades econômicas de sua área de influência e também da sua relação com o Porto do Pecém, que tende a absorver toda a movimentação de cargas do Porto do Mucuripe. Nessa discussão deve ser considerado que no atual terreno formado pelo Aeroporto/BAFZ poderiam ser previstas inúmeras oportunidades urbanas como moradias, negócios/atividades econômicas e áreas de lazer/cultura, que seriam ancoradas por um parcelamento do solo integrado ao sistema viário existente (aumento de acessibilidade), criando um novo contexto urbano para uma área com localização geográfica estratégica na cidade.

### 2.2.9 TRANSPORTE AQUAVIÁRIO

A Capitania dos Portos do Ceará (CPCE) foi criada pelo Decreto nº 1.944, de 11 de julho de 1857, sendo responsável pela segurança do tráfego aquaviário, pela salvaguarda da vida humana nas águas e pela prevenção da poluição hídrica, pela fiscalização dos serviços de praticagem, pela realização de inspeções navais e vistorias, pelo auxílio ao Serviço de Salvamento Marítimo, pela realização dos cursos do Ensino Profissional Marítimo e pela manutenção dos faróis do litoral cearense. Além disso, presta apoio à navegação e contribui para a orientação, a coordenação e o controle das atividades relativas à Marinha Mercante e organizações correlatas no Ceará, atuando como elemento catalisador do relacionamento entre os componentes da orla marítima nesse extenso litoral e nas águas interiores cearenses. As atividades da CPCE tiveram início num prédio localizado na atual Praia de Iracema e nesse bairro funcionou em outros cinco endereços; já no final do século passado, no dia 9 de fevereiro de 1998, a CPCE foi elevada à Capitania de Primeira Classe, cujos critérios principais são importância militar e intensidade da navegação mercante, refletindo grande importância no cenário nacional. Em setembro de 2007 transferiu-se para o Mucuripe, onde se encontra atualmente.

Com relação ao transporte fluvial, vale citar o serviço de travessia de pessoas no Rio Ceará, realizado por embarcações de pequeno porte, que acontecia de forma mais intensa antes da construção da Ponte José Martins Rodrigues sobre o Rio Ceará, inaugurada em 11 de outubro de 1997; atualmente ainda existem bem menos barcos fazendo esse serviço, já que muitos usam essa ponte para a travessia, quer seja a pé ou utilizando algum tipo de veículo. Existe também outro transporte fluvial nesse local, caracterizado pela oferta de um serviço turístico, que é o passeio de barco na foz do

rio Ceará, realizado em embarcações com lotação máxima de trinta pessoas, que é regulamentado pela CPCE. Os barcos percorrem uma extensão de seis quilômetros de rio, proporcionando conhecer as belezas naturais da Barra do Ceará em uma viagem ecológica de duas horas. Também existe o serviço de turismo marítimo, que utiliza veleiros com capacidade de até cinquenta passageiros e oferta um passeio pela orla de Fortaleza com duração de duas horas, incluindo paradas para mergulho. Este serviço também é regulamentado pela CPCE.

Conforme já descrito anteriormente, em 14 de fevereiro de 1963, a Companhia Docas do Ceará, uma sociedade de economia mista vinculada à Secretaria de Portos da Presidência da República, tem por objeto realizar a administração e a exploração comercial do Porto de Fortaleza, atuando como Autoridade Portuária, tendo ainda a missão de promover facilidades para as exportações e importações e o transporte marítimo de cabotagem de mercadorias e turismo. O Porto do Mucuripe recebe movimentação de pessoas e de cargas.

O movimento de passageiros em janeiro de 2014 englobou algo em torno de 5 mil pessoas que circularam por cinco navios, conforme pode ser observado na Tabela 7, mas esse volume se encontra em crescente ascensão. Como forma de incentivar esse setor e promover o turismo do Estado do Ceará, em 16 de junho de 2014 foi inaugurado o novo terminal de passageiros, composto de uma edificação com 40 mil metros quadrados construídos e com capacidade de receber 4.500 passageiros por turno, ou 18 mil passageiros por dia ou 6,5 milhões de passageiro por ano.

Com relação ao movimento de carregamento e descarregamento de mercadorias no Porto de Fortaleza, cita-se que no mês de janeiro/2013 foi da ordem de 455.101 toneladas. Em relação ao

mês de janeiro/2012, quando foram movimentadas 386.488 toneladas, ocorreu um acréscimo da ordem de 17,75%; esse ritmo tem sido observado em anos anteriores. Do total movimentado, a Carga Geral participou com 18,25%; os Granéis Sólidos, com 28,53%; e os Granéis Líquidos, com 53,22%, conforme pode ser observado no .

Embora localizado na RMF, o Porto do Pecém deve ser citado. É um complexo portuário que teve a sua construção iniciada em 1995 e concluída as obras do Pier 1 em 1999 e do Pier 2 em 2000; em novembro de 2001 tiveram início as operações do Porto do Pecém, e a sua inauguração oficial ocorreu em março de 2002. Em função desse novo porto, muitas vezes, já foram discutidos cenários de transferência de todas as atividades portuárias de carga do Porto do Mucuripe para o Pecém; no Mucuripe permaneceriam somente as atividades de transporte marítimo de passageiros, contudo, sem definições concretas. Esse é o momento de acentuar essas discussões, considerando os impactos gerados pelo cenário atual, os custos e benefícios relacionados dessa transferência.

## 2.3 PARTICIPAÇÃO DA SOCIEDADE

Foram realizadas consultas comunitárias ao longo de todo o processo de elaboração do Plano de Mobilidade: na etapa de identificação dos problemas existentes, na construção da visão de futuro e na elaboração das propostas. Essas reuniões foram realizadas considerando três tipos de grupos: Reuniões Territoriais (distribuídas nos bairros da cidade, buscando aproximar-se da população e aumentar a efetiva participação); Reuniões Setoriais (englobando todas as principais associações da sociedade civil de Fortaleza, dentre elas a Fiec, CDL, Sinduscon, Crea, CAU, OAB, Ministério Público, IAB, as várias universidades, dentre várias outras instituições); e as Reuniões Governamentais (envolvendo todos os órgãos públicos relacionados à gestão e ao planejamento da mobilidade urbana de Fortaleza, nas esferas municipais, estaduais e federais).

Os principais problemas identificados foram em relação à segurança viária (dificuldades de travessia e bloqueios à caminhada), mas também foram

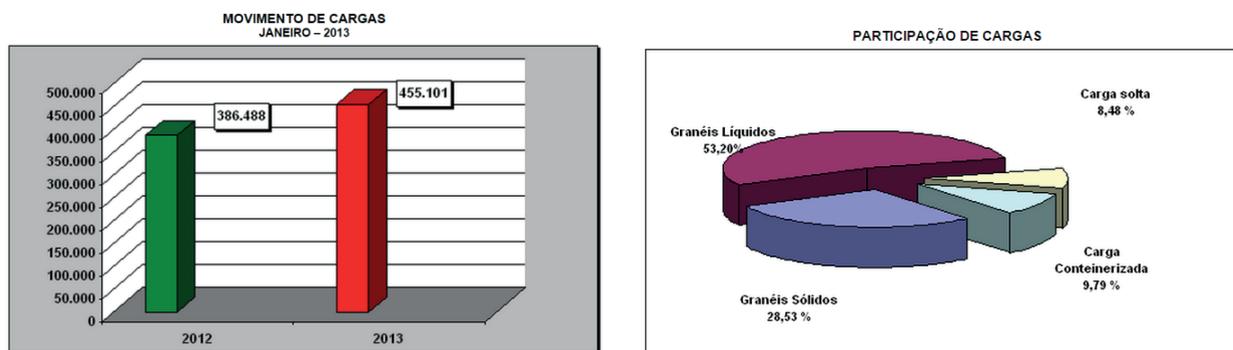
**Tabela 7 – Quantidade de navios no mês de janeiro de 2014**

NAVIO	TIPO NAVIO	ARMADOR	AGENTE	ATRACAÇÃO	DESATRACAÇÃO	ORIGEM	DESTINO
QUEEN VICTORIA	Passageiro	CUNARD LINE LTDA.	ISS MARINE SERVICES LTDA	1/20/14	1/20/14	Bridgetown	Rio de Janeiro
CLUB MED 2	Passageiro	DELPierre	OCEANUS AGENCIA MARITIMA S.A	1/19/14	1/19/14	Belém	Salvador
ALBATROS	Passageiro	ALBATROZ SHIPING LINE	OCEANUS AGENCIA MARITIMA S.A	1/17/14	1/17/14	Santana	Maceió
SEVEN SEAS MARINER	Passageiro	A ORDEM	ISS MARINE SERVICES LTDA	1/9/14	1/9/14	Salvador	Macapá
ORIENT QUEEN II	Passageiro	ORIENT QUEEN SHIPING LTD	VIAMAR NAVEGAÇÃO E TURISMO LTDA	1/2/14	1/2/14	Natal	Fernando de Noronha

**Quantidade de navios: 5**

Fonte: Companhia Docas do Ceará.

**Gráfico 16 – Movimentação de cargas no Porto do Mucuripe em janeiro de 2013**



Fonte: Companhia Docas do Ceará.

identificados problemas com relação à infraestrutura de transporte (paradas, calçadas, prioridade para o transporte coletivo e superlotação dos veículos que operam nesse sistema). Todas essas informações foram consideradas na elaboração das propostas. Na Figura 44 podem ser observados os locais de maior concentração desses problemas.

## 2.4 SÍNTESE DA MOBILIDADE ATUAL

Fortaleza enfrenta grandes problemas urbanos, mas alguns se destacam por serem acentuados e fazerem parte do dia a dia da população, são eles:

- segurança pública, visto que são observados altíssimos índices de homicídios;
- falhas no sistema de saúde, com a falta de leitos suficientes para o atendimento da demanda de pacientes;
- alta concentração de renda e consequentemente segregação geográfica da sociedade – as pessoas de maior poder aquisitivo ocupando a zona leste da cidade, e as de menor poder aquisitivo, as zonas sul e oeste;

- mobilidade urbana – observa-se diariamente superlotação do sistema de transporte público por ônibus e congestionamento nos principais corredores; grande parte desse problema é explicado pela concentração da maior parte das atividades econômicas e consequentemente da maior quantidade de empregos nas zonas norte e nordeste (Centro, Meireles e Aldeota); em contraste, observa-se a maioria da população residindo na zona oeste da cidade; daí os desejos de deslocamento a grandes distâncias.

Grande parte desses problemas formou-se ao longo do tempo por causa da ausência de planejamento urbano integrado e de ações oriundas desse planejamento; historicamente foram feitas intervenções isoladas nos diversos setores (habitação, mobilidade, infraestrutura, sistema de saúde, segurança pública, entre vários outros); cada setor intervém e intervém sem integrar-se ao contexto urbano, na maioria absoluta das vezes.

Outro aspecto específico com relação ao planejamento de transporte e à mobilidade urbana

Figura 44 – Identificação de locais com problemas de mobilidade pela população



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

é que desde o surgimento do automóvel e seus impactos nas cidades até a última década, para o caso de Fortaleza, a engenharia de transportes vinha tendo uma abordagem específica para alterar a forma da cidade no sentido de adaptar-se ao automóvel, sem intervir significativamente em implantar melhorias para o transporte não motorizado, principalmente para a circulação a pé,

nem na prioridade do transporte coletivo, e nem na segurança viária, o foco sempre foi dar fluidez para o tráfego motorizado. Finalmente descobriu-se, da pior forma (não obtenção de melhorias efetivas ao longo dos anos), que esse caminho não era sustentável. Aos poucos tem sido alterado esse cenário e já se observam atualmente intervenções no sentido de aumento da segurança viária e da

priorização do transporte público, contudo, sem integrarem-se aos demais aspectos do contexto urbano, visto que todos esses aspectos se encontram conectados de alguma forma.

Ainda especificamente sobre o planejamento do sistema de transportes, cabe ressaltar que a metodologia clássica utilizada recomenda basicamente identificar e modelar a demanda existente para em seguida expandir os dados obtidos e daí planejar intervenções no sistema de transportes, na maioria absoluta das vezes desconsiderando os aspectos socioeconômicos, culturais, o sistema de atividades e o planejamento urbano. Essa prática nos levou a identificar demandas e projetar intervenções sem contestar se esse padrão de demandas se encontrava de forma adequada ao contexto urbano e principalmente se era sustentável ao longo do tempo, por isso essa metodologia acentuou gravemente alguns problemas urbanos existentes. Entende-se que não tem sentido planejar isoladamente o sistema de transportes sem considerar o uso do solo, o sistema de atividades e o sistema econômico, bem como outros fatores correlatos, considerando ainda o funcionamento harmônico de todos na cidade. Daí a necessidade de quebra imediata dessa forma equivocada de planejamento, introduzindo o planejamento integrado, com a presença de especialistas em todos os setores inerentes ao ambiente urbano, como ferramenta e redirecionamento das cidades para um caminho sustentável.

Um aspecto positivo da cidade é com relação

à geografia: Fortaleza tem uma topografia eminentemente plana que favorece os deslocamentos a pé, ressaltando que todos são pedestres em algum momento do dia, e também os deslocamentos por bicicleta, faltando apenas a melhoria da forma urbana e do reordenamento do uso do solo, visando maximizar os benefícios do transporte não motorizado. O clima também é favorável a esse modo, visto que o sol está presente praticamente o ano inteiro e há um período chuvoso muito curto; o desconforto térmico decorrente desses aspectos é compensado com a brisa marítima e com arborização, que podem ser introduzidas fortemente sem grandes problemas.

Diante desse contexto, foram desenvolvidos estudos específicos para a modelagem do cenário existente e de cenários alternativos, utilizando um modelo computacional integrado entre o uso do solo, as atividades econômicas e o sistema de transportes, devidamente calibrado e validado, visando ter-se uma abordagem sistêmica do problema e buscando agir na estrutura da cidade para que possamos ter como produto uma acessibilidade e mobilidade urbana mais eficiente.

No capítulo a seguir será apresentado o modelo computacional e seus potenciais de análise e, ainda, serão apresentados os cenários propostos e suas avaliações em relação ao cenário existente e cenários tendenciais, para que estes possam ser referência para as propostas para a melhoria da mobilidade de Fortaleza.





# MODELAGEM

## 3.1 INTRODUÇÃO

O planejamento de transportes tradicional tem evoluído para o planejamento urbano integrado, entre os sistemas de transportes, uso do solo e a economia, portanto, começa a assumir que mudanças no primeiro sistema influenciam os padrões de desenvolvimento urbano e que a localização de moradias e empregos, ou modificações no uso do solo, influencia os padrões de viagens. Dessa forma, existe a necessidade de que o modelo utilizado no processo de planejamento considere essas interações para que seja possível representar os acontecimentos reais da cidade de forma mais completa e conseqüentemente ser possível estimar com maior precisão o que ocorrerá em cenários futuros em função de intervenções urbanas, quer sejam nas regras de uso e ocupação do solo, no sistema de transportes e no sistema econômico. Entende-se que essa abordagem integrada poderá contribuir de forma mais efetiva para a construção de uma cidade mais justa, mais acessível, com uma economia mais forte, e que esse ambiente seja indutor de uma melhora da qualidade de vida da população de Fortaleza.

O planejamento estratégico de Fortaleza, por meio do Plano Fortaleza 2040, é um esforço de planejamento integrado composto de três eixos principais urbanos: o urbanismo, a mobilidade urbana e o sistema econômico – embora sejam abordados todos os aspectos inerentes a uma

cidade. Neste sentido, optou-se pela plataforma computacional Tranus, inicialmente concebida em 1982, que foi desenvolvida e é atualizada pela empresa Modelística, com sede em Caracas e na Cidade do México, e desde 2005 tem características de software livre. Essa ferramenta incorpora um modelo de simulação de localização de atividades, uso do solo e transporte, de forma integrada, e pode ser aplicada em qualquer grau de abrangência, quer seja urbano, regional, nacional ou continental, conforme descreveu a própria Modelística. No Caso do Fortaleza 2040, o Tranus será utilizado para a modelagem da mobilidade urbana de pessoas; as cargas serão modeladas separadamente, vistas suas especificidades, e por isso serão utilizados outros modelos que serão apresentados mais adiante.

*“A mais notável característica do sistema Tranus é a maneira verdadeiramente integrada em que são representados os principais componentes do sistema urbano ou regional, tais como a localização e interação de atividades, o mercado imobiliário e o sistema de transportes. Todos esses componentes estão inter-relacionados de forma explícita e claramente com base numa teoria integral desenvolvida para essa finalidade. Assim, o fenômeno da circulação de pessoas e bens é explicado por relações econômicas e*

*espaciais entre as atividades que as geram. Por sua vez, a acessibilidade do sistema de transportes afeta a forma como as atividades interagem umas com as outras, afeta a sua localização no espaço e influencia o sistema imobiliário. A avaliação econômica também é parte integrante da formulação teórica e do sistema de modelagem, fornecendo-se todas as ferramentas necessárias para a análise de políticas e projetos.” (Modelística, 2011)*

O Tranus já foi aplicado em numerosos estudos em cidades e regiões do mundo, em diferentes contextos, correspondentes a realidades sociais e econômicas muito diferentes uma da outra, como pode ser verificado na Figura 45. Esse fato é importante para destacar que essa ferramenta é adaptável a qualquer contexto urbano, por mais específico que seja, sendo uma constatação real de validação do modelo de forma bastante abrangente.

Além das aplicações, o pacote computacional tem sido objeto de estudo em pesquisas acadêmicas e em cursos de pós-graduação em diversas universidades e centros de pesquisa ao redor do mundo, como:

- University of North Carolina – EUA;
- University of Washington – EUA;
- University of Calgary – Canadá;
- University College London – Inglaterra;
- École des Ponts – França;
- Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l’aménagement et des Réseaux – França;
- Université Paris-Est Marne-La-Vallée – França.
- Universidade Federal do Ceará – Brasil;
- Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil;
- Universidad Central de Venezuela – Venezuela;

- Instituto de Transporte Terrestre – Venezuela;
- Kasetsart University – Tailândia;
- Tohoku University – Japão;
- Musashi Institute of Technology – Japão;

### **3.2 DETALHAMENTO DOS MODELOS**

De uma maneira geral, o TRANUS simula os sistemas de uso do solo e de transportes a partir de informações originadas pelo sistema de atividades. Nesta etapa, as demandas exógenas de algumas atividades são responsáveis pela produção induzida de outros setores.

As atividades passam por um processo de “Localização das Atividades”, que utiliza o “Preço do Solo” e custos de transportes como variáveis explicativas desse processo. A concorrência entre as diversas atividades por solo faz com que seu preço seja alterado e modifique sua demanda. A alteração do preço ocorre até que um equilíbrio seja encontrado, encerrando a simulação do sistema de uso do solo e de atividades. Como resultado deste processo é informada ao sistema de transporte a “demanda por transportes”.

A “demanda por transportes” é transformada em demanda por modos e rotas de transportes. Quando estes são alocados na rede, a demanda é comparada com a capacidade dos links e os custos de transporte são calculados. Ocorre então um procedimento iterativo de cálculo de custos e alocação da demanda até que um equilíbrio seja obtido. Quando isso ocorre, os custos de transporte são enviados pelos modelos de Interface para o Uso do Solo, pois impactam na localização das atividades, sendo este indicador compreendido como a acessibilidade da rede.

Para modelar tais fenômenos foi desenvolvida uma sequência de cálculo que é reproduzida pela

Figura 45 – Algumas localidades onde o TRANUS foi aplicado



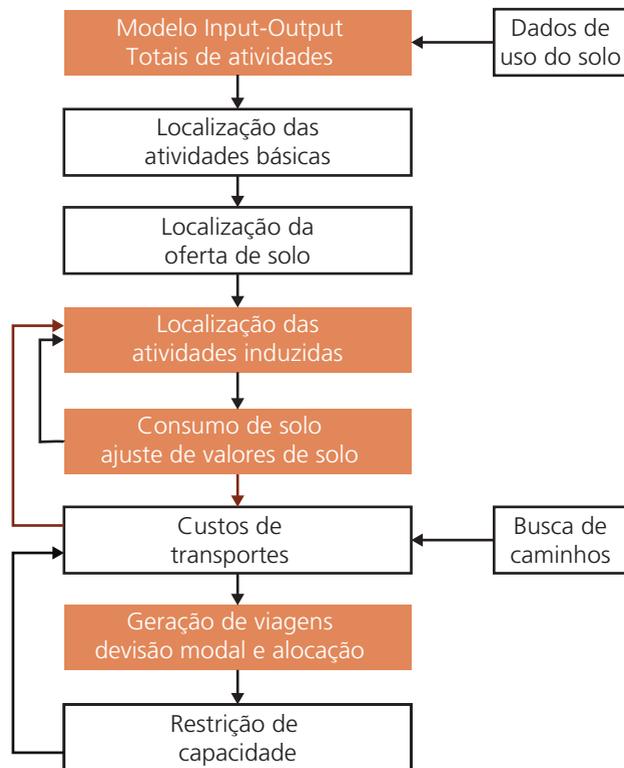
Fonte: Modelística, 2015.

ferramenta de simulação. Esta sequência é iniciada pela execução do modelo de input-output, que a partir do conhecimento de dados de uso do solo e dos coeficientes intersetoriais é capaz de originar as quantidades de todas as atividades. Em seguida, as atividades exógenas são localizadas, assim como a oferta de solo para a região, as quais servirão de informações de entrada para os modelos de localização das atividades induzidas. Quando ocorre a definição dessa localização, ocorre em simultâneo o consumo de solo; entretanto, se a oferta não for capaz de atender à demanda, ocorrerá uma

modificação no valor do solo. Esse novo preço pode fazer com que as atividades escolham uma nova localização, que por sua vez forçará uma nova demanda a conflitar novamente com a oferta para que o preço se modifique mais uma vez. Esta interação irá ocorrer até que as restrições de oferta sejam atendidas. Este processo é modelado pelas cinco primeiras etapas da Figura 46.

As três últimas etapas de cálculo são relativas ao subsistema de transportes. Quando ocorre o equilíbrio entre demanda e oferta, a informação de consumo de atividades é encaminhada para os

**Figura 46 – Sequência de cálculo do TRANUS**



Fonte: Traduzido de De la Barra (1989).

modelos de transportes que passam pelo processo de modelagem da geração de viagens, da divisão modal e da alocação. Quando os fluxos são alocados na rede, verifica-se se as vias têm capacidade para atender à demanda que a solicita. Esse processo irá modificar as velocidades nas vias e fará com que a rede tenha novos custos de transportes. Esses modelos irão interagir até que as restrições de capacidade das vias sejam satisfeitas. Quando isso ocorrer, o modelo retomará o processo de localização de atividade induzidas, originando um novo ciclo de retroalimentação entre as etapas de cálculo.

Na Figura 46, foram destacadas em laranja as quatro etapas de cálculo que têm parâmetros a ser calibrados. As demais etapas são apenas

transformações de informações, ou aplicações de modelo a partir dos dados de entrada. Além delas, será ainda tratado do modelo de interface, implicitamente presente na figura, por meio das setas marrons, sendo sua principal contribuição a de relacionar as saídas de modelos de uso do solo, com as entradas do modelo de transportes, assim como o inverso. A discussão será iniciada a partir do entendimento dos parâmetros de calibração que compõem cada uma dessas etapas.

### Modelo Input-Output

Apesar do nome, a informação necessária para a modelagem do Tranus não é exatamente a Matriz Input-Output, mas na verdade um dado que pode ser originado a partir dele, que são os coeficientes técnicos, ou como chamado pelo Tranus de coeficientes intersetoriais. Estes coeficientes indicam a quantidade de um insumo de certo setor (i) necessária para a produção de uma unidade de produto de outro setor (j). Esses coeficientes serão tratados pelo termo .

Em um exemplo em que a quantidade de setores representando empregos seja três – a) empregos industriais; b) empregos comerciais; e c) empregos de serviços – e a quantidade de setores representando a população seja dois – d) população de baixa renda; e) população de alta renda, como apresentado na Figura 47 –, os coeficientes seriam ao todo 25, podendo ser agrupados em cinco classes, a depender dos tipos de setores que relacionam.

O único grupo de coeficientes constante em qualquer modelagem que utilize o Tranus é o grupo 1. Esse grupo de coeficientes sempre terá o valor de “0”, pois são os coeficientes que indicam a demanda pelo setor exógeno, porém, por definição, o setor exógeno é aquele que tem demanda fora da área de estudo, então o valor desses coeficientes é “0”.

Os demais grupos representam tipos de relações que podem ser omitidas em alguns casos e dependerá essencialmente do objetivo da modelagem. Por conta disso, serão tratados de maneira específica apenas quando os setores para Fortaleza já tiverem sido definidos.

Figura 47 – Tipos de coeficientes intersetoriais

	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
(A)	Ícone de mão segurando ferramenta		1		
(B)	Ícone de loja	2			3
(C)	Ícone de prédio				
(D)	Ícone de dólar	4			5
(E)	Ícone de dois dólares				

Ícones criados por: Steve Morris, Aaron, K. Kim, Creative Stall, Alex Auda Samora  
De: Noun Project

Fonte: PlanMob.

### Modelo de consumo de solo

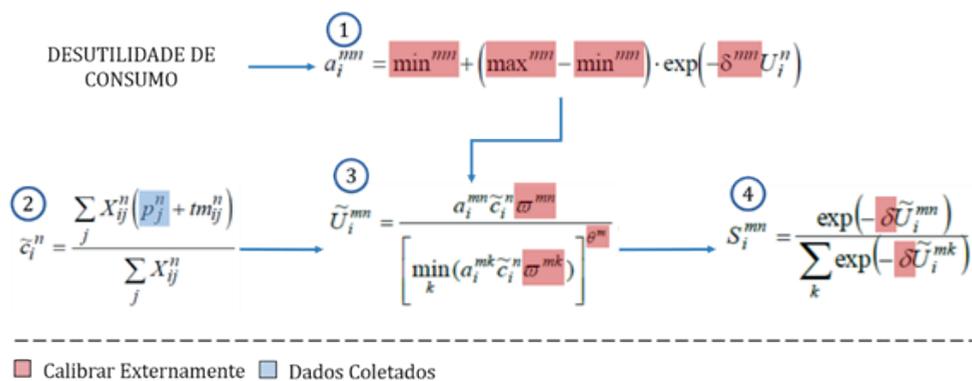
Quando localizado, cada setor irá consumir determinada quantidade de solo, sendo esse o objetivo deste modelo. Existem duas fases neste processo, a primeira está relacionada com a quantidade de solo de cada tipo que será consumido por unidade do setor localizado, que é modelado pela função elástica presente na etapa 1 da Figura 48. Em um segundo momento, é necessário definir o tipo de solo que será consumido. Essa decisão é modelada por meio de modelos de escolha discreta, onde a utilidade é o custo de ocupação de cada tipo de solo. Esse processo é representado na Figura 48 pelas etapas 2, 3 e 4.

Entre as variáveis, uma delas se destaca por ser apenas coletada, que é o preço de aluguel do solo. Outras sete variáveis necessitam passar por um processo de calibração:

$\lambda^m$ : O fator de ponderação da relação entre os dois atributos da utilidade. Quanto maior, maior será o peso do preço do aluguel nesta função.

$\theta^m$ : O parâmetro de escala do modelo logit,

Figura 48 – Modelo de consumo do solo



Fonte: Modelística, 2013.

que indica o nível de escala das utilidades. Deverá ser um valor entre 0 e 1. Quando 0, pode-se dizer que modelo é não escalado, quando 1, diz-se que o modelo é completamente escalado. O valor recomendado para este parâmetro é 1.

$A_j^m$ : Representa a atração inicial da zona "j", que leva em consideração elementos não modelados que atraem a produção do setor "m" para essa zona. Devem ser valores positivos. Recomenda-se a utilização de 1 sempre que a produção do setor "m" na zona "j" for positiva e de 0, caso seja inexistente.

$\alpha^m$ : O fator de atração regula a importância relativa entre a função de atração e a de utilidade na localização do setor "m". Ela é utilizada como um expoente da função de atração. O valor recomendado para este parâmetro é 1.

$\beta^m$ : Elasticidade da localização da produção induzida do setor "m". Setores não transportáveis e setores transportáveis completamente exógenos são definidos como não possuindo elasticidade, pois não ocorre modelagem da decisão locacional destes setores. Para os setores transportáveis induzidos a elasticidade recomendada é 1.

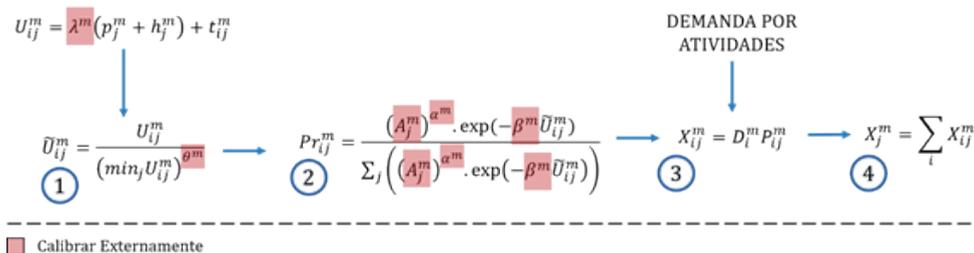
### Modelo de localização de atividades

A localização de atividades é simulada a partir de um modelo de escolha discreta, que tem como atributos da sua função de utilidade dois componentes: o preço de aluguel do espaço a ser ocupado e a desutilidade de transportes. Esse modelo simula a decisão de localização de um insumo (m), que é produzido em (j) e deverá ser consumido em (i). O resultado dos modelos de escolha discreta é probabilidade de localização de cada uma das zonas, que, quando multiplicadas pela quantidade de insumo necessário, é possível conhecer a quantidade de insumo que deverá vir de cada zona. Este processo é realizado pelos modelos apresentados na Figura 49.

Apesar de a representação permitir a visualização de todos os parâmetros e das interações entre as diversas funções, este relatório não tem o objetivo de discutir cada uma dessas variáveis, ou funções, mas apenas de ilustrar os modelos utilizados e de identificar em qual etapa da modelagem cada parâmetro a ser calibrado está inserido.

Para mais informações sobre os parâmetros e

Figura 49 – Modelo de localização de atividades



Fonte: Modelística, 2013.

sobre os modelos, recomenda-se a leitura do livro Integrated Land Use and Transport Modelling, de Tomás de la Barra, publicado em 1989 pela editora Cambridge Press, e também dos manuais da plataforma computacional disponibilizados no site da empresa Modelística (<http://www.tranus.com/tranus-english/download-install>).

Neste modelo, percebe-se a existência de cinco parâmetros que precisam passar pelo processo de calibração. A seguir, serão discutidas as funcionalidades desses cinco parâmetros e também serão apresentados valores-padrões para estes, seguindo o que é indicado na literatura especializada.

$min^{mn}$ : Este valor indica a quantidade mínima de solo do tipo “n” requerida para a localização de uma unidade do setor “m”.

$max^{mn}$ : Este valor indica a quantidade máxima de solo do tipo “n” requerida para a localização de uma unidade do setor “m”.

$\delta^{mn}$ : Elasticidade de consumo de solo, utilizada para regular o consumo de solo entre o mínimo e máximo, a partir de modificações no seu preço. Se a elasticidade for 0, a demanda por solo torna-se constante e igual ao máximo consumo.

$\omega^{mn}$ : Este fator é uma penalização, devido ao consumo do solo do tipo “n” pelo setor do tipo “m”. É utilizado na função de utilidade de substitutos e penaliza cada um dos elementos do conjunto de substitutos.

$\theta^m$ : Para um dado setor “m”, esse fator representa o fator de escala na função de utilidade de substitutos. Esse parâmetro também está presente na modelagem de localização de atividades, mas ele pode ter diferentes valores, apesar de a representação e o significado serem os mesmos.

$\delta$ : Representa a elasticidade da distribuição de demanda entre os tipos de solo constituintes do conjunto de substitutos. Quanto menor for essa

elasticidade, mais equiprovável será a distribuição entre os setores. Se for 0, a probabilidade de escolha de cada tipo de solo será a mesma.

### Modelos de decisões de transportes

Os modelos de transportes dependem prioritariamente do custo generalizado de transportes. Este custo é formado por três componentes, como pode ser visto na Figura 50: 1)  $RD_m^s$  – custos relacionados à distância percorrida; 2)  $TR_m^s$  – custos relacionados à entrada em um veículo, assim como a espera para utilizá-lo; e 3)  $RT_m^s$  – custos relacionados ao tempo percorrido.

A formação de cada um desses componentes é uma integração entre parâmetros fornecidos pelos modeladores, como a tarifa do transporte público; parâmetros modelados pelo Tranus, como a velocidade e distância; e parâmetros calibrados, como o nível de preferência que a população de cada grupo de renda tem sobre determinado modo de transporte.

O custo generalizado passa por três processos de transformação. A primeira transformação modifica a unidade de medida deste custo, que a princípio tem um valor monetário, mas passa a ter apenas uma ordem de grandeza, sem unidades. Este processo é o responsável por criar rotas entre origens e destinos distintas umas das outras e é conhecido por overlapping, sendo o ponto de partida da modelagem das Figuras 50 e 51.

O custo generalizado overlapped é utilizado para definir a probabilidade  $P_{ijp}^{ks}$  de que uma categoria “s” desloque-se de “i” para “j” utilizando o caminho “p” e o modo “k”. Esse custo passa por uma segunda transformação em que se torna um custo composto removendo o nível de desagregação “p”, ou seja, o custo torna-se único para qualquer origem e destino, independentemente do caminho

Figura 50 – Modelo de custo generalizado

$$RD_m^s = d_i \left( td_o + \frac{cd_m tc_o}{to_o} \right) pc_o^s$$

$$TR_m^s = \left( tf_o + \frac{cf_o tc_o}{to_o} \right) pc_o^s + te_m v e^s$$

$$RT_m^s = tv_m \left( tt_o + \frac{ct_o tc_o}{to_o} \right) pc_o^s + tv_m (vv^s pt_m pg_o pp_o^s)$$

$$c_{ijp}^{ks} = \sum_{m=1}^z RT_m^s + RD_m^s + TR_m^s$$

■ Calibrar Externamente    ■ Dados Coletados

Fonte: Modelística, 2013.

Figura 51 – Modelo de escolha de modo e rota

CUSTO GENERALIZADO  
OVERLAPPED

- 1  $\tilde{c}_{ijp}^{ks} = \frac{c_{ijp}^{ks}}{(\min_p(c_{ijp}^{ks}))^{\theta^{ps}}}$
- 2  $P_{ijp}^{ks} = \frac{\exp(-\gamma^{ps} \tilde{c}_{ijp}^{ks})}{\sum_p \exp(-\gamma^{ps} \tilde{c}_{ijp}^{ks})}$
- 3  $G_p = \exp(-\gamma^{ps} \tilde{c}_{ijp}^{ks})$
- 4  $Pg^{ks} = \sum_p G_p \prod_{h=1}^{p-1} (1 - G_h)$
- 5  $\tilde{c}_{ij}^{ks} = -\frac{\ln Pg^{ks}}{\gamma^{ps}} (\min_k(c_{ijp}^{ks}))^{\theta^{ps}}$
- 6  $P_{ij}^{ks} = \frac{\exp(-\gamma^{ks} (\tilde{c}_{ij}^{ks}) / (\min_k(c_{ijp}^{ks}))^{\theta^{ks}})}{\sum_k \exp(-\gamma^{ks} (\tilde{c}_{ij}^{ks}) / (\min_k(c_{ijp}^{ks}))^{\theta^{ks}})}$

■ Calibrar Externamente

Fonte: Modelística, 2013.

a ser utilizado. Obviamente, este custo não pode ser utilizado na definição do caminho, mas pode ser utilizado para a definição do modo, sendo isso o que ocorre na etapa 6 da Figura 51.

Na terceira transformação, mais uma unidade de desagregação é removida, e agora o custo composto independe do modo escolhido. Dessa forma, esse

novo custo pode ser utilizado na geração de viagens entre uma origem e um destino por certa categoria de viagens. Esse custo é utilizado na função elástica responsável por gerar as viagens, como na Figura 52.

Neste processo, nove variáveis precisarão ser calibradas:

$\theta^{ps}$ : Nível de escala da função de utilidade na

escolha de caminho. O valor recomendado para este parâmetro é 1.

$\gamma^{ps}$ : Parâmetro de dispersão no modelo logit na escolha de caminhos.

$\theta^{ks}$ : Nível de escala da função de utilidade na escolha de conjunto de modos. O valor recomendado para este parâmetro é 1.

$\gamma^{ks}$ : Parâmetro de dispersão no modelo logit na escolha de conjunto de modos.

$\theta^s$ : Nível de escala da função de utilidade para a quantidade de viagens. O valor recomendado para este parâmetro é 1.

$\gamma^s$ : Parâmetro de dispersão no modelo logit na definição de quantidade de viagens.

$v_{min}^s$ : Quantidade mínima de viagens que realiza a categoria "s", independente da desutilidade.

$v_{max}^s$ : Quantidade máxima de viagens que realiza a categoria "s", quando a desutilidade tende a zero.

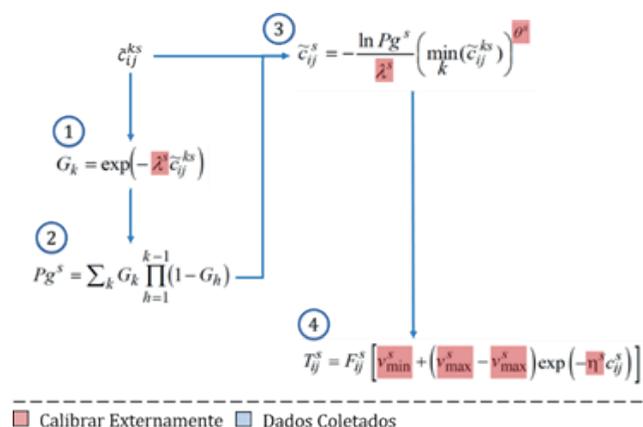
$\eta^s$ : Elasticidade da categoria "s" em relação à desutilidade de viagens.

### 3.3 A REPRESENTAÇÃO CONCEITUAL DA PLATAFORMA DE MODELAGEM

De maneira geral, o Transus simula os sistemas de uso do solo e de transportes, a partir de informações originadas pelo sistema de atividades. Com uma adaptação do modelo de insumo-produto são geradas as demandas por atividades, a partir do conhecimento de uma demanda final, que no Transus é chamada de Demanda Exógena. Nesta etapa, as demandas exógenas de alguns setores (atividades) são responsáveis pela produção induzida de outros setores; esta relação é expressa na Figura 53 como "Interação das Atividades".

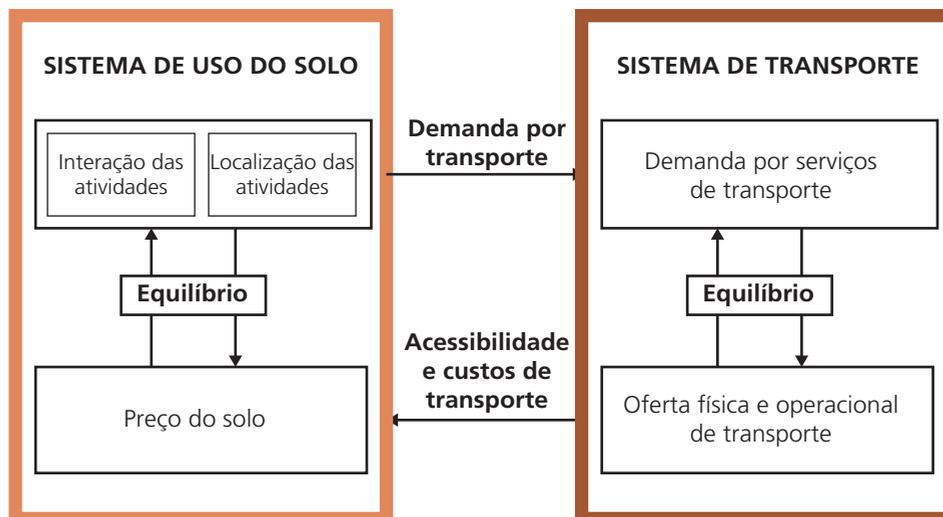
Existe um processo iterativo na geração desses setores, pois os empregos básicos geram domicílios; em seguida, os domicílios geram empregos de serviços, que somados aos básicos permitem o reinício do ciclo, assim como ocorre em Lowry. A diferença é que, em vez de se utilizarem as "taxas", são utilizados os "coeficientes intersetoriais" de Leontief. Além disso, é permitida a existência de mais setores, além dos três citados.

Figura 52 – Modelo de geração de viagens



Fonte: Modelística, 2013.

Figura 53 – Modelo conceitual do TRANUS



Fonte: Adaptado de Modelística, 2013.

Com as atividades geradas ocorre a “Localização das Atividades”, simulada com a utilização de modelos de escolha discreta, que fazem uso do “Preço do Solo” e das desutilidades de transportes como atributos, assim como elaborado na Microeconomia Espacial. Este modelo assemelha-se ao modelo proposto por Wilson para a distribuição de viagens, com a possibilidade de utilizar diversos outros parâmetros para representar a atratividade.

A concorrência entre as diversas atividades por solo fará com que o preço deste insumo seja alterado, modificando o consumo por ele, já que é representado de maneira elástica. A alteração do preço ocorre até que um equilíbrio seja encontrado, encerrando a simulação do sistema de uso do solo e de atividades. Como resultados deste processo, são informadas ao sistema de transporte a localização da produção de cada atividade e também a localização da demanda por tal produto, que, a partir dos modelos de interface, discutidos a seguir,

são transformados em “demanda por transportes”.

Na análise do Sistema de Transportes, verifica-se que a oferta é minuciosamente detalhada pelo Tranus, com a existência de rotas de transporte público, custos de tarifas, custos energéticos dos operadores, custos de transferência entre modos e diversos outros atributos que permitem diferenciar os mais distintos modos de transportes existentes, sejam eles motorizados ou não motorizados, públicos ou privados, coletivos ou individuais.

A “demanda por transportes” é transformada em demanda por modos e rotas de transportes por meio da aplicação de modelos de escolha discreta aninhados, onde ocorre uma sequência de decisões dependentes. Quando alocados na rede, a demanda é comparada com a capacidade dos links e os custos de transporte são calculados. Assim como realizado na modelagem tradicional, ocorre um procedimento iterativo de cálculo de custos e alocação da demanda até que o equilíbrio seja obtido. Os caminhos em

que ocorrem a alocação são definidos com o auxílio do modelo de Dijkstra.

Os custos de transporte são enviados pelos modelos de Interface para o Uso do Solo, pois impactam na localização das atividades. Estes custos são entendidos como a acessibilidade da rede. Todo este processo também pode ser verificado na Figura 53, que relata as etapas da modelagem, fazendo um complemento ao modelo conceitual da plataforma computacional.

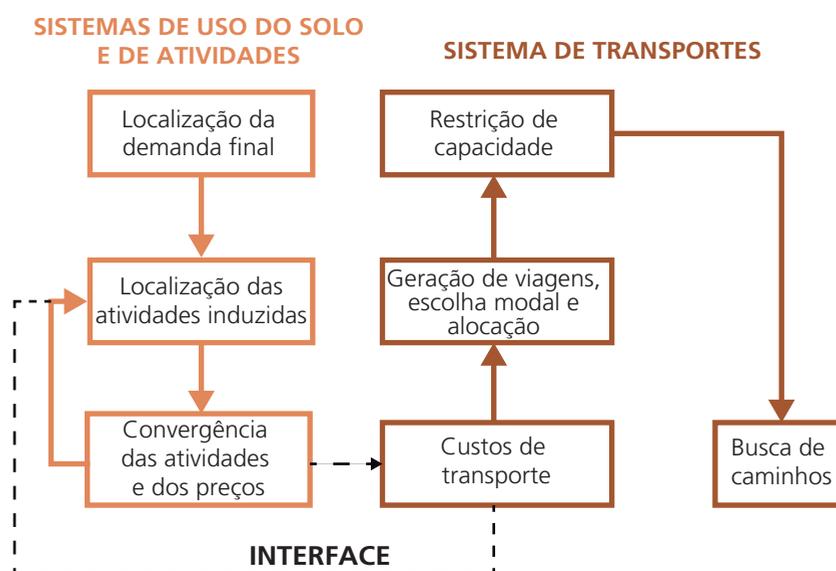
Todas as relações que ocorrem no sistema de uso do solo estão relacionadas com setores econômicos. Tais setores podem ser de dois tipos: 1) transportáveis – são geralmente as atividades da economia, como comércio, serviços, indústrias e também a atividade de residir; eles são responsáveis pela geração das viagens e são divididos em setores exógenos (não podem ser consumidos) e induzidos; 2) não transportáveis – são os diversos tipos de solo que

existem; são originados pela demanda dos setores transportáveis e utilizam modelos de demanda elásticos para definir suas quantidades e os modelos de escolha discreta para definir o tipo de solo a ser consumido.

As relações entre as etapas de modelagem do sistema de transportes ocorrem em função das Categorias de Transportes, que são os tipos de viagens que podem ocorrer, por exemplo: viagens motivo trabalho baixa renda; viagens motivo trabalho alta renda; viagens motivo educação; entre outras possíveis combinações que dependem dos objetivos do trabalho em questão.

A interação entre os dois sistemas deve ser capaz de se comunicar com os dois tipos de definições: setores econômicos e categorias de transportes. Por conta disso é que existem os modelos de interface responsáveis por realizar estas transformações. Quando a passagem é do Uso do Solo para os

Figura 54 – Modelagem



Fonte: Adaptado de Modelística, 2013.

Transportes, o que interessa é a demanda pelo sistema de transportes, sendo entendida como Fluxos. No sentido contrário, o que é necessário são as desutilidades e os custos dos deslocamentos entre as origens e os destinos, pois são informações necessárias à etapa de localização de atividades. Tais relações podem ser verificadas na Figura 55.

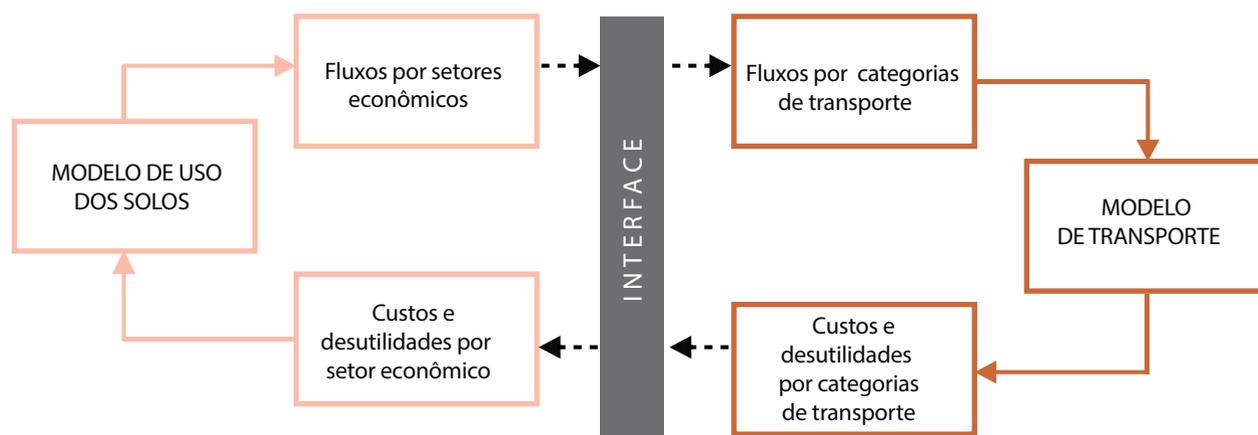
Apesar de as interações entre os sistemas terem sido relatadas como uma sequência direta, os sistemas têm na verdade durações distintas de ciclos. Pela Figura 53 é possível verificar a existência de três ciclos. Um interno ao Uso do Solo, outro interno aos Transportes e, por fim, um ciclo externo que envolve ambos os sistemas.

Na modelagem, considera-se que o ciclo dos transportes é o mais rápido de todos, o que é aceitável, pois o fechamento de uma via impacta imediatamente na oferta desse sistema, por

exemplo. O ciclo interno do Uso do Solo é mais lento que o de Transportes, por exemplo, o aumento do preço do solo de uma região leva algum tempo para ser assimilado pelos proprietários de solo. Esta demora impacta na venda dos terrenos, única forma de alterar a modificação do seu uso.

Por fim, o ciclo externo tem dois momentos: 1) O efeito do Uso do Solo nos Transportes é sentido rapidamente, por exemplo, se em determinado momento uma residência cede espaço para a instalação de uma empresa, as viagens que inicialmente tinham origem deste local no período da manhã passarão imediatamente a ter como destino essa localidade; 2) o impacto do Sistema de Transportes no Uso do Solo tem um tempo bem menor, por exemplo, a inserção de um metrô em uma área não adensada levará anos para que valorize o solo da região e atraia empresas e residências para seu redor.

Figura 54 – Interface



Fonte: Adaptado de Modelística, 2013.

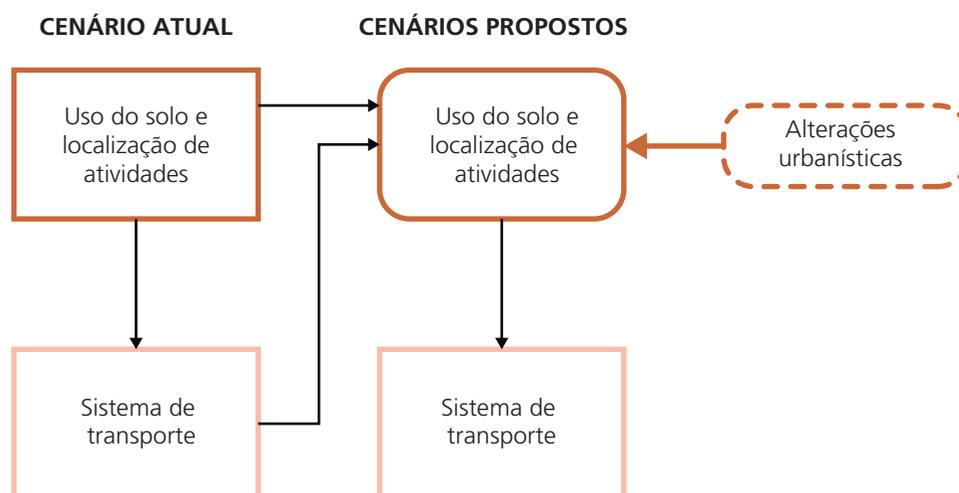
Por conta destas características foi proposto o modelo temporal do Tranus descrito na Figura 56, onde o Sistema de Transportes apenas impacta no Uso do Solo e as Atividades no tempo seguinte. O tempo seguinte serão os cenários a ser propostos. Como será discutido mais adiante, estes cenários podem ser de dois tipos: tendencial ou transformador. O cenário tendencial não considerará soluções urbanas de qualquer natureza, pois será criado para avaliar como a cidade iria evoluir sem que houvesse intervenções. Os cenários transformadores considerarão as diversas soluções que serão apresentadas para a cidade, em especial as alterações urbanísticas que serão incorporadas na criação do uso do solo e na localização das atividades dos anos seguintes.

### 3.4 O PROCESSO DE MODELAGEM

As etapas da modelagem adotadas pela equipe de mobilidade são abordadas na Figura 57. Este processo ocorrerá sempre de forma integrada com as equipes de Urbanismo e de Economia do Plano Fortaleza 2040, pois ao longo da aplicação do método serão necessárias informações provenientes destes outros dois grupos. A interação é mais evidente na criação dos cenários, em que cada equipe realizará as modificações necessárias para criar a cidade mais adequada; entretanto, a sinergia das equipes faz-se presente em todas as etapas.

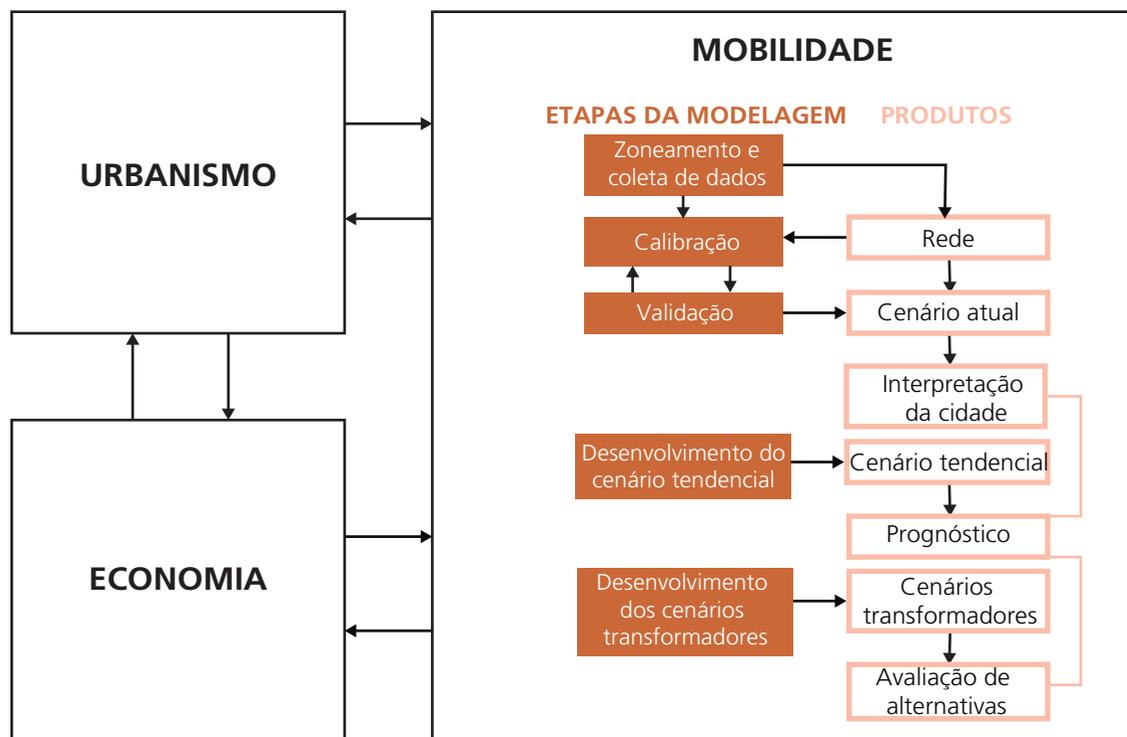
O esforço de modelagem é iniciado com a definição do zoneamento, ou seja, as unidades de agregação espacial e com a coleta de dados. São necessárias informações de atividades (empregos e população, por exemplo), de uso do solo (valor do

Figura 56 – Relações temporais do TRANUS



Fonte: Adaptado de Modelística, 2013.

Figura 57 – Processo de modelagem



Fonte: Adaptado de Modelística, 2013.

solo, uso do solo, tipos de solos e espaços disponíveis, por exemplo) e de transportes (fluxos e divisão modal, entre outros). Estas variáveis são utilizadas na calibração, seja como informações de entrada, seja como medidas de desempenho da rede para que o resultado da simulação possa ser comparado com o observado em campo.

O processo de coleta de dados subsidia a criação da rede e o processo de calibração das variáveis. A própria rede é necessária para a calibração, pois só com auxílio da rede de transportes é possível comparar as informações observadas com as que forem modeladas. No processo de calibração estão inseridas decisões básicas para a modelagem que devem ser compatíveis com o processo de planejamento estratégico desejado, como a

definição dos setores de atividades a ser modelados, período do dia para o qual a simulação ocorrerá, tamanho da rede a ser utilizada e definição das zonas de tráfego a ser modeladas. Todas essas definições são tomadas em comum acordo com as demais equipes do Plano Fortaleza 2040.

Com a rede finalizada e os modelos calibrados, parte-se para um processo de validação, onde a rede e a os parâmetros serão novamente avaliados para verificar se representam a realidade desejada sob a perspectiva de outra medida de desempenho, ou com alterações nas informações de entrada. Usualmente, este processo é avaliado a partir de uma medida de desempenho diferente da que foi utilizada na calibração, por exemplo, a calibração ocorre comparando a velocidade média modelada com a

observada e a validação ocorre comparando o fluxo na rede. No Tranus, este processo deverá incorporar os três sistemas componentes da modelagem, pois avaliar apenas as medidas tradicionais de tráfego não garantirá a validação do processo.

Com os modelos validados é possível utilizá-los para originar informações que subsidiem a compreensão completa do cenário atual de Fortaleza, que tem como um de seus objetivos a caracterização da problemática. A ligação entre o cenário atual e a interpretação tem uma linha tracejada para informar que a interpretação é dependente de diversos outros componentes e não apenas da modelagem. As pesquisas de campo e planos realizados previamente são exemplos das informações que serão utilizadas para realizar a interpretação, mas que não são obtidas com a modelagem.

Com a concepção da cidade atual pode-se partir para o Prognóstico, onde será criado o primeiro cenário do projeto, conhecido por cenário tendencial. Este cenário segue a orientação do caderno de referência para a elaboração de plano de mobilidade urbana do Ministério das Cidades (Brasil, 2015). Este cenário assume que nenhuma modificação será realizada e a cidade continuará evoluindo de forma espontânea, como ocorre hoje. Desta maneira, será possível verificar quanto cada um dos problemas observados e caracterizados na interpretação atual da cidade irá evoluir até o ano de 2040. Assim como a interpretação, o prognóstico é dependente de mais informações além daquelas fornecidas pelo processo de modelagem.

Conhecidos os principais problemas de mobilidade, pode-se partir para a modelagem da avaliação de alternativas. Nesta etapa, as equipes de economia e de urbanismo informam à equipe de modelagem suas expectativas e também soluções para a cidade. Estas intervenções serão modeladas

pela equipe de mobilidade para que seja possível a criação dos cenários transformadores, em que cada um deles terá diferentes alternativas de mobilidade que supram as necessidades do uso e ocupação do solo proposto.

Para exemplificar, supõe-se o adensamento urbano ao longo de uma avenida. Tal solução de urbanismo sugere a implantação de um sistema de transporte de massa para esta região. Desta forma, podem ser criados dois cenários transformadores, um que faça uso do Bus Rapid Transit (BRT) e outro que utilize uma linha de metrô. Com os cenários construídos, eles passarão por um processo de avaliação de alternativas para que se verifique qual das soluções de mobilidade melhor se adéqua a cidade concebida.

As soluções não serão avaliadas apenas no cenário de 2040, pois cada uma delas terá cenários intermediários que auxiliarão na identificação dos seus impactos com o passar dos anos, até que se chegue ao ano de 2040. Com os cenários intermediários, será possível identificar as evoluções parciais obtidas e assim definir quais são as melhores estratégias e sequências de implantação das intervenções, ou até mesmo alterar essas intervenções.

Ainda é necessário decidir qual o período de avaliação intermediária que se deseja, mas, neste momento, é provável que esses períodos sejam a cada dez anos, ou seja, serão construídos os cenários de 2016, 2020, 2024, 2028, 2032, 2036 e 2040, cenários que estão de acordo com o modelo de governança da cidade que também será proposto pelo Fortaleza 2040. Cada equipe é responsável por um conjunto de soluções, mas, para a modelagem, torna-se inviável a simulação do cruzamento de todas as possibilidades de soluções; sendo assim, os cenários de cada ano serão criados dentro de perspectivas de aplicação pelo poder público e de aceitação pela comunidade.

Como exemplo, é possível distribuir as soluções em três tendências: 1) pessimista – em que a cada ano a aplicação das propostas será lenta, com baixa aceitabilidade da população; 2) realista – em que o governo se comprometerá com a realização das intervenções necessárias nos prazos correspondentes e a população terá uma aceitação das intervenções, similar ao que ocorre hoje; e 3) otimista – em que tudo ocorre melhor do que é esperado. A intenção destes três cenários é verificar qual o nível de modificação na problemática urbana, pois, apesar de as premissas de cada cenário serem diferentes, é possível que os resultados sejam similares. Existem diversas outras formas de criação desses cenários que serão ainda avaliadas a depender das intervenções propostas por cada equipe, contudo esses cenários descritos estão em sincronia com os estudos econômicos já realizados por uma equipe especializada do Fortaleza 2040.

A partir da modelagem será possível conhecer indicadores que auxiliem na avaliação de alternativas, como as variáveis de transporte: fluxos nas vias, velocidades médias, demanda pelo transporte público, acessibilidade, mobilidade, dentre outras. Variáveis do setor de atividades, como geração de empregos e atração de população. E variáveis do urbanismo, como densidade, valor do solo e distribuição de atividades e outras. Ao comparar tais informações no ano de 2040 (Cenário Tendencial x Cenário Proposto) será possível avaliar se as diversas soluções propostas contribuirão para a redução ou não da problemática no ano horizonte.

A interação de soluções urbanísticas, socioeconômicas e de mobilidade, unida ao potencial de avaliação e simulação da ferramenta, permitirá constantes adaptações e melhorias das soluções até que a solução financeiramente, socialmente e ambientalmente mais adequada possa ser encontrada. Detalhes mais específicos sobre o

modelo do Tranus utilizado na modelagem, bem como os dados de entrada do modelo e o processo de calibração e validação podem ser obtidos no Produto 4.1 do Plano Mestre Urbanístico e de Mobilidade.

### **3.5 CENÁRIO ATUAL**

Para caracterização do cenário existente serão utilizados dois modelos: o modelo Tranus para a modelagem de pessoas e um modelo de logística específico para a modelagem de cargas urbanas. A ideia da modelagem é complementar a interpretação da forma urbana, já iniciada com a caracterização da mobilidade atual. Espera-se, assim, subsidiar de forma qualificada as análises que viabilizarão a proposição de alternativas e cenários futuros.

#### **3.5.1 RESULTADOS DO MODELO TRANUS**

A modelagem empregada se dará por meio de simulações, técnica matemática que tem o propósito de imitar um processo, ou uma operação do mundo real. Busca-se, portanto, conduzir experimentos com o modelo, tendo como propósito a compreensão do comportamento do sistema, bem como avaliar estratégias de sua operação. Como dito na seção anterior, serão avaliados sete cenários, sendo que o cenário de partida, ou cenário-base, será definido como atual. O cenário atual representa a Fortaleza como nos dias de hoje. Tal ação possibilitará complementar a atividade de interpretação da forma urbana, cujo início se deu com a interpretação de outros planos e dos dados coletados.

As simulações resultam em um conjunto de dados, cada qual representado por indicadores, os quais contribuem para apontar o sistema em questão. É a partir desse conjunto de indicadores que se pode avaliar o sistema e, ao confrontá-los com os

parâmetros, ou referências, é possível diagnosticar a situação do cenário em questão.

Neste tocante, é de fundamental importância fazer uso de indicadores de desempenho, ou seja, dados que apontam para o comportamento do sistema atual. Tais indicadores podem ser extraídos diretamente do Tranus, enquanto outros serão obtidos de forma indireta. No entanto, a lista de indicadores de mobilidade será de grande importância para mostrar como esse setor está se comportando atualmente e, mais do que isso, quando forem realizadas as simulações futuras, permitirá apontar aspectos relativos às intervenções programadas para os horizontes em questão. Os resultados selecionados dizem respeito a:

- fluxos OD, por modo de transporte e por motivo de viagem;
- percentual de viagens por modo de transporte;
- população transportada por modo e faixa de renda;
- tempo médio de deslocamento;
- distância média dos deslocamentos por modo;
- relação volume/capacidade no sistema de transporte;
- volume de passageiros transportados por corredor de transporte público;
- segurança viária;
- emissões de poluentes atmosféricos;
- geração de viagens no transporte de carga.

### **Fluxos OD, por modo de transporte e por motivo de viagem**

Ao se avaliar a mobilidade em uma cidade, ou região, o primeiro passo consiste em compreender o padrão de deslocamentos, os quais estão relacionados com a distribuição espacial das atividades e com o padrão de ocupação de uso do solo. Estes padrões influenciam diretamente na geração de viagens, ou

seja, a produção de viagens em uma zona chamada origem (O) e a atração de viagens em uma zona de destino (D). As trocas ocorridas entre as origens (O) e os destinos (D) podem ser representadas na forma de um agrupamento tabular denominado matriz origem-destino (matriz OD), que busca apresentar de forma ordenada os Fluxos OD, ou seja, uma taxa do número de viagens que ocorre durante um determinado intervalo de tempo, tendo uma origem e um destino definidos, por um dado modo de transporte e em função de um motivo específico de viagens.

O conhecimento Fluxos OD configura informação primal para análise e planejamento de um sistema de transportes, em especial no que cabe à compreensão do sistema em termos de carregamento. A estimação dos fluxos OD ocorre de forma direta pelo Tranus. A ferramenta busca estimar os fluxos seguindo arranjo baseado no conceito do insumo-produto e leva em consideração as correlações entre atividades, uso do solo e transportes. A título de ilustração, áreas com grande oferta de vagas de trabalho tendem a atrair maior quantidade de viagens com motivação trabalho.

No caso do estudo feito, foram considerados como principais motivos de viagem: trabalho, educação e outros. Também houve agregação quanto ao nível de renda, conforme apresentado na Tabela 22. Costumeiramente os dois primeiros motivos são os responsáveis pelos maiores percentuais de viagens nos períodos de pico.

Quanto aos modos de transporte, foram definidos para a simulação seis modos: Pedestre, Carro, Moto, Bicicleta, Ônibus / Vans e Modos Ferroviários. Pela existência da Integração Temporal entre os usuários do transporte coletivo, foi criado outro tipo de modo denominado de "Integração". Esse modo será utilizado quando o indivíduo tiver desembarcado de um ônibus. Sua velocidade será similar ao do

pedestre; no entanto, ao retornar para um ônibus, este indivíduo não pagará mais tarifa de embarque. Porém, para o cenário atual, essa modalidade não será contemplada, devido à inexistência de um sistema de transporte público plenamente integrado.

As linhas de ônibus foram subdivididas em quatro operadores de acordo com o sistema ao qual pertencem, pois têm peculiaridades de capacidade dos veículos e do modo de operação, sendo esses operadores: 1) Sistema de Transporte Coletivo de Fortaleza (STCO); 2) Sistema de Transporte Complementar de Fortaleza (STPC); 3) Sistema de Transporte Metropolitano Regular (STMR); e 4) Sistema de Transporte Metropolitano Complementar (STMC).

Por fim, os operadores ferroviários foram subdivididos de acordo com os veículos utilizados, pois podem ocorrer diferenças nas velocidades de deslocamento e nas capacidades dos veículos, sendo esses três operadores: 1) trem e 2) metrô. Dessa forma, a modelagem será composta de 11 operadores, apresentados na Tabela 8.

Os fluxos OD do cenário atual foram obtidos a partir da análise das informações advindas das coletas de dados e modeladas com o uso do Transus. Dentre as maiores vantagens de aplicar o TRANUS está o fato de este possibilitar estimar fluxos para a cidade como um todo e por, principalmente, correlacionar tais informações com dados de uso e ocupação do solo e do sistema de atividades. Os principais resultados obtidos estão representados em forma de mapas, que podem ser visualizados nas Figuras 58 a 61, a seguir.

Observa-se que a região Central e Aldeota recebem quantidade significativa de viagens, tendo assim maior destaque. Áreas como Conjunto Ceará, José Walter e Barra do Ceará tendem a produzir quantidade expressiva de viagens, sendo que estas

**Tabela 8 – Tipos de operadores**

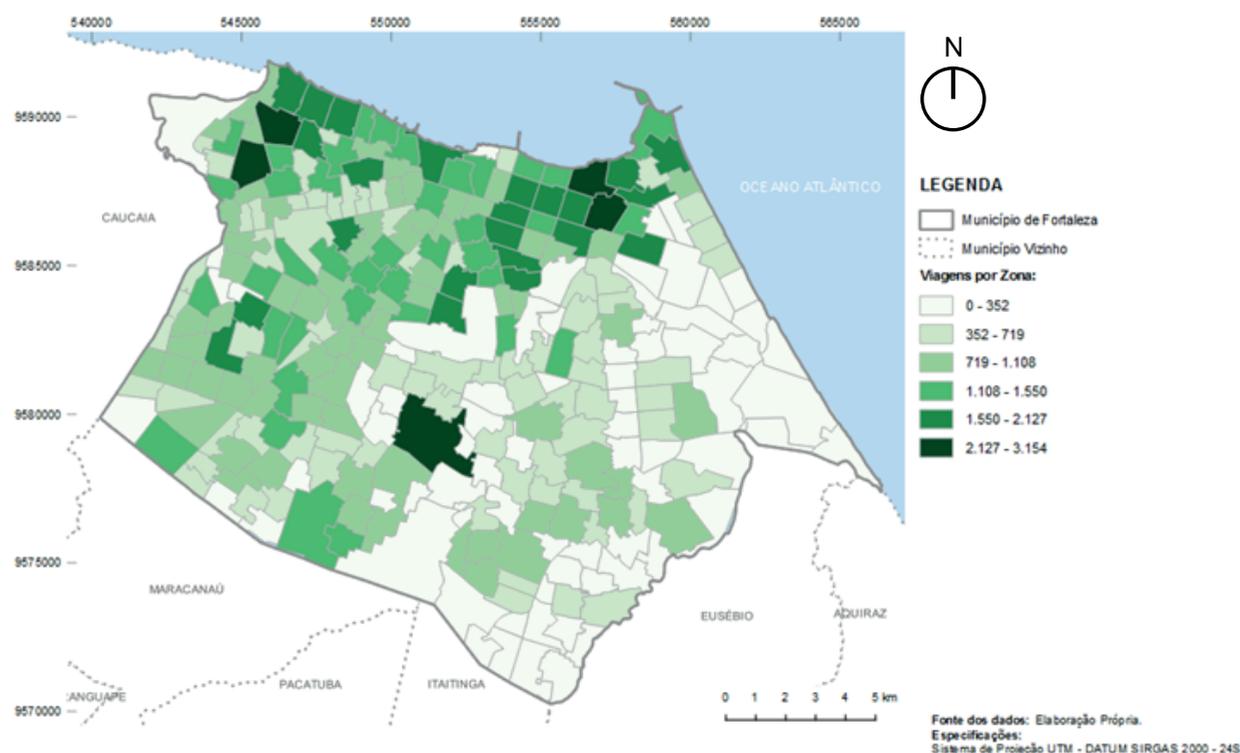
ID	NOME
1	Pedestre
2	Integração
3	Carro
4	Moto
5	Ciclista
11	STCO
12	STPC
13	STMC
14	STMR
21	Trem
22	Metrô

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

têm movimento predominante em direção ao Centro e à Aldeota. Isso ocorre porque as zonas atratoras têm grande oferta de trabalho e ensino, enquanto as demais áreas têm quantidade significativa de domicílios. Tal constatação indica que há forte tendência de movimentos pendulares, ou seja, aqueles em que o indivíduo sai de manhã para executar suas atividades e retorna ao domicílio ao final do dia.

Situações como essa afetam a operação do sistema de transportes, pois causam carregamentos pontuais em períodos pré-definidos de tempo, contribuindo para saturação momentânea do sistema, em especial no início e no término das atividades, e tendo como consequência congestionamentos em alguns trechos e aumento do tempo de deslocamento. Contudo, ao longo da maior parte do dia, tal situação não é observada. Além disso, os deslocamentos efetuados costumam apresentar grandes distâncias, o que pode gerar incômodo para a população.

Figura 58 – Viagens produzidas por motivo trabalho



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

### Percentual de viagens por modo de transporte (PMVT)

O percentual de viagens por modo de transporte é um indicador que representa a escolha modal por viagens dos usuários de rede de transportes. Trata-se de um indicador que permite comparar de forma objetiva alterações no padrão do modo preferido de deslocamento ao longo dos cenários de modelagem do uso do solo e da mobilidade.

A ferramenta de modelagem Tranus disponibiliza o número total de viagens por modo de transportes para cada cenário proposto durante o horário de pico, dessa forma, a metodologia de avaliação do desempenho da mobilidade proposta irá utilizar o

PMVT<sub>o</sub> desagregado em função de cinco categorias de transportes: carro, moto, bicicleta, pedestre e transporte público, de acordo com a expressão a seguir:

$$PMVT_o = \frac{NTV_o}{NTV} \times 100 \quad (XX)$$

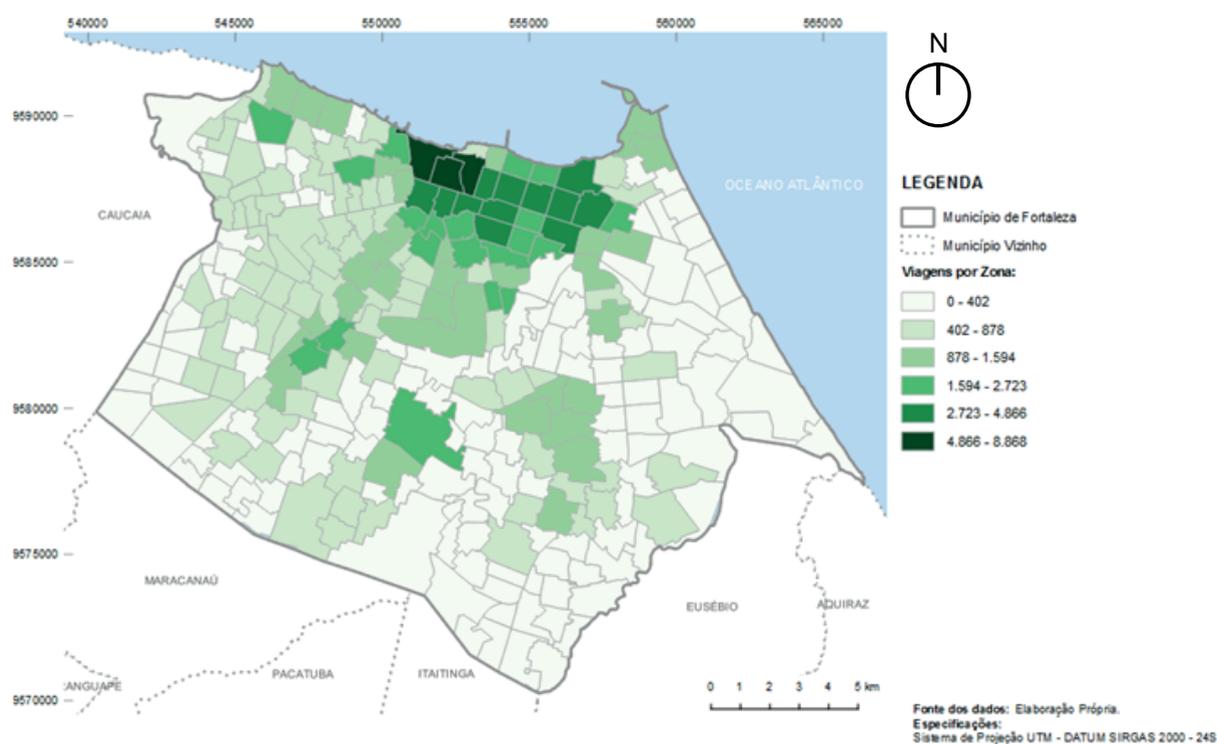
Em que:

**PMVT<sub>o</sub>**: percentual de viagens pelo modo de transporte o;

**NTV<sub>o</sub>**: número total de viagens pelo modo de transporte o;

**NTV**: número total de viagens pelo modo de transporte o;

Figura 59 – Viagens atraídas por motivo trabalho



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

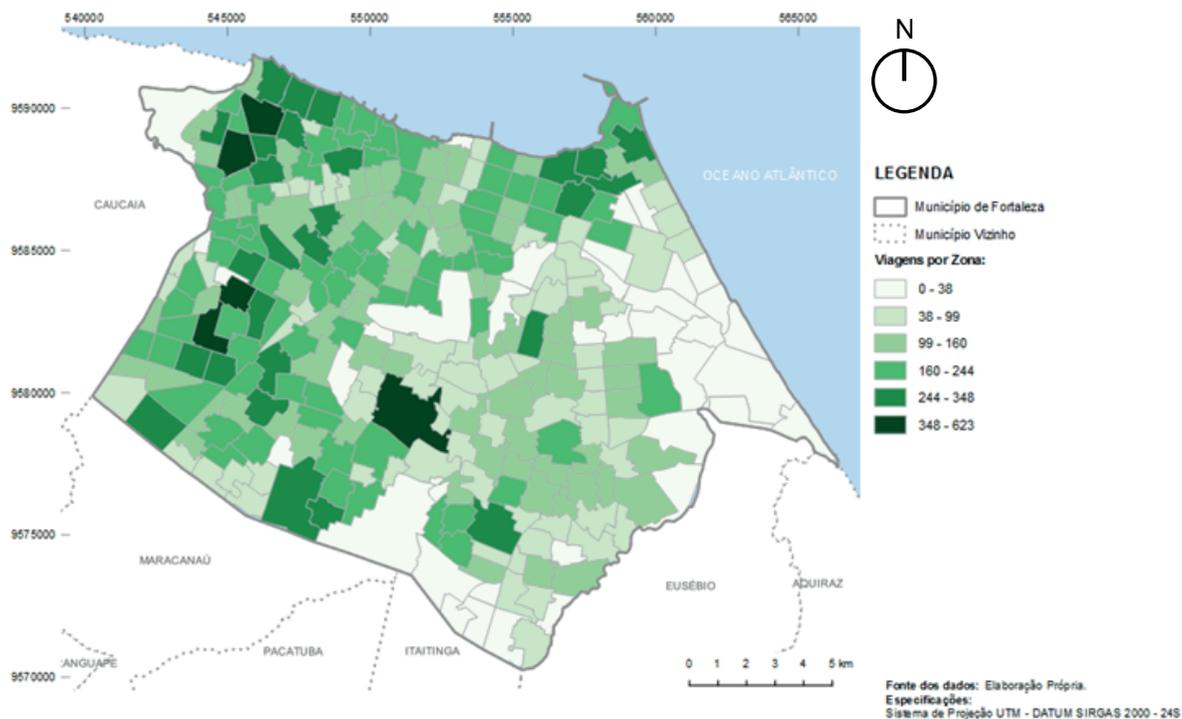
Ressalta-se que os indicadores disponibilizados pela ferramenta de modelagem e a definição dos modos de transporte permitem a classificação do modo “transporte público” nas seguintes categorias: metropolitano por ônibus, ferroviário, vans e ônibus urbano e disponibilizam o total de integrações entre os diversos modos definidos.

A modelagem do cenário atual resultou nos valores de PMVT de acordo com o Gráfico 17. Os resultados indicam que para o horário de pico existe uma predominância de viagens motorizadas particulares e que os usuários mais vulneráveis (ciclistas e pedestres) representam, juntos, 7% do total de viagens. De uma forma mais agregada,

ressalta-se que, em relação às viagens motorizadas, 62% foram realizadas pelo modo individual e 38% realizadas pelo modo coletivo.

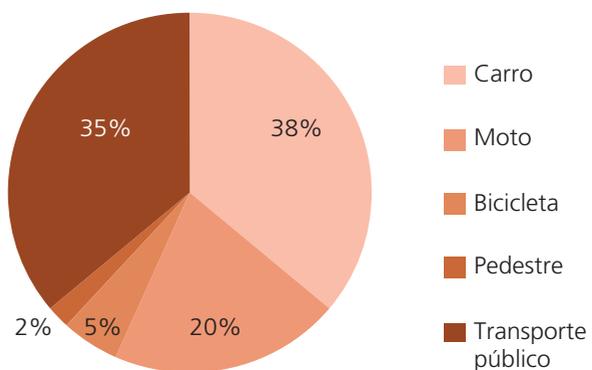
Em relação ao transporte público, o Gráfico 18 apresenta o detalhamento do percentual de viagens de acordo com as categorias: transporte rodoviário, transporte ferroviário e transporte metropolitano. Os resultados do Gráfico 18 indicam a predominância significativa do transporte público rodoviário (ônibus e vans) sobre as demais categorias de transportes. Em relação às viagens realizadas com a integração, os resultados do cenário atual indicam um percentual de 9,6% de integração do total de viagens do transporte público.

Figura 60 – Viagens produzidas por motivo educação



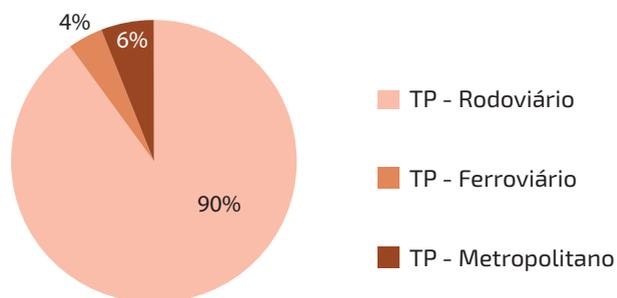
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Gráfico 17 – Percentual de viagens por modo de transportes



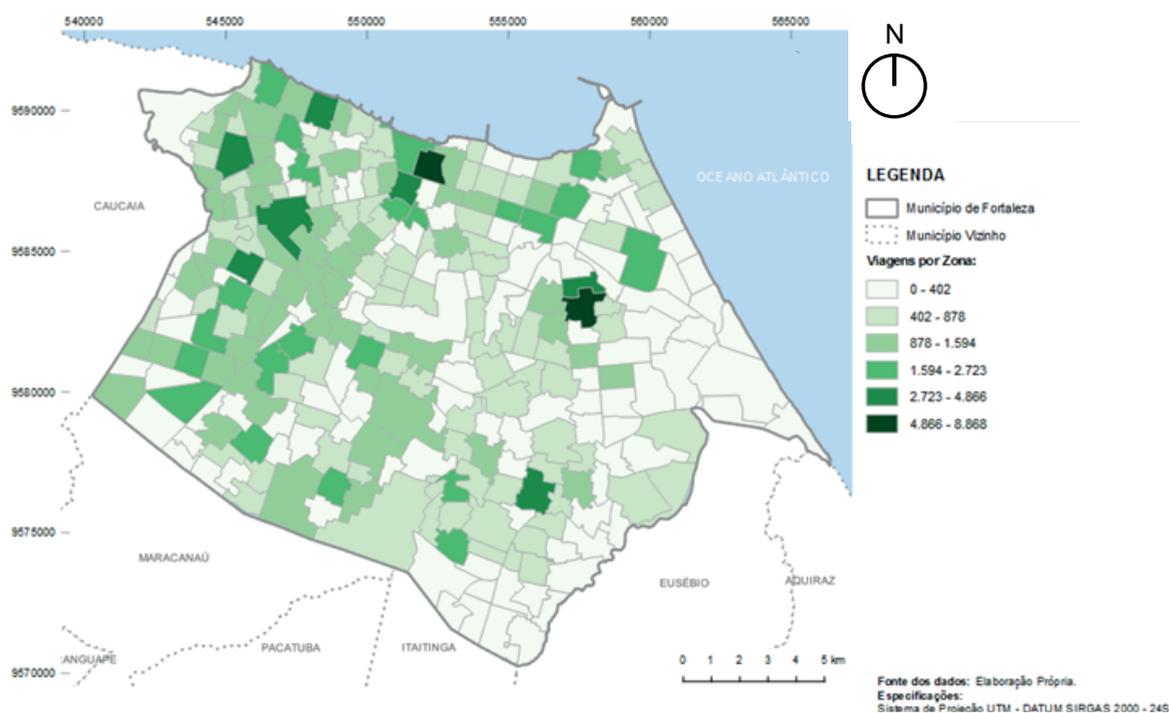
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Gráfico 18 – Percentual de viagens por modo de transporte público



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 61 – Viagens atraídas por motivo educação



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

### População transportada por modo e faixa de renda

Esse indicador possibilita uma complementação das análises ao permitir integrar as análises dos motivos de viagem, modo de transporte e renda da população. Tal fato auxilia no processo de avaliação do sistema e na proposição de alternativas de transporte que sejam mais eficientes.

Ele é calculado como sendo o total de deslocamentos, por um dado motivo de viagem, atrelado a um modo de transporte. Traz muita semelhança com o indicador de divisão modal, contudo, aqui o objetivo é compreender qual modo de transporte é empregado para se realizar um determinado tipo de viagem, conforme a motivação e a renda do indivíduo.

No caso de Fortaleza, os dados obtidos foram extraídos diretamente do Transus. Nesse caso, as faixas de renda consideradas no estudo foram: baixa, média e alta renda. Na Tabela 9 é apresentada a descrição das faixas.

Os motivos de viagem considerados foram trabalho, educação e outros, sendo que em trabalho havia três categorias em função da faixa de renda. Os modos de transporte considerados foram: pedestre; integração; carro; moto; ciclista; sistema de transporte coletivo ônibus (STCO); sistema de transporte coletivo metropolitano (STCM); sistema de transporte metropolitano regular (STMR); sistema de transporte metropolitano complementar (STPC); trem; metrô; VLT. Porém, deve-se destacar que, para

o cenário atual, as funcionalidades integração e VLT não estão sendo consideradas, pois não estão em funcionamento.

Assim, os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 10, que apresenta os totais de viagem, em valor absoluto, relacionados aos modos e motivos de viagem. Ainda no caso do Transus é possível associar com a renda dos indivíduos.

Fazendo uma análise entre o número de viagens realizadas em cada categoria, ou motivo de viagem, com a quantidade de viagens por modo da categoria, é

possível avaliar, em termos proporcionais, o quanto de viagem é feita por modo, em função da categoria de viagem. Com isso, é possível observar se há tendência, ou predomínio, de algum modo de viagem sobre outro, conforme o motivo de viagem. Tal informação é de suma importância para subsidiar decisões que objetivam assegurar uma melhor qualidade dos deslocamentos, bem como um equilíbrio mais adequado na divisão modal. Tais resultados estão apresentados na Tabela 11 e estão sintetizados no Gráfico 19, a qual agrega todas as considerações de transporte por ônibus, trem e metrô na categoria público.

**Tabela 9 – Faixa de renda adotada**

CLASSE DE RENDA	
Até 3 SM per capita	Baixa renda
Entre 3 e 8 SM per capita	Média renda
Acima de 8 SM	Alta renda

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

### **Volume de passageiros transportados por corredor de transporte público**

Esse indicador diz respeito à quantidade de passageiros que utilizam um corredor de transporte público. Com tal medida, é possível observar o quanto solicitado é um determinado corredor. Essa informação torna-se importante para adequar a

**Tabela 10 – Quantidade de viagens por modo de transporte para cada categoria de viagem**

OP/CAT	1 TRAB BAIXA	2 TRAB MEDIA	2 TRAB ALTA	4 EDUCAÇÃO	5 OUTROS	TOTAL
<b>1 Pedestre</b>	3233	1.199	669	1.016	1167	<b>7285</b>
<b>2 Integração</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>3 Carro</b>	43718	18.465	14372	22.760	23428	<b>122743</b>
<b>4 Moto</b>	25072	8.387	4918	11.493	15901	<b>65771</b>
<b>5 Ciclista</b>	3354	1.115	557	2.650	1235	<b>8911</b>
<b>21 STCO</b>	36868	13.415	7880	13.079	13985	<b>85226</b>
<b>22 STCM</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>23 STMR</b>	413	226	126	116	109	<b>990</b>
<b>24 STPC</b>	3322	1.018	523	1.168	1061	<b>7092</b>
<b>31 Trem</b>	1316	507	154	301	280	<b>2558</b>
<b>32 Metrô</b>	1184	692	281	278	443	<b>2878</b>
<b>TOTAL</b>	<b>118.480</b>	<b>45.024</b>	<b>29.480</b>	<b>52.861</b>	<b>57.609</b>	<b>303454</b>

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 11 – Quantidade relativa de viagens por modo de transporte para cada categoria**

OP/CAT	1 TRAB BAIXA	2 TRAB MEDIA	2 TRAB ALTA	4 EDUCAÇÃO	5 OUTROS
<b>1 Pedestre</b>	3,00%	3,00%	2,00%	2,00%	2,00%
<b>2 Integração</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>3 Carro</b>	37,00%	41,00%	49,00%	43,00%	41,00%
<b>4 Moto</b>	21,00%	19,00%	17,00%	22,00%	28,00%
<b>5 Ciclista</b>	3,00%	2,00%	2,00%	5,00%	2,00%
<b>21 STCO</b>	31,00%	30,00%	27,00%	25,00%	24,00%
<b>22 STCM</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>23 STMR</b>	0,00%	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>24 STPC</b>	3,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
<b>31 Trem</b>	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	0,00%
<b>32 Metrô</b>	1,00%	2,00%	1,00%	1,00%	1,00%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

oferta de transporte à quantidade de viagens que desejam utilizar o sistema.

Atualmente, em Fortaleza não existem corredores de transporte público. Porém, existem segmentos viários com prioridade para o transporte público e eixos com grande concentração de viagens por transporte público, que denominamos corredores. A partir dessas informações, buscou-se nos resultados da alocação ao transporte público gerada pelo Tranus a seleção de tais trechos. Essa medida será importante para identificar os trechos com maior carregamento. No Gráfico 20 são apresentados os volumes de passageiro transportados na hora pico em cada um desses corredores.

Os principais corredores são BR-116, Bezerra de Menezes e Washington Soares, que, juntos, correspondem a 47% do volume de passageiros transportados nos corredores. Sozinha, a BR-116 corresponde a 19% do volume total de viagens. Com isso, pode-se observar que tais trechos são os que merecem atenção especial dentro do processo de planejamento, o que não exclui o investimento

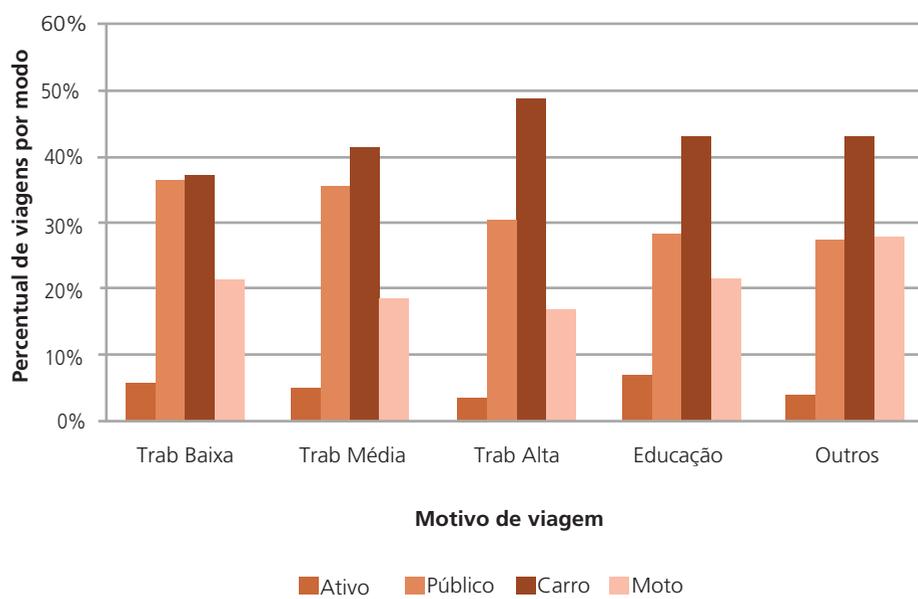
nos demais corredores, ou em eventuais novos, pois a ideia é equilibrar o transporte de pessoas.

### **Tempo médio de deslocamento**

O tempo médio de deslocamento ou tempo médio de viagem é um dos indicadores mais importantes para a avaliação do desempenho operacional do sistema de transportes. O tempo de viagem tem sido utilizado para expressar o nível de congestionamento em pontos específicos da rede, permitindo, ainda, o estabelecimento de metas e avaliações de desempenho ao longo do tempo. Trata-se do indicador com maior percepção entre os usuários, sendo ainda bastante utilizado em avaliações de alternativas, sendo frequentemente convertido em valores monetários de forma a permitir análises econômicas mais objetivas.

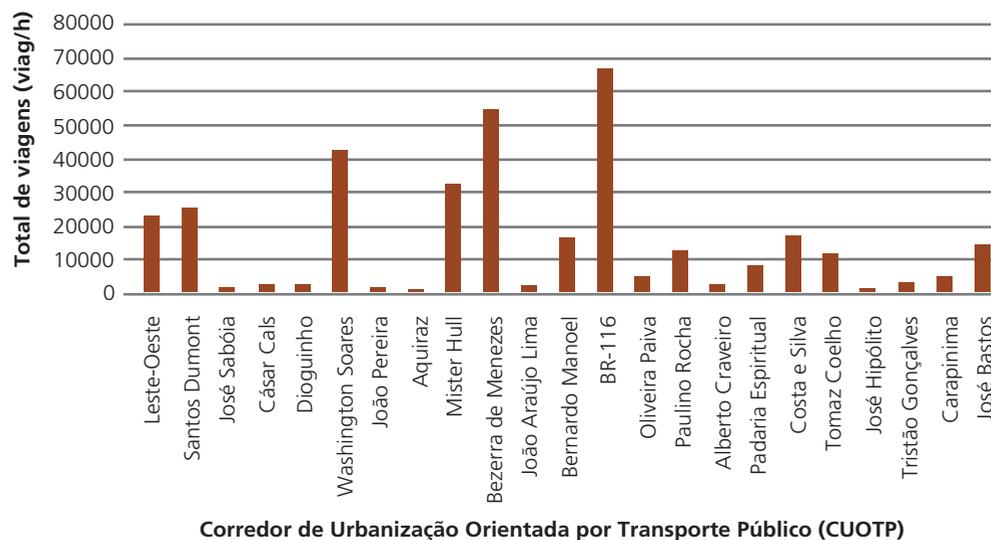
Em se considerando um mesmo modo de transporte, esforços de planejamento bem-sucedidos devem ter como meta a redução paulatina do tempo médio de viagem até um patamar condizente com velocidades adequadas para cada modo de transporte

**Gráfico 19 – Percentual relativo de viagens por modo de transporte e motivo de viagem**



Fonte: PlanMob.

**Gráfico 20 – Volume de passageiros transportados por corredor de urbanização**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

combinadas de forma harmônica com distâncias médias ideais para as relações de atividades entre os usuários.

Naturalmente, o tempo de viagem em cada modo influencia consideravelmente a decisão pela escolha modal, sendo, dessa forma, essencial que a definição de estratégias de planejamento inclua intervenções que possam equacionar grandes distorções existentes entre os tempos de viagens por diferentes modos de transportes. Ressalta-se ainda que se faz necessário estimar o tempo de viagem levando em consideração o nível de renda dos usuários tendo em vista que a escolha modal também é bastante influenciada pelo valor do tempo.

A modelagem do cenário atual e dos cenários propostos no âmbito do Plano Fortaleza 2040 irá considerar três conjuntos de indicadores agregados relacionados ao tempo de viagem, a saber:

- Tempo total de viagem por motivo de viagem em horas ( $TTV_m$ ): corresponde ao somatório do tempo em deslocamento e o tempo em espera para cada viagem estimada na modelagem;
- Tempo médio de viagem por motivo de viagem em minutos ( $TMV_m$ ): corresponde ao  $TTV_m$  dividido pela quantidade total de viagens realizadas;
- Tempo total de viagem por motivo de viagem e por modo de transporte em horas ( $TTV_{m,o}$ ): corresponde ao somatório do tempo em deslocamento e o tempo em espera para cada viagem estimada na modelagem e ainda separado pelo modo de transporte;

A Tabela 12 apresenta os resultados encontrados discriminados por motivo de viagem para o tempo médio e o tempo total de viagem. O tempo médio de viagem no cenário atual para o horário

modelado (7h às 8h) variou entre 21 e 35 minutos em função do motivo da viagem. O tempo total de viagem apresentou uma variação maior que cinco vezes para as viagens por motivo de trabalho de baixa renda em relação às viagens de trabalho para a categoria alta renda.

A Tabela 13 apresenta os valores estimados para o Tempo Total de Viagem por motivo de viagem e por modo de transporte.

A distância percorrida em uma viagem é importante indicador para representar a qualidade de um deslocamento. Com isso, é possível avaliar o comportamento dos viajantes no tocante à realização de suas viagens. Em uma situação idealizada, é de se esperar que as viagens ocorram em pequenas distâncias. Ao relacionar a distância média com o tempo médio, pode-se inferir sobre a eficiência do sistema. Idealmente, distâncias pequenas geram tempos de deslocamento pequenos. Em média, os deslocamentos urbanos no Brasil possuem 7 km de extensão. Tal indicador é gerado diretamente pelo Tranus e pode ser observado conforme o motivo de viagem. Na Tabela 14 é apresentado o resultado gerado pelo Tranus.

As viagens por motivo de trabalho, feitas por trabalhadores de baixa renda, são as que apresentam maior distância de deslocamento, quase 9 km. Por sua vez, as viagens por motivo de educação possuem 6 km de extensão. Os dados gerados pelo Tranus podem ser agrupados conforme o modo de transporte adotado, como é possível observar no Gráfico 21.

Os maiores deslocamentos são realizados pelos usuários do sistema de transporte público complementar. Os usuários de metrô e trem possuem deslocamentos em torno de 7 km, assim como usuários de automóveis. Já ciclistas possuem deslocamentos em torno de 6 km. Os pedestres apresentam deslocamento menor que 1 km.

**Tabela 12 – TMV<sub>m</sub> e TTV<sub>m</sub> por motivo de viagem (cenário atual)**

ID	MOTIVO DA VIAGEM	TMV <sub>m</sub> (min)	TTV <sub>m</sub> (h)
1	Trabalho - baixa renda	35	71363
2	Trabalho - média renda	34	26426
3	Trabalho - alta renda	27	13765
4	Educação	21	19029
5	Outros	25	25001

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 13 – TTV<sub>m</sub> por motivo de viagem e por modo de transporte (cenário atual)**

OP/CAT	1 TRAB BAIXA	2 TRAB MEDIA	2 TRAB ALTA	4 EDUCAÇÃO	5 OUTROS	TOTAL
<b>1 Pedestre</b>	11495	4.501	2306	3.641	3839	<b>25781</b>
<b>2 Integração</b>	233	74	29	56	60	<b>452</b>
<b>3 Carro</b>	10405	4.258	2694	3.200	4298	<b>24855</b>
<b>4 Moto</b>	4993	1.653	813	1.371	2430	<b>11260</b>
<b>5 Ciclista</b>	2379	942	398	654	736	<b>5110</b>
<b>21 STCO</b>	36736	13.266	6798	8.972	12236	<b>78008</b>
<b>22 STCM</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>23 STMR</b>	230	119	68	55	64	<b>535</b>
<b>24 STPC</b>	3925	1.151	494	863	1058	<b>7492</b>
<b>31 Trem</b>	517	198	60	115	111	<b>1001</b>
<b>32 Metrô</b>	451	263	106	103	169	<b>1093</b>
<b>TOTAL</b>	<b>71.363</b>	<b>26426</b>	<b>13.765</b>	<b>19029</b>	<b>25.001</b>	<b>155585</b>

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Se considerarmos um deslocamento médio de 30 minutos, a distância média percorrida entre os modais, costumeiramente, tem a estrutura apresentada na Tabela 15, que pode ser assumida como sendo valores de referência da literatura.

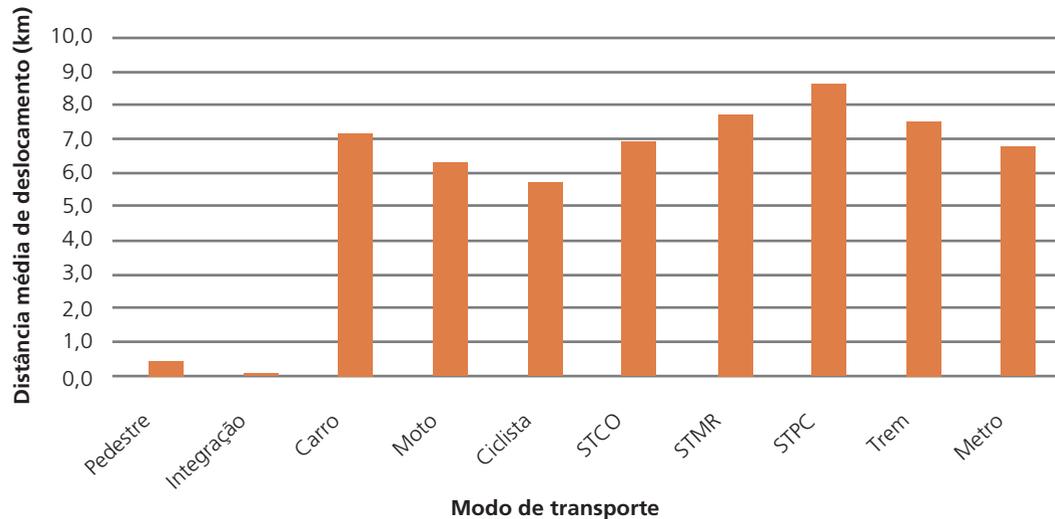
Observa-se que os valores obtidos para o cenário atual em Fortaleza estão distantes dos valores de referência assumidos. Destaque especial para o deslocamento médio de automóveis, que estaria abaixo da média se as três situações de carregamento viário apontadas fossem satisfeitas (21,2 km) para o transporte metroviário, pois o deslocamento médio

**Tabela 14 – Distância média de deslocamentos por motivo de viagem**

MOTIVO	DISTÂNCIA (km)
Trab baixa	8,95
Trab média	8,74
Trab alta	7,52
Educação	5,65
Outros	7,13

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Gráfico 21 – Distância média de deslocamento por modo de transporte



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

observado equivale a menos da metade de uma situação ótima, e o transporte a pé, que está próximo a 20% do valor de referência. Assim, constata-se que a situação dos deslocamentos precisa ser observada com maior atenção.

Considerando os deslocamentos por motivo de trabalho, por representarem a situação mais corriqueira, os deslocamentos médios na cidade possuem extensão de 8,4 km. Nessas condições, o emprego dos automóveis é preponderante, quando se poderia usar, por exemplo, transporte público ou até mesmo bicicleta. Contudo, deve-se observar a conjuntura mais ampla, em especial questões como infraestrutura, arborização, cultura e segurança, de forma que um diagnóstico possa ser feito. Nesse sentido, há o esforço de interpretação contínua dentro do Plano Fortaleza 2040.

### Relação volume/capacidade (V/C) no sistema de transporte

A relação volume/capacidade é um indicador que procura representar a relação direta entre o nível de demanda (volume) e a oferta física e operacional do sistema (capacidade) durante o período em análise.

Na avaliação do desempenho operacional de sistemas de transportes, o volume ( $v$ ) pode ser descrito como o número de veículos (ou pessoas) que cruzam uma determinada seção de via ao longo de um intervalo de tempo (normalmente uma hora). Ressalta-se que nem sempre o volume medido em uma seção de via pode ser diretamente comparado à demanda por transporte. Essa equivalência é somente válida nos casos em que o componente esteja operando abaixo de sua capacidade, ou, em linhas gerais, sem ocorrer a formação de fila.

A capacidade ( $c$ ) representa uma medida da oferta em seu limite. De forma mais objetiva, na operação de vias a capacidade pode ser descrita como as

**Tabela 15 – Valores de referência para distâncias em viagens de 30 minutos**

<b>MODO</b>	<b>DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA (km)</b>
Carro privado (locais com congestionamento)	1,6
Pedestre lazer	2,4
Bonde elétrico	6,4
Bicicleta em circulação normal	8
VLT	13
Ônibus suburbano	13
Metrô subterrâneo	19
Carro privado (movimentação urbana normal)	19
Ônibus expresso	24
Bicicleta em competição	24
Trem de comutação (suburbano)	29
Carro privado (vias expressas)	43

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

taxas horárias de fluxo máximo nas quais veículos e pessoas podem atravessar uma seção uniforme de via durante certo intervalo de tempo em condições específicas de via, ambientais e de tráfego e de controle (Adaptado, HCM, 2010). Em função de sua própria definição matemática, é desejável que os componentes do sistema de transportes apresentem valores da relação  $v/c$  menores que 1.

$$v/c = \frac{\text{taxa de fluxo de tráfego}}{\text{capacidade}}$$

Relações  $v/c$  maiores que 1 significam a formação de fila e a ocorrência de atrasos veiculares normalmente não aceitáveis. Uma das principais

aplicações da relação  $v/c$  é na estimação do nível de serviço de componentes da rede de transportes modelada no âmbito do Plano Fortaleza 2040.

O nível de serviço é uma medida qualitativa das condições operacionais dos componentes do sistema sob o ponto de vista do usuário que procura expressar a relação entre a demanda e a oferta, sendo categorizada em seis níveis atribuídos a escalas de A a F, sendo o nível A o que corresponde à operação em regime de fluxo livre no qual veículos e pessoas têm liberdade completa de manobra dentro da corrente, podendo viajar na velocidade escolhida pelos usuários de acordo com sua categoria de mobilidade, e o nível F correspondendo ao colapso no fluxo de veículos e pessoas, quando a demanda (taxa de fluxo de tráfego) excede a oferta (capacidade da via). Os valores de  $v/c$  próximos a 1 representam a transição entre o nível de serviço E e F.

Os resultados da modelagem da relação  $v/c$  serão utilizados para a validação dos resultados na modelagem do cenário atual e na avaliação comparativa entre os cenários em função do modo de transporte. Dessa forma, serão avaliados arcos (links) representativos da rede e principais corredores urbanos para análises em relação às mudanças observadas no padrão de deslocamento dos elementos analisados.

As análises deverão utilizar ainda mapas para auxiliar a visualização global das mudanças observadas na rede por meio de alterações no fluxo das viagens e na relação  $v/c$ . Em relação ao carregamento da rede, as Figuras 62 e 63 apresentam a distribuição dos fluxos de carros e motos e transporte público para o cenário atual respectivamente. As espessuras entre as linhas representam, proporcionalmente, o nível de fluxo entre os diversos arcos da rede em que as linhas mais espessas mostram os arcos com maior carregamento e vice-versa.

O mapa de carregamento dos fluxos de carros e motocicletas confirma os principais corredores de transporte da cidade, com destaque para: avenida Mister Hull/Bezerra de Menezes com fluxo total de veículos equivalentes entre 2.500 e 3 mil veículos por hora no sentido oeste-leste e BR-166 com fluxo entre 2 mil e 3 mil veículos equivalentes por hora.

Os resultados indicaram ainda uma série de corredores de fluxo veicular considerável, valendo ressaltar os corredores da Tabela 16.

O mapa de carregamento do sistema de transporte coletivo ressaltou os corredores de transporte urbanos mais importantes da cidade. Em uma análise comparativa ao mapa de carregamento

Figura 62 – Distribuição do Carregamento de Carros e Motos – Cenário Atual



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

de carros e motocicletas, ressalta-se a importância do corredor sul-norte formado pelas avenidas José Bastos e João Pessoa. Observa-se ainda o grande papel estruturante de ligação entre os corredores norte-sul da avenida José Bastos e da BR-116 feito pela avenida Presidente Costa e Silva, apoiado fortemente pela avenida Paranjana.

O indicador  $v/c$ , conforme ressaltado anteriormente, procura estimar de forma relativa a relação entre a demanda e a oferta dos corredores de transporte. Dentre os corredores com segmentos apresentando relação  $v/c$  acima de 0,8, ou seja, demanda igual a 80% da capacidade estimada e, portanto, nível serviço equivalente a E ou F, com excessivo atraso e formação de filas, ressaltam-se:

Figura 63 – Distribuição do carregamento do Transporte Público – Cenário Atual



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 16 – Fluxo veicular em veículos equivalente por hora nos principais corredores modelados (cenário atual)**

ID	VIA	SENTIDO	FLUXO MÁX (*)
1	Av. Presidente Castelo Branco	O-L	1564
2	Av. Francisco Sá	O-L	1543
3	Av. José Bastos/Av. Carapinima	S-N	2042
4	Av. da Universidade	S-N	1800
5	Av. João Pessoa	S-N	1637
6	Av. Germano Franklin/Av. Gomes de Matos	S-N	1582
7	Av. Presidente Costa e Silva	O-L	1459
8	Av. Alberto Craveiro/Av. Raul Barbosa	S-N	1650
9	Av. Washington Soares/Av. Santana Júnior	S-N	2000
10	Av. Domingos Olímpio/Av. Antônio Sales	O-L	2.231
11	R. Pinto Madeira/Av. Santos Dumont	O-L	1953
12	Av. Dom Luís	L-O	1934

(\*) volume de veículos equivalentes por hora no sentido mais carregado

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

- Avenida Pres. Castelo Branco;
- Avenida Sargento Hermínio;
- Avenida Francisco Sá;
- Avenida Francisco Matos Dourado;
- Av. Bezerra de Menezes;
- Avenida Carneiro de Mendonça;
- Avenida 13 de Maio;
- Avenida Raul Barbosa;
- Avenida Borges de Melo;
- Avenida Meton de Alencar;
- Avenida Domingos Olímpio;
- Avenida José Bastos/Carapinima;
- Avenida João Pessoa/Universidade;
- Avenida Heráclito Graça.

### Segurança viária

Historicamente, a segurança de tráfego tem sido expressa em termos do número de acidentes observados em porções da rede de circulação, ao longo de um intervalo de tempo (normalmente um ano), em grande parte pela relação lógica e intuitiva entre os dois. Os acidentes de trânsito normalmente apresentam uma sequência de eventos hierárquicos complexos que se inter-relacionam e variam consideravelmente no tempo e no espaço. Essa característica de interdependência inerente ao processo dificulta o desenvolvimento de metodologias que permitam a relação entre acidentes de trânsito e atributos físicos e operacionais das vias, incentivando o

desenvolvimento de indicadores complementares aos acidentes de trânsito.

Os estudos de segurança viária necessitam de uma premissa básica que diz respeito à noção de segurança viária como algo tangível e, portanto, passível de medidas objetivas que representem o desempenho da segurança viária de entidades de tráfego. Dessa forma, Hauer propõe a SV como uma propriedade das entidades de tráfego, como interseções, segmentos, usuários específicos etc.

O conceito de segurança viária utilizado no Fortaleza 2040 pode ser visto como a combinação dos diversos fatores que influenciam a segurança de tráfego materializada naquela entidade, sendo válida durante o período de tempo em que fatores como nível de fiscalização, educação, geometria, condições meteorológicas médias, estado geral da frota de veículos etc. permanecem inalterados. Dessa forma, foram definidos os seguintes indicadores agregados para estimar o nível de segurança viária para o cenário atual e os cenários tendencial e transformadores no âmbito do Plano Fortaleza 2040:

- número total de acidentes de trânsito (#Acid);
- número total de acidentes com vítimas feridas e fatais (#Acid\_FF);
- número total de atropelamentos (#Atr);
- número total de acidentes com ciclistas (#ACic).

Como os estudos focados no planejamento do desempenho da segurança viária (DSV) são normalmente efetivados ao nível de áreas de acordo com o nível de agregação dos dados, e estes são geralmente baseados em dados agregados ao nível de zonas de tráfego (ZT), serão utilizados ainda os mesmos indicadores acima, sendo desagregados ao nível de zona de tráfego. Essa desagregação deverá permitir uma avaliação

mais específica sobre o impacto das intervenções propostas ao longo dos anos.

O desempenho da segurança viária do cenário atual foi obtida a partir da análise das informações obtidas junto ao banco de dados de acidentes de trânsito da AMC, o Siat-For. O Siat-For é um banco de dados que compila os acidentes de trânsito registrados por dez órgãos responsáveis pelo atendimento às ocorrências de trânsito do município de Fortaleza em funcionamento desde 2000. O sistema passou por uma atualização em 2004 e atualmente encontra-se em fase de atualização das informações de acidentes de trânsito. Dentre as maiores vantagens do Siat-For, podem ser citadas a existência de diversas rotinas de consistência que permitem atualizar as informações sobre cada acidente tendo por base a vocação para o atendimento de cada fonte e minimizar a ocorrência de acidentes de duplicidade em tempo real com a utilização de informações como a placa dos veículos e o nome dos envolvidos.

A análise utilizou inicialmente uma base georreferenciada de Fortaleza já com informações socioeconômicas atualizadas do Censo 2010 e agregadas em 283 zonas de análise (ZA). As informações sobre os acidentes de trânsito em cada ZA foram obtidas por meio de um processo de georreferenciamento dos acidentes a partir das informações sobre a localização de cada acidente.

Os dados de acidentes utilizados neste estudo referem-se ao ano de 2011 e foram classificados em quatro tipos: número total de acidentes, número total de acidentes com vítimas feridas e fatais, número total de atropelamentos e número total de acidentes com ciclistas.

Com relação aos acidentes em logradouros, o georreferenciamento foi realizado a partir das informações do serviço web disponíveis no Google

Maps, usando uma rotina API do Google gratuita. A metodologia de espacialização permitiu a correta localização de aproximadamente 75% dos acidentes. Para interseções, houve um percentual de aproximadamente 96% de sucesso no georreferenciamento. Esse percentual foi em torno de 90% para segmentos viários com numeração. De todos os acidentes coletados, um percentual de 19% dos acidentes não pôde ser georreferenciado por se tratar de vias sem numeração.

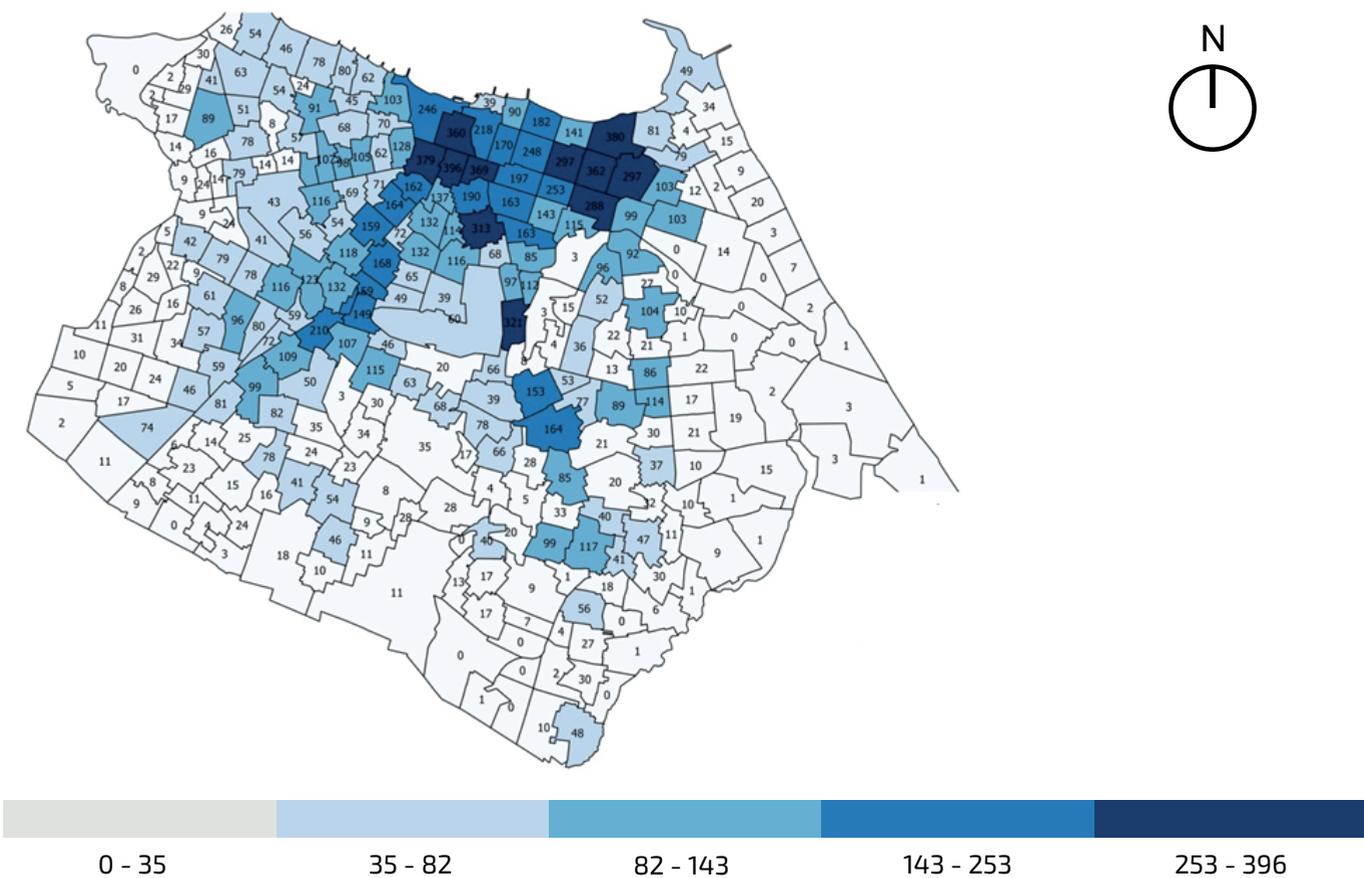
Em 2011 foram registrados 23.758 acidentes de trânsito pelo Siat-For, dos quais 17.707 (75%)

georreferenciados. A Figura 64 apresenta a distribuição espacial dos acidentes georreferenciados por ZA para o cenário atual.

A análise espacial dos acidentes indica uma concentração considerável nas zonas centrais e ao longo dos corredores de mobilidade norte-sul da cidade. Os resultados da espacialização indicam ainda uma concentração dos acidentes na região oeste da cidade em comparação à zona leste.

Para o indicador #Acid\_FF, o SIAT registrou um total de 8.327 acidentes com vítimas feridas e fatais, tendo sido georreferenciadas 5.656 ocorrências. A

**Figura 64 – Distribuição espacial do total de acidentes – Cenário atual**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

distribuição espacial dos acidentes com vítimas está apresentada na Figura 65.

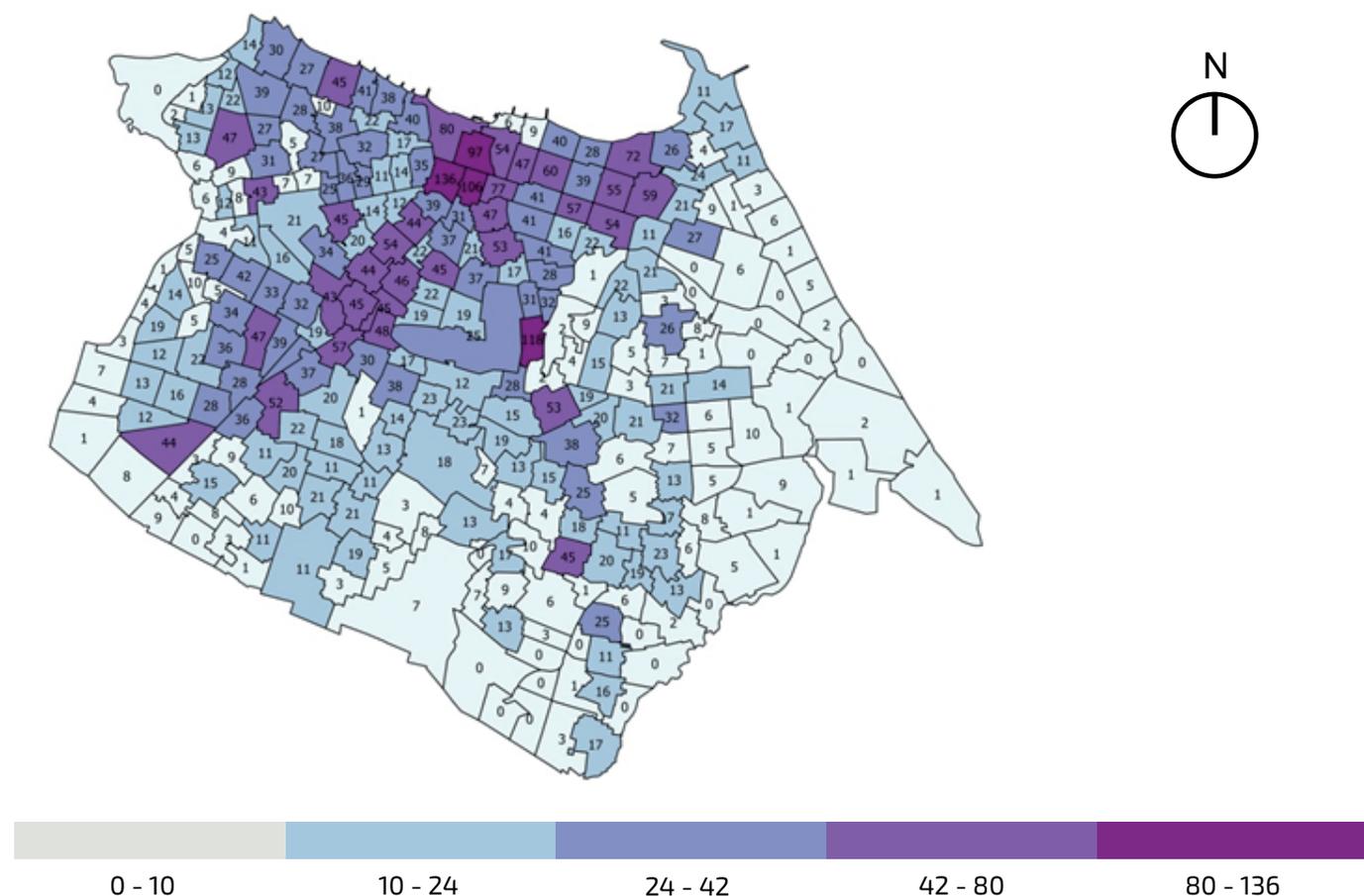
A distribuição espacial dos acidentes com vítimas apresenta um padrão menos concentrado nas áreas centrais, ressaltando a concentração ao longo de corredores de transporte como a José Bastos e avenida João Pessoa, avenida Bezerra de Menezes e BR-116.

Em relação aos atropelamentos, foram registradas 1.732 ocorrências em Fortaleza, tendo sido georreferenciados 1.042 acidentes no cenário

atual. A distribuição espacial dos atropelamentos está apresentada na Figura 66.

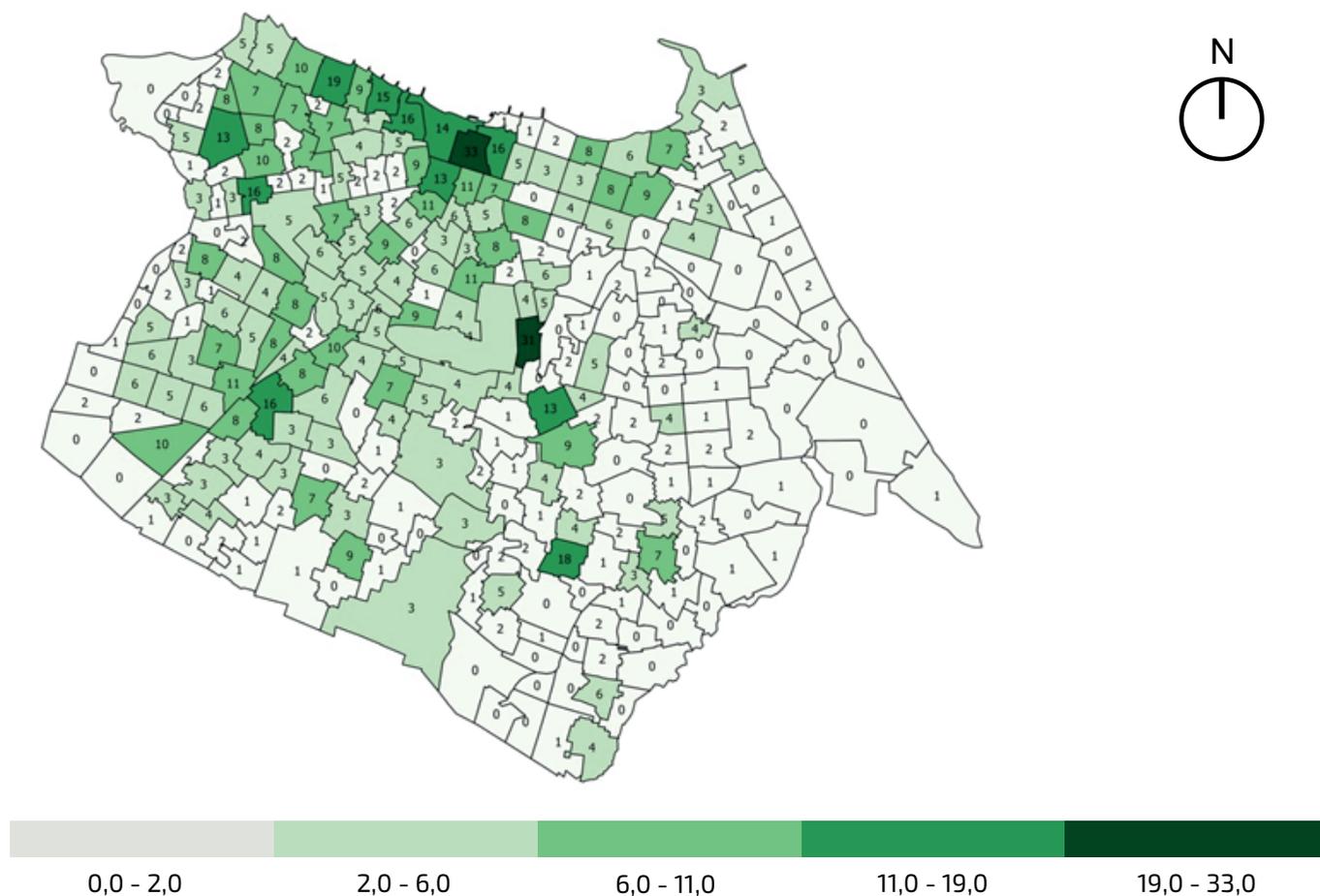
Os resultados indicam que os atropelamentos estão concentrados na região central da cidade e que é possível observar, ainda que menor, uma concentração ao longo de corredores como a BR-116, e avenidas João Pessoa e José Bastos. Ressalta-se, entretanto, uma considerável concentração desse tipo de ocorrência no corredor leste-oeste influenciada fortemente pela avenida Presidente Castelo Branco.

Figura 65 – Distribuição espacial dos acidentes com vítimas – Cenário atual



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 66 – Distribuição espacial dos atropelamentos – Cenário atual



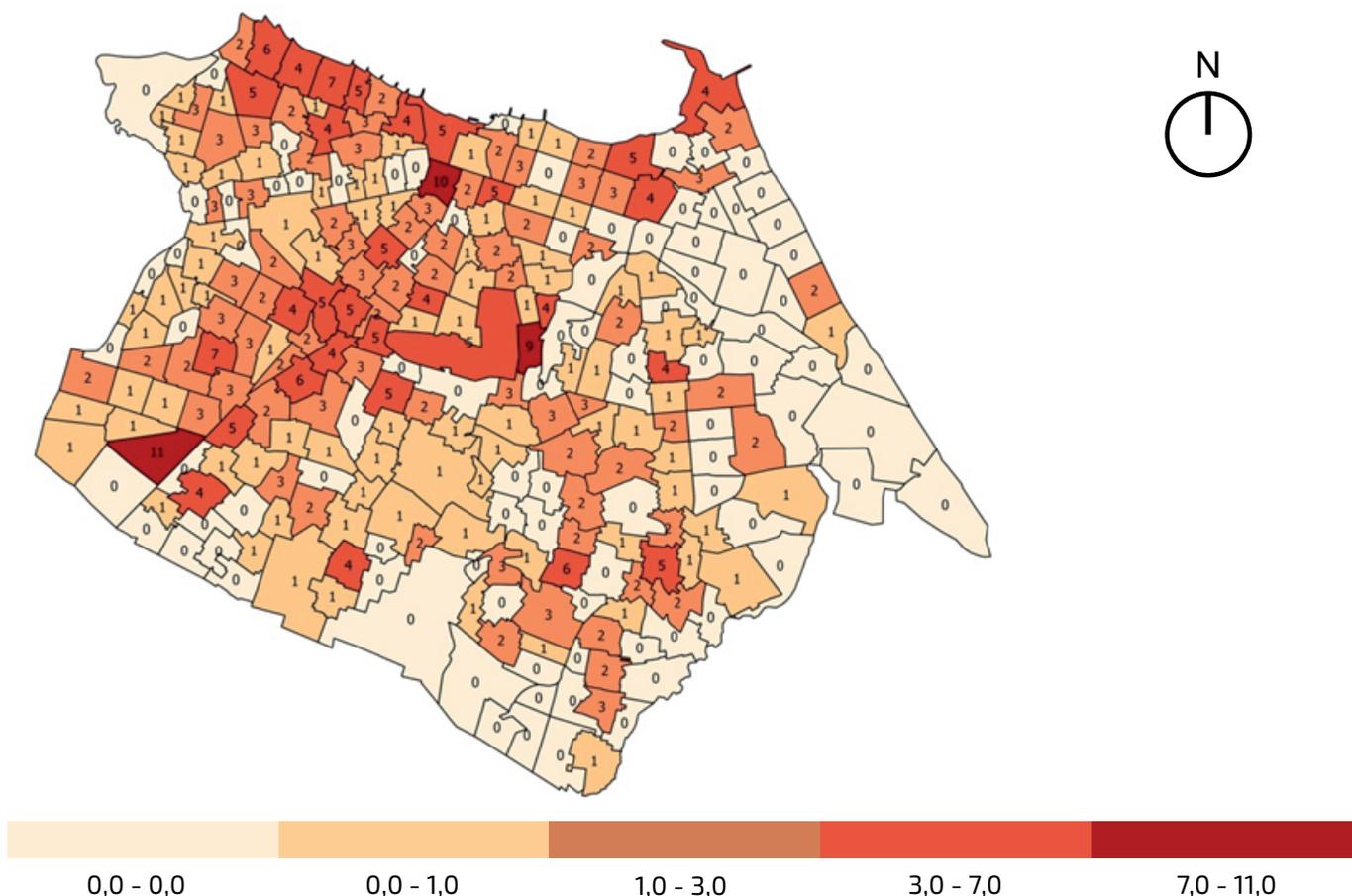
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

O desempenho da segurança viária para os ciclistas no cenário atual foi medido inicialmente pelo número de acidentes envolvendo esses usuários vulneráveis. Foram registrados em Fortaleza 710 acidentes dessa categoria para o ano inicial de estudo, tendo sido georreferenciadas 431 ocorrências. A Figura 66 apresenta espacialmente a distribuição dessas ocorrências. Os resultados observados para os acidentes com bicicletas indicam tendência semelhante aos atropelamentos.

### 3.5.2 RESULTADOS DO MODELO DE GERAÇÃO DE VIAGENS DE CARGA

Esses resultados, assim como de emissões, que será apresentado a seguir, não foi extraído diretamente do Tranus, o que leva à necessidade de uma explicação prévia sobre a metodologia utilizada para a sua obtenção. A previsão sobre a quantidade de cargas movimentadas em uma cidade é de grande relevância para que ocorra um adequado planejamento do sistema de transportes e para que sejam obtidos os melhores desempenhos desse sistema, garantindo a

Figura 67 – Distribuição espacial dos acidentes com bicicletas – Cenário atual



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

manutenção da sustentabilidade social, ambiental e econômica. Nesse tocante, existem muitas pesquisas sobre modelos de demanda por transporte urbano de cargas. (OGDEN, 1992; ANAND et al., 2012; COMI et al. 2012; GONZALEZ-FELIU; ROUTHIER, 2012; TANIGUCHI et al. 2012; HOLGUIN-VERAS et al., 2013). No entanto, ao contrário da modelagem da demanda de viagens de pessoas, não existe um consenso e a maioria dos modelos é limitada a uso acadêmico, sem aplicação direta (GONZALEZ-FELIU et al., 2010). A obtenção de informações importantes para a compreensão do fluxo de cargas é complexa,

pois envolve diferentes atores, e o fluxo de cargas é influenciado por diferentes variáveis, como tipo de veículo, legislação, infraestrutura, transportadoras, receptores etc. Obter essas informações de maneira direta não é simples e tem um custo elevado. (ORTUZAR; WILLUMSEN, 1990). Para contornar isso, é possível utilizar dados indiretos, ou seja, dados que não são obtidos por uma amostragem de viagens, mas podem ser usados para obter o fluxo de viagens. (VAN ZUYLE; WILLUMSEN, 1980). Assim, buscou-se propor uma representação de viagens para transporte urbano de cargas com base em

dados indiretos, gerando os resultados necessários para o processo de planejamento do Fortaleza 2040.

Para tal, fizemos uso das transações, envolvendo mercadorias, que emitem nota fiscal eletrônica. Portanto, outras atividades relacionadas com o transporte de cargas não serão relacionadas no escopo deste estudo, devido ao fato de não termos disponíveis dados sobre a temática. No entanto, pelo fato de a maioria das mercadorias serem transportadas mediante emissão de notas, acredita-se que teremos uma boa representação a respeito de tais movimentações.

Vale destacar que a necessidade de encontrar soluções para a previsão e gestão de veículos de transporte de mercadorias em áreas urbanas está em estimular a investigação de modelos para estimar matrizes origem-destino e fluxos de veículos que

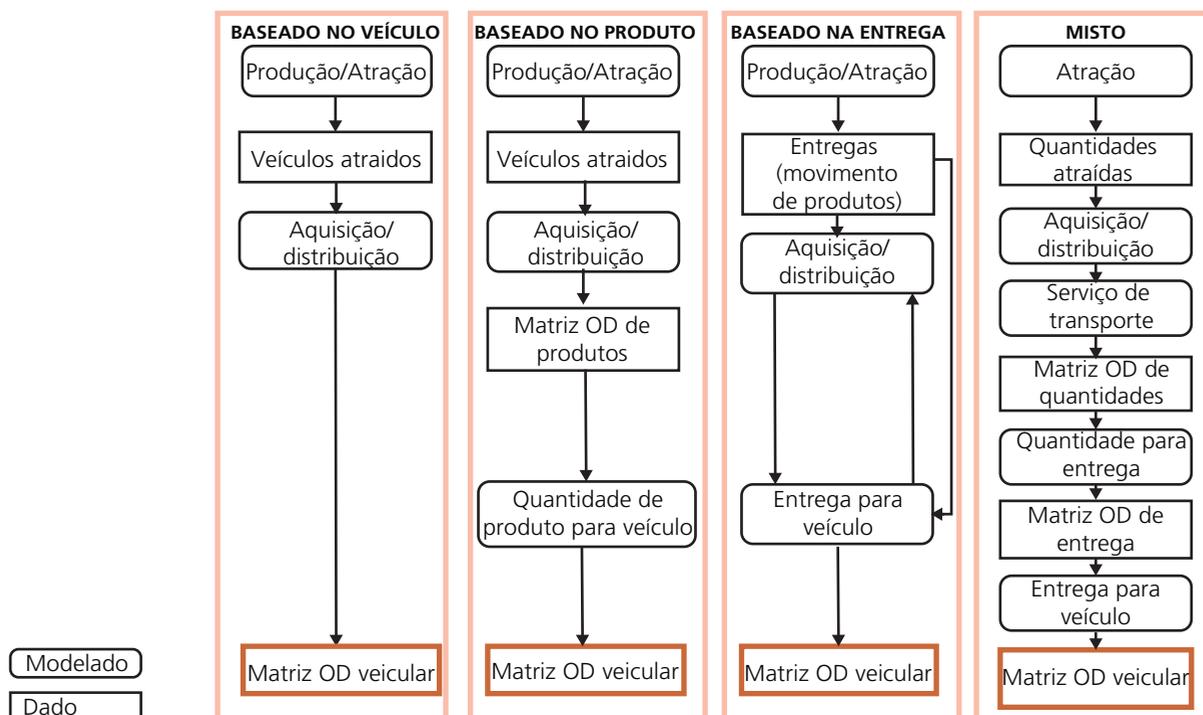
trafegam pela rede viária. A maioria dos modelos propostos foi desenvolvida dentro da abordagem de modelagem sequencial considerando três categorias de modelos: baseados em veículo, baseados na mercadoria e, por fim, baseados nas entregas, sendo que ocorrem divergências sobre o modelo misto (NUZZOLO, 2009); esses modelos podem ser observados na Figura 68.

Nos seguintes tópicos, as quatro classes anteriores de modelos são revistas e as contribuições de diversas pesquisas são analisadas.

a) Modelos baseados em veículos

Os modelos baseados em veículos consideraram a viagem de veículos de transporte de cargas como unidade de referência. A estrutura de base é

**Figura 68 – Estrutura de modelos de demanda por transporte de cargas**



Fonte: Adaptado de COMI ET AL, 2012.

caracterizada por um primeiro passo que consiste em modelos fornecendo o número de veículos de transporte de mercadorias atraídos ou gerados por zonas individuais. O passo seguinte é um modelo de distribuição que fornece as matrizes origem-destino em veículos para ser carregado na rede rodoviária (COMI et al., 2012).

Os modelos baseados em veículos estimam diretamente viagens de veículos de transporte de cargas, o que é adequado à simulação do cenário atual, mas eles são difíceis de serem utilizados para previsões. Modelos baseados em veículos têm a facilidade de coleta de dados, por exemplo, usando contagem automática de tráfego, facilitando a calibração e validação. Contudo, os modelos formulados dessa forma não capturaram a variância em características de geração de viagem do local, empresas ou indústrias dentro de uma zona. Pois não é possível determinar a quantidade de carga transportada por veículo (COMI et al., 2012).

#### b) Modelos baseados em produtos

Modelos baseados em produtos consideram a quantidade de carga como unidade de referência. A estrutura base é caracterizada por um primeiro passo que consiste em um modelo de atração. Tal atividade retorna o fluxo de cargas atraído por cada zona de tráfego em função de alguns dados socioeconômicos; o segundo passo consiste na distribuição, identificando os destinos e correlacionando-os com as origens. Esse passo permite investigar como medidas logísticas, relacionadas com o nível de serviço, podem modificar a escolha da origem de uma determinada carga, por exemplo. Por fim, o passo seguinte recebe a matriz origem-destino de cargas e converte em veículos por meio de um modelo de carregamento de veículos, ou seja, é feita uma ponderação entre a capacidade do veículo e a quantidade de produtos a ser transportada.

A vantagem é que esse tipo de modelo possibilita fazer previsões (COMI et al., 2012).

#### c) Modelos baseados em entregas

Modelos baseados em entregas consideram a quantidade de entregas como unidade de referência. A estrutura de modelagem proposta consiste em uma sequência de modelos baseados em estatística descritiva que permite simular os fluxos de entrega. Essa estrutura de modelagem permite acompanhar o processo decisório subjacente à definição de viagens de entregas e, assim, é uma boa ferramenta na avaliação prévia das medidas de logística da cidade que influenciam esse passo. Contudo, esses tipos de modelos, diferentemente dos modelos baseados em produto, falham em determinar mudanças nos mecanismos subjacentes à demanda de cargas (COMI et al., 2012).

#### d) Modelos mistos

Modelos baseados em produtos permitem acompanhar o mecanismo subjacente à demanda de cargas, e modelos baseados em entregas permitem acompanhar melhor o processo de definições de cadeia de viagem. Sabendo que a geração de fluxo de carga é influenciada pelos padrões de produção e consumo e a geração de viagens de cargas é mais ligada a decisões logísticas, foi proposto por Nuzzolo et al. (2009) uma estratégia que combina o fluxo de produtos, entregas e veículos. Fluxo de produto permite seguir os mecanismos subjacentes à demanda de carga, enquanto o fluxo de entregas permite reproduzir melhor o processo de decisão que define a cadeia de viagem.

Diante do exposto, evidencia-se a relevância dos dados indiretos para o processo de modelagem do transporte urbano de cargas. Nesse sentido,

Van Zuylen e Willumsen (1980), Tamim Willumsen (1988), Hamedani e Zargari (2006), Holguín-Veras et al. (2012), e Santos (2015) desenvolveram pesquisas utilizando dados indiretos na modelagem do transporte urbano de cargas.

A ideia no presente trabalho é fazer uso das considerações apresentadas por Santos (2015), que propõe uma metodologia para o uso de dados de natureza fiscal no planejamento e aplicação de diferentes soluções de logística para o transporte urbano, o que permite compreender o padrão de viagens de carga a partir de dados de notas fiscais eletrônicas. Os bancos de dados de notas fiscais são fonte riquíssima de informações relevantes e a baixo custo. Assim, fez-se uso dos dados disponibilizados pela Secretaria da Fazenda do Estado (Sefaz-CE), os quais preservaram o direito ao sigilo fiscal e pessoal.

Os campos obtidos das notas fiscais foram divididos em sete categorias: dados da nota fiscal eletrônica, contendo a chave de acesso às informações da nota no portal da Fazenda; identificação da nota fiscal, contendo a data de emissão e tipo de operação (entrada ou saída de produtos); identificação do emitente e destinatário da nota fiscal, contendo informações como CNPJ, CNAE, endereço, CEP; identificação do local de retirada e entrega da nota fiscal, contendo o CNPJ e o município; produtos e serviços da nota fiscal, contendo o NCM do produto, o CFOP e o valor do produto; total da nota fiscal, contendo o valor total dos produtos e dos impostos; informações do transporte da nota fiscal, contendo informações do transportador, do veículo e do peso dos produtos. Os campos obtidos do cadastro do contribuinte contêm informações das empresas como área construída e de terreno, informação de atividade ou inatividade, informações sobre veículos da empresa.

A análise desses dados permitiu listar as informações sobre a geração de cargas, de seus

agentes com as respectivas características econômicas e dos locais georreferenciados de origem e destino das cargas, vinculados às características dos produtos e às quantidades de remessas, em diferentes períodos. Contudo, essas informações obtidas não abrangem aquelas que dizem respeito às decisões logísticas das empresas, nem como as relacionadas à malha viária, ou a respeito das viagens de veículos de carga. Mas, para a determinação do fluxo de viagens a partir dos dados fiscais, é necessário relacionar o fluxo de cargas com o fluxo de viagens.

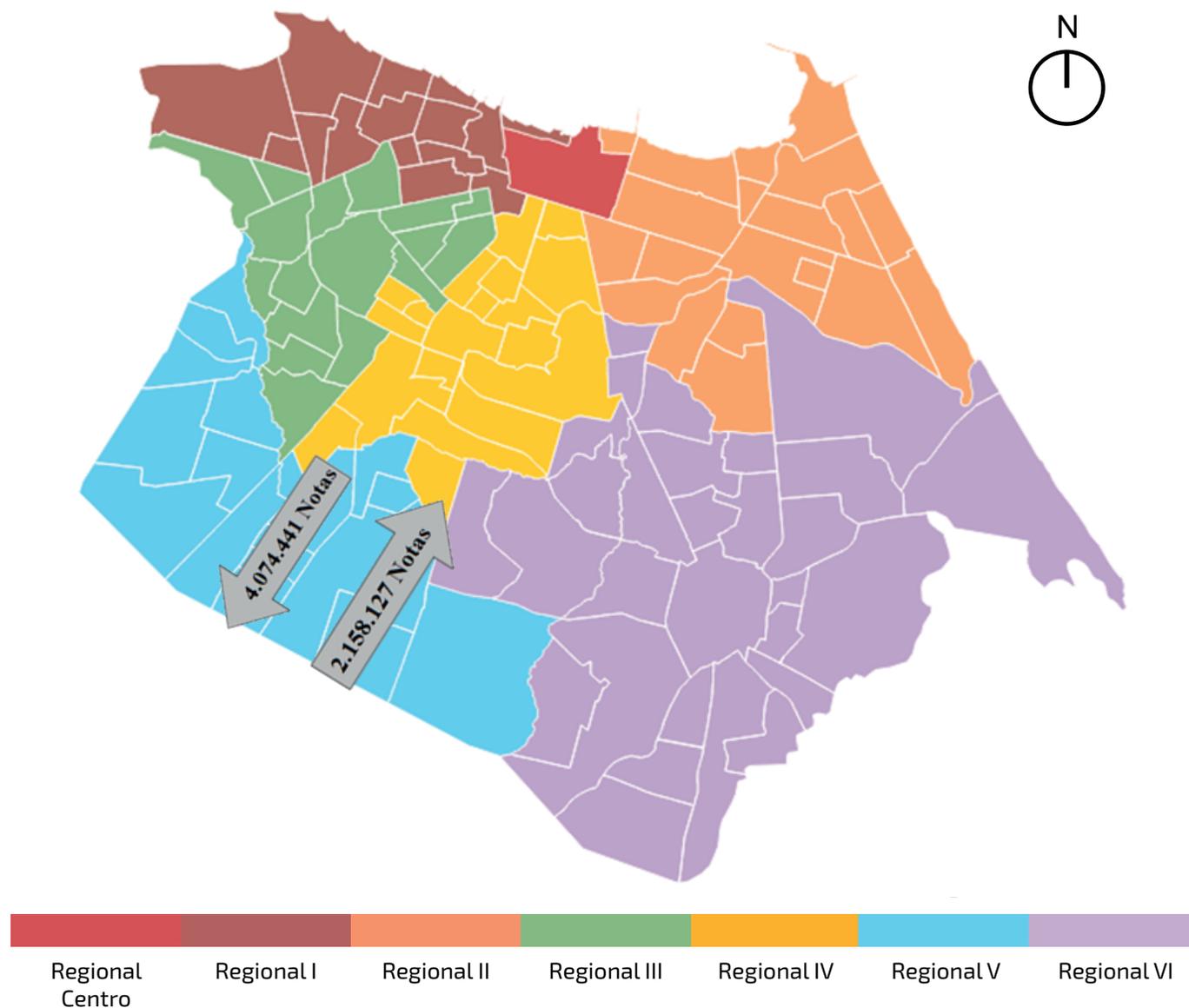
O NCFRP (2012) reforça a diferença entre geração de fluxo de carga e geração de viagens de carga. Ou seja, a geração de demanda do transporte urbano de cargas pode não ser universalmente assumida proporcional ao tamanho do negócio, pois grandes estabelecimentos podem receber grandes quantidades de carga sem aumentos concomitantes na geração de demanda por transporte. As empresas têm o poder de alterar significativamente os tamanhos das remessas que enviam ou recebem.

Quanto ao total de notas fiscais expedidas, na base de dados da Sefaz-CE haviam 17.772.880 notas fiscais envolvendo o Ceará como origem ou destino em 2014. Destas, 1.387.466 (8%) eram notas com origem em outro estado, e apenas 25 notas com origem no Ceará e destino a outro estado, indicando que o Ceará é mais importador de mercadorias do que exportador. Dentre a categoria de produtos (CNAE) com maior número de notas fiscais emitidas com destino ao Ceará e com origem em outro Estado da Federação, teve destaque o comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios. Já aqueles com maior expressividade para notas emitidas com origem no Ceará e destino em outro Estado foram produtos derivados do comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios.

Do total de notas cadastradas, 9.829.303 notas tiveram a capital cearense como origem ou destino, sendo que 4.074.441 (41%) das notas com origem em Fortaleza e destino a qualquer outra cidade do Brasil e 2.158.127 (22%) tiveram destino em Fortaleza e origem externa; as demais tiveram origem e destino em Fortaleza. Tal representação pode ser observada na Figura 69.

Em relação aos documentos fiscais, havia 116.768 dados sobre NFs com origem e destino na cidade de Fortaleza, porém 38% possuíam o campo Peso com valor zero ou em branco, e foram excluídas da amostra. Após o tratamento dos dados, sobraram apenas 33.353 dados para se trabalhar, envolvendo um total de 2.193.807 notas fiscais. Dos 120 bairros oficiais de Fortaleza, 109 figuraram

**Figura 69 – Quantidade de notas fiscais importadas e exportadas por Fortaleza em 2014**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

como origens de notas fiscais e apenas 10 como destinos de notas fiscais. Ou seja, de acordo com o banco de dados, 92% dos bairros de Fortaleza não atuaram como destinos de notas fiscais em 2014, aparentemente uma situação estranha, haja visto que os estabelecimentos comerciais estão distribuídos por toda a cidade, como destacado na Figura 70, considerando os dados de 2014 fornecidos pela Secretaria de Finanças de Fortaleza (Sefin/PMF).

Para o setor de carga, em especial carga urbana, é de fundamental importância conhecer a localização dos pontos de consumo, ou seja, do varejo, pois a entrega ou o recolhimento de mercadorias no varejo é a atividade de logística em área urbana que demanda maior quantidade de recursos e impacta mais sobre o sistema de transporte. Pode-se dizer que a cidade de Fortaleza possui forte vocação para o comércio, sendo que em toda a área urbana é possível encontrar núcleos comerciais, com destaque principal para as regiões central e Aldeota. Ainda, a cidade, apesar de ter se expandido, possui forte dependência em termos de comércio do Centro.

Além do comércio local, outros tipos de uso do solo são relevantes ao transporte urbano de cargas, tais como os estabelecimentos industriais e de uso misto (que envolva comércio em alguma associação). Essas distribuições estão representadas nas Figuras 70 e 71, respectivamente, também construídas a partir dos dados da Sefin (2014).

A justificativa para o solo industrial é que dele geram-se cargas consolidadas. Costumeiramente, tal tipo de situação possui operação bastante controlada e o impacto causado pela movimentação de produtos é pequeno, tido como pontual. Bem diferente do que se observa na distribuição física em pontos comerciais, do varejo. Nota-se que as áreas industriais estão bem distribuídas pela cidade, tendo alguns pontos com maior destaque por possuírem

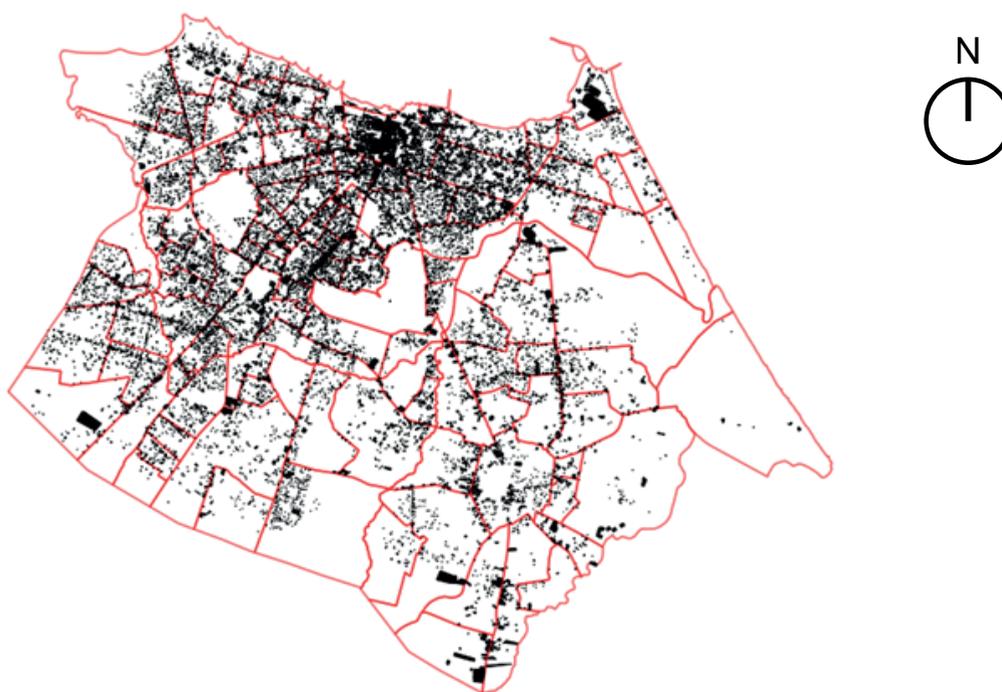
áreas maiores. Não necessariamente o fato de ter uma área maior implica que o impacto gerado pela movimentação de mercadorias seja maior. A área ocupada pela Lubinor é grande, mas o transporte de produtos gera impacto direcionado, em especial na saída da refinaria.

O transporte de carga é influenciado amplamente pela atividade comercial; por conta disso, outro fator importante a ser observado diz respeito à sazonalidade temporal, pois ela pode afetar diretamente a atividade de distribuição e, por conseguinte, o processo de planejamento. Por exemplo, imagine assumir uma amostra que contenha apenas dados comercializados nos meses de outubro a dezembro, certamente haverá grande interferência causada pelo período de compras de Natal. Assim, foi necessário analisar o banco de dados para observar se tal situação estaria presente e seria representativa. Foi possível perceber que há pouca variação na quantidade de notas fiscais emitidas ao longo do ano. Os meses que mais influenciaram no fluxo de produtos da cidade foram outubro e dezembro, com mais de 200 mil notas geradas cada. O mês de menor influência foi março, com pouco mais de 150 mil notas geradas. Comparando os semestres do ano de 2014, o segundo foi mais expressivo que o primeiro. Essa variação da quantidade de notas emitidas está exposta no Gráfico 22.

Esse gráfico, em conjunto com o Gráfico 23, que indica a sazonalidade do peso comercializado, é útil para determinar os períodos de maior demanda por transporte de carga, apontando os meses de maior necessidade de soluções que auxiliem na eficiência do transporte de carga.

A composição do fluxo de mercadorias que estão sendo transportadas pode ser obtida a partir das informações do Código de Atividade Econômica (CNAE), pois cada tipo de produto necessita de uma

Figura 70 – Distribuição dos comércios em Fortaleza em 2014



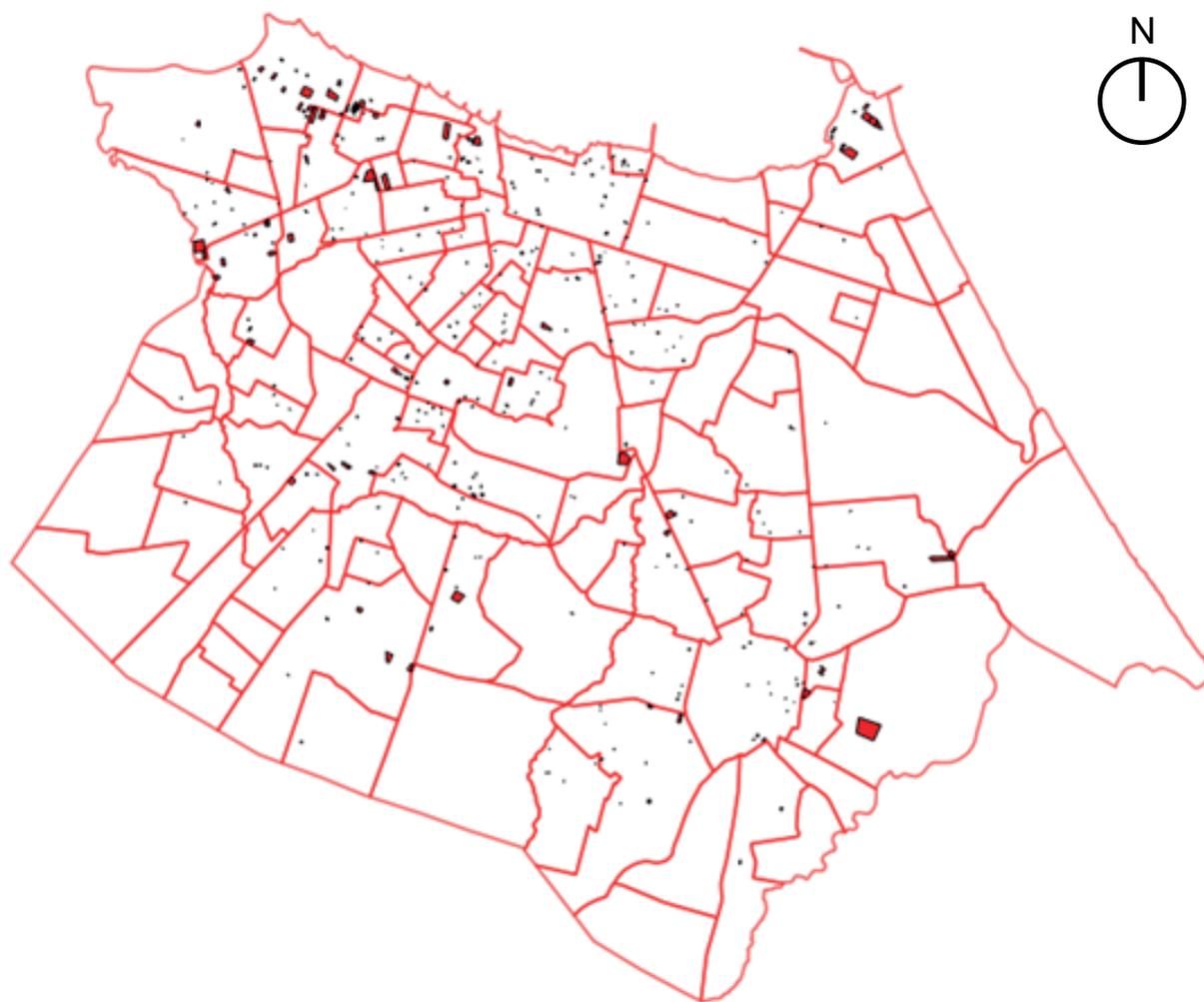
Fonte: Sefin/PMF, 2014.

diferente quantidade média de viagens para entregar a mesma quantidade de notas fiscais. A coluna CNAE do banco de dados auxilia essa compreensão dos tipos de mercadoria predominantes. Os dez CNAEs mais influentes no transporte de cargas de Fortaleza em relação ao número de notas fiscais emitidas e suas respectivas percentagens em relação ao total estão expostos na Tabela 17. Ao todo, representam 56% do total de NFs emitidas. Os dez CNAEs com maior peso comercializado com origem e destino internos a Fortaleza e suas respectivas percentagens em relação ao total estão expostos na Tabela 18.

Percebe-se, comparando os dois últimos quadros, que os CNAEs que mais emitiram notas fiscais não obrigatoriamente geraram maior peso comercializado. Isso se deve, em parte, à diferença de peso específico

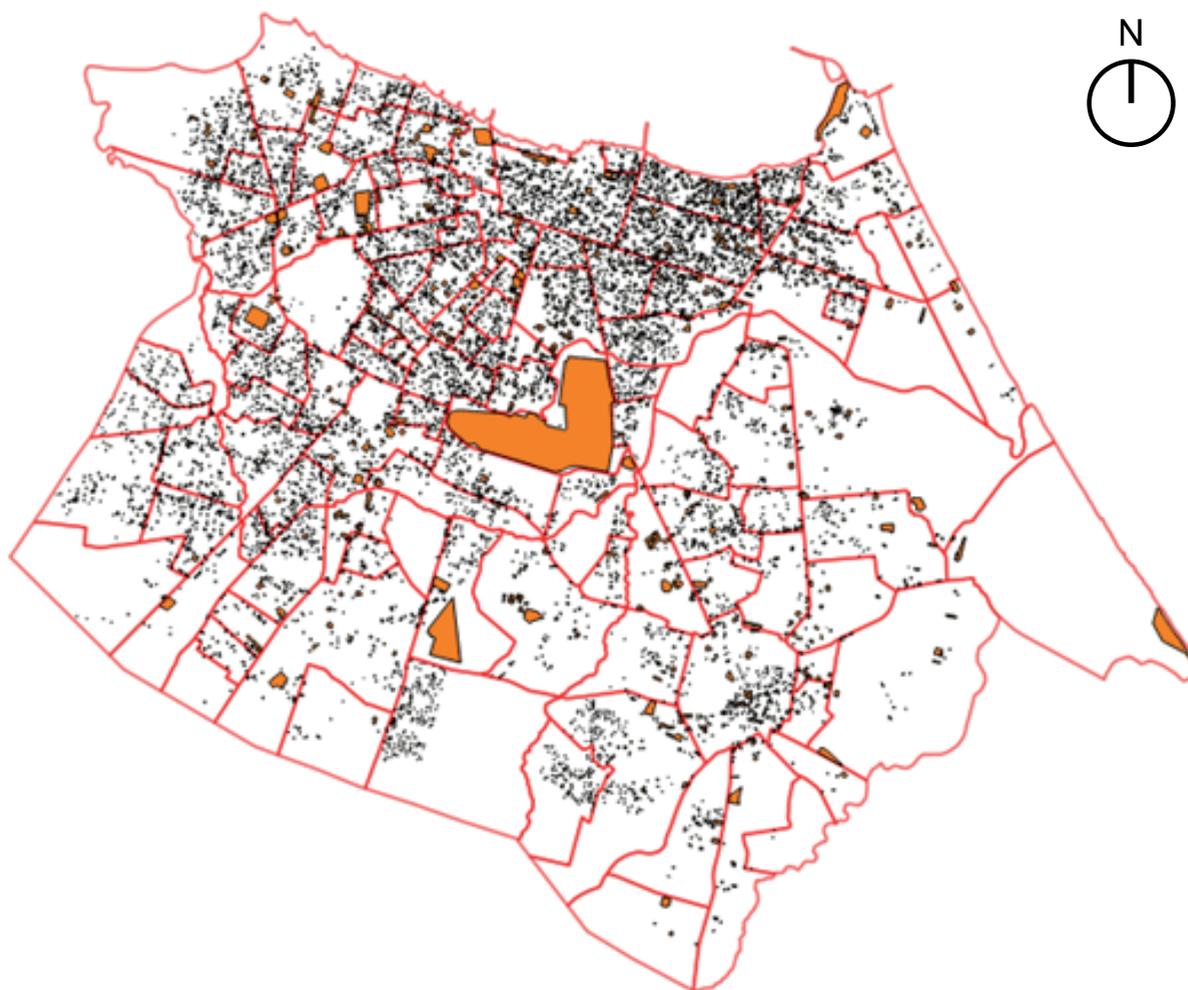
de cada tipo de produto. Além disso, produtos perecíveis tendem a ser comercializados em pequenas quantidades para cada nota fiscal, diferentemente de produtos industriais, peças e ferramentas, quando se espera uma grande quantidade de produtos em apenas uma nota fiscal. Nuzzolo, Crisalli e Comi (2012b) encontraram que, para Roma, os tipos de carga com mais expressividade na cidade foram, em ordem decrescente: alimentos, acessórios para casa, artigos de papelaria, roupas e materiais de construção. Santos (2015), também realizando o tratamento de uma base de dados de documentos fiscais, encontrou, para operações internas do Distrito Federal, os cinco seguintes CNAEs como maiores emissores de notas fiscais, em ordem decrescente: bebidas, materiais elétricos, outros, máquinas e carnes.

Figura 71 – Distribuição de indústrias em Fortaleza em 2014



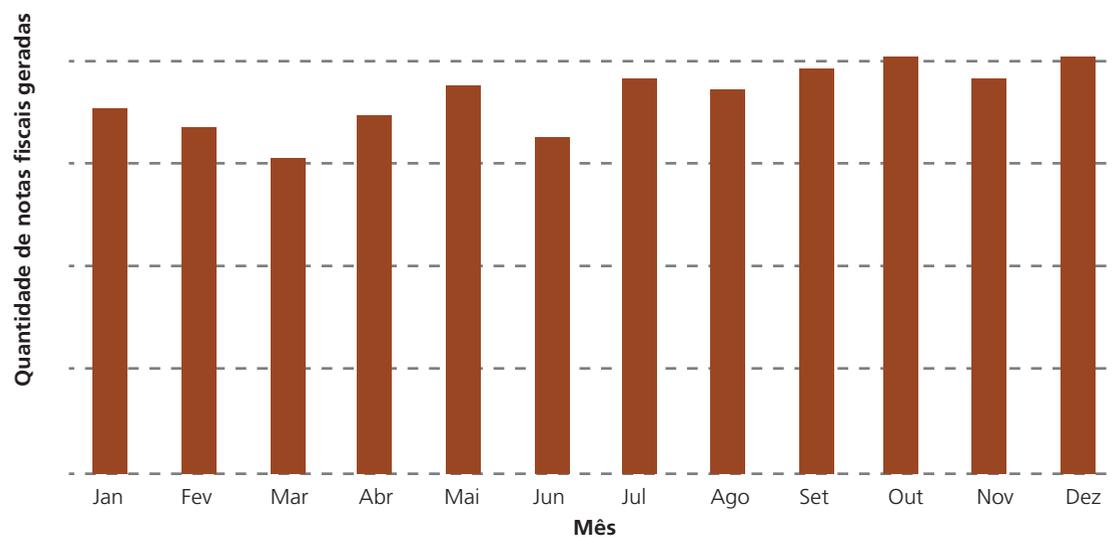
Fonte: Sefin/PMF, 2014.

Figura 72 – Distribuição de estabelecimentos de uso misto em Fortaleza em 2014



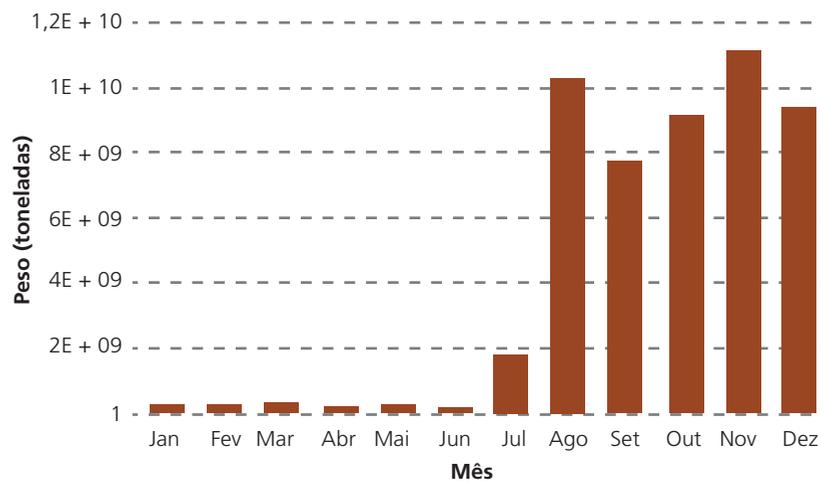
Fonte: Sefin/PMF, 2014.

Gráfico 22 – Distribuição da emissão de notas fiscais ao longo do ano de 2014



Fonte: SEFAZ/CE.

Gráfico 23 – Peso comercializado ao longo de 2014



Fonte: SEFAZ/CE.

Em relação à espacialização das cargas, os dez bairros que mais emitiram notas fiscais estão expostos na Tabela 19. Esses bairros são responsáveis por 67% do total de notas fiscais emitidas ao longo de todo o ano. A Figura 73 ilustra a distribuição das notas fiscais emitidas em Fortaleza em 2014.

O centro da cidade apresenta maior fluxo de mercadorias na capital, sendo origem de 25,4% das notas fiscais emitidas. Esta grande quantidade de viagens de carga provoca também a redução da acessibilidade e mobilidade no bairro, o que exige maior atenção para esta região em termos de planejamento de logística de distribuição. Messejana, ocupa o segundo lugar com 11,1% das notas emitidas no ano de 2014. Messejana, além de possuir comércio intenso, possui também grande quantidade de armazéns.

Ao analisar os dados por peso, nota-se uma diferença, pois os bairros com maior expressividade, que estão expostos na Tabela 20 e Figura 74, não coincidem com os mencionados em termos de NFes. Tal situação deve-se ao fato de produtos consolidados, ou produtos industriais, poderem ter grande peso/volume, mas estarem representados por poucas NFes. Em termos de impacto, maior volume de NFes, demanda maior atenção sob a ótica do planejamento, pois implica em maior quantidade de viagens.

Para o caso de quantidade de notas fiscais destinadas a cada bairro, o Centro ocupa uma posição ainda de maior influência no fluxo de mercadorias de Fortaleza, com 46,43% das notas fiscais emitidas no ano. Aldeota aparece na segunda colocação, com 33,36% das notas. A Tabela 21 e a figura 75 apresentam uma espacialização desses resultados.

Para o caso dos destinos dos pesos comercializados, a lista dos dez bairros mais expressivos está exposta na Tabela 22. É possível observar sua distribuição na Figura 76.

Porém, como comentado anteriormente, os dados de nota fiscal são apenas um indicativo de que há fluxo de mercadorias entre áreas, não trazendo clareza quanto ao impacto disso no sistema de transportes. Para tal, buscou-se realizar uma pesquisa de forma a determinar uma equivalência entre quantidade de notas fiscais e viagens. O bairro escolhido para realizar as entrevistas foi o Centro devido à sua grande influência na geração de viagens de carga.

O Centro de Fortaleza possui algumas peculiaridades, pois, além de possuir comércio varejista e indicar que a população da cidade ainda demanda por serviços lá ofertados, possui também forte presença de atacados, em especial na região próxima à Rua Governador Sampaio. Tal situação é ilustrada nas Figuras 77, 78 e 79.

Outra especificidade do Centro de Fortaleza é que cada rua possui predominância para um tipo de comércio. Por exemplo, na Rua Governador Sampaio existe uma grande quantidade de caminhões que transportam mercadoria em atacado. Na Rua Pedro Pereira, existe uma grande concentração de lojas de peças eletrônicas, ferramentas e cabos. Já nas ruas General Sampaio e Senador Pompeu, há muitas lojas de móveis e eletrodomésticos. Por esse motivo, foi necessário variar as ruas nos dias de pesquisa, como esforço para considerar todos os tipos de mercadoria presentes no bairro.

**Tabela 17 – Os dez CNAEs com maior número de notas fiscais emitidas em 2014**

	<b>CNAE</b>	<b>QUANTIDADE DE NF'S EMITIDAS</b>	<b>% DO TOTAL DO ANO</b>
1º	Comércio atacadista de produtos alimentícios em geral	226059	10,30%
2º	Comércio atacadista de medicamentos e drogas de uso humano	217455	9,90%
3º	Comércio atacadista de cerveja, chope e refrigerante	192728	8,80%
4º	Comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios	159424	7,30%
5º	Comércio por atacado de peças e acessórios novos para veículos	146300	6,70%
6º	Comércio atacadista de artigos de escritório e de papelaria	81562	3,70%
7º	Comércio atacadista de produtos de higiene e limpeza	62127	2,80%
8º	Comércio atacadista de materiais de construção em geral	59334	0
9º	Comércio varejista de materiais de construção em geral	47953	2,20%
10º	Comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios	43290	2,00%

Fonte: SEFAZ/CE.

**Tabela 18 – Os dez CNAEs com maior peso comercializado em 2014**

	<b>CNAE</b>	<b>PESO COMERCIALIZADO (TON)</b>	<b>% DO TOTAL DO ANO</b>
1º	Fabricação de produtos de panificação industrial	48.817.884,86	95,40%
2º	Comércio atacadista de álcool carburante, biodiesel, gasolina	1.196.227,42	2,30%
3º	Comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância produtos alimentícios	297.098,52	0,60%
4º	Comércio atacadista de equipamentos de informática	178.754,84	0,30%
5º	Comércio atacadista de medicamentos e drogas de uso humano	92.057,25	0,20%
6º	Comércio atacadista de mercadorias em geral, sem predominância produtos alimentícios	82.697,69	0,20%
7º	Comércio varejista de produtos saneantes domissanitários	82.306,25	0,20%
8º	Comércio atacadista de gás liquefeito de petróleo (GLP)	76.367,06	0
9º	Comércio atacadista de produtos alimentícios em geral	61.048,41	0,10%
10º	Comércio atacadista de cimento	33.972,30	0,10%

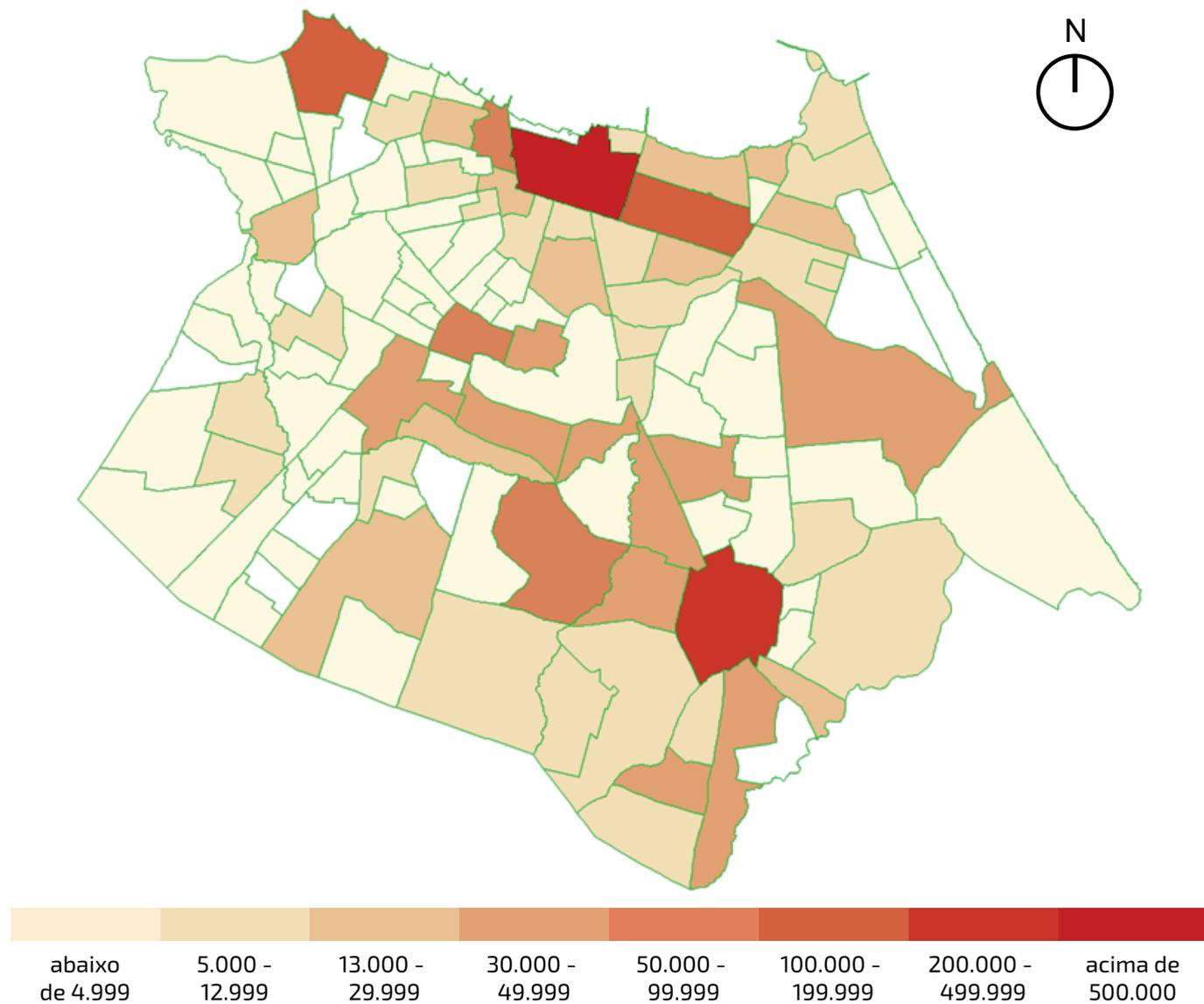
Fonte: SEFAZ/CE.

**Tabela 19 – Os dez bairros que foram emitentes em um maior número de notas fiscais**

	<b>BAIRRO</b>	<b>QUANTIDADE DE NF'S GERADAS COM ORIGEM NO BAIRRO</b>	<b>% DO TOTAL DO ANO</b>
1º	Centro	557.690,00	25,40%
2º	Messejana	243.253,00	11,10%
3º	Barra do Ceará	177.423,00	8,10%
4º	Aldeota	160.819,00	7,30%
5º	Jacarecanga	79.975,00	3,60%
6º	Montese	61.354,00	2,80%
7º	Passaré	53.651,00	2,40%
8º	Dias Macêdo	47.914,00	0
9º	Barroso	43.935,00	2,00%
10º	Cajazeiras	42.221,00	1,90%

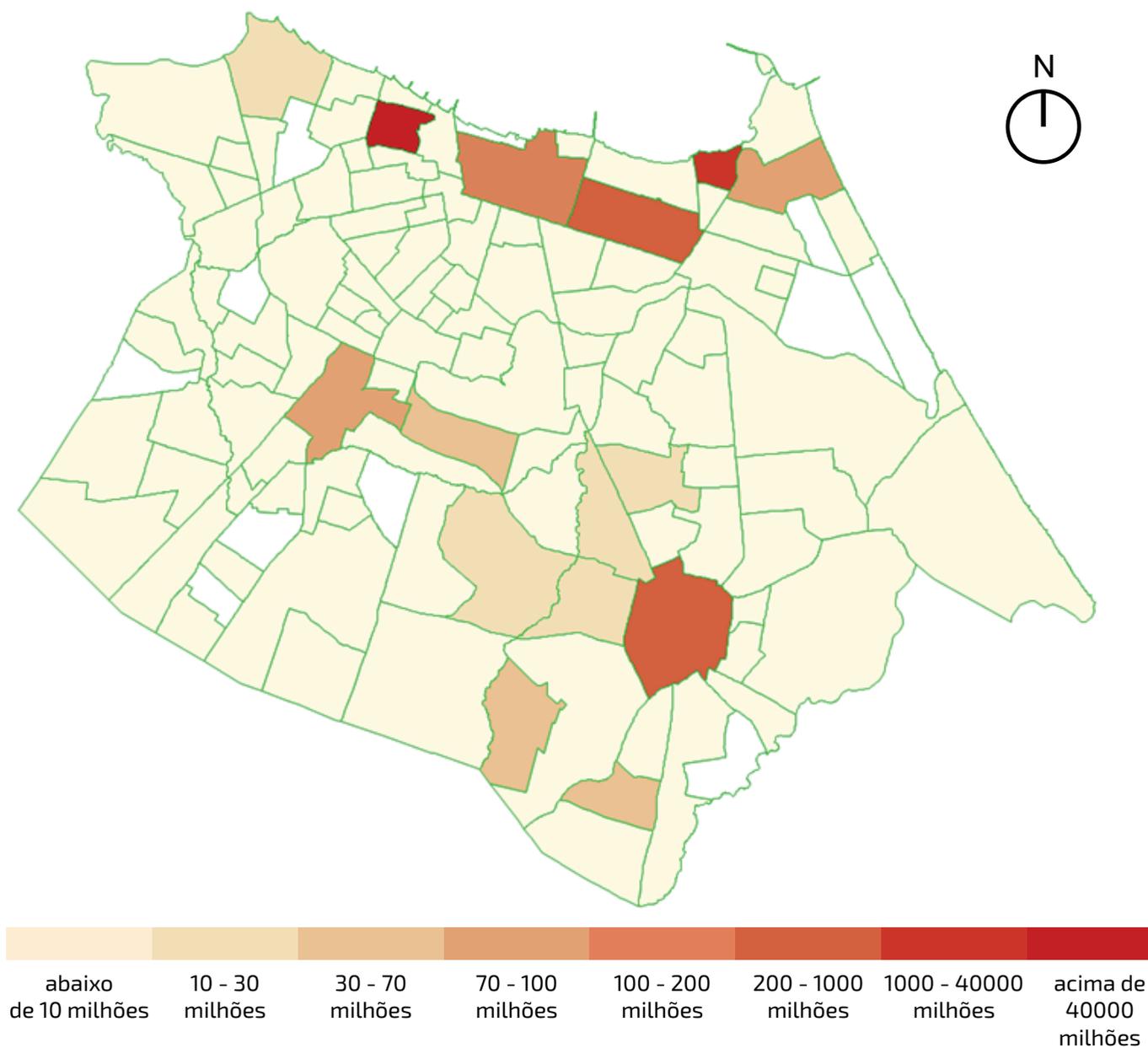
Fonte: SEFAZ/CE.

Figura 73 – Quantidade de notas fiscais emitidas por bairro



Fonte: Sefaz/CE.

Figura 74 – Peso comercializado por bairro (kg)



Fonte: Sefaz/CE.

**Tabela 20 – Os dez bairros com maior peso comercializado**

	<b>BAIRRO</b>	<b>PESO COMERCIALIZADO (TON)</b>	<b>% DO TOTAL DO ANO</b>
1º	Carlito Pamplona	48,818,598	95,40%
2º	Mucuripe	1,152,541	2,30%
3º	Messejana	277,90	0,50%
4º	Aldeota	262,70	0,50%
5º	Centro	127,10	0,20%
6º	Parangaba	86,18	0,20%
7º	Vincente Pinzon	70,67	0,10%
8º	Serrinha	55,49	0
9º	Conjunto Palmeiras	44,15	0,10%
10º	Ancuri	38,80	0,10%

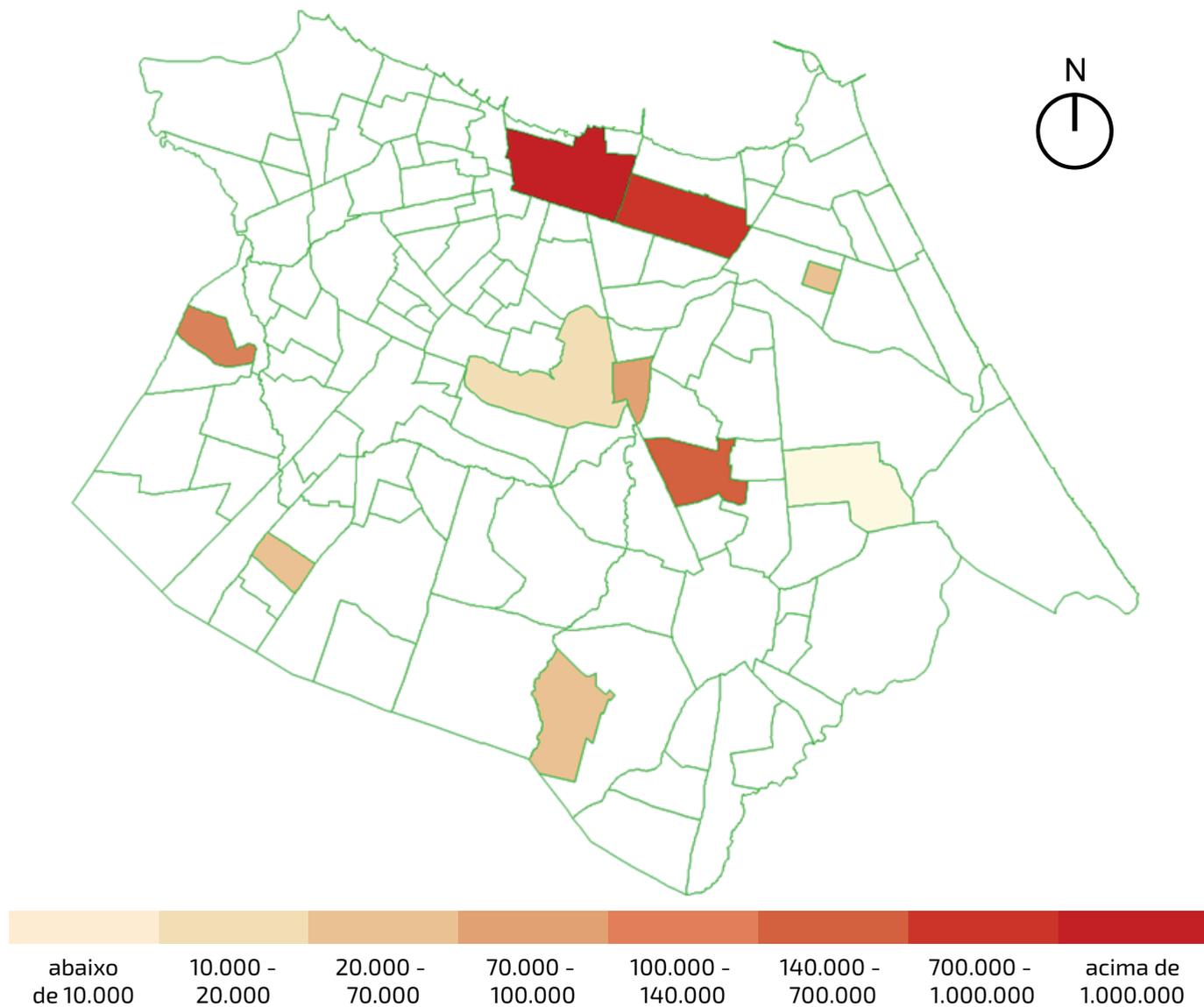
Fonte: SEFAZ/CE.

**Tabela 21 – Os dez bairros que mais apareceram como destinatários em notas fiscais**

	<b>BAIRRO</b>	<b>QUANTIDADE DE NF'S GERADAS COM ORIGEM NO BAIRRO</b>	<b>% DO TOTAL DO ANO</b>
1º	Centro	557.690,00	25,40%
2º	Messejana	243.253,00	11,10%
3º	Barra do Ceará	177.423,00	8,10%
4º	Aldeota	160.819,00	7,30%
5º	Jacarecanga	79.975,00	3,60%
6º	Montese	61.354,00	2,80%
7º	Passaré	53.651,00	2,40%
8º	Dias Macêdo	47.914,00	0
9º	Barroso	43.935,00	2,00%
10º	Cajazeiras	42.221,00	1,90%

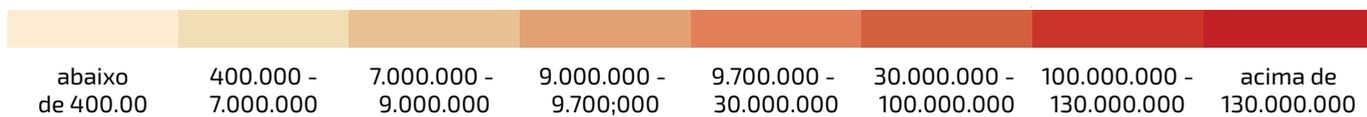
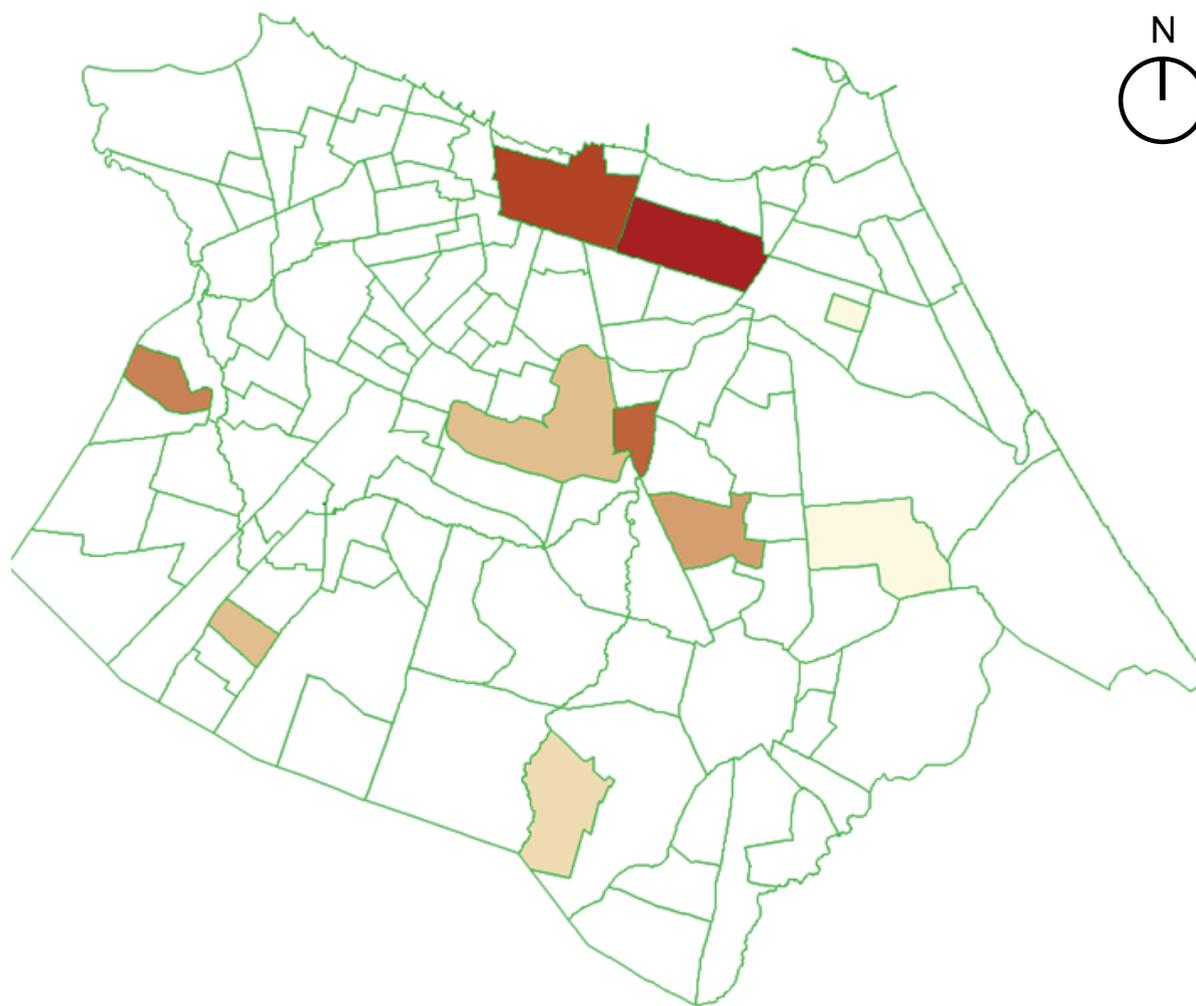
Fonte: SEFAZ/CE.

Figura 75– Destino das notas fiscais emitidas por bairro



Fonte: Sefaz/CE.

Figura 76 – Destino do peso comercializado (kg)

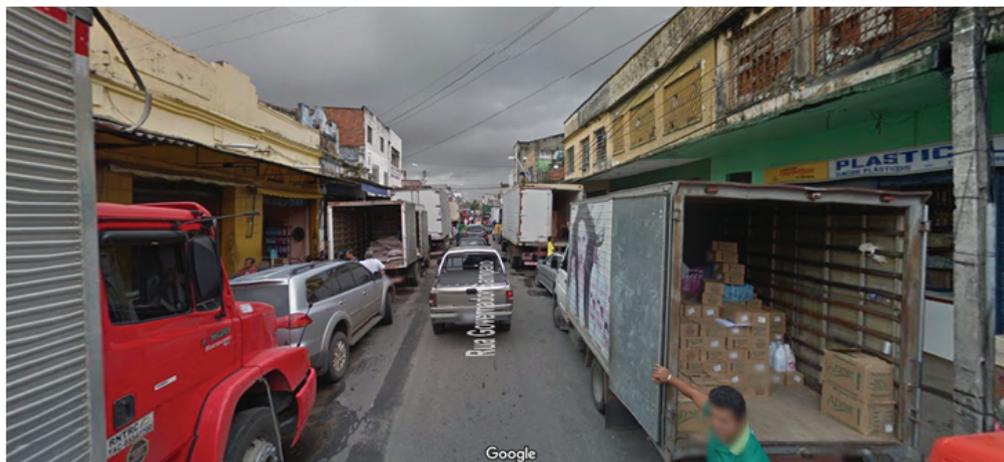


Fonte: Sefaz/CE.

**Tabela 22 – Os dez bairros que foram destino para uma maior quantidade de peso comercializado**

	<b>BAIRRO</b>	<b>PESO COMERCIALIZADO (Ton)</b>	<b>% DO TOTAL DO ANO</b>
1º	Aldeota	23,725,199	46,40%
2º	Centro	17,222,631	33,70%
3º	Aerolândia	6,675,503	13,00%
4º	Conjunto Ceará I	1,676,528	3,30%
5º	Cidade dos funcionários	1,645,186	3,20%
6º	Aeroporto	128,37	0,30%
7º	Conjunto Palmeiras	79,97	0,20%
8º	Conjunto Esperança	10,11	0
9º	Cidade 2000	9,89	0,02%
10º	Sapiranga / Coité	342,00	1,00%

Figura 77 – Rua Governador Sampaio



Fonte: Google Street View.

Figura 78 – Rua Barão do Rio Branco



Fonte: Google Street View.

Figura 79 – Rua Senador Pompeu



Fonte: Google Street View.

Considerando a variável “quantidade de mercadoria transportada por viagem em Fortaleza”, não se sabe informações sobre tamanho da população nem seu desvio padrão, por isso não foi possível calcular o tamanho da amostra necessária para coleta de dados. Dessa forma, foi utilizado o conceito de pesquisa exaustiva por saturação, ou seja, após uma quantidade ininterrupta de dias, as perguntas cessariam quando não houvesse variação. Durante dez dias úteis, variando entre manhã e tarde, para detectar os diferentes comportamentos de transporte de carga, foram feitas entrevistas com motoristas de veículos de carga.

Para o tratamento dos dados da pesquisa de campo, foram retirados os outliers segundo a técnica do Box-Plot. Separando o segundo quartil (Q2) e quarto quartil (Q4) por meio do cálculo de medianas, calculou-se as diferenças entre estes ( $Q4 - Q2 = \text{Interquartil, IQR}$ ) e multiplicou-se por 1,5. O resultado serviu como limite inferior ( $Q2 - \text{IQR} * 1,5$ ) e superior ( $Q4 + \text{IQR} * 1,5$ ) para definir os outliers. Em

relação à quantidade de notas fiscais transportadas, por jornada de entregas, no Centro de Fortaleza, após retirada dos outliers, foi encontrada uma média de seis notas por veículo.

Assim, pode-se relacionar os dados obtidos da base da Sefaz para informações sobre transportes. A partir daí foi possível obter duas soluções de matriz origem-destino de entregas a partir dos dados de notas fiscais do ano de 2014. Para isso, aplicou-se o fator de conversão de produtos em entregas e foi possível obter uma matriz OD com base nos dados disponibilizados. Tal situação resultou em uma matriz, de um total de 2.193.807 notas fiscais emitidas em 2014, que corresponde a 1.828.173 entregas. Um recorte dessa matriz se encontra na Tabela 23.

A distribuição de carga entre os bairros também pode ser representada em forma de mapa de linhas de desejo, o que permite uma rápida compreensão de quais as origens das entregas dos produtos. A Figura 80 expõe o mapa de linhas de desejo de entregas estimadas em 2014 em Fortaleza tendo

**Tabela 23 – Matriz OD de entregas estimada a partir das notas fiscais emitidas**

DESTINO/ORIGEM	AEROLÂNDIA	AEROPORTO	ALDEOTA	CENTRO	CIDADE 2000	CIDADE DOS FUNCIONÁRIOS	...	SAPIRANGA/ COITÉ	Σ origens
<b>AEROLÂNDIA</b>	4250	132	1862	967	0	289	...	0	<b>7554</b>
<b>AEROPORTO</b>	75	32	138	73	0	48	...	0	<b>366</b>
<b>ALDEOTA</b>	580	146	105502	24686	568	1622	...	3	<b>134016</b>
<b>ALTO DA BALANÇA</b>	808	18	1977	5446	154	862	...	1	<b>10245</b>
<b>ALVARO WEYNE</b>	209	26	2557	3733	48	148	...	0	<b>6883</b>
<b>AMADEU FURTADO</b>	5	0	46	490	28	3	...	0	<b>683</b>
<b>ANCURI</b>	1555	176	6037	11554	913	2238	...	31	<b>28953</b>
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>VINCENTE PINZON</b>	841	0	1954	1173	17	190	...	0	<b>6601</b>
<b>Σ destinos</b>	<b>62143</b>	<b>11700</b>	<b>609180</b>	<b>848899</b>	<b>29463</b>	<b>118380</b>	...	<b>748</b>	<b>1828173</b>

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

como destino o bairro Centro. Percebe-se que quase todos os bairros ilustraram como origem de notas fiscais emitidas com destino o bairro Centro.

É interessante ressaltar que Nuzzolo, Crisalli e Comi (2012b) encontraram, em circulação no centro de Roma, uma maior quantidade de veículos de carga com menor capacidade. A comparação da quantidade de veículos em faixas de capacidade entre Fortaleza e Roma está exposta na Tabela 22.

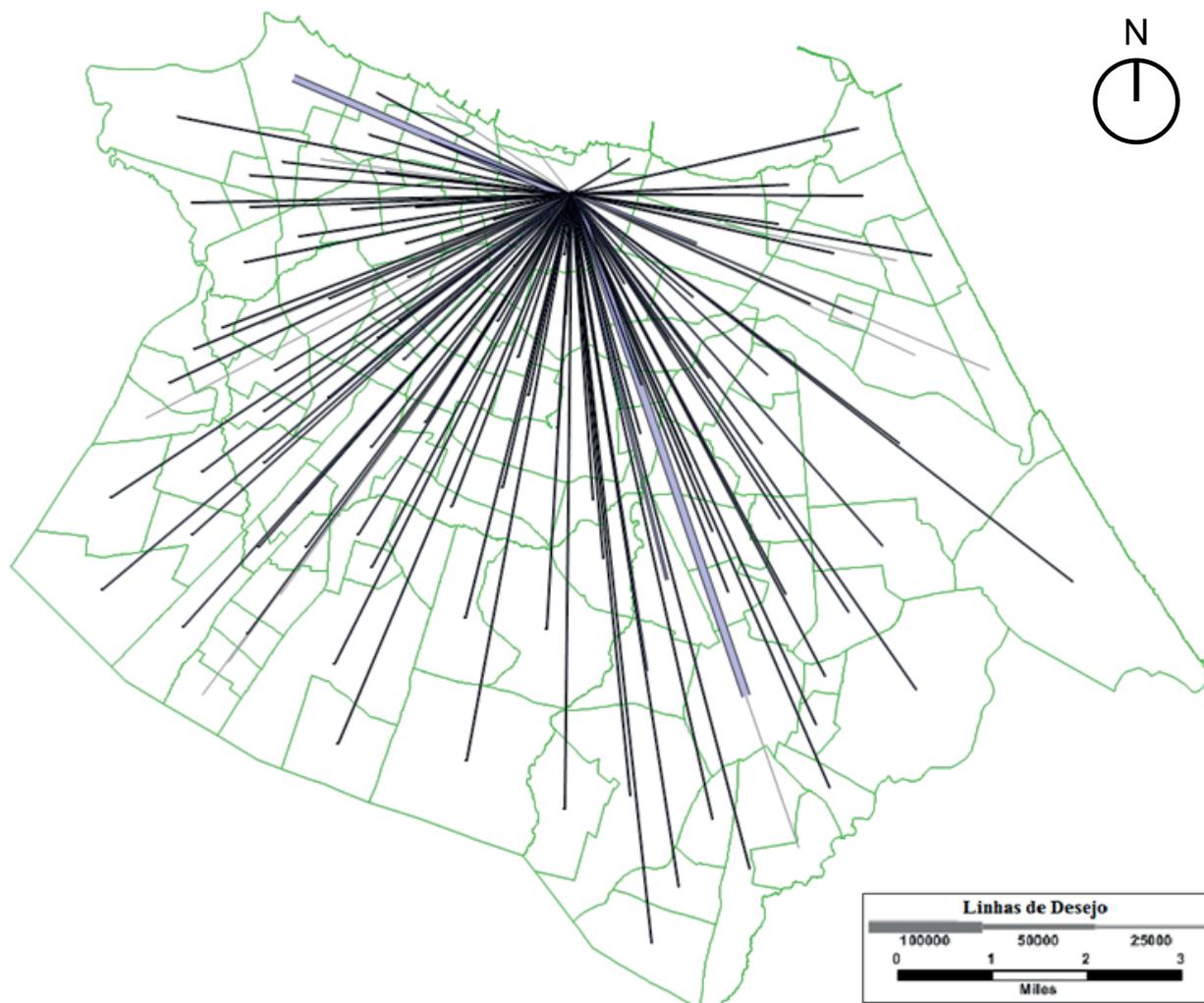
Esses valores indicam uma maior tendência, em Roma, a mais jornadas com menor número de viagens e paradas em relação ao que se esperaria no Centro de Fortaleza. Após análise dos dados coletados, esta hipótese foi comprovada, pois os motoristas entrevistados declararam realizar um maior número de viagens por cadeia de entrega; muito disso efeito da zona de restrição à circulação de veículos em Fortaleza já descrita

O município de Fortaleza dispõe, no Código de Obras e Posturas e no Plano Diretor, leis e normas

que direcionam a postura perante a circulação de veículos de carga no sistema viário. O Código de Obras e Posturas cita normas para o processo de carga e descarga, sendo proibido utilizar os espaços de acesso (via pública) para efetuar tais atividades. No Plano Diretor Participativo, Capítulo IV – Da Política de Mobilidade, Seção III – Do Sistema de Circulação, Art. 39, citam-se, dentre outras ações estratégicas: assegurar a acessibilidade, qualidade e segurança nos deslocamentos de pessoas e mercadorias; e implantar o plano de circulação de veículos de carga e serviços e as operações de carga e descarga, que deve englobar produtos perigosos e monitorar o sistema implantado (FORTALEZA, 2009). A seguir, apresenta-se um mapa de corredores e áreas com restrição de circulação de caminhões no bairro Aldeota e seu entorno, fornecido pela Prefeitura Municipal de Fortaleza.

Os corredores com restrição destacados (cor rosa claro) na Figura 34 são:

Figura 80 – Linhas de desejo de entregas de carga com destino ao bairro Centro



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

- Av. Antônio Sales;
- R. Padre Valdevino/R. Beni Carvalho;
- R. Pinto Madeira/ R. Eduardo Garcia;
- Av. Santos Dumont;
- R. Costa Barros;
- R. Pereira Figueiras/Av. Dom Luiz;
- R. Ten. Benévolo;
- R. Dep. Moreira da Rocha/R. Ana Bilhar;
- R. Frederico Borges;
- R. Frei Mansueto;
- Av. Barão de Studart;
- Av. Des. Moreira;
- Av. Sen. Virgílio Távora;
- Av. 13 de Maio/Av. Pontes Vieira;
- Av. Pres. John Kennedy;
- Av. Monsenhor Tabosa;
- Av. Padre Antônio Tomaz;
- R. João Carvalho.

Já a área contemplada pela restrição (cor cinza) é a inserida entre rua João Carvalho e av. Antônio Justa, e entre av. Barão de Studart e av. Sen. Virgílio Távora. Entretanto, com a elaboração desse plano será desenvolvida, a partir da análise técnica dos dados coletados em campo e com base nos documentos regulamentares já existentes, uma nova proposta de restrição à circulação dos veículos de carga.

Em complementação, o Poder Municipal de Fortaleza, em 6 de novembro de 2012, por meio de Diário Oficial do Município, estabelecidos da seguinte forma: largura máxima de 2,20 m, comprimento total máximo de 7,30 m, altura total máxima incluindo a carga de 4,40 m e peso bruto total máximo de 10 t. Tal medida foi proposta como uma forma de mitigar os efeitos que os veículos transportadores de carga causavam no tráfego em áreas adensadas da cidade, buscando-se minimizar efeitos de congestionamento, por exemplo.

**Tabela 24 – Composição da frota de veículos de carga**

CAPACIDADE DE CARGA	CENTRO DE FORTALEZA	CENTRO DE ROMA
< 1.5 ton	11%	57%
1,5 - 3,5 ton	58%	33%
> 3.5 ton	31%	10%

Fonte: Elaborado pelo PlanMob.

Contudo, não há indícios de que tal medida tenha sido tomada seguindo um criterioso estudo.

Tal situação pode contribuir para que seja observado um maior número de viagens por veículo de carga, ao contrário do que ocorre em centros urbanos como Roma, pois os veículos aqui possuem menor capacidade de operação.

Décadas atrás, existia uma maior tendência aos depósitos se instalarem próximos aos centros urbanos. Hoje, nos centros urbanos já desenvolvidos, a tendência é de os depósitos se localizarem próximos às rodovias e aeroportos, seguindo uma tendência mundial definida por Logistic Sprawl, ou espraiamento logístico, em livre tradução (DABLANC 2007). Tal fato tem acometido os grandes centros urbanos, contribuindo para o aumento do custo de distribuição, risco de perdas e danos, além do aumento no tempo de viagem.

Em relação a Messejana, sabe-se que o bairro possui uma grande quantidade de depósitos e isso se deve, em parte, à proximidade da rodovia BR-116, garantindo facilidade no escoamento de produtos. O Centro de Fortaleza é atípico, pois ainda mantém comércio atacadista, que, imerso nesse tipo de área, traz, além de degradação do ambiente, problemas para a logística, pois o acesso fica reduzido.

Fortaleza também tem a peculiaridade de possuir um porto marítimo, central por assim dizer, uma

ferrovia, um aeroporto com grande movimentação de cargas (central) e um complexo portuário e industrial na sua região metropolitana, o que também contribui para geração de viagens por motivo carga, porém, em todos os casos, temos a chamada carga consolidada de grande volume, o que, a rigor, traz menor impacto em termos de circulação do que a movimentação de cargas fracionadas.

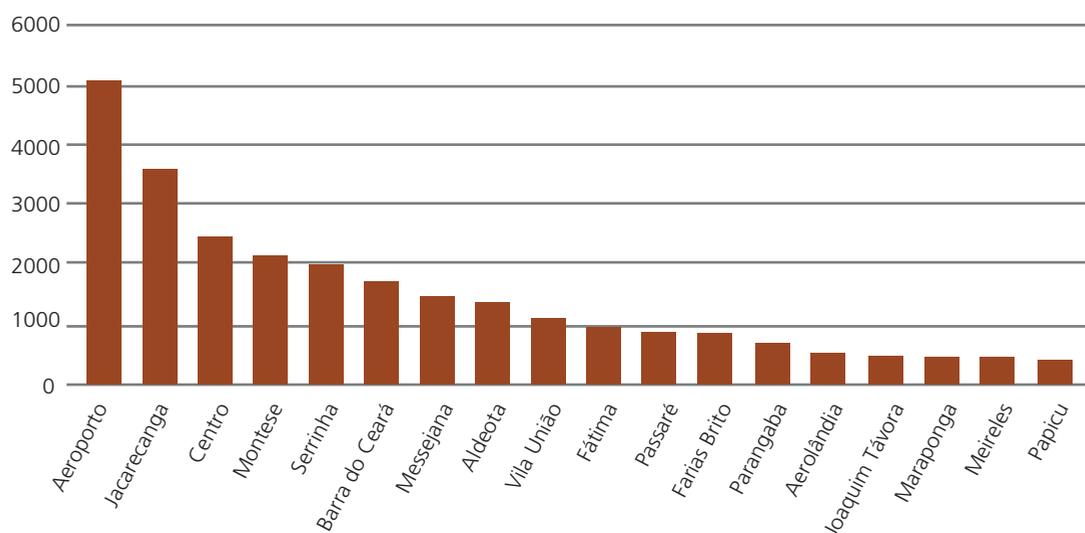
Em relação ao Aeroporto Internacional Pinto Martins, o mesmo pode ser assumido como um local de relevante atração e geração de viagens de cargas. No ano de 2014, foram registradas 34.940 notas fiscais emitidas com destino ao aeroporto e origem na cidade de Fortaleza. Para se ter ideia do que isso significa, o total de notas emitidas com origem em Fortaleza e destino em Fortaleza foi de 3.596.746, ou seja, notas com destino ao aeroporto representam, aproximadamente, 1% das notas emitidas no município. O Gráfico 24, a seguir,

representa os principais bairros de origem dessas notas fiscais tendo o aeroporto como destino. Como apresentado no método proposto, foi adotado como indicador de entrega de mercadorias a quantidade de notas emitidas, visto que o fator de proporção desses indicadores foi considerado igual a 1.

Percebe-se que, além do próprio aeroporto, os principais bairros que emitem notas, resultando na necessidade de entregas para o aeroporto, estão apresentados na Tabela 25.

Em parte desses bairros existem atividades comerciais específicas que influenciam a elevada quantidade de entregas. Por exemplo, no bairro Jacarecanga, 3.548 notas são referentes a atividade de comércio atacadista de medicamentos para uso humano; no bairro Serrinha, 1.599 são referentes a combustível; no bairro Barra do Ceará, 1.451 são referentes a bebidas. Os outros bairros apresentam quantidade de notas bem distribuídas entre diversas

**Gráfico 24 – Quantidade de notas emitidas por bairros de origem com o aeroporto como destino em 2014**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 25 – Principais bairros de origem de entregas para o aeroporto em 2014**

ORIGEM	QT NFE
Jacarecanga	3597
Centro	2458
Montese	2143
Serrinha	1993
Barra do ceara	1729
Messejana	1481
Aldeota	1372
Vila uniao	1106
Fatima	971
Passare	891

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

atividades. Destacam-se as seguintes atividades apresentadas no Gráfico 25, como as atividades que mais geraram entregas no aeroporto.

Em relação às notas com origem no aeroporto, foram emitidas 13.072; o Gráfico 26 representa os principais bairros de destino dessas notas fiscais tendo o Aeroporto como origem. Sobre as principais atividades, o Gráfico 27 representa a relevância de duas atividades: comércio e varejo de motocicletas novas e comércio varejista especializado em eletrodomésticos.

Tal análise indica que Fortaleza utiliza o aeroporto como exportador, ao menos se observa maior quantidade de notas e bairros envolvidos, além de maior quantidade de cadeia produtiva. Contudo, é importante ressaltar que existem entregas que têm o aeroporto como ponto intermediário, ou seja, têm destinos e origens registrados nas notas fiscais que não incluem o local intermediário, neste caso, o aeroporto. Por exemplo, há situações em que se

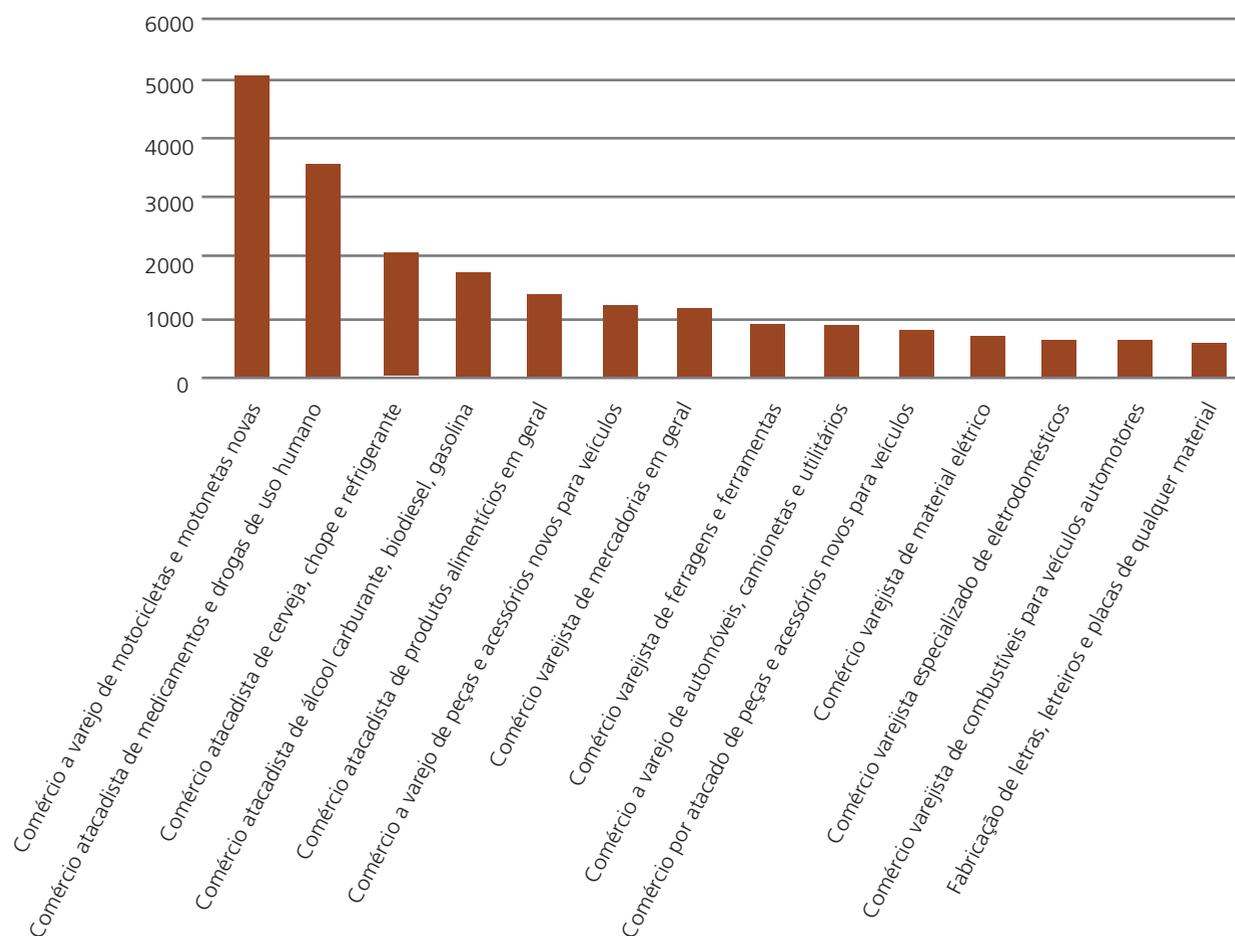
declara apenas a origem e o destino, mas não o modo de transporte utilizado, ou seja, existem cargas que são transportadas por aviões, mas que não estão registradas adequadamente na base de dados. Além disso, há uma parcela considerável de cargas que possui origem ou destino em outros municípios do Estado, ou mesmo da região, que fazem uso do aeroporto e que não está representada nesse levantamento. É o caso das flores vindas da região da Ibiapaba, frutas vindas da região do Jaguaribe e medicamentos para a região do Eusébio.

Em relação ao complexo do Pecém, situado no município de São Gonçalo do Amarante, foram registradas, na base da Sefaz, 4.583 notas fiscais, que tiveram relação direta com Fortaleza. Apesar de a quantidade de notas ser baixa, e equivaler a um terço da quantidade de notas cuja origem foi o aeroporto, os valores movimentados foram próximos, indicando a relevância do porto para o município de Fortaleza, exigindo fretes consolidados e com valores maiores para reduzir os custos logísticos. Nesse sentido, deve-se destacar que está em execução a construção do arco rodoviário que irá ligar os portos do Pecém e do Mucuripe. O Gráfico 28, a seguir, representa os principais bairros de Fortaleza sendo destino dessas notas fiscais e tendo o Pecém como origem.

Sobre as principais atividades, no Gráfico 29 são apresentadas as principais atividades que geraram entregas com origem no Pecém, esse gráfico apresenta a relevância de duas atividades: fabricação de cimento e comércio atacadista de alimentos para animais.

A atividade fabricação de cimento tem como destinos principais os bairros Aldeota e Centro. Em oposição a esse comportamento heterogêneo, aparece a atividade de comércio atacadista de alimentos para animais, que, apesar de ter seus destinos concentrados em poucos bairros, apresenta

**Gráfico 25 – Quantidade de notas emitidas por bairros de origem com o aeroporto como destino por principais atividades 2014**



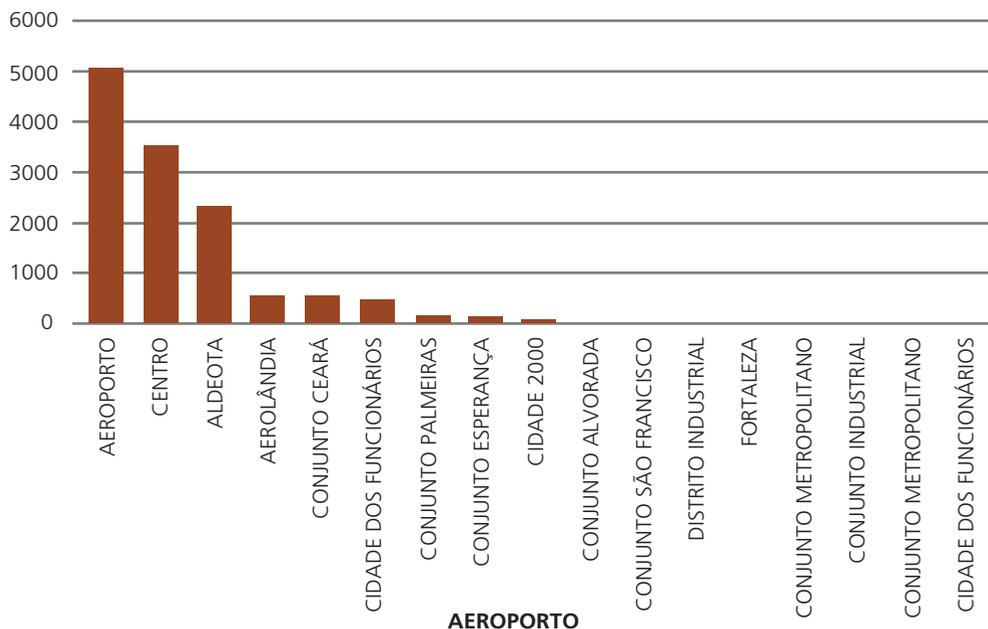
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

uma maior distribuição em comparação com a atividade fabricação de cimento. O Gráfico 30 apresenta essa comparação.

A região do Pecém não teve notas fiscais emitidas considerando-a como destino. Para isso também pode ser argumentado que há mercadorias enviadas para outras localidades, que fazem uso do porto, mas não foi declarado na base de dados, não sendo possível a sua recuperação.

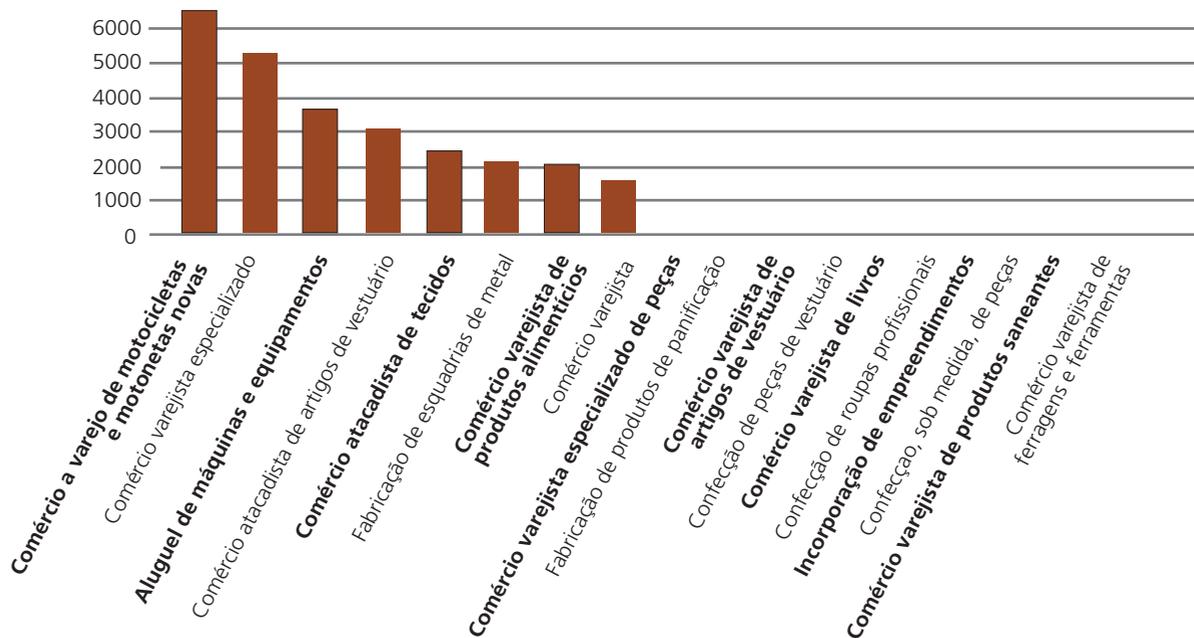
Até o presente momento, tem-se uma análise global sobre a movimentação de cargas na cidade de Fortaleza. Certamente esse estudo será aprofundado e buscará avaliar elementos pontuais, tais como as regiões que concentram maior quantidade de comércio, atacados e transportadoras, o que será apresentado nos próximos relatórios.

Gráfico 26 – Quantidade de notas emitidas por bairros de destino com o aeroporto como origem em 2014



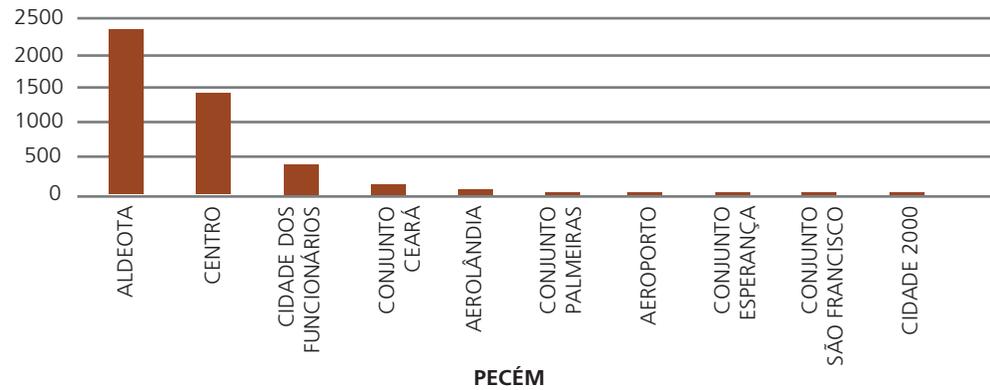
Fonte: PlanMob.

Gráfico 27 – Quantidade de notas emitidas com o aeroporto como origem por principais atividades 2014

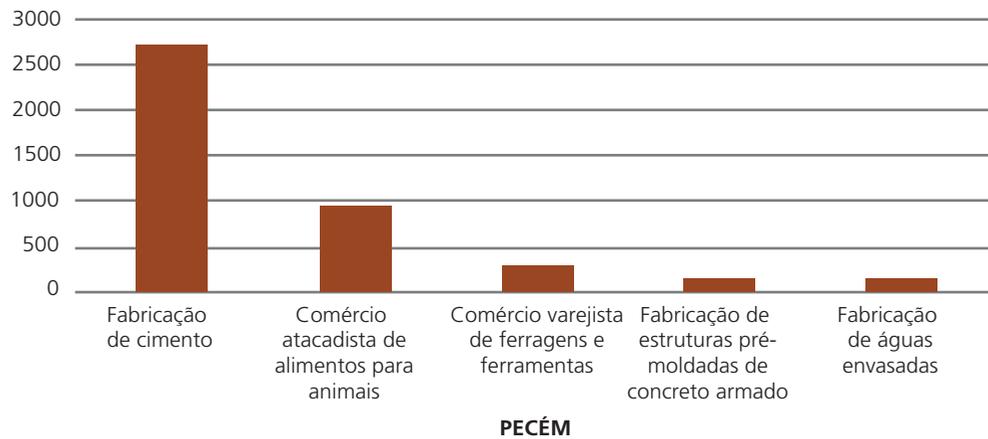


Fonte: PlanMob.

**Gráfico 28 – Quantidade de notas emitidas por bairros de destino com o Pecém como origem em 2014**

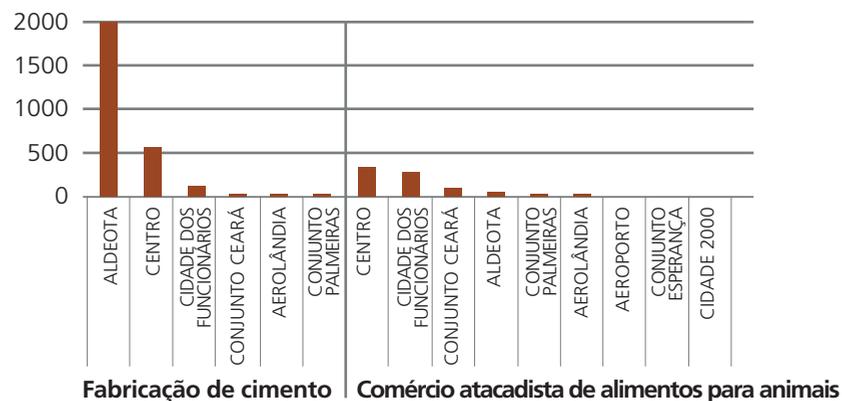


**Gráfico 29 – Quantidade de notas emitidas com o Pecém como origem por principais atividades 2014**



Fonte: PlanMob.

**Gráfico 30 – Comparação entre distribuição de destinos com Pecém como origem por principais atividades 2014**



Fonte: PlanMob.

### 3.5.3 RESULTADOS DO MODELO DE EMISSÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

As emissões de poluentes oriundas de fontes móveis, especificamente de veículos automotores terrestres, têm crescido ao longo das últimas décadas em todos os países. Tal fato é fruto, sobretudo, do crescimento populacional e, também, de políticas que incentivam o uso e a aquisição de veículos automotores individuais. Nos grandes centros urbanos, as fontes móveis são as principais responsáveis pela degradação do ar (MARTINS et al., 2015).

O número crescente da frota automotora faz aumentar a preocupação e atenção com a emissão de poluentes atmosféricos. É determinante reduzir os níveis de emissão dos principais poluentes veiculares, com destaque para material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx), hidrocarbonetos (HC). Em complementação, tem-se o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que, embora não seja considerado um poluente devido à sua baixa toxicidade, compõe a relação dos gases que contribuem para o efeito estufa, ao mesmo tempo tem papel decisivo em processos como a fotossíntese (CAPPIELLO, 2002).

O monóxido de carbono (CO) é um gás tóxico que resulta da combustão incompleta dos veículos automotores. Tal gás é incolor, inodoro, porém venenoso, sendo proveniente da reação do carbono com oxigênio presente na atmosfera. As elevadas concentrações de monóxido de carbono podem aumentar o risco de doenças cardiovasculares e impedir as funções psicomotoras. Crianças, idosos e pessoas que já apresentam quadros clínicos de doenças cardiovasculares e problemas respiratórios sofrem com a presença desses poluentes. Além disso, CO indiretamente contribui para a formação de ozônio e metano.

Emissões de hidrocarbonetos (HC) resultam da combustão incompleta ou da evaporação de combustível. Os hidrocarbonetos reagem na presença de NOx e luz solar para formar ozônio troposférico e contribuem para a formação de fumaça, que traz prejuízos para a saúde e contribuem para o efeito estufa. Os hidrocarbonetos aromáticos, tais como benzeno, são cancerígenos (CAPPIELLO, 2002).

Os óxidos de nitrogênio (NOx) podem ser divididos em dois principais compostos: monóxido de nitrogênio (NO) e dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>). Formam-se quando o combustível é queimado em condições de alta pressão e temperatura, o que induz a dissociação e subsequente recombinação de N<sub>2</sub> atmosférico e O<sub>2</sub>, que geram NOx. As emissões de NOx dos veículos são emitidas a um ritmo de cerca de 95% como NO. Ele reage com amônia, umidade e outros compostos de modo a formar ácido nítrico, que pode causar graves problemas respiratórios.

O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é o principal produto da combustão completa de motores movidos a combustíveis fósseis. Embora seja naturalmente presente na atmosfera e não seja considerado como um poluente, o CO<sub>2</sub> é um gás gerador do efeito estufa, que contribui para o potencial de aquecimento global, daí a preocupação com o controle do aumento de tal emissão.

Material particulado é um termo genérico para todas as partículas suspensas no ar, incluindo poeira suspensa, fumaça e gotículas de líquido. Tais partículas se originam principalmente de diesel e consistem de um núcleo sólido de carbono elementar, sobre o qual grande variedade de compostos orgânicos e óxidos, tais como sulfatos, aderem. Embora a maior parte das partículas seja queimada no cilindro antes de deixar o motor, algumas continuam e saem do escapamento do motor como pequenas partículas (0,1-100 µm de diâmetro), sendo as partículas de

0,1-10 µm nocivas à saúde humana, por não serem filtrados pelo trato respiratório, podendo ocasionar problemas respiratórios e cardiovasculares. Para fins de análise, alguns estudos apresentam associação dos gases poluentes aos riscos à saúde humana. Na Tabela 26 apresentam-se tais relações.

O conhecimento sobre os totais de poluentes é informação importante dentro de um processo de planejamento, em especial quando existem objetivos reais que primam por mitigar tais efeitos. Para a compreensão dos impactos nocivos dos poluentes atmosféricos de nível local (CO, HC, NOx e MP), são necessários levantamentos de emissões de tais poluentes, não restringindo os estudos aos gases de efeito estufa, tal como CO<sub>2</sub>, apenas. Um dos caminhos para se conhecer os totais desses poluentes é por meio de modelagem, sendo que dados de demanda por transportes oriundos do Tranus, combinado com outras informações, servirão de inputs ao processo.

A obtenção desses poluentes no âmbito do Plano Fortaleza 2040 se deu com o emprego do modelo desenvolvido por Gurjar et al. (2004) e aplicado em diversos estudos científicos e técnicos, a destacar

Gurjar et al. (2010) e Huo et al. (2011). O modelo empregado é expresso em (1).

$$E_j = \sum_i (PV_i * FE_{ij} * KV_i) \quad (1)$$

Sendo j o tipo de poluente (CO, HC, NOx, CO<sub>2</sub> e MP); E<sub>j</sub> é total de emissões do poluente j; i representa o tipo de veículo (neste estudo, os veículos são classificados em cinco categorias, veículos leves ciclo Otto (VLCO), veículos leves a diesel (VLD), veículos urbanos de carga (VUC), veículos urbanos de passageiros (VUP) e motocicletas (MC); PV<sub>i</sub> representa a população veicular dos veículos i; FE<sub>i,j</sub> representa os fatores de emissão do poluente j para cada veículo i; KV<sub>i</sub> representa a quilometragem percorrida dos veículos i.

A população veicular foi obtida a partir de dados fornecidos pelo Departamento de Trânsito do Ceará (Detran) para as cinco categorias apresentadas anteriormente. Os veículos leves Ciclo Otto (VLCO) se subdividem em quatro categorias a depender do tipo de combustível consumido, são elas: (i) VLCO a gasolina; (ii) VLCO a álcool; (iii) VLCO flex; e (iv) VLCO gasolina/flex + GNV. Os veículos leves a diesel (VLD)

**Tabela 26 – Riscos à saúde ocasionados por poluentes**

POLUENTE	IMPACTOS À SAÚDE
Monóxido de carbono (CO)	Dores de cabeça e no peito, tonturas, confusão, fraqueza, náuseas e vômitos. Combina com a hemoglobina formando carboxihemoglobina, diminuindo a quantidade de hemoglobina disponível para o transporte de oxigênio.
Hidrocarbonetos (HC)	Problemas pulmonares, renais, cardiovasculares; carcinogênico.
Óxidos de nitrogênio (NO <sub>x</sub> )	Edemas pulmonares; ardências nos olhos, nariz e mucosas no geral;
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Principal gás causador de danos a camada de ozônio; Gás de Efeito Estufa (GEE).
Material particulado (MP)	Mal estar; irritação dos olhos, garganta, pele etc.; dor de cabeça, enjôo; bronquite; asma; câncer de pulmão.

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

são alimentados exclusivamente por diesel, assim como os veículos urbanos de carga (VUC) e veículos urbanos de passageiros (VUP). As motocicletas (MC) se subdividem em duas categorias: (i) MC a gasolina; e (ii) MC flex.

Na categoria de VLCO e VLD, são inclusos os veículos: automóveis, caminhonetes, camionetas, utilitários e outros tipos de veículos (que não se enquadram em nenhuma das categorias anteriores). Na categoria dos VUC, são inclusos os veículos: caminhão trator e caminhões em geral. Para os VUP, são inclusos os ônibus e micro-ônibus. No caso das MC estão inclusas as motonetas e os motocicletos.

O Brasil implementou diferentes fases de emissões veiculares ao longo dos anos, na tentativa de melhorar a eficiência dos motores e reduzir as emissões. Essas fases são impostas pelo Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve) e buscam reduzir os limites de emissão por meio de novas tecnologias e melhor eficiência do consumo energético. O modelo aplicado incorpora todas as fases impostas pelo Proconve (fases L1 a L5 para veículos ciclo Otto e veículos leves a diesel, de 1988 a 2013, e as fases P1 a P7 para veículos pesados, de 1999 a 2013), com a adição das proporções das datas de fabricação dos veículos, sendo obtidas por dados fornecidos pelo Denatran.

A massa de poluente emitida pelos veículos ao circular por uma determinada distância, expressa usualmente em gramas por quilômetro (g/km), pode ser definida como fator de emissão. Os valores empregados no projeto foram determinados em laboratório e publicados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). Os fatores de emissão dos veículos pesados, caminhões e ônibus, foram obtidos a partir de testes de bancada e expressos em massa de poluente por quantidade de energia fornecida (g/kWh). Os valores dos fatores

para veículos a diesel, com intuito de compor inventários de emissão, passam por processo de cálculo que os converte para massa de poluente por quilômetro, como nos demais veículos.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 299 de 25/10/2001, considerando as prescrições da Resolução Conama 18/865, que estabeleceu o Proconve, criou o Relatório de Valores de Emissão de Produção (RVEP). Nesse relatório, os fabricantes ou importadores informam os valores de emissão dos ensaios realizados em amostras dos veículos em produção. As taxas de amostragem variam de 0,1% a 0,4%, o que implica em aproximadamente 10 mil ensaios realizados anualmente. Para o cálculo dos fatores de emissão dos veículos leves, foram utilizados, desde 2008, os resultados das emissões constantes nos RVEP ponderados pelas respectivas vendas expressos em g/km.

O cálculo é realizado por meio de ensaios com ciclos de condução divididos em três fases: partida a frio ou fria, transiente e partida a quente ou quente. O ciclo percorre 18 quilômetros e tem duração total de cerca de 40 minutos, incluindo o intervalo de 10 minutos entre a segunda e a terceira fases, quando permanece desligado. Os fatores de emissão buscam incorporar o comportamento dos condutores e a especificidade dos combustíveis brasileiros (gasolina com relativa proporção de etanol, por exemplo).

Por sua vez, a aquisição dos dados de tráfego veicular foi obtida a partir da modelagem realizada pelo Tranus, sendo dividida nas cinco categorias de veículos sugeridas.

Para que os totais de veículos divididos por cada subcategoria fossem calculados, dados de cada tipo de veículo foram analisados. Os totais de veículos por tipo e combustível para cidade de Fortaleza são apresentados na Tabela 27.

Devido às especificidades dos fatores de emissão veiculares, os dados dos totais de veículos por categoria tiveram que ser definidos em função do ano de fabricação. Tais informações foram obtidas no relatório do Denatran (2016) sobre detalhamento da

frota veicular brasileira, disponível para consulta na internet. A Tabela 28 apresenta uma síntese dessas informações, trazendo os dados desagregados por ano de fabricação a partir de 1983, ano em que se iniciou os inventários de emissão.

**Tabela 27 – Número de veículos por tipo de veículo e tipos de combustível**

Classe de veículos	VLCO				VLD	VUC	VUP	MC	
	Gasolina	Álcool	Flex	Gasolina/flex + GNV				Gasolina	Flex
Tipos de combustível por classe	Gasolina	Álcool	Flex	Gasolina/flex + GNV	Diesel	Diesel	Diesel	Gasolina	Flex
Nº total de veículos	23.1805	33.482	358.505	30.211	47.742	27.336	10.797	194.921	78.437

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 28 – Frota proporcional aos anos de fabricação dos veículos em Fortaleza**

Classe de veículos	VLCO				VLD	VUC	VUP	MC	
	Gasolina	Álcool	Flex	Gasolina/flex + GNV				Gasolina	Flex
Ano de fabricação	Gasolina	Álcool	Flex	Gasolina/flex + GNV	Diesel	Diesel	Diesel	Gasolina	Flex
Proporcional até 1983	10.677.305	4.174.107	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional entre 1984 e 1985	2.245.924	878.005	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional entre 1986 e 1987	3.064.311	1.197.939	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 1988	1.531.812	598.835	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 1989	1.615.232	631.447	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 1990	1.587.272	620.517	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 1991	1.813.469	708.944	X	X	X	X	X	X	X

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

Classe de veículos	VLCO				VLD	VUC	VUP	MC	
	Gasolina	Álcool	Flex	Gasolina/ flex + GNV	Diesel	Diesel	Diesel	Gasolina	Flex
Proporcional em 1992	1.702.319	665.492	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 1993	2.403.368	939.555	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 1994	2.949.494	1.153.053	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 1995	3.618.000	1.414.394	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 1996	3.902.407	1.525.578	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 1997	4.729.274	1.848.827	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 1998	3.912.491	1.529.520	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 1999 (ou até 99)	3.320.530	1.298.103	X	X	X	5.787.041	2.285.729	X	X
Proporcional em 2000	4.406.365	1.722.592	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 2001	4.633.020	1.811.199	X	X	X	1.065.985	421.036	X	X
Proporcional em 2002	4.828.507	1.887.621	X	X	X	X	X	X	X
Proporcional em 2003	4.233.337	1.654.950	9.070.233	764.343	X	1.068.633	422.082	4.931.532	X
Proporcional em 2004	5.087.017	1.988.681	10.899.305	918.478	X	X	X	5.926.008	X
Proporcional em 2005	5.982.178	2.338.629	12.817.253	1.080.102	X	X	X	6.968.806	X
Proporcional em 2006	7.402.840	2.894.012	15.861.124	1.336.607	X	X	X	8.623.774	X

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

Classe de veículos	VLCO				VLD	VUC	VUP	MC	
	Gasolina	Álcool	Flex	Gasolina/ flex + GNV	Diesel	Diesel	Diesel	Gasolina	Flex
Proporcional em 2007	9.972.589	X	21.366.999	1.800.584	X	3.354.381	1.324.892	11.617.346	X
Proporcional em 2008	13.214.053	X	28.312.072	2.385.841	22.415.006	1.558.290	615.483	15.393.418	X
Proporcional em 2009	14.418.143	X	30.891.922	2.603.244	2.969.526	1.700.284	671.567	16.796.096	X
Proporcional em 2010	17.239.298	X	36.936.453	3.112.613	3.550.564	2.032.974	802.971	20.082.538	12.456.492
Proporcional em 2011	20.734.918	X	44.426.074	3.743.758	4.270.514	2.445.201	965.790	24.154.683	14.982.300
Proporcional em 2012	18.453.701	X	39.538.400	3.331.877	3.800.680	2.176.184	859.535	21.497.230	21.497.230
Proporcional de 2013 em diante	52.125.828	X	108.385.164	9.133.552	10.735.710	6.147.027	2.427.914	58.929.567	37.664.233

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Os dados de veículos leves a álcool são proporcionais até o ano de 2006, ano em que sua fabricação foi descontinuada, por conta do advento dos veículos flex. Antes, porém, em 2003, teve início a implementação de conversão dos veículos ao gás natural veicular (GNV). Os veículos leves a diesel foram analisados a partir do ano de 2008. Os veículos pesados a diesel de carga e de passageiros foram analisados pela Cetesb a partir de 1999, com faixas temporais definidas (Até 1999, 2000 a 2001, 2002 a 2003, 2004 a 2007 e posteriormente a cada ano subsequente). As motocicletas a gasolina foram analisadas inicialmente em 2003, seguidas das motos flex a partir de 2010.

As proporções da frota mostram a evolução de veículos mais modernos ao longo dos anos. Contudo,

é possível observar um número significativo de veículos em circulação com tecnologias pouco eficientes.

Em complementação, os fatores de emissão são calculados considerando as tecnologias veiculares impostas pelos limites estabelecidos pelas fases do Proconve. O programa busca, historicamente, estabelecer limites de emissões para os principais tipos de veículos, com vistas ao consumo eficiente de combustível e melhoria da qualidade de vida da população, por redução dos poluentes presentes no ar. As normas do Proconve são distribuídas temporalmente e se subdividem em fases L1 a L5 para veículos leves e fases P1 a P7 para veículos pesados. Os anos de implementação das fases do programa são mostradas na Tabela 29.

**Tabela 29 – Riscos à saúde ocasionados por poluentes**

ANO	VEÍCULOS LEVES	VEÍCULOS PESADOS	
1980-1983	-	P2/P3/P4	
1984-1985			
1986-1987			
1988	L1		
1989			
1990			
1991			
1992	L2		
1993			
1994			
1995			
1996			
1997			
1998	L3		P3/P4
1999			
2000		P3/P4	
2001			
2002		P3/P4	
2003			
2004			
2005	L4	P4/P5	
2006			
2007			
2008			
2009	L5	P5	
2010			
2011			
2012			
2013 em diante			

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Assim, os fatores de emissão adotados, com base nessa série de estudos relatados, foram tabulados de acordo com cada categoria de veículo e respectiva subcategoria de combustível utilizado, considerando cada um dos cinco poluentes atmosféricos emitidos pela frota veicular registrada em Fortaleza. A Tabela 30 apresenta os fatores de emissão para veículos leves (apenas a gasolina).

Com as proporções veiculares apresentadas na Tabela 47 e os fatores de emissão para todos os tipos de veículos e combustíveis, foram calculados os fatores médios para cada categoria veicular, ponderado pela frota proporcional a cada ano. A Tabela 31 apresenta os fatores de emissão ponderados por ano de fabricação e frota veicular para cada categoria e empregados no Plano Fortaleza 2040.

Contudo, algumas considerações foram feitas para o cálculo dos fatores de emissão aos dados da Cetesb, tais como: a) os fatores aplicados aos veículos com GNV foram do tipo “gasolina C + GNV”; b) os fatores de “caminhões leves” (entre 6 e 10 toneladas) foram utilizados como base de cálculo para os caminhões, por comporem a maioria da frota do município; c) os fatores de “ônibus urbanos” foram utilizados como base de cálculo para os ônibus, por conta do tipo de viagens realizadas na cidade; d) os fatores de “motocicletas <=150 cc” foram utilizados como base de cálculo para motocicletas, por constituir maior parte da frota dessa categoria.

A aplicação do Tranus possibilitou a obtenção das distâncias médias percorridas por cada tipo de veículo, conforme apresentado na Tabela 32.

Com as quantidades de veículos e distâncias médias percorridas, foi possível estimar as emissões relativas a uma hora no município, com emprego da equação (1). Os resultados gerados, conforme tipo de veículo e emissões, estão apresentados na Tabela 33.

**Tabela 30 – Fatores de emissão ponderados por ano de fabricação e proporção da frota (g/km)**

VLCO					
Fatores de Emissão (g/km)	Gasolina				
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	MP
Proporcional até 1983	33	3	1.4	198	0.002
Proporcional entre 1984 e 1985	28	2.4	1.6	198	0.002
Proporcional entre 1986 e 1987	22	2	1.9	198	0.002
Proporcional em 1988	18.5	1.7	1.8	198	0.002
Proporcional em 1989	15.2	1.6	1.6	198	0.002
Proporcional em 1990	13.3	1.4	1.4	198	0.002
Proporcional em 1991	11.5	1.3	1.3	198	0.002
Proporcional em 1992	6.2	0.6	0.6	198	0.002
Proporcional em 1993	6.3	0.6	0.8	198	0.002
Proporcional em 1994	6	0.6	0.7	198	0.002
Proporcional em 1995	4.7	0.6	0.6	198	0.002
Proporcional em 1996	3.8	0.4	0.5	198	0.002
Proporcional em 1997	1.2	0.2	0.3	198	0.001
Proporcional em 1998	0.79	0.14	0.23	198	0.001
Proporcional em 1999	0.74	0.14	0.23	198	0.001
Proporcional em 2000	0.73	0.13	0.21	198	0.001
Proporcional em 2001	0.48	0.11	0.14	198	0.001
Proporcional em 2002	0.43	0.11	0.12	198	0.001
Proporcional em 2003	0.4	0.11	0.12	194	0.001
Proporcional em 2004	0.35	0.11	0.09	190	0.001
Proporcional em 2005	0.34	0.1	0.09	192	0.001
Proporcional em 2006	0.33	0.08	0.08	192	0.001
Proporcional em 2007	0.33	0.08	0.08	192	0.001
Proporcional em 2008	0.37	0.06	0.05	200	0.001
Proporcional em 2009	0.24	0.03	0.02	222	0.001
Proporcional em 2010	0.22	0.03	0.03	208	0.001
Proporcional em 2011	0.26	0.04	0.03	198	0.001
Proporcional em 2012	0.25	0.04	0.03	195	0.001
Proporcional de 2013 em diante	0.26	0.037	0.02	205	0.001

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Deve-se destacar que os resultados apresentados foram fruto de esforço de modelagem, inclusive reconhecido pela comunidade científica internacional, comunidade técnica e pela Agência Norte Americana de Proteção Ambiental (EPA). Fortaleza não possui um sistema permanente de monitoramento e, por conta disso, os valores apresentados não podem ser validados. Entretanto, o objetivo dos dados é contribuir no processo de avaliação de cenários que será adotado no Plano Fortaleza 2040, estabelecendo como meta a redução

substantial de cada um dos poluentes apresentados.

Nota-se que NO<sub>x</sub> apresentou valores expressivos para VUC e MC, duas categorias que apresentam relevância. A primeira (VUC) por estar diretamente relacionada com a cadeia produtiva e o abastecimento da cidade e a segunda (motocicletas) por estar presente em grande quantidade na cidade e ser assumida como forma de “driblar” congestionamentos urbanos. Outro poluente com taxas expressivas é o material particulado (MP), significativo para caminhões (apesar do valor menor que o de VLD, chama a atenção o

**Tabela 31 – Fatores de emissão ponderados por ano de fabricação e proporção da frota (g/km)**

	<b>EMISSIONES (g/h)</b>				
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	MP
VLCO	974454.3	113076.9	88073.8	116.535.239	6.637.019
VLD	9.009.914	2.295.886	23161.07	12.400.699	1.876.754
VUC	8270.32	2.335.626	47858.44	6814500	1.776.455
VUP	51976.26	13000.75	273.564	15440225	10059.96
MC	328.106	66510.27	26882.32	16.870.903	-

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 32 – Distâncias percorridas por cada categoria de veículos, por hora (km)**

	<b>VLCO</b>	<b>VLD</b>	<b>VUC</b>	<b>VUP</b>	<b>MC</b>
Quantidade de veículos	87950	6421	1.947	1355	50582
Distância média percorrida (Km/veí/h)	7.1	7.1	7.0	22.79	6.29

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 33 – Emissões estimadas em Fortaleza por categoria de veículo e poluente**

	<b>EMISSIONES (g/h)</b>				
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	MP
VLCO	974454.3	113076.9	88073.8	116.535.239	6.637.019
VLD	9.009.914	2.295.886	23161.07	12.400.699	1.876.754
VUC	8270.32	2.335.626	47858.44	6814500	1.776.455
VUP	51976.26	13000.75	273.564	15440225	10059.96
MC	328.106	66510.27	26882.32	16.870.903	-

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

fato de o VUC ter frota proporcionalmente menor) e, novamente, motocicletas.

Esses dados corroboram estudos feitos ao redor do mundo, os quais indicam as mesmas tendências de emissão de poluentes. Os dados mostram que Fortaleza precisa avançar muito nesse âmbito e que a adoção de políticas efetivas para monitoramento e controle de emissões é urgente e indispensável.

### **3.6 CENÁRIOS PROPOSTOS**

O modelo a ser aplicado pela equipe urbanística para estruturar a cidade com base na integração nesses três eixos é aplicar o conceito de “corredores de urbanização com prioridade para o transporte público de alta capacidade”, dessa forma, o Plano de Mobilidade teve como premissa essa definição da nova forma urbana que será adotada para a cidade. Esse conceito tem sido utilizado no mundo inteiro, inclusive na América Latina e no Brasil, há mais de quatro décadas e tem obtido resultados de sucesso em vários aspectos da vida urbana: social, segurança, mobilidade, economia urbana e vários outros, e tem como base o prioritário adensamento urbano em faixas lineares com largura de aproximadamente 1 km, tendo como seu eixo um corredor multimodal com prioridade para a circulação do transporte público de alta capacidade (metrô, VLT ou BRT), no qual o entorno das estações desse transporte são locais de alto adensamento em um raio de 200 m e um médio adensamento entre as estações; nesse entorno das estações são ofertados os diversos serviços públicos, empregos, comércios e serviços em geral, com prioridade para a circulação a pé e de bicicleta com moderação do tráfego motorizado, proporcionando um alto acesso urbano. Essas características otimizam os deslocamentos de pessoas e de cargas e ao mesmo tempo ofertam viabilidade

para a operação do transporte (alto adensamento), visto que uma parcela da população ainda desejará se deslocar para outras regiões da cidade.

Dessa forma, a modelagem tem o objetivo de identificar quais os ganhos urbanos, principalmente no sistema de mobilidade em função da aplicação desse conceito para Fortaleza. A plataforma de modelagem escolhida para avaliar a integração e interação entre os sistemas de uso do solo, mobilidade urbana e econômico, o aplicativo computacional *Tranus* incorpora um modelo de simulação de localização de atividades, uso do solo e transporte, de forma integrada. Tal feito possibilita que as premissas e considerações propostas no âmbito do Plano Fortaleza 2040 possam ser devidamente testadas e avaliadas, resultando em uma série de indicadores que mostrarão o desempenho do sistema urbano de Fortaleza dentre o conjunto de alternativas e ações propostas para redução dos problemas e melhoria da qualidade de vida da população no âmbito do Fortaleza 2040.

Para tal, foi proposto um conjunto de simulações de cenários. Cada cenário corresponde a duas situações tipo: (i) tendencial, no qual não há o conceito de corredores urbanos orientados pelo transporte público no qual são incrementados somente as ações atualmente previstas para o futuro em relação ao sistema de transportes e, obviamente, o crescimento populacional e econômico, e (ii) transformador, quando os conceitos do Plano Fortaleza 2040 é aplicado em relação ao urbanismo, mobilidade e aspectos socioeconômicos. Tanto os cenários tendenciais quanto os transformadores tomaram por base o ano de 2016. O volume de modelagem dos cenários tendenciais e transformadores apresenta a estrutura geral idealizada para a modelagem integrada para os cenários propostos para o desenvolvimento

urbano de Fortaleza. São apresentados os cenários tendenciais e transformadores quadrienais especificando as principais premissas e alterações propostas para os subsistemas de uso do solo, mobilidade e da economia em cenários tendenciais e transformadores planejados para a cidade a partir do ano base do projeto (2016) até o final da abrangência temporal do plano, no ano de 2040.

O presente documento tem por objetivo apresentar as discussões sobre a construção dos modelos de cada um dos cenários. Em complementação são apresentados os indicadores de uso do solo e de mobilidade e suas metas utilizadas na avaliação dos cenários, considerando os conjuntos tendenciais e transformadores, quadrienalmente de 2016 até 2040. A evolução urbana da cidade ao longo dos períodos quadrienais será avaliada pela diferença entre os cenários tendencial e transformador daquele quadriênio, mas, em especial, entre a situação desejada em 2040 e os valores modelados para cada indicador de uso do solo e de mobilidade em tal ano.

Finalmente, os resultados da modelagem dos cenários serão apresentados e discutidos de forma comparativa em função dos diversos indicadores de desempenho da mobilidade urbana e socioeconômicos estimados na modelagem. A avaliação comparativa ocorrerá entre cenários tendenciais e transformadores e também ao longo da evolução dos períodos quadrienais.

### **3.6.1 CENÁRIOS TENDENCIAIS E TRANSFORMADORES**

Nesta sessão serão apresentadas as premissas para a criação dos cenários de modelagem. Será observado que, além da implantação dos corredores de urbanização, foram necessárias informações da equipe econômica e da equipe urbanística do Plano Fortaleza 2040 para que

a modelagem dos cenários futuros pudesse reconhecer as propostas e recomendações dos três eixos principais do projeto.

#### **3.6.1.1 Modificações dos cenários**

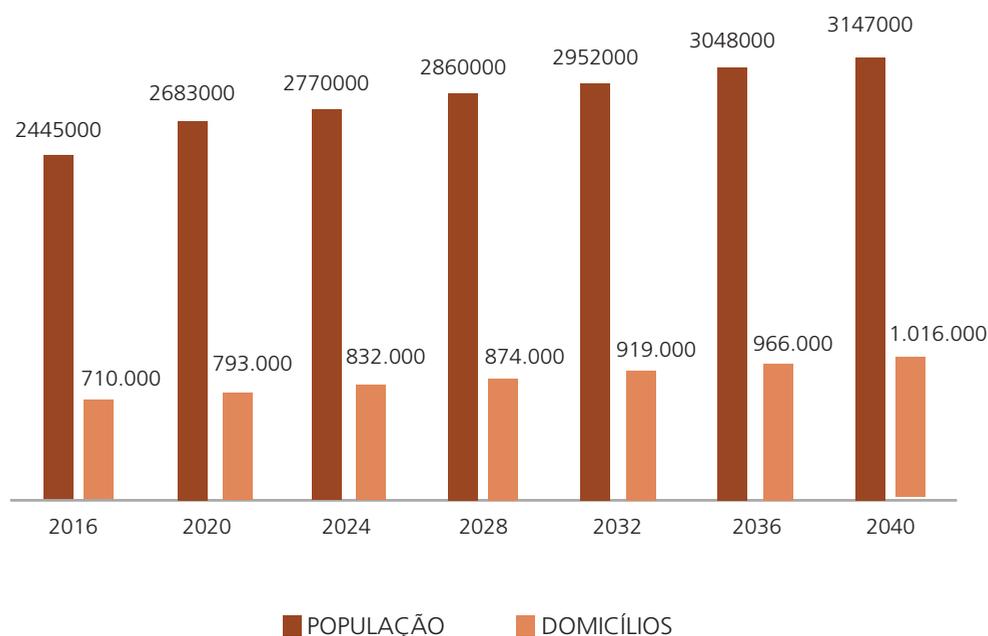
A cada quatro anos existe a expectativa de modificações demográficas e econômicas na cidade de Fortaleza, mesmo que não houvesse a implantação do Fortaleza 2040. Entretanto, além dos aspectos tendenciais, de evolução natural da cidade, existem as propostas do Fortaleza 2040, que se concentram em duas vertentes: (i) as modificações nas legislações urbanas que orientarão a localização de moradias e empregos; e (ii) as modificações nos elementos da mobilidade, como a rede de transporte público, transporte de carga e a malha viária.

Assim, os aspectos avaliados foram: quantidade de pessoas e domicílio; distribuição de renda por domicílio, quantidade de empregos e distribuição por tipo de atividade, distribuição espacial de empregos e domicílios e sequência de implantação dos corredores que serão discutidos a seguir.

#### **Quantidade de pessoas e de domicílios**

Segundo projeções da equipe econômica, a população de Fortaleza em 2040 deverá se aproximar a 3.147.000 pessoas. Um processo padrão em países e cidades que começam a elevar o poder de compra da população e que passam por um processo de envelhecimento é a queda da fecundidade, o que tende a reduzir a quantidade de pessoas por domicílio. No Brasil, segundo o IBGE, a quantidade de pessoas por domicílio de 2000 para 2010 passou de 3,79 para 3,34. Seguindo esse fenômeno, assumiu-se uma redução de 10% da taxa de Fortaleza, que passaria dos atuais 3,44 para 3,10 em 2040. Por conta disso, a quantidade de domicílios

Gráfico 31 – Quantidade de pessoas e de domicílios estimados



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

estimada é de aproximadamente 1.016.000 de domicílios. Assumindo uma modificação linear dessa taxa ao longo do tempo e utilizando as projeções populacionais, foram obtidos os resultados referentes às projeções populacionais em cada ano, conforme gráfico apresentado no Gráfico 31. Tais dados foram utilizados no processo de modelagem assumido neste planejamento.

#### Distribuição por renda dos domicílios

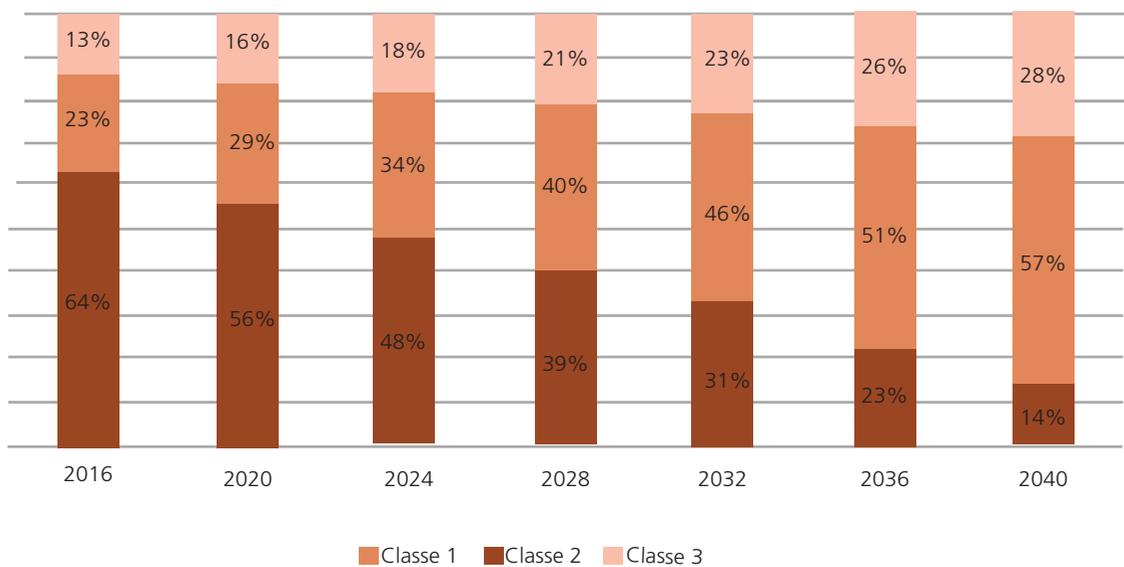
Segundo projeções da equipe econômica do Plano Fortaleza 2040, existe uma tendência de que ocorra um aumento real da renda em 2,3 vezes. Como as classes de renda da modelagem se mantêm constantes, então existirá uma migração massiva de domicílios que estavam na classe inferior (Classe 1: Domicílios com renda até 3SM)

para a classe do meio (Classe 2: Domicílios com renda entre 3SM e 8SM). Dessa forma, a classe mais baixa que hoje representa 64% de todos os domicílios representará apenas 14% em 2040. A classe média que representa 23% nos dias atuais, passará a ser a principal classe com 57% de todos os domicílios. Por fim, a classe mais alta (Classe 3: Domicílios com renda superior a 8SM) passará de 13% para 28%. Assumindo, portanto, uma modificação linear ao longo dos anos, foram obtidas as estimativas para os anos intermediários, conforme apresentado no Gráfico 32.

#### Quantidade de empregos e distribuição por tipo de atividades

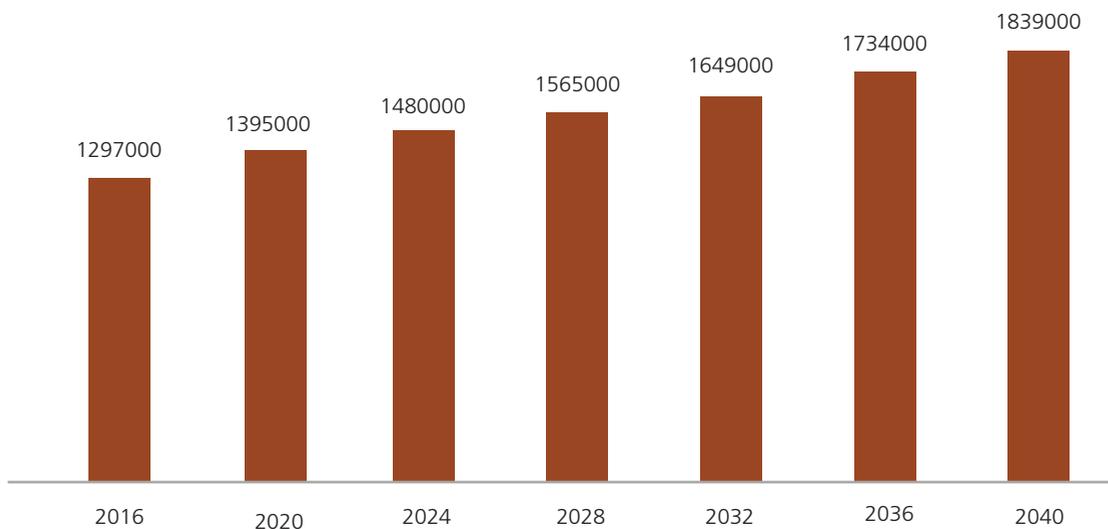
A quantidade de empregos da cidade de Fortaleza deverá chegar a aproximadamente 1,8 milhões

Gráfico 32 – Distribuição dos domicílios por renda



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Gráfico 33 – Quantidade de empregos



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

de empregos, incluindo os empregos informais, segundo a equipe econômica, como pode ser visto no Gráfico 33.

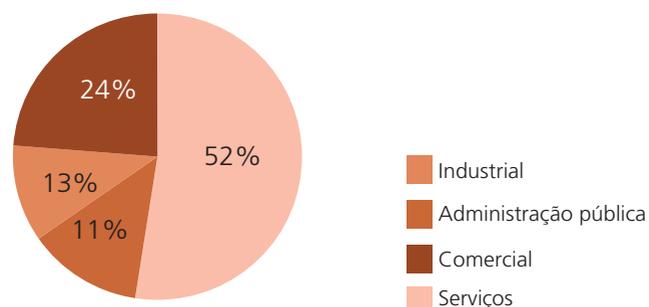
Apesar do crescimento, não se espera que as atividades econômicas se modifiquem significativamente, o que manteria constante a vocação de serviços da cidade, que é apresentada pelo Gráfico 34.

### **Distribuição espacial de empregos e de domicílios**

Foi adotada a premissa de que, sem a intervenção dos órgãos públicos, a cidade continuará crescendo espontaneamente e de forma não ordenada, controlada, sobretudo pelos investidores imobiliários e excluindo os mais pobres, que são obrigados a se distanciar cada vez mais de seus lugares de trabalho. No Plano Fortaleza 2040 existe a intenção de que essa população possa se aproximar dos seus empregos, independentemente da classe social a qual pertençam, ademais, essa aproximação se dará prioritariamente em regiões bem servidas de transporte público.

Entretanto, essas regiões não podem ser intensamente adensadas, pois poderiam prejudicar o funcionamento dos serviços públicos, inclusive gerando impacto inadequado ao sistema de transporte; por conta disso, limitou-se a um total de 15 mil pessoas (4.300 domicílios) vivendo em cada uma das 283 das zonas da cidade (Figura 81), mas com a ressalva de que as zonas que já possuem mais do que essa quantidade não teriam nenhum incentivo à redução da quantidade de pessoas, mantendo assim o status quo da comunidade que ali reside. Com 15 mil pessoas, estimou-se que um total de 5.300 empregos seriam necessários em cada uma das regiões para suprir as necessidades daquela região, segundo informações da equipe de

**Gráfico 34 – Distribuição por atividade econômica dos empregos**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

urbanismo.

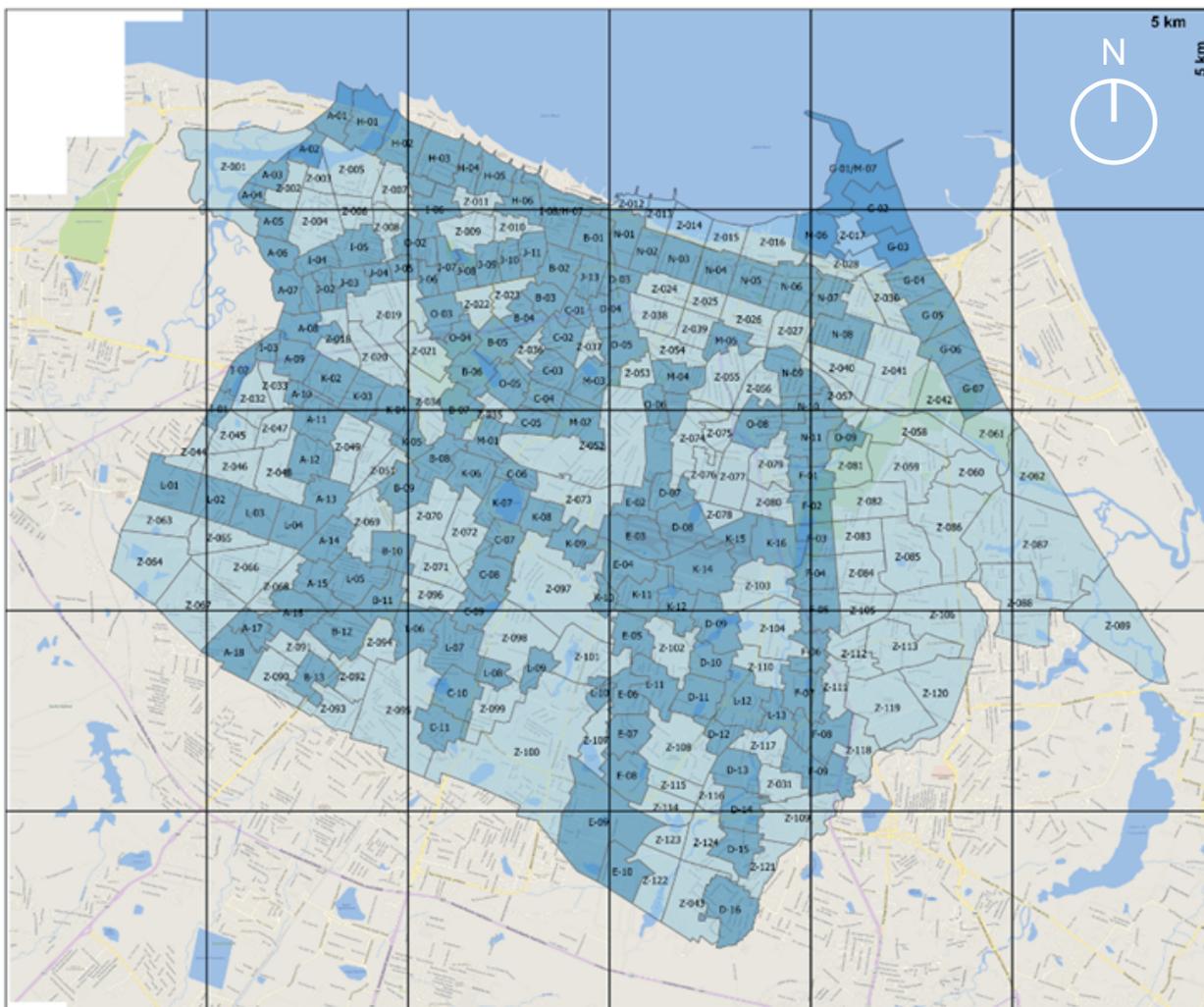
Com base em tais premissas foram construídos mapas de ocupação domiciliar e de empregos para o município no ano de 2040 que foram assumidos como metas para o processo de modelagem. O mapa com a distribuição espacial de domicílios para o ano de 2040 está apresentado na Figura 82, enquanto a distribuição dos empregos para aquele mesmo ano é representada pelo mapa da Figura 83.

### **Implantação dos corredores de urbanização orientados pelo transporte público**

A proposta de desenvolver os corredores de urbanização orientados pelo transporte público é fundamentada no conceito do desenvolvimento orientado pelo transporte (TOD, do inglês transit-oriented development). Esta abordagem é um modelo de planejamento urbano sustentável com vizinhanças compactas, altas densidades populacionais, diversidade de usos do solo e abundantes espaços públicos, tudo isso sendo interconectado por corredores de transportes públicos, com o objetivo de garantir uma mobilidade e o desenvolvimento econômico sustentáveis.

O sistema de transporte idealizado e estudado para Fortaleza, a fim de suprir as necessidades de

Figura 81 – Unidades de Agregação Espacial da Modelagem

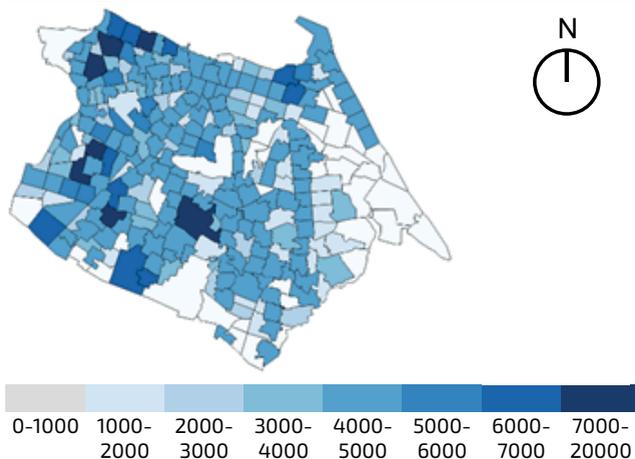


Fonte: Plano Fortaleza 2040.

deslocamento, é baseado em serviços de transporte público de Bus Rapid Transit (BRT), de metrô e de veículos leves sobre trilhos (VLT), além disso, um conjunto de linhas reticuladas de bondes elétricos são propostas para servirem de linhas alimentadoras para a região economicamente mais ativa da cidade e para cada uma das regiões entre os corredores, um conjunto de linhas alimentadoras de ônibus deverá suprir a demanda da população por transporte eficiente.

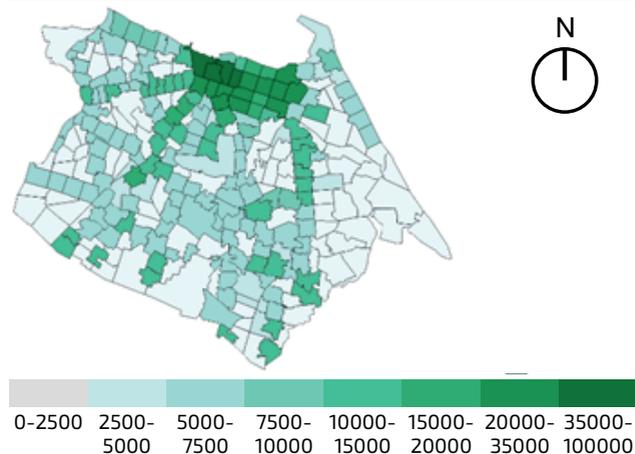
Ao longo desses corredores é que se espera que ocorram os maiores adensamentos da cidade para aproveitar a oferta de transportes que eles podem fornecer. Utilizando a malha viária existente, foram propostos 14 corredores de transporte público (ver Figura 84), dos quais seis realizam ligações norte-sul da cidade, cinco ligações leste-oeste e três com ligações mais específicas de bairros, mas que possuem o importante papel de conectar outros

Figura 82 – Meta da distribuição espacial de domicílios



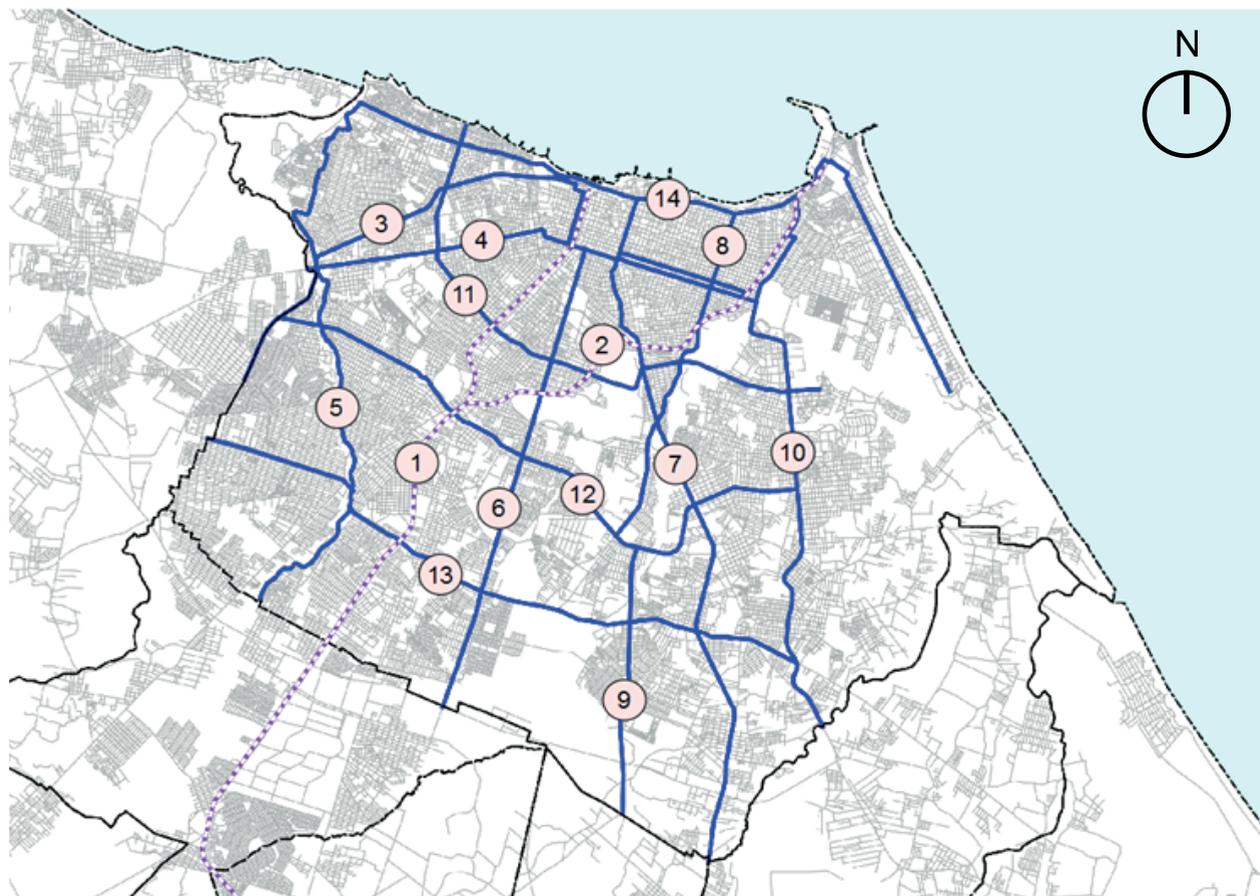
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 83 – Meta da distribuição espacial de empregos



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 84 – Corredores de mobilidade



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

corredores. Desses corredores, um será operado por metrô, um por VLT e os demais farão uso de BRT. Esses corredores propostos são também apresentados, em detalhes, na Tabela 34.

Além dos corredores, as regiões da Aldeota e do Centro possuem uma malha interligada de bondes como proposta para substituir a implantação da Linha Leste do Metrô de Fortaleza. A Tabela 35 apresenta os cenários de implantação e a quilometragem desses corredores e também do bonde.

Dessa forma, ao longo dos cenários serão instaladas as quilometragens de cada tipo de corredor, como apresentado pela Tabela 34.

### **3.6.1.2 Modelagem**

A maior parte das modificações apresentadas na sessão 2.1 trata de dados de entrada para as simulações, entretanto, duas delas são, na verdade, resultados da simulação, portanto foram tratadas como metas: a distribuição espacial de domicílios e a distribuição espacial de empregos. Para acompanhar o alcance dessa meta foram criados dois indicadores, denominados de “deltas”: o delta dos domicílios e o delta dos empregos, que representam o quão distante (percentualmente) cada uma das zonas se encontra para alcançar seu objetivo. As Figuras 85 e 86 apresentam esses deltas para o ano de 2016.

Nesse cenário, as zonas que não alcançaram suas respectivas metas de domicílios e de empregos (zonas brancas) estão abaixo dessa meta, pois não se assumiu que ocorrerá uma redução na quantidade de domicílios nem de empregos. Quanto mais forte a cor, mais distante a meta de ser alcançada, é o que ocorre na região sul e oeste da cidade para a quantidade de empregos, que está abaixo do que se espera para elas.

### **Domicílios**

As Figuras 87 e 88 foram criadas da mesma forma que descrito anteriormente e apresentam o resultado dos deltas de domicílios para o cenário de 2040, tanto para o cenário tendencial quanto para o cenário transformador, respectivamente.

Por esses resultados, percebe-se uma intensificação de ocupação no cenário tendencial da região norte, em especial nas zonas que representam os bairros Aldeota, Meireles, Papicu e Cidade 2000; na região ao sul da Bezerra de Menezes e ao longo da avenida José Bastos, além do que foi definido como meta. Entretanto, a meta estipulada para o cenário transformador é satisfatoriamente atendida para todas as zonas da cidade.

Pela Tabela 37, que apresenta a média dos deltas para a quantidade de domicílios, em cada um dos cenários, percebe-se como a tendência é que as zonas com maior quantidade de domicílios continuem atraindo cada vez mais empregos. No cenário tendencial, o 100% é alcançado entre 2032 e 2036 e continua crescendo, puxando a média do delta cada vez mais para cima, enquanto no cenário transformador percebe-se uma certa estagnação desse indicador entre 2036 e 2040, onde ocorre apenas um crescimento proporcional dos domicílios da cidade sem afetar a média.

Além das metas, pode-se também observar os resultados pelos quantitativos absolutos de domicílios em cada uma dessas zonas e ao longo desses cenários, como poder ser visto na Figura 89.

### **Empregos**

Seguindo o padrão apresentado anteriormente, foram criadas as Figuras 90 e 91, que apresentam o resultado dos deltas de empregos para o cenário de 2040, tanto para o cenário tendencial quanto para o cenário transformador, respectivamente.

**Tabela 34 – Localização dos corredores**

Corredor	Avenidas / Linhas
1	1. Metrô Sul
2	1. VLT
3	1. Avenida Tenente Lisboa
4	1. Avenida Mister Hull 2. Avenida Bezerra de Menezes 3. Rua Justiniano de Serpa 4. Avenida Domingos Olímpio 5. Avenida Antônio Sales 6. Rua Padre Valdevino
5	1. Maranguapinho
6	1. Rua Senador Pompeu 2. Avenida dos Expedicionários 3. Avenida Bernardo Manuel 4. Avenida João de Araújo Lima
7	1. Avenida Dom Manuel 2. Avenida Aguanambi 3. BR-116
8	1. Avenida Desembargador Moreira 2. Avenida Governador Raul Barbosa 3. Avenida Alberto Craveiro
9	1. Avenida Pompílio Gomes 2. Avenida Castelo de Castro
10	1. Avenida Engenheiro Santana Júnior 2. Avenida Washington Soares
11	1. Avenida Doutor Theberge 2. Avenida Governador Parsifal Barroso 3. Rua Humberto Monte 4. Rua Desembargador Praxedes 5. Rua Domingos Jaguaribe 6. Via Base Aérea 7. Rua Capitão Aragão 8. Avenida General Murilo Borges 9. Rua Doutor Thompson Bulcão 10. Avenida Almirante Maximiliano da Fonseca 11. Avenida Doutor Valmir Ponte
12	1. Avenida Senador Fernandes Távora 2. Avenida Doutor Silas Munguba 3. Avenida Deputado Paulino Rocha 4. Avenida Oliveira Paiva
13	1. Rua Oscar França 2. Avenida Presidente Costa e Silva 3. Avenida Jornalista Tomaz Coelho 4. Rua José Hipólito
14	1. Avenida Presidente Castelo Branco 2. Avenida Monsenhor Tabosa 3. Avenida Abolição 4. Avenida Vicente de Castro 5. Avenida José Sabóia 6. Avenida Oliveira Filho

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 35 – Ano e comprimento de implantação dos corredores e do bonde**

CÓD	Nome	Veículo	Período 1	Período 2	Km 1	Km 2
1	Metro linha sul	Metrô	2016	-	16	-
2	VLT	VLT	2020	-	14	-
3	Tenente Lisboa	BRT	2024	-	12	-
4	Bezerra de Menezes	BRT	2016	2024	4	5
5	Maranguapinho	BRT	2024	-	18	-
6	Expedicionários	BRT	2040	-	13	-
7	Aguanambi / BR116	BRT	2024	-	19	-
8	Raul Barbosa	BRT	2028	-	8	-
9	Castelo de Castro	BRT	2028	-	7	-
10	Washington Soares	BRT	2036	-	15	-
11	Desembargador Praxedes	BRT	2032	-	17	-
12	Silas Munguba	BRT	2032	-	19	-
13	Presidente Castelo Branco	BRT	2024	2028	4	13
14	Leste-Oeste	BRT	2032	-	13	-

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 36 – Ano e comprimento de implantação dos corredores e do bonde**

	2016	2020	2024	2028	2032	2036	2040
BRT	4	-	53	28	55	15	13
Metrô	16	-	-	-	-	-	-
VLT	-	14	-	-	-	-	-
Trem	12	-	-	-	-	-	-
Bonde (*)	-	-	18	-	18	-	-

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 37 – Médias dos deltas de domicílios por cenário**

	TENDENCIAL	TRANSFORMADOR
2016		0.76
2020	0.84	0.84
2024	0.88	0.87
2028	0.92	0.90
2032	0.97	0.94
2036	1.02	0.98
2040	1.08	0.98

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Por esses resultados percebe-se uma intensificação de ocupação no cenário tendencial da região sul e centro da cidade, além do que foi definido como meta. Entretanto, a meta estipulada para o cenário transformador é satisfatoriamente atendida para todas as zonas da cidade.

Pela Tabela 38, que apresenta a média dos deltas para a quantidade de empregos, em cada um dos cenários, percebe-se como a tendência é que as zonas com maior quantidade de empregos continuem atraindo cada vez mais empregos. No

**Tabela 38 – Médias dos deltas de empregos por cenário**

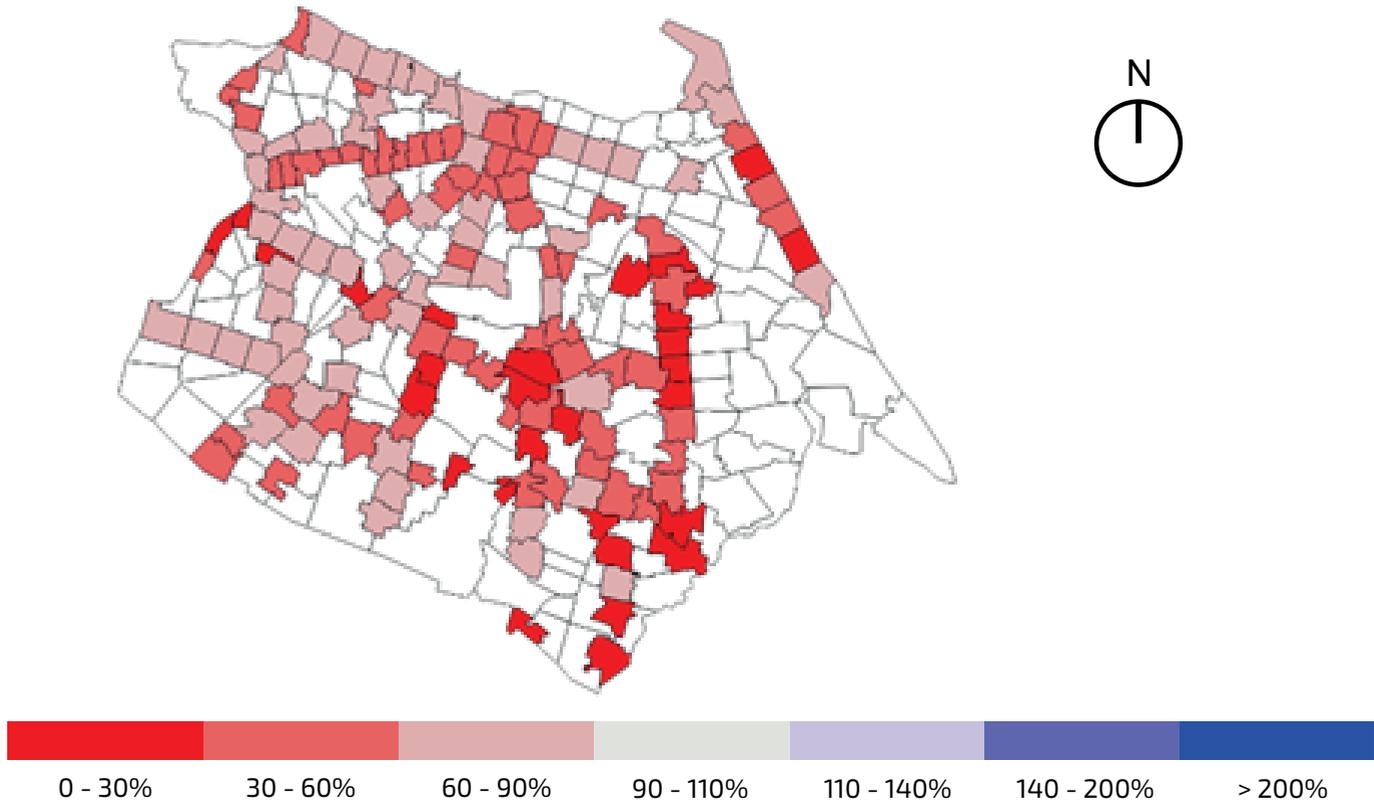
	TENDENCIAL	TRANSFORMADOR
2016		0.77
2020	0.86	0.84
2024	0.96	0.89
2028	1.12	0.95
2032	1.25	1.02
2036	1.43	1.02
2040	1.51	0.99

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

cenário tendencial, o 100% é alcançado entre 2024 e 2028 e continua crescendo, puxando a média do delta cada vez mais para cima. Enquanto no cenário transformador percebe-se uma certa estagnação desse indicador entre 2028 e 2032, onde ocorre apenas um crescimento proporcional dos empregos da cidade afetando pouco a média.

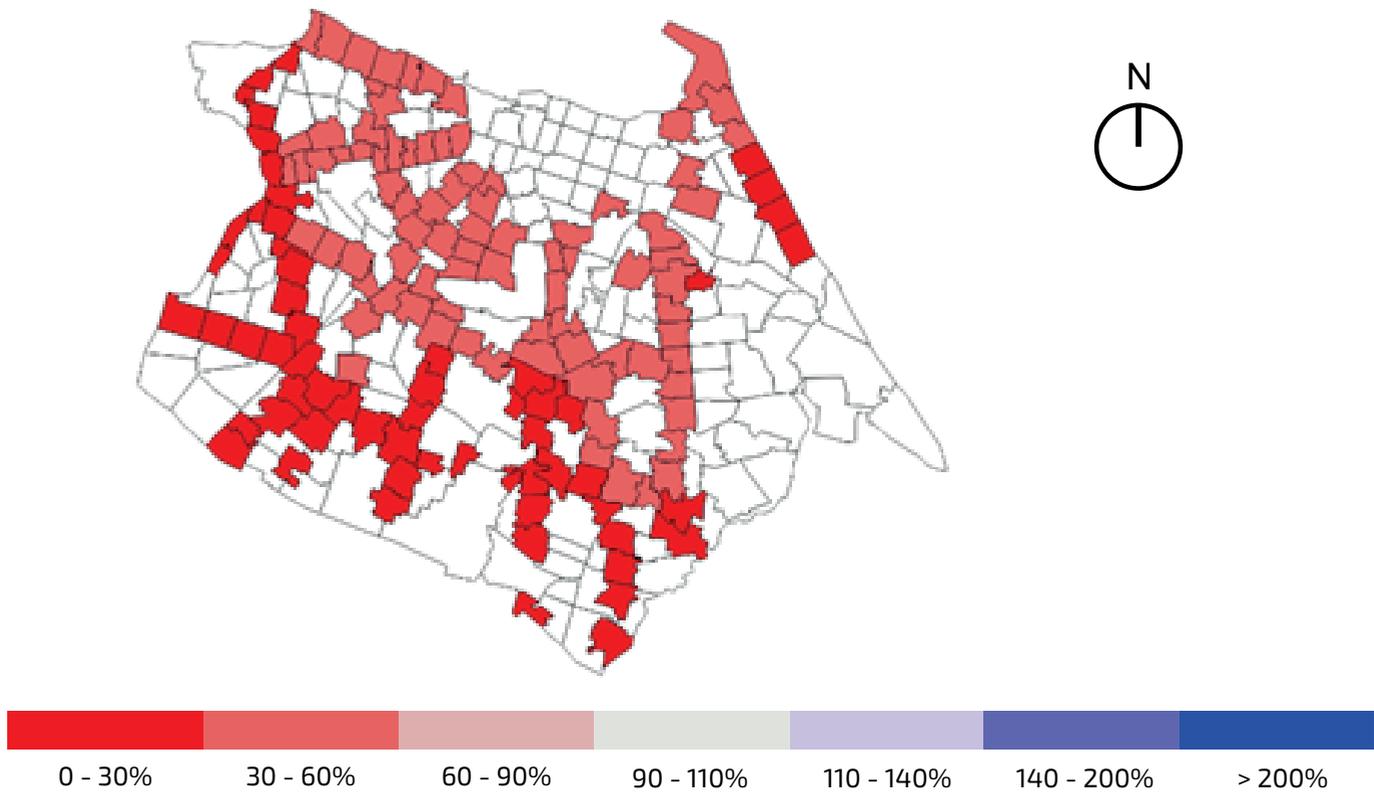
Além das metas, pode-se também observar os resultados pelos quantitativos absolutos de empregos em cada uma dessas zonas e ao longo desses cenários, como poder ser visto na Figura 92.

Figura 85 – Delta da distribuição espacial de domicílios em 2016



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 86 – Delta da distribuição espacial de empregos em 2016



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 87 – Delta da distribuição espacial de domicílios em 2040 – cenário Tendencial

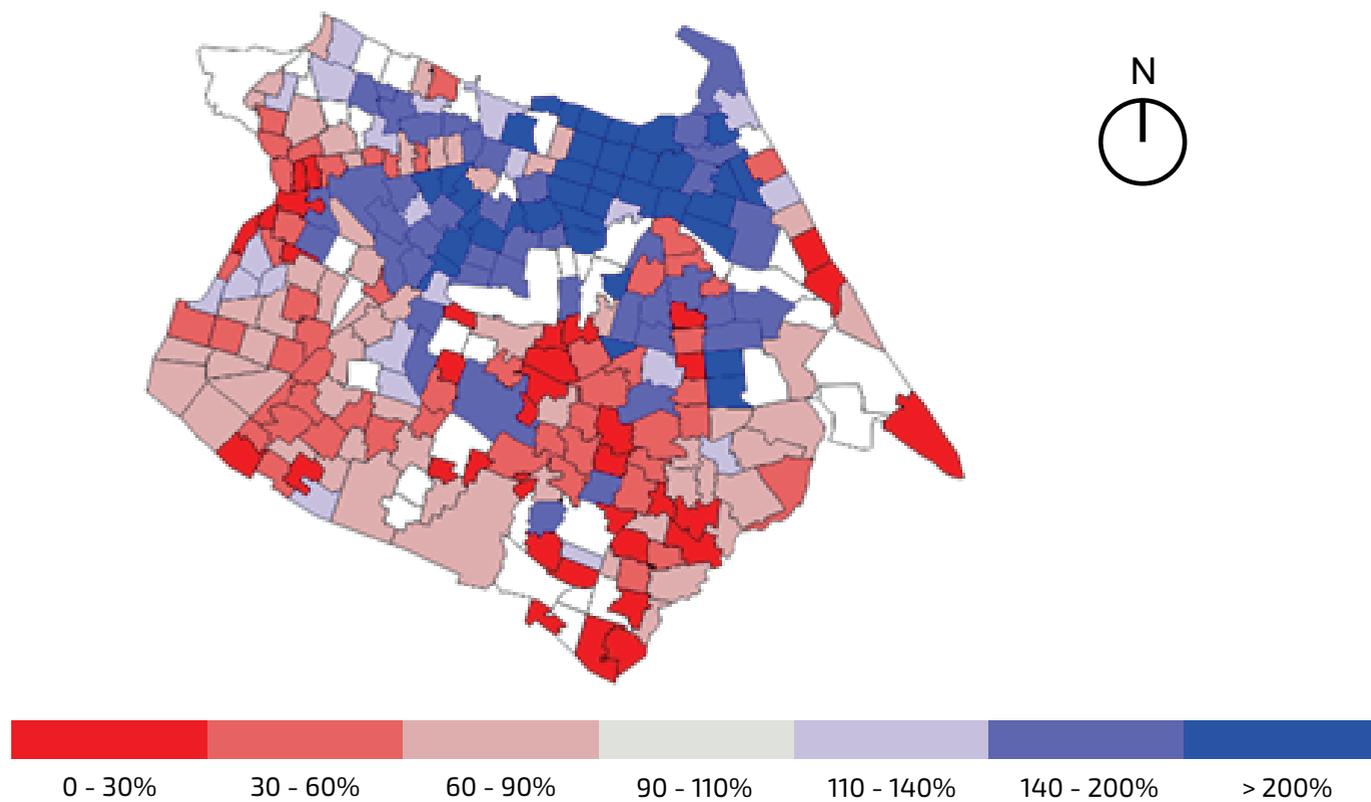


Figura 88 – Delta da distribuição espacial de domicílios em 2040 – cenário Transformador

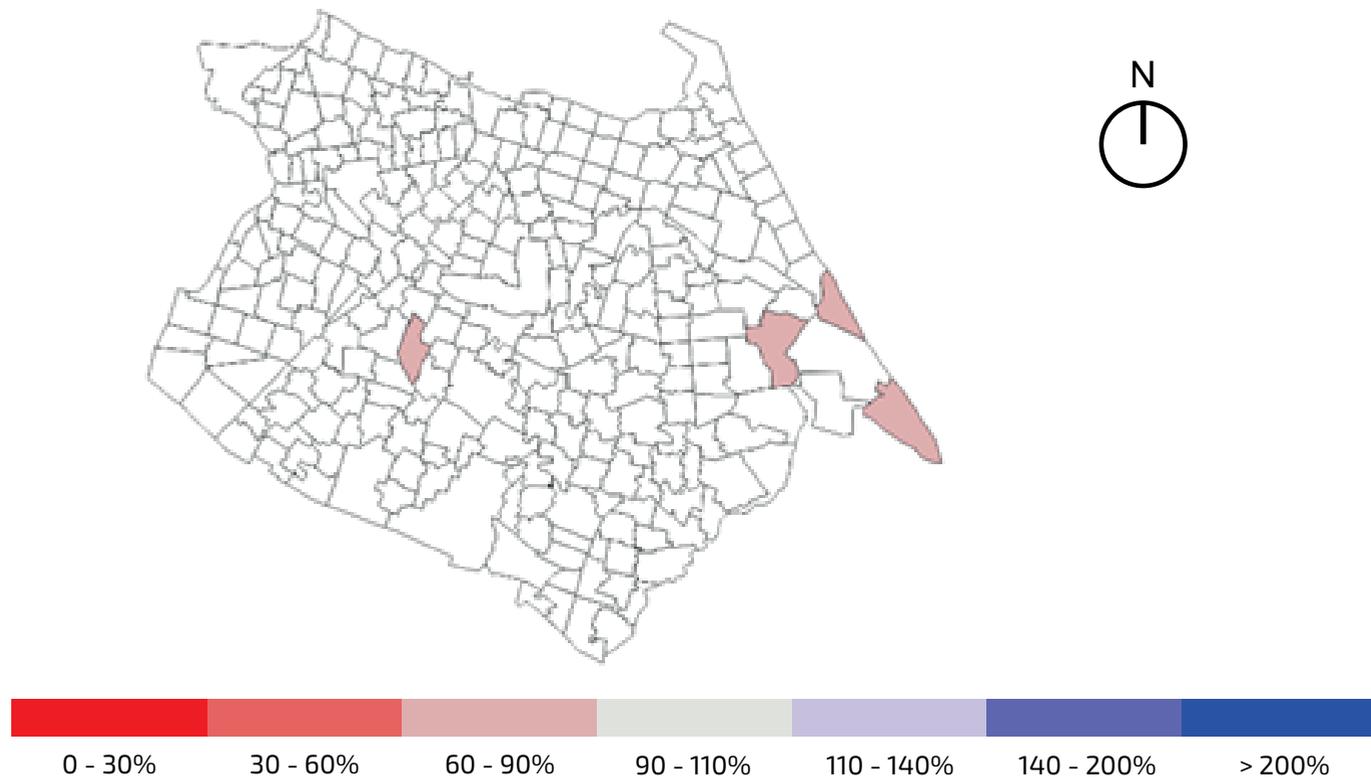
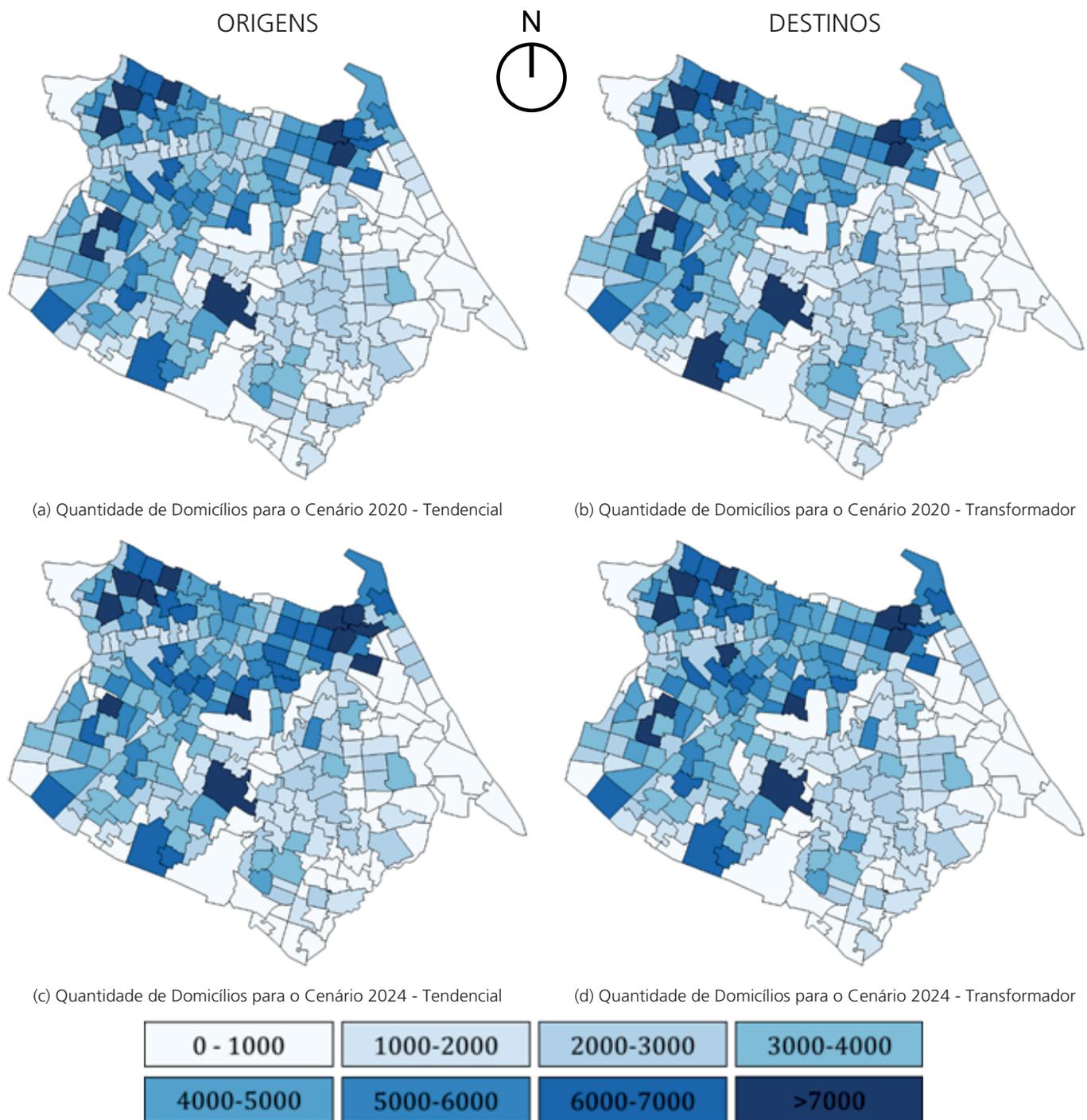
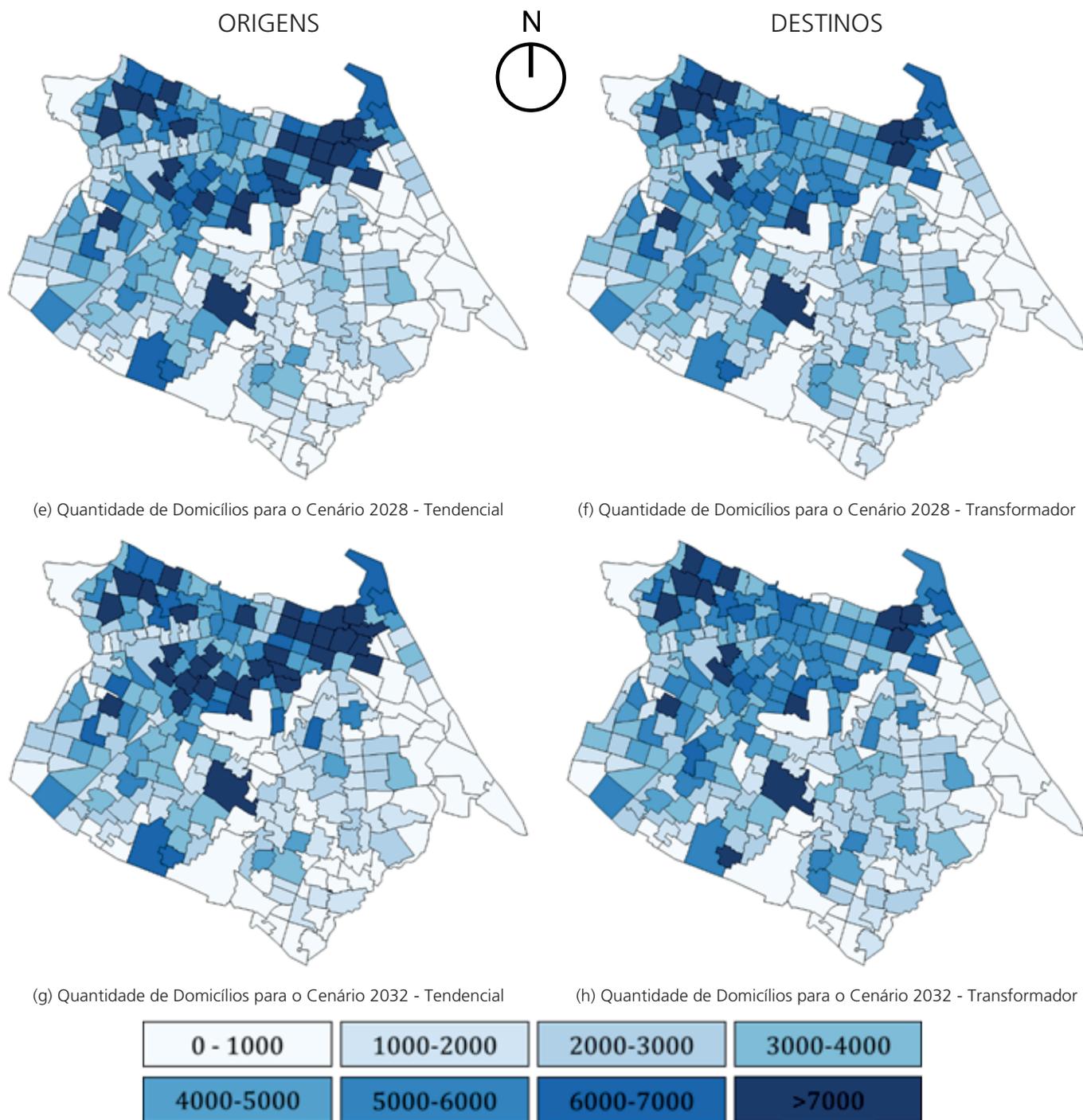


Figura 89 – Quantidade de Domicílios por Cenário



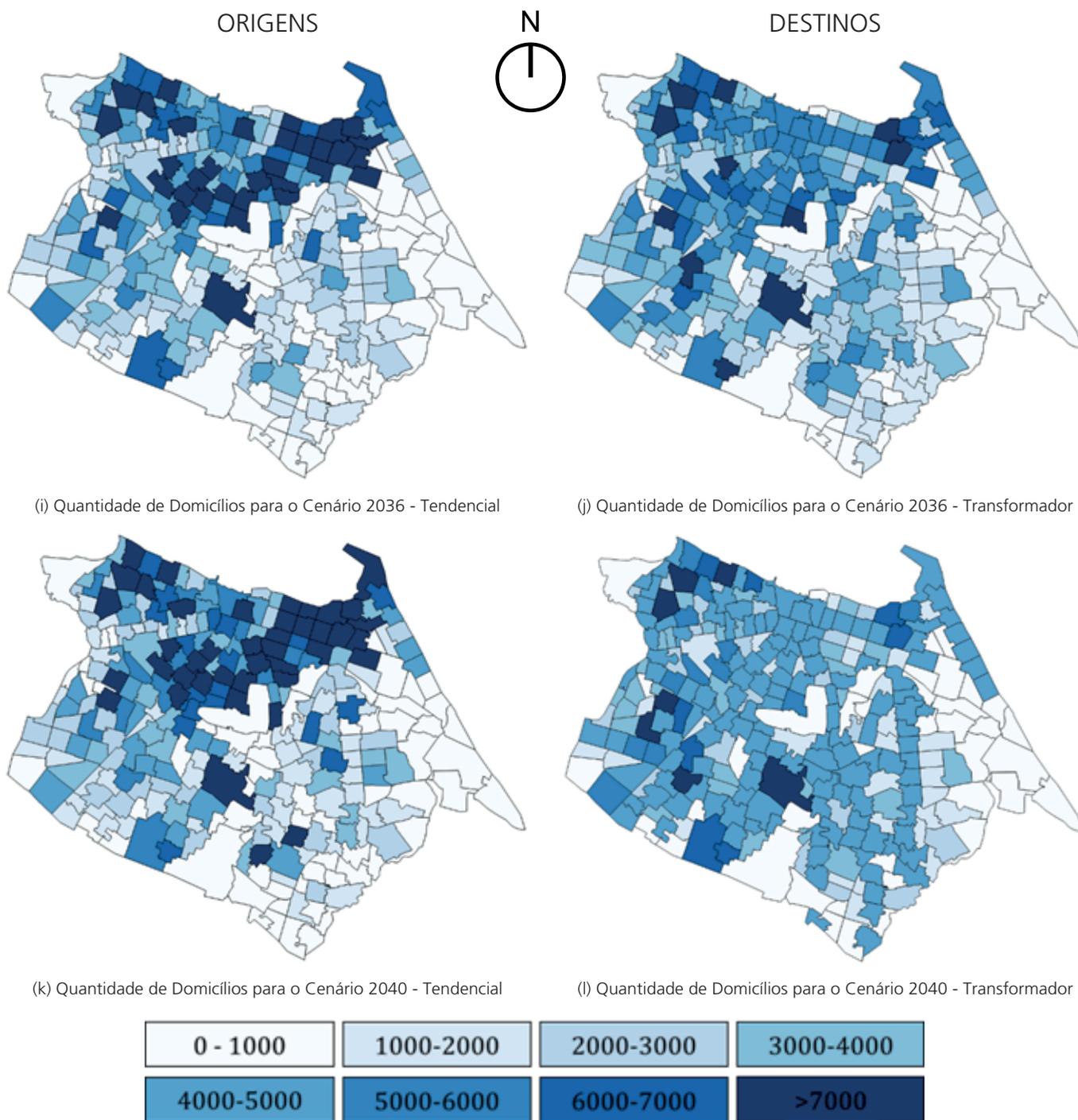
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 89 – Quantidade de Domicílios por Cenário



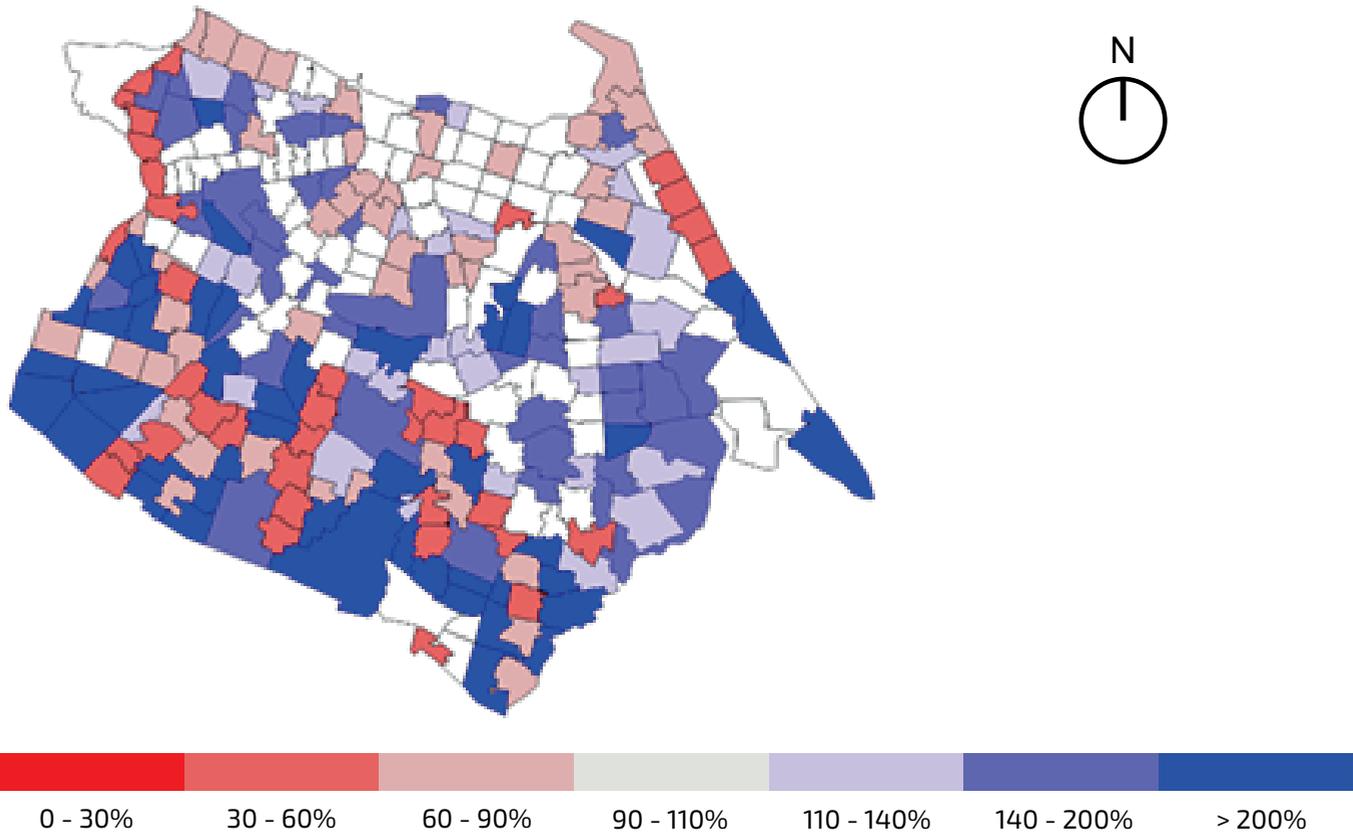
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 89 – Quantidade de Domicílios por Cenário



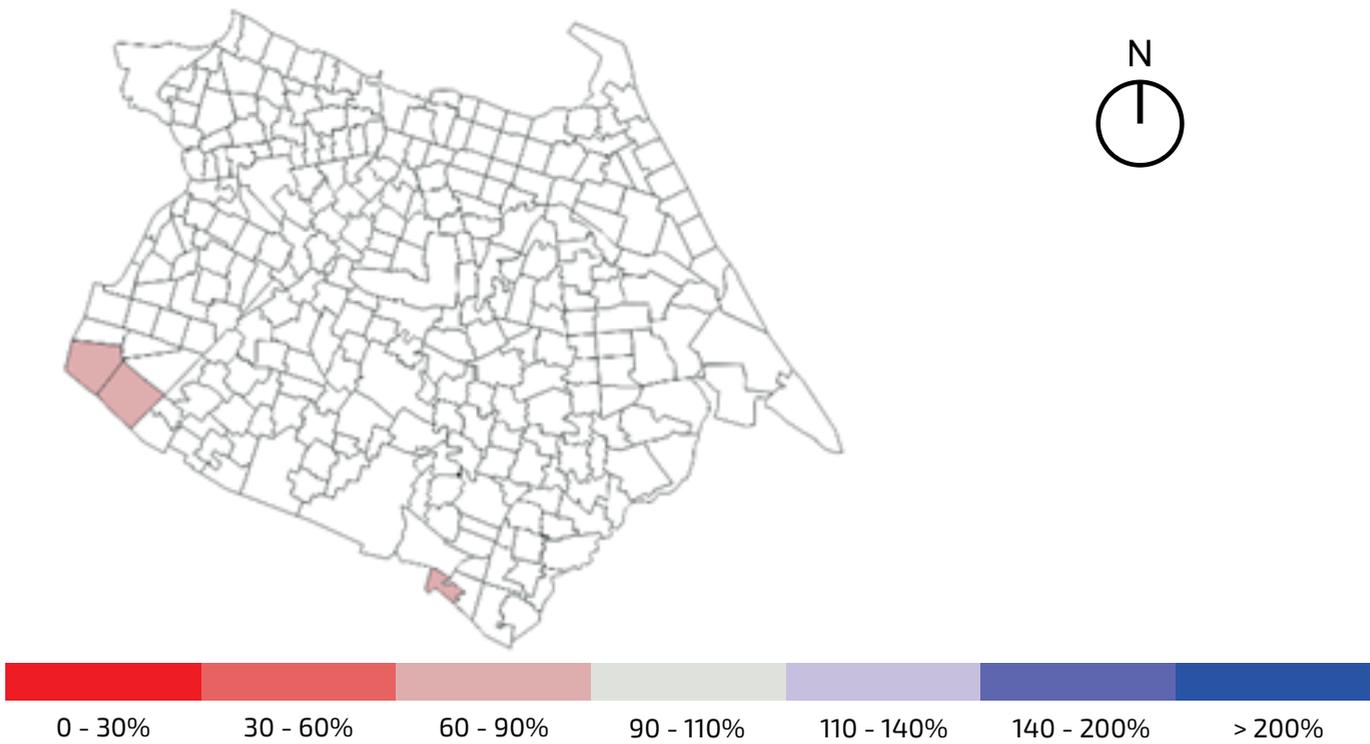
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 90 – Delta da distribuição espacial de empregos em 2040 – cenário Tendencial



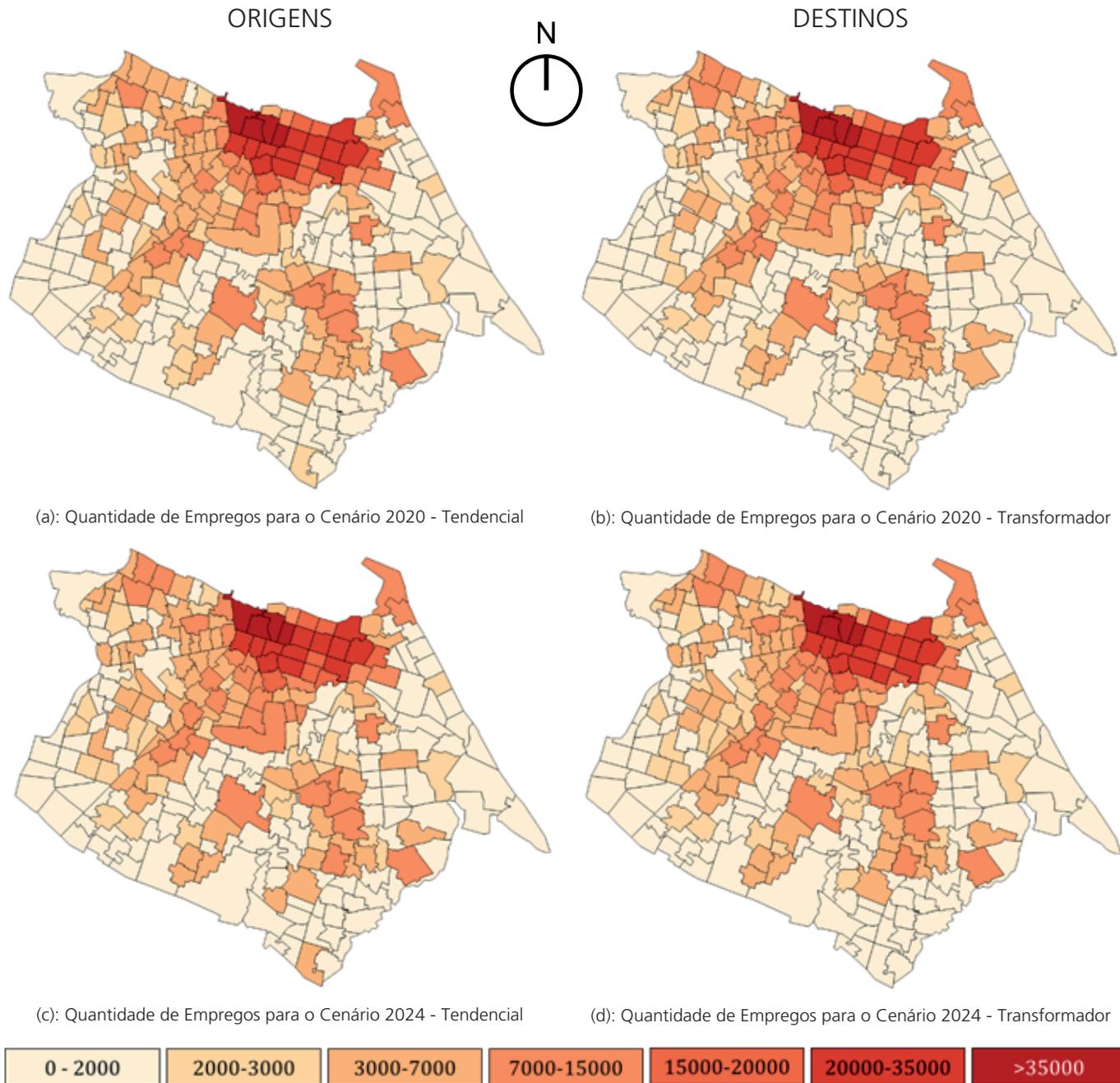
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 91 – Delta da distribuição espacial de empregos em 2040 – cenário Transformador



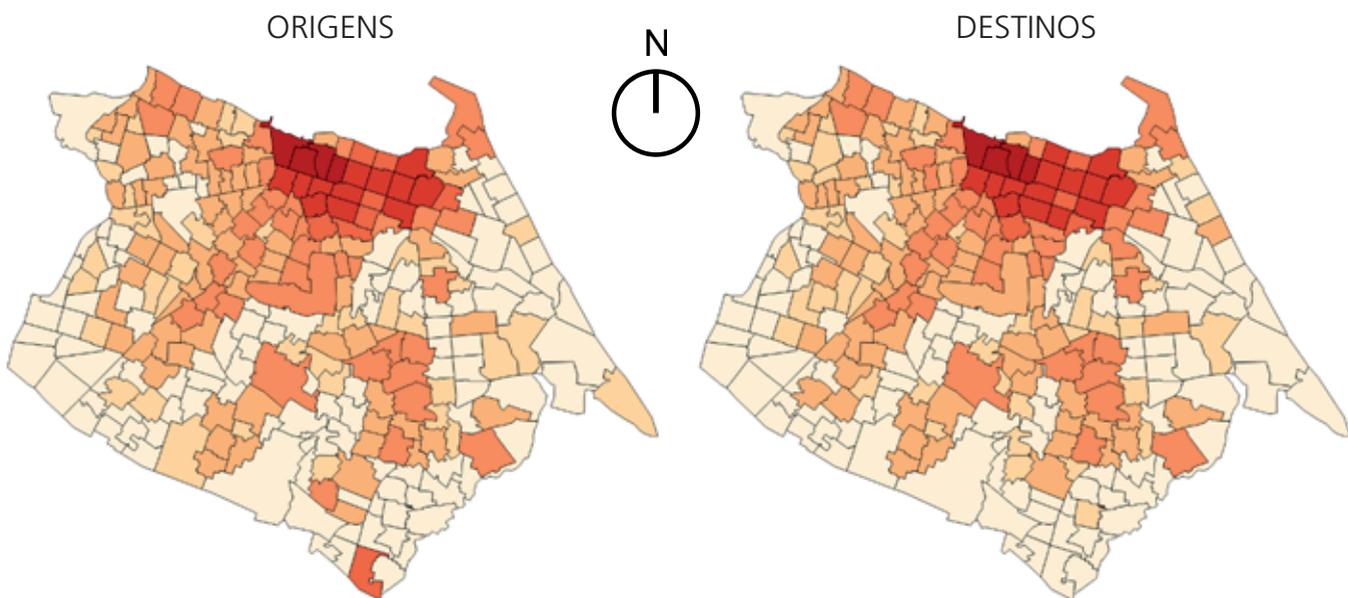
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 92 – Quantidades de empregos por cenários



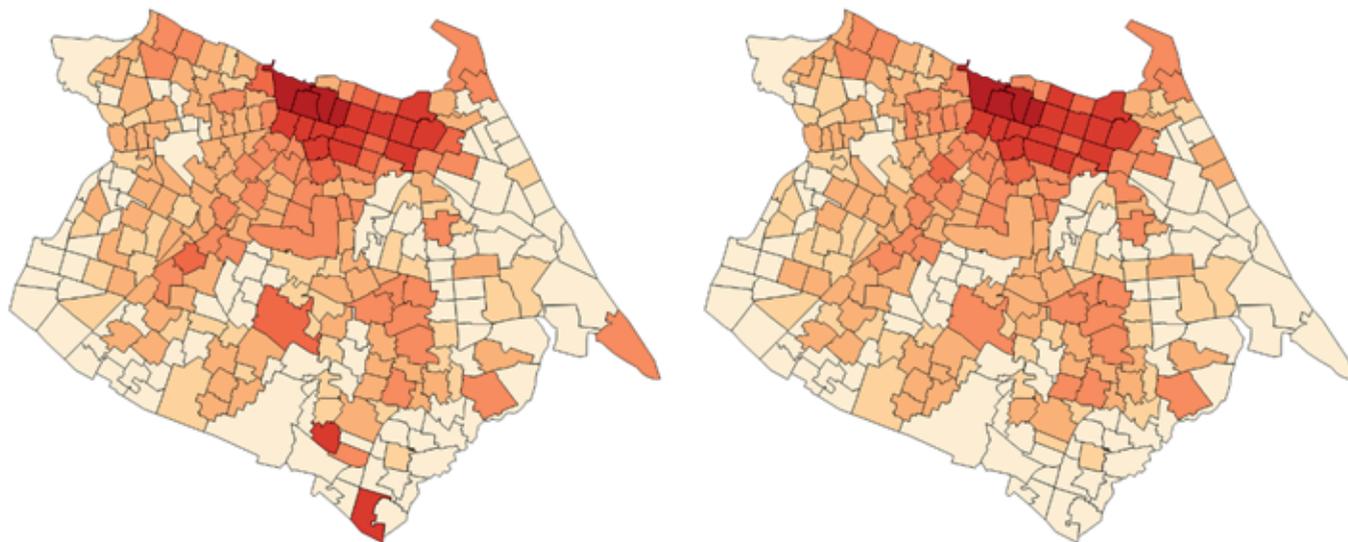
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 92 – Quantidades de empregos por cenários



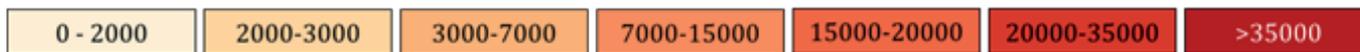
(e): Quantidade de Empregos para o Cenário 2028 - Tendencial

(f): Quantidade de Empregos para o Cenário 2028 - Transformador



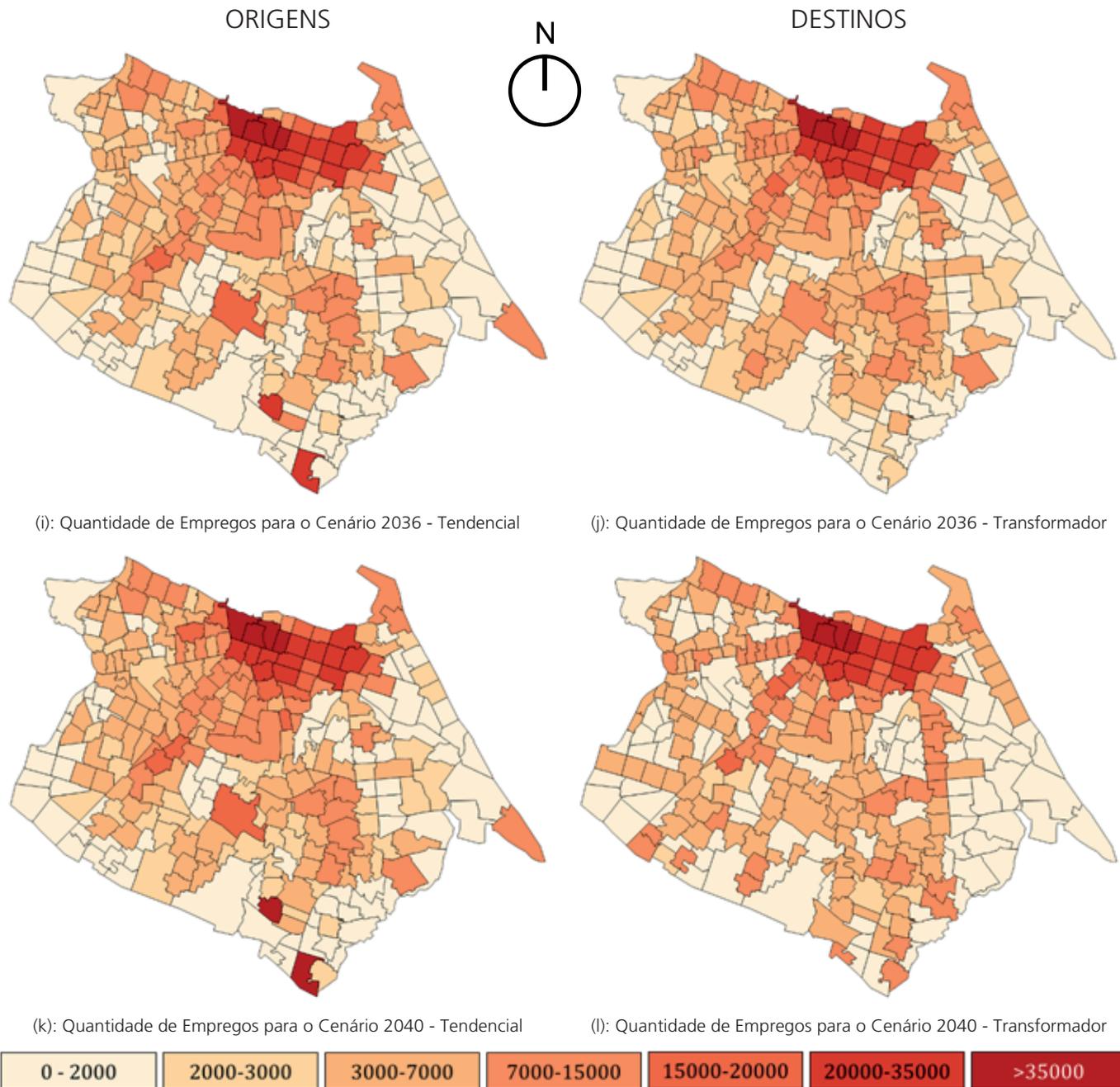
(g): Quantidade de Empregos para o Cenário 2032 - Tendencial

(h): Quantidade de Empregos para o Cenário 2032 - Transformador



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 92 – Quantidades de empregos por cenários



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

### Ano de modelagem 2024

Especificamente para o ano de 2024, que seria o horizonte de início de operação da Linha Leste do Metrô de Fortaleza (segundo informado pelo Metrofor), foi realizada uma simulação para avaliar uma alternativa à implantação dessa linha de metrô. As motivações foram: elevado custo de implantação e tempo de execução, e ainda a hipótese de que a redução da dependência do automóvel privado na região do Centro/Aldeota seria baixa em função da implantação de uma linha de metrô nessa região. Dessa forma, foram avaliados dois cenários que podem ser observados nas Figuras 93 e 94:

- Cenário A: Linha Leste do Metrô conectada com linhas de ônibus e BRT;
- Cenário B: implantação de uma rede de linhas de bondes (tram) conectado com linhas de ônibus e BRT

Os resultados podem ser observados na Tabela 39 a seguir. Identificou-se que o modo bonde tem um custo de implantação até sete vezes menor que o modo metrô, em média, podendo ser menor caso os custos de escavação do metrô ocorram em condições adversas (problemas geológicos) e, por isso, uma rede de 32 km de bonde pode ter um custo

três vezes menor que somente 14 km de metrô; um fato muito significativo para a realidade econômica de uma cidade do Nordeste do Brasil. Além disso, essa rede de 32 km tem um custo de manutenção cinco vezes menor, por quilômetro, atinge uma população duas vezes maior e transportaria no pico uma demanda 4,3 vezes maior, segundo resultados do modelo computacional utilizado.

Em função de todas essas considerações técnicas, numericamente comprovadas, entende-se que uma rede de bonde pode proporcionar outras vantagens significativas para o meio urbano, para a mobilidade e para o benefício econômico da região em análise, são elas:

- qualificação da paisagem urbana em função da presença de um veículo sobre trilhos circulando em baixa velocidade na superfície urbana em convivência com pessoas e outros veículos;
- redesenho urbano com melhoria do pavimento da via, principalmente das calçadas para adaptação à presença do novo modo de transporte;
- eliminação da impedância criada pela estação de metrô para o pedestre, que tem que descer/subir vários níveis cada vez que acessa esse modo subterrâneo;

**Tabela 39 – Comparação entre Linha Leste e bonde**

	METRÔ	BONDE	DIFERENÇA ENTRE CENÁRIO COM BONDE E COM METRÔ
Extensão	14 km	32 km	2,2 vezes maior
Custo de instalação	R\$ 500 milhões/km	R\$ 70 milhões/km	7,1 vezes menor
Custo de manutenção	R\$ 1,0 milhão/km/mês	R\$ 200 mil/km/mês	5 vezes menor
População afetada diretamente	145.000	290.000	2,0 vezes maior
Embarques realizados – hora pico	7.000	30.000	4,3 vezes maior

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 93 – Linha Leste do Metrô



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

- redução do espaço de superfície para o automóvel privado, visto que existiria uma faixa de uso preferencial para o bonde;
- em função da redução do espaço de circulação de veículos privados juntamente com a moderação do tráfego de veículos em geral, ocorreria um aumento do uso do espaço público para pessoas e conseqüentemente ocorreria um aumento da segurança viária;
- redução da quantidade de emissões de material particulado e gases nocivos à saúde e ao aquecimento global, visto que haveria menos veículos privados em circulação e ainda pelo fato de que o bonde tem alimentação elétrica;
- por fim, entende-se que com um maior número

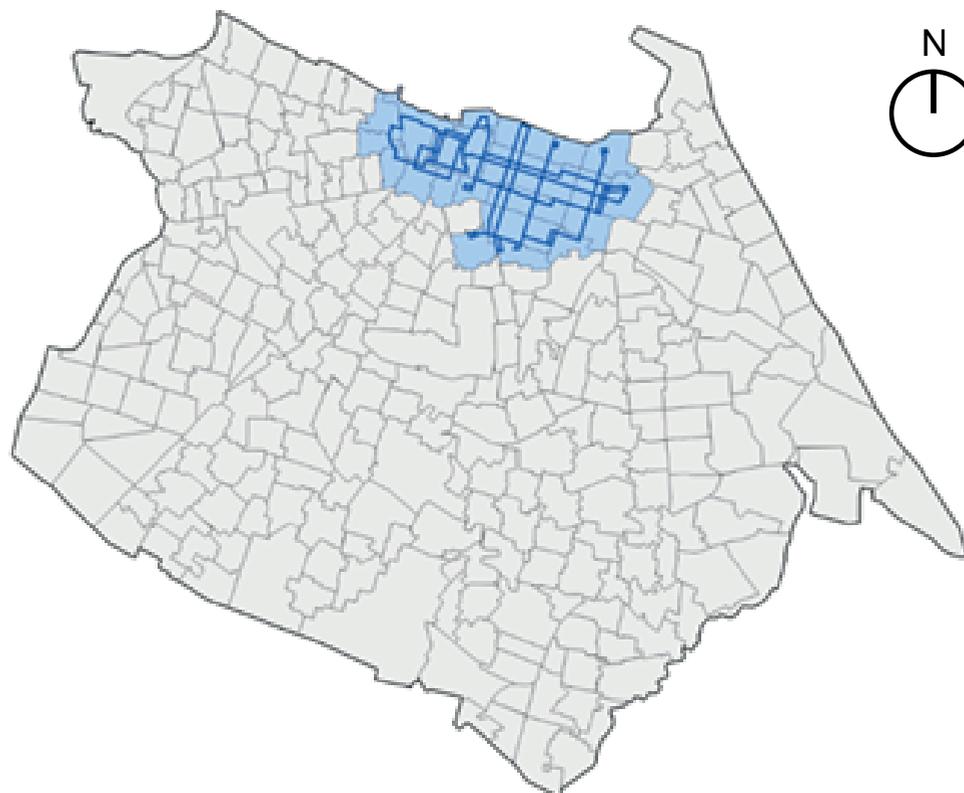
de pessoas circulando nas vias o comércio da região é beneficiado, visto que naturalmente existirá um maior número de clientes em potencial.

Diante dessas análises e considerações, entende-se ser mais sustentável a implantação da rede de bondes na região do Centro e Aldeota, perfazendo uma rede com 32 km de extensão, com linhas distribuídas nas direções leste-oeste e norte-sul, a implantação de uma linha de metrô com 14 km de extensão.

### 3.6.2 INDICADORES UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO DOS CENÁRIOS

Para a análise dos resultados da modelagem dos cenários tendenciais e transformadores foram

Figura 94 – Proposta das linhas de bonde



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

estabelecidos os seguintes grupos de indicadores: a) sobre a quantidade de viagens; b) sobre o tempo de viagem; c) sobre a distância dos deslocamentos; d) sobre o nível de serviço; e) sobre a segurança de tráfego; f) sobre as emissões de poluentes; e g) sobre o transporte da carga. A seguir serão descritos brevemente os indicadores de cada grupo proposto.

**Indicadores sobre a quantidade de viagens:**

- Fluxo Origem-Destino (OD) por motivo da viagem: para cada cenário serão confeccionados mapas coropléticos contendo o número de viagens com origem e destino nas 283 zonas de tráfego da rede de transportes modelada. Os mapas serão confeccionados para as viagens com motivo trabalho, educação e outros;
- Linhas de desejo de deslocamento: representa a demanda por deslocamento entre zonas (pares O/D). Será apresentada de forma gráfica, por meio de mapas entre as zonas de maior geração de viagens para os cenários tendenciais e transformadores;
- Quantidade de viagens por modo de transporte: trata-se de um indicador que representa a escolha modal por viagens dos usuários de rede de transportes, permitindo comparar alterações no padrão do modo preferido de deslocamento ao longo dos cenários de modelagem do uso do solo e da mobilidade. Serão apresentadas tabelas e gráficos com valores absolutos e

percentuais das viagens por modo de transporte para os cenários estabelecidos.

- Quantidade de viagens por motivo da viagem e por modo de transporte: Esse indicador possibilita uma complementação das análises ao permitir integrar as análises dos motivos de viagem, modo de transporte e renda da população. Tal fato auxilia no processo de avaliação do sistema e na proposição de alternativas de transporte que sejam mais eficientes. Serão apresentadas tabelas e gráficos que permitam avaliar a evolução da utilização dos modos;
- Volume de passageiros por corredor de TP: indicador diz respeito à quantidade de passageiros que utilizam cada um dos 23 corredores de transporte público que serão modelados no âmbito do Plano Fortaleza 2040. Os resultados da modelagem de cada cenário serão apresentados na forma de tabelas com o número total de viagens por corredor, assim como por meio de gráficos que permitam comparar visualmente os cenários modelados.

#### **Indicadores sobre o tempo de viagem:**

- Tempo total de viagem por motivo da viagem: corresponde ao somatório do tempo em deslocamento e o tempo em espera para cada viagem estimada na modelagem. Este indicador será agrupado nas seguintes categorias: 1) trabalho – baixa renda, 2) trabalho – média renda, 3) trabalho – alta renda, 4) educação e 5) outros;
- Tempo médio de viagem por motivo de viagem: este indicador corresponde ao tempo total de viagem por motivo da viagem dividido pela quantidade total de viagens realizadas em cada uma das cinco categorias apresentadas no

indicador precedente;

- Tempo total de viagem, por motivo de viagem e por modo de transporte: corresponde ao somatório do tempo em deslocamento e o tempo em espera para cada viagem estimada na modelagem e ainda separado pelo modo de transporte e motivo da viagem.

#### **Indicadores sobre a distância dos deslocamentos:**

- Distância média dos deslocamentos por motivo da viagem: serão apresentados em forma de gráficos, tabelas e mapas os resultados da modelagem da distância média dos deslocamentos em quilômetros em função do motivo da viagem;
- Distância média dos deslocamentos por modo de transporte: os deslocamentos em função do modo de transporte serão apresentados em forma de gráficos e mapas. Esses indicadores permitem avaliar a evolução da distribuição espacial das diversas atividades ao longo dos cenários previstos para o Fortaleza 2040.

#### **Indicadores sobre o nível de serviço da rede de transportes:**

- Relação volume/capacidade: é um indicador que procura representar a relação direta entre o nível de demanda (volume) e a oferta física e operacional do sistema (capacidade) durante o período em análise.

Na avaliação do desempenho operacional de sistemas de transportes, o volume (v) pode ser descrito como o número de veículos (ou pessoas) que cruzam uma determinada seção de via ao longo de um intervalo de tempo (normalmente uma hora). Ressalta-se que nem sempre o volume medido em

**Tabela 40 – Acidentes com vítimas feridas e fatais em Fortaleza – 2011 (SIAT-FOR)**

TIPO	ACIDENTES COM VÍTIMAS		
	FERIDAS	FATAIS	TOTAL
Atropelamento	1566	166	1732
Bicicleta	602	41	643
Motocicleta	4517	116	4633
Automóvel	892	38	930
Ônibus	45	3	48
Total	7622	364	7986

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

uma seção de via pode ser diretamente comparado à demanda por transporte. Essa equivalência é somente válida nos casos em que o componente esteja operando abaixo de sua capacidade, ou, em linhas gerais, sem ocorrer a formação de fila.

A capacidade (c) representa uma medida da oferta em seu limite. De forma mais objetiva, na operação de vias, a capacidade pode ser descrita como as taxas horárias de fluxo máximo nas quais veículos e pessoas podem atravessar uma seção uniforme de via durante certo intervalo de tempo em condições específicas de via, ambientais e de tráfego e de controle (Adaptado, HCM, 2010).

#### **Indicadores sobre a segurança viária:**

Avaliar o desempenho da segurança viária em esforços de planejamento do sistema de transportes é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de curto e longo prazo objetivando a redução da frequência e severidade dos acidentes de trânsito. Apesar da reconhecida importância da dimensão da segurança viária, atualmente não existem metodologias quantitativas que permitam estimar a segurança viária de forma definitiva, em função de aspectos inerentes à natureza aleatória

rara dos acidentes e da complexa inter-relação entre os diversos fatores que contribuem para a ocorrência dos acidentes de trânsito.

A metodologia utilizada para a estimação da evolução dos acidentes de trânsito em Fortaleza em função dos cenários tendenciais e transformadores combinou as informações de acidentes disponíveis no Sistema de Informações de Acidentes de Trânsito de Fortaleza (SIAT-FOR) para o ano de 2011 com o momento de viagens em passageiro.km para os diversos modos de transporte obtidos para o cenário inicial (2016).

A Tabela 40 apresenta os acidentes com vítimas feridas e fatais de acordo com o modo de transporte. Os índices estimados para os acidentes em função de exposição representada pelo momento de viagens para o ano de 2016 encontram-se na Tabela 41.

Para cada cenário de modelagem do Plano Fortaleza 2040 serão estimados novos índices por tipo de usuário em função do impacto esperado das alterações urbanas previstas para cada cenário e, também, em função de alterações esperadas no desempenho geral da segurança viária a partir de ações específicas e políticas públicas previstas ao longo do período de análise. Os novos índices

**Tabela 41 – Índice de acidentes com vítimas em função do momento de viagens**

TIPO	ÍNDICE DE ACIDENTES COM VÍTIMAS (acid/10 <sup>6</sup> pax.km)		
	FERIDAS	FATAIS	TOTAL
Atropelamentos	4,1266	0,4374	4,5641
Bicicleta	5,1996	0,3541	5,5537
Motocicleta	1,994	0,0512	2,0452
Automóvel	0,1875	0,008	0,1955
Ônibus	0,0083	0,0006	0,0089

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

serão aplicados individualmente ao momento de viagem estimado pelo aplicativo Tranus para cada cenário tendencial e transformador. Dessa forma, os seguintes indicadores de segurança viária serão estimados: número total de acidentes com vítimas feridas e fatais separada por modo de transporte e a taxa de acidentes por um milhão de viagens e por 100 mil habitantes.

As Tabelas 42 e 43 apresentam uma síntese das intervenções esperadas para os cenários tendenciais e transformadores respectivamente.

As intervenções especificadas nas Tabelas 9 e 10 serviram de base para a estimativa do risco relativo para as vítimas feridas e fatais por modo de transporte e por cenários tendenciais e transformadores conforme as Tabelas 44 a 47.

**Tabela 42 – Considerações a respeito do desempenho da segurança viária (cenários tendenciais)**

ANO	CONSIDERAÇÕES
2020	• Com base nos relatórios de 2001 a 2011 não é possível dizer que a frequência dos acidentes está diminuindo.
	• Entretanto considera-se um aumento de 4% aa para os milhões de pax.km a cada 4 anos anterior a 2016.
	• Iniciativas Bloomberg para a segurança viária.
	• Ações isoladas da "Década de ação da segurança viária da ONU" com final em 2020.
	• Avanço no plano diretor cicloviário com a construção de ciclovias e ciclofaixas e ações de gestão da velocidade.
2024	• Iniciativas globais descoordenadas e descontínuas seguindo o padrão atual
2028	• Iniciativas globais descoordenadas e descontínuas seguindo o padrão atual
2032	• Iniciativas globais descoordenadas e descontínuas seguindo o padrão atual
2036	• Iniciativas globais descoordenadas e descontínuas seguindo o padrão atual
2.040	• Iniciativas globais descoordenadas e descontínuas seguindo o padrão atual

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 43 – Considerações a respeito do desempenho da segurança viária (cenários tendenciais)**

ANO	CONSIDERAÇÕES
2020	1. Com base nos relatórios de 2001 a 2011 não é possível dizer que a frequência dos acidentes está diminuindo.
	2. Entretanto considera-se um aumento de 4% aa para os milhões de pax.km a cada 4 anos anterior a 2016.
	3. Iniciativas Bloomberg para a segurança viária.
	4. Ações isoladas da década de ação da segurança viária da ONU final em 2020.
	5. Avanço no plano diretor cicloviário com a construção de ciclovias e ciclofaixas e gestão da velocidade.
2024	1. Iniciativas globais para aumento da segurança viária.
	2. Implantação de aproximadamente 30% dos corredores BRT (infraestrutura veicular).
	3. Programa de requalificação de passeios e travessia de pedestres nos corredores - 30% concluído e moderação de tráfego nas áreas de influência dos corredores.
	4. Programa de implantação de medidas de moderação de tráfego nas bacias (áreas entre corredores) - 15% concluído.
	5. Intensificação da fiscalização e campanhas sobre o comportamento de risco do condutor - redução total de 5% até 2040 (todos) e 15% nos atropelamentos.
	6. Programa de requalificação da sinalização horizontal e vertical da malha viária - 20% concluído (redução total de 5%)
2028	1. Iniciativas globais para aumento da segurança viária.
	2. Implantação de aproximadamente 17% dos corredores BRT (infraestrutura veicular).
	3. Programa de requalificação de passeios e travessia de pedestres nos corredores - 50% concluído (Incremento 17%) e moderação de tráfego nos corredores.
	4. Programa de implantação de medidas de moderação de tráfego nas bacias - 30% concluído.
	5. Intensificação da fiscalização sobre o comportamento de risco do condutor - redução total de 5% até 2040 (todos) e 15% nos atropelamentos.
	6. Programa de requalificação da sinalização horizontal e vertical da malha viária - 40% concluído (redução total de 5%) (incremento 20%)
2032	1. Iniciativas globais para aumento da segurança viária.
	2. Implantação de aproximadamente 33% dos corredores BRT (infraestrutura veicular) - acumulado 82%.
	3. Programa de requalificação de passeios e travessia de pedestres nos corredores - 82% concluído (Incremento 32%) e moderação de tráfego nos corredores.
	4. Programa de implantação de medidas de moderação de tráfego nas bacias - 40% concluído.
	5. Intensificação da fiscalização e campanhas sobre o comportamento de risco do condutor - redução total de 5% até 2040 (todos) e 15% nos atropelamentos.
	6. Programa de requalificação da sinalização horizontal e vertical da malha viária - 60% concluído (redução total de 5%) (incremento 20%)
2036	1. Iniciativas globais para aumento da segurança viária.
	2. Implantação de aproximadamente 9% dos corredores BRT (infraestrutura veicular) - acumulado 91%.
	3. Programa de requalificação de passeios e travessia de pedestres nos corredores - 91% concluído (Incremento 9%) e moderação de tráfego nos corredores.
	4. Programa de implantação de medidas de moderação de tráfego nas bacias - 50% concluído (incremento 10%).
	5. Intensificação da fiscalização sobre o comportamento de risco do condutor - redução total de 5% até 2040 e 15% nos atropelamentos.
	6. Programa de requalificação da sinalização horizontal e vertical da malha viária - 60% concluído (redução total de 5%) (incremento 20%).
2040	1. Iniciativas globais para aumento da segurança viária.
	2. Implantação de aproximadamente 9% dos corredores BRT (infraestrutura veicular) - acumulado 100%.
	3. Programa de requalificação de passeios e travessia de pedestres nos corredores - 100% concluído (Incremento 9%) e moderação de tráfego nos corredores.
	4. Programa de implantação de medidas de moderação de tráfego nas bacias - 100% concluído (incremento 50%).
	5. Intensificação da fiscalização e campanhas sobre o comportamento de risco do condutor - redução total de 5% até 2040.
	6. Programa de requalificação da sinalização horizontal e vertical da malha viária - 60% concluído (redução total de 5%) (incremento 20%).

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 44 – Índices de feridos por 1 milhão de passageiros.km (cenários tendenciais)**

	16	20	24	28	32	36	40	RELAÇÃO 40/16
Atropelamentos	4,1266	3,7635	3,6882	3,6145	3,5422	3,4713	3,3672	0,82
Ciclistas	5,1996	4,6472	4,5543	4,4632	4,3739	4,2864	4,1578	0,8
Motocicleta	1,994	1,8759	1,8384	1,8016	1,7656	1,7303	1,6784	0,84
Carro	0,1875	0,1764	0,1729	0,1694	0,166	0,1627	0,1578	0,84
Ônibus	0,0083	0,008	0,0078	0,0077	0,0075	0,0074	0,0072	0,86

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 45 – Índices de feridos por 1 milhão de passageiros.km (cenários transformadores)**

	16A	20B	24B	28B	32B	36B	40B	RELAÇÃO 40/16
Atropelamentos	4,1266	3,7635	3,3787	3,0677	2,7603	2,5489	2,2681	0,55
Ciclistas	5,1996	4,6472	4,2581	3,9459	3,6237	3,4151	3,1016	0,6
Motocicleta	1,994	1,8759	1,7508	1,6456	1,5375	1,4601	1,3588	0,68
Carro	0,1875	0,1764	0,1675	0,1591	0,1517	0,1446	0,1337	0,71
Ônibus	0,0083	0,008	0,0076	0,0072	0,0069	0,0066	0,0061	0,73

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 46 – Índices de mortos por 1 milhão de passageiros.km (cenários tendenciais)**

	16	20	24	28	32	36	40	RELAÇÃO 40/16
Atropelamentos	0,4374	0,3569	0,3498	0,3428	0,336	0,3292	0,3227	0,74
Ciclistas	0,3541	0,2601	0,2549	0,2498	0,2448	0,2399	0,2351	0,66
Motocicleta	0,0512	0,0418	0,0409	0,0401	0,0393	0,0385	0,0378	0,74
Carro	0,008	0,0069	0,0068	0,0066	0,0065	0,0064	0,0062	0,78
Ônibus	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,87

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 47 – Índices de mortos por 1 milhão de passageiros.km (cenários transformadores)**

	16	20	24	28	32	36	40	RELAÇÃO 40/16
Atropelamentos	0,4374	0,3569	0,3498	0,3428	0,336	0,3292	0,3227	0,74
Ciclistas	0,3541	0,2601	0,2549	0,2498	0,2448	0,2399	0,2351	0,66
Motocicleta	0,0512	0,0418	0,0409	0,0401	0,0393	0,0385	0,0378	0,74
Carro	0,008	0,0069	0,0068	0,0066	0,0065	0,0064	0,0062	0,78
Ônibus	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,87

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

### **Indicadores sobre as emissões de poluentes:**

As emissões de poluentes atmosféricos, especificamente de veículos automotores terrestres, têm crescido ao longo das últimas décadas em todos os países. Nos grandes centros urbanos, as fontes móveis são as principais responsáveis pela degradação do ar (MARTINS et al., 2015). O número crescente da frota automotora faz aumentar a preocupação e atenção com a emissão de poluentes atmosféricos. Embora as autoridades estejam cada vez mais rigorosas no controle e fiscalização, desde a fabricação dos veículos, nota-se que, devido à dependência por veículos automotores leva ao aumento das taxas de emissões de poluentes. É determinante reduzir os níveis de emissão dos principais poluentes veiculares, com destaque para material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx) e hidrocarbonetos (HC). Em complementação, tem-se o dióxido de carbono (CO2) que, embora não seja considerado um poluente devido à sua baixa toxicidade, compõe a relação dos gases que contribuem para o efeito estufa, ao mesmo tempo tem papel decisivo em processos como a fotossíntese (CAPPIELLO, 2002).

O conhecimento sobre os totais de poluentes é informação importante dentro de um processo de planejamento, em especial quando existem objetivos reais que primam por mitigar tais efeitos. Para a compreensão dos impactos nocivos dos poluentes atmosféricos de nível local (CO, HC, NOx e MP) são necessários levantamentos de emissões de tais poluentes, não restringindo os estudos aos gases de efeito estufa, tal como CO2, apenas. Um dos caminhos para se conhecer os totais desses poluentes é por meio de modelagem. Para tal, foi escolhido o modelo desenvolvido por Gurjar et al. (2004) como sendo o modelo adequado para ser aplicado no âmbito do Plano Fortaleza 2040, em especial por ele ser reconhecido pela comunidade internacional, inclusive pela Agência de Proteção Ambiental Norte Americana (EPA) e utilizado em vários estudos e aplicações ao redor do mundo, além de depender de variáveis que podem ser obtidas para a cidade de Fortaleza dentro do escopo do Plano Fortaleza 2040.

$$E_j = \sum_i (PV_i * FE_{ij} * KV_i)$$

- J, o tipo de poluente (CO, HC, NOx, CO2 e MP);
- E<sub>j</sub>, o total de emissões do poluente j;

- I, o tipo de veículo (neste estudo, os veículos são classificados em cinco categorias, veículos leves ciclo Otto [VLCO], veículos leves a diesel [VLD], veículos urbanos de carga [VUC], veículos urbanos de passageiros [VUP] e motocicletas [MC]);
- $PV_i$ , a população veicular dos veículos  $i$ ;
- $FE_{i,j}$ , os fatores de emissão do poluente  $j$  para cada veículo  $i$ ; e
- $KV_i$ , a quilometragem percorrida dos veículos  $i$ .

A população veicular foi obtida a partir de dados fornecidos pelo Departamento de Trânsito do Ceará (Detran) para as cinco categorias apresentadas anteriormente. Os veículos leves Ciclo Otto (VLCO) se subdividem em quatro categorias a depender do tipo de combustível consumido, são elas: VLCO a gasolina; VLCO a álcool; VLCO Flex; e VLCO Gasolina / Flex + GNV. Os veículos leves a diesel (VLD) são alimentados exclusivamente por diesel, assim como os veículos urbanos de carga (VUC) e veículos urbanos de passageiros (VUP). As motocicletas (MC) se subdividem em duas categorias: MC a gasolina; e MC Flex.

Na categoria de VLCO e VLD são inclusos os seguintes veículos: automóveis, caminhonetes, camionetas, utilitários e outros tipos de veículos – que não se enquadram em nenhuma das categorias anteriores. Na categoria dos VUC são inclusos os veículos: caminhão trator e caminhões em geral. Para os VUP, são inclusos os ônibus e micro-ônibus. No caso das MC estão inclusas as motonetas e motocicletas.

O Brasil implementou diferentes fases de emissões veiculares ao longo dos anos, na tentativa de melhorar a eficiência dos motores e reduzir as emissões. Estas fases são impostas pelo Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve)

e buscam reduzir os limites de emissão por meio de novas tecnologias e melhor eficiência do consumo energético. O modelo aplicado incorpora todas as fases impostas pelo Proconve – fases L1 a L5 para veículos ciclo Otto e veículos leves a diesel, de 1988 a 2013, e as fases P1 a P7, para veículos pesados, de 1999 a 2013 –, com a adição das proporções das datas de fabricação dos veículos, sendo obtidas por dados fornecidos pelo Denatran. Ademais, referências internacionais apontam que nos próximos anos os veículos possuirão sistemas catalíticos que reduzirão as taxas de emissão atuais na ordem de 15%, graças aos avanços tecnológicos e aos pactos e acordos internacionais referentes a mudanças climáticas.

A massa de poluente emitida pelos veículos ao circular por uma determinada distância, expressa usualmente em gramas por quilômetro (g/km), pode ser definida como fator de emissão. Os valores empregados no projeto foram determinados em laboratório e publicados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). Os fatores de emissão dos veículos pesados, caminhões e ônibus foram obtidos a partir de testes de bancada e expressos em massa de poluente por quantidade de energia fornecida (g/kWh). Os valores dos fatores para veículos diesel, com intuito de compor inventários de emissão, passam por processo de cálculo que os converte para massa de poluente por quilômetro, como nos demais veículos.

Por sua vez, a aquisição dos dados de tráfego veicular foi obtida a partir da modelagem realizada pelo Tranus, sendo dividida nas cinco categorias de veículos sugeridas.

Quanto aos fatores de emissão veiculares, os dados dos totais de veículos por categoria tiveram que ser definidos em função do ano de fabricação. Tais informações foram obtidas no relatório do Denatran (2016) sobre detalhamento da frota veicular

brasileira disponível para consulta na internet. Assim, os fatores de emissão adotados, com base nessa série de estudos relatados, foram tabulados de acordo com cada categoria de veículo e respectiva subcategoria de combustível utilizado, considerando cada um dos cinco poluentes atmosféricos emitidos pela frota veicular registrada em Fortaleza.

Com as proporções veiculares e os fatores de emissão para todos os tipos de veículos e combustíveis foram calculados os fatores médios para cada categoria veicular, ponderado pela frota proporcional a cada ano. No entanto, algumas considerações foram feitas para o cálculo dos fatores de emissão aos dados da Cetesb, tais como: Os fatores aplicados aos veículos com GNV foram do tipo “gasolina C + GNV”; Os fatores de “caminhões leves” (entre 6 e 10 toneladas) foram utilizados como base de cálculo para os caminhões, por comporem a maioria da frota do município; os fatores de “ônibus urbanos” foram utilizados como base de cálculo para os ônibus, por conta do tipo de viagens realizadas na cidade; e os fatores de “motocicletas <=150 cc” foram utilizados como base de cálculo para motocicletas, por constituir maior parte da frota dessa categoria.

A aplicação do Tranus possibilitou a obtenção das distâncias médias percorridas por cada tipo de veículo, conforme apresentado na Tabela 48.

Tais elementos consistirão na base para aplicação do modelo de emissões adotado e, conseqüentemente, estimativa dos totais de emissões

atmosféricas na cidade de Fortaleza, conforme será detalhado na sequência.

### **Indicadores sobre o transporte da carga:**

O transporte de carga é um elemento importante para a sociedade, em especial para as populações urbanas, e, muitas vezes, sua operação impacta diretamente no transporte público e no transporte individual, fazendo com que a operação de distribuição de mercadorias torne-se algo “indesejado” por parte da população. Nesse contexto, surge a necessidade de desenvolver um plano de circulação de veículos de carga e de operações associadas, no qual são evidenciados os tipos de carga, volumes e especificidades da movimentação gerada, buscando, de forma racional, mitigar os desconfortos promovidos, como vibrações, ruídos, contaminação do ar e solo, emissão de resíduos sólidos e líquidos, deterioração da malha viária, acidentes etc. Para tanto, programas que contemplem aspectos como regulamentação do transporte de cargas (inclusive cargas perigosas), definição de rotas preferenciais e das vias de uso proibido e sinalização específica (orientação e restrição) são fundamentais e de extrema urgência. Mas, antes disso, é de suma importância saber como as cargas estão circulando e se distribuindo pela cidade, em um grande esforço de caracterização e diagnóstico da problemática, do contrário, as ações podem impactar negativamente na circulação de mercadorias, podendo resultar em situações de desequilíbrio econômico. Nesse aspecto,

**Tabela 48 – Distâncias percorridas por cada categoria de veículos, por hora (km)**

	<b>VLCO</b>	<b>VLD</b>	<b>VUP</b>	<b>MC</b>
Quantidade de veículos	117372	9030	2311	58740
Distância média percorrida (Km/Veí/h)	8	8	34	7

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Fortaleza seguiu exemplo de outras cidades brasileiras e buscou propor ações de restrição à circulação de veículos de transporte de carga antes mesmo de se conhecer os impactos que tal atividade traz ao sistema de transporte e à sociedade.

No tocante ao conhecimento dos impactos da atividade, tem-se o conhecimento da matriz de deslocamentos, ou matriz origem-destino (OD). Assim, as matrizes OD são um importante input para o tomador de decisão no processo de Planejamento de Transportes. Elas representam o padrão do fluxo de viagens em determinada rede, indicando quantos veículos (ou, ainda, pessoas ou unidades de carga) partem de cada região para as demais. Essa informação é essencial para se conhecer adequadamente os problemas e para que boas decisões e práticas sejam aplicadas na etapa de Análise e Planejamento do Sistema de Transporte. A estimação do fluxo de cargas pode basear a tomada de decisão e avaliar a eficácia de medidas tais como a definição de áreas de circulação de veículos, zonas para carga e descarga, janelas de tempo para distribuição, implantação de áreas de armazenagem e outras medidas mitigadoras.

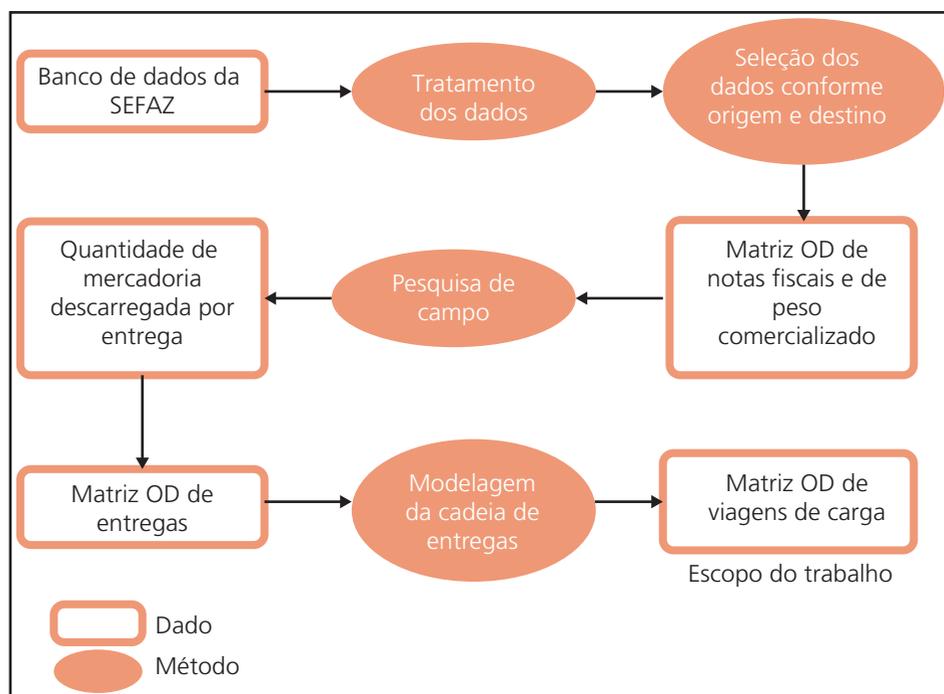
O processo tradicional de obtenção de matrizes origem e destino envolve a tentativa de reproduzir o contexto decisório dos viajantes ou dos operadores da movimentação de carga. Aplicam-se pesquisas de campo que buscam conhecer a origem, o destino, o meio e a rota escolhidos pelos transportadores/usuários. Essas enquetes são feitas nas estradas ou no ambiente de origem das viagens. Entende-se que o produto final dessa metodologia é a simulação dos volumes de tráfego de pessoas ou cargas, nos nós e arcos de uma rede de transporte urbano ou regional (PITOMBEIRA, BERTONCINI e LOUREIRO, 2011). Todavia, esse método acaba por tornar-se custoso, devido à

necessidade de contratar pessoal para a execução da pesquisa e o tempo gasto para o processamento dos dados até a estimação da matriz OD.

O procedimento adotado no âmbito do Plano Fortaleza 2040 consistiu em identificar o padrão de geração de viagens de carga tomando por base dados indiretos, mais especificamente dados de natureza fiscal, como as notas fiscais eletrônicas. Tal situação foi possível pelo fato de a Secretaria Estadual de Fazenda do Ceará (Sefaz/CE) ter disponibilizado uma série histórica de notas emitidas, obviamente preservando o sigilo fiscal dos envolvidos. A razão por trás da premissa adotada consiste no argumento de que o transporte de carga é apenas um vetor que provisiona uma atividade comercial. Assim, a emissão de nota fiscal indica que haverá transporte. Em complementação, para melhorar o modelo, foi correlacionado dados de empregos, pois, com isso, foi possível fazer projeções e previsões referentes aos totais de mercadorias movimentadas. O número de empregados em determinada região apresenta estreita relação com a movimentação de mercadorias, pois espera-se que áreas com quantidade elevada de trabalhadores de indústria e comércio sejam regiões que movimentem muita carga. A estrutura adotada está representada na Figura 95.

A Figura 95 exibe fluxograma elaborado por Herculano (2015), sendo que tal proposta buscou estimar a matriz OD de entregas, podendo estas serem feitas com veículos motorizados ou não. Contudo, torna-se mais representativo uma abordagem baseada no conceito de cadeia de entregas, como realizado por Nuzzolo, Crisalli e Comi (2012) e destacado na Figura 96. Para a cidade de Roma, na Itália, Nuzzolo, Crisalli e Comi (2012) encontraram o valor médio de duas entregas por caminhão. Herculano (2015) encontrou um valor médio de 1,2 entregas para cada nota fiscal emitida

**Figura 95 – Obtenção de matriz OD semente de a partir de banco de dados de notas fiscais**



Fonte: Adaptada de Herculano, 2015.

com destino ao centro de Fortaleza. Esses valores foram adotados para converter uma matriz OD de notas fiscais, que informava tão somente quantas notas partiam de cada lugar e iam para um destino, para uma matriz de entregas, e então para uma matriz veicular. Destaca-se a premissa de que a área de estudo segue a mesma distribuição das cidades de Roma e Fortaleza para as variáveis em questão, além de acreditar-se que a média de ambas as variáveis é um bom valor representativo do fenômeno.

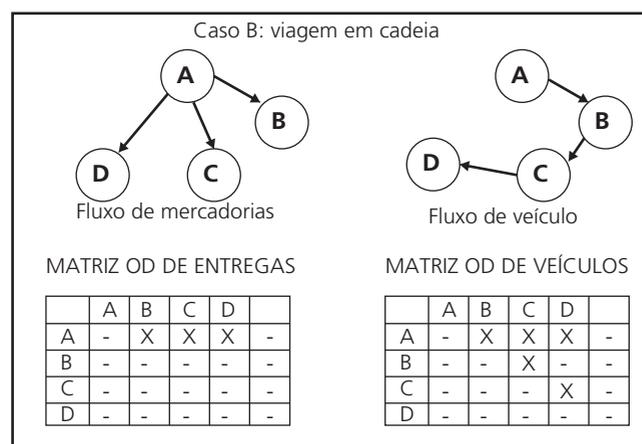
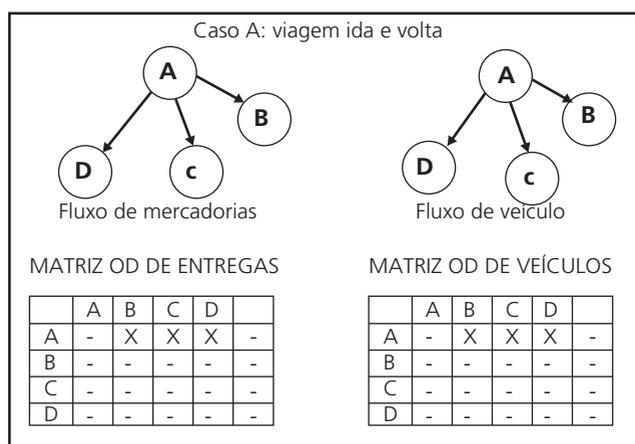
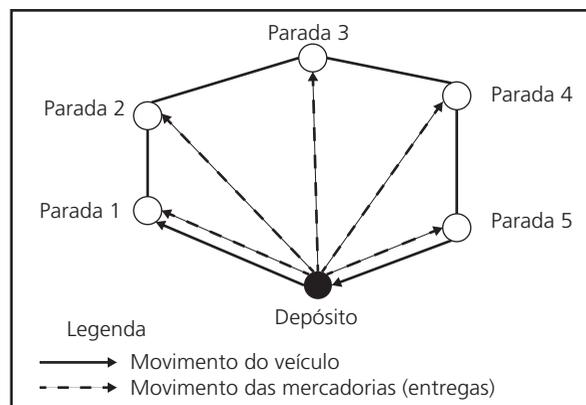
Tem-se ainda a necessidade de determinar os intervalos em que ocorrem a maior quantidade de entregas. Para Fortaleza, com base em pesquisa realizada em campo, chegou-se à conclusão que durante o dia ocorre a maior quantidade de operações.

A partir dessas informações, encontrou-se um

valor de 70%, que representa a proporção da hora mais carregada em um dia típico de circulação de cargas, no relatório feito para a cidade de Fortaleza (Caracterização da Circulação de Veículos de Carga e suas Operações Associadas – Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Infraestrutura). Daí, foi construído um modelo que busca explicar a geração de viagens de carga no município de Fortaleza. O resultado do modelo é apresentado no Gráfico 35. A proposta buscou correlacionar a quantidade de notas fiscais com o número de trabalhadores registrados, conforme base Rais disponível no site do Ministério do Trabalho e Emprego.

A partir desse modelo e de posse dos dados disponíveis e gerados pelo programa Tranus, em especial dados de emprego, foi possível apresentar

Figura 96 – Modelagem da movimentação de veículos de carga



Fonte: Nuzzolo, Crisalli e Comi, 2012.

resultados dos totais de notas fiscais eletrônicas (NFe) para cada zona de tráfego na cidade de Fortaleza. Os resultados gerados apontaram as diferenças entre os cenários e, a partir daí, uma série de proposições envolvendo o transporte de carga foram feitas, em especial com vistas a reduzir os impactos ocasionados ao centro do município.

### 3.6.3 RESULTADOS

A apresentação dos resultados será dividida por indicador. Para cada um será feita uma contextualização, apresentando as considerações utilizadas nos modelos, os resultados numéricos e,

quando necessário, análises qualitativas e, ao final, uma análise crítica sobre esses resultados, auxiliando a compreensão destes.

Todos os indicadores são relacionados entre si, por isso, é realizado, quando necessário, um comentário sobre essas correlações. Toda essa análise é apresentada a seguir.

#### Origens e destinos das viagens

Algumas soluções para muitos dos problemas referentes à mobilidade urbana estão relacionadas com as medidas de desempenho dos veículos nas vias, por exemplo: velocidade média, tempo de deslocamento,

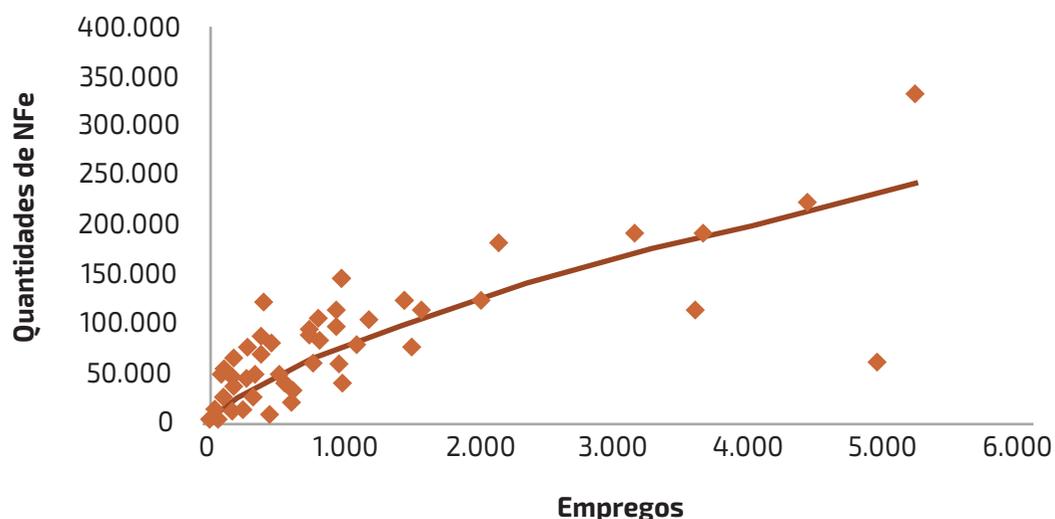
consumo total de combustível e emissões de poluentes atmosféricos. Essas medidas de desempenho, de uma forma geral, estão relacionadas ao conhecimento prévio do total de viagens geradas em determinado intervalo de tempo, considerando um motivo/razão específicos, entre uma origem e um destino conhecidos. O conhecimento desse total de viagens permitirá a obtenção de informações sobre: volume de tráfego, ocupação das vias e velocidade média da corrente de tráfego, a citar. Essas são informações importantes para compreensão e consequente busca de solução dos problemas inerentes à mobilidade urbana (HELLINGA, 1994).

A demanda por transportes é um conceito mais geral que pode ser definido como o desejo de uma pessoa ou grupo de pessoas de se locomoverem ou locomover algum bem, de um lugar para outro, em um determinado momento, e, em complementação, a demanda pode estar

relacionada a uma dada modalidade de transporte e a uma determinada rota. A representação da demanda é geralmente feita por meio de uma matriz contendo os pares origem-destino (OD), mas pode ser representada de forma gráfica, com apoio de mapas que indicam os totais produzidos e atraídos em cada zona de tráfego da região em análise. Tal representação pode ser considerada um dos principais dados de entrada para análise e planejamento de um sistema de transportes.

No âmbito do Plano Fortaleza 2040, a determinação dos fluxos de tráfego se deu com uso do processo de modelagem integrado entre transporte, uso do solo e sistema de atividades preconizado no Tranus, o qual busca estimar os fluxos seguindo arranjo baseado no conceito do insumo-produto. A título de ilustração, áreas com grande oferta de vagas de trabalho tendem a atrair maior quantidade de viagens com motivação trabalho.

**Gráfico 35 – Modelo de previsão da geração de notas fiscais em função da quantidade de empregos**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Os resultados gerados em cada um dos cenários estudados possibilitaram a construção de mapas que retratam os totais de viagens que são originados em cada zona de tráfego, bem como a quantidade total de viagens que são atraídas por essas zonas, conforme os motivos de viagem: (i) trabalho; (ii) educação; e (iii) outros. Deve-se aqui recapitular que a escolha por esses três motivos de viagem reside no fato de que, dentre os principais motivos de viagem, trabalho e educação são responsáveis por mais de 70% dos fluxos observados em uma área urbana (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 2011) e que tais fluxos são os mais representativos dentro dos períodos de pico, estando, portanto, em consonância com os princípios e premissas pactuadas no Projeto.

Assim, a primeira análise consistiu em uma visão geral, ampla, envolvendo o total de viagens originadas e atraídas pelas zonas de tráfego, independentemente do motivo de viagem. As análises consistem no comparativo entre os períodos levando em conta os Cenários tendencial e transformador. Na Figura 97 é apresentada uma sequência de mapas que apontam para cada ciclo (quatro anos), os resultados em termos de origem e de destino para os cenários tendencial e transformador. Em suma, os cenários tendenciais têm em comum o fato de os destinos prioritários, que concentram mais de 5 mil viagens/hora, estarem concentrados na grande região de influência do centro (Centro, Benfica, Fátima, Joaquim Távora, Aldeota, Meireles, Dionísio Torres e adjacências), já as origens são notoriamente destacadas em regiões periféricas da cidade. Esse padrão estabelece um arranjo deveras improdutivo para a sociedade, pois a obriga a efetuar grandes deslocamentos, além de acentuar a tendência do deslocamento pendular, que agrava o carregamento do sistema de transporte em períodos de pico.

Por sua vez, à medida que os corredores vão sendo implantados, nota-se uma tendência de maior arranjo

desse deslocamentos dentro das centralidades dos corredores, ou zonas de corredores. Tal comportamento corrobora exatamente aquilo que se esperava do projeto ao propor o conceito dos corredores. Observa-se que à medida que os corredores são implantados, há uma maior distribuição das origens e dos destinos, fazendo com que haja maior equidade na realização das viagens dentro do município de Fortaleza. Mas deve-se destacar que, embora tal padrão seja observado, as viagens com destino ao Centro continuam intensas, sendo que isso se justifica dado a importância histórica e cultural que o Centro exerce na cidade de Fortaleza e que está respeitado e preservado no projeto. Observa-se também que haverá aumento na intensidade de viagens nos bairros periféricos, tanto em termos de origem, mas principalmente de destino, sendo que tal fato se justifica devido a haver um aumento da oferta de atividades como emprego e vagas escolares nessas regiões. Isso faz com que, apesar de haver um aumento nos totais de viagens com o passar do tempo (natural, devido ao crescimento populacional), as viagens tendem a ter um número expressivo entre regiões próximas, impactando positivamente no sistema de transportes, pois ocorrerão deslocamentos em menores distâncias.

A discussão descrita, anteriormente, de forma geral, é corroborada com as Figuras 98 a 100, que trazem mapas que representam os totais originados e destinados em cada uma das zonas de acordo com os motivos: trabalho, educação e outros, respectivamente. A origem das viagens motivo trabalho tem relação direta com a oferta de mão de obra qualificada e que esteja dentro de uma faixa etária apropriada para as atividades laborais, enquanto o destino tem relação direta com a oferta de vagas de trabalho. Assim, zonas com grande concentração de população economicamente ativa tendem a produzir maior número de viagens com

motivo de trabalho, enquanto zonas com maior quantidade de empregos/postos de trabalho tendem a atrair/receber maior quantidade de viagens.

Observa-se que nos cenários tendenciais há grande concentração de áreas periféricas como sendo origem de viagens e o centro (e adjacências) como grande destino das viagens. À medida que os anos passam, a tendência se acentua, sendo nítida uma tendência de deslocamentos entre oeste/sudoeste-centro.

Conforme os corredores vão sendo instalados, as zonas de origem vão modificando sua concentração e suas proporções. Por sua vez, as zonas de destino começam a adquirir a forma dos próprios corredores, pois, nas zonas de estação, haverá criação de postos de trabalho. Destaca-se que o centro e outras áreas da cidade que possuem grande concentração de empregos, continuam sendo regiões de destino de viagens, explica-se isso devido à questão de não modificar ou alterar a oferta de postos de trabalhos em tais regiões. O sucesso do projeto em termos de redistribuição de viagens por motivo de trabalho, em termos de equidade dos deslocamentos, reside no fato de terem sido criados postos de trabalho ao longo das zonas de estação dos corredores. Nota-se que em, 2040, há um preenchimento amplo de zonas de origem e destino, sendo que as regiões com baixa geração de viagens correspondem a áreas de preservação, ou a regiões em que haverá pouca quantidade de população.

A mudança mais significativa em termos de padrão de deslocamentos está no motivo educação. Da maneira como a estrutura urbana está constituída hoje, nota-se grande concentração na área oeste da cidade, em termos de origem e destino de viagens. Sendo que isso vai se agravando ano após ano, inclusive com regiões com mais de 700 viagens/hora (seriam dez ônibus de 70 lugares por hora, apenas para acomodar tal demanda dentro dessa região).

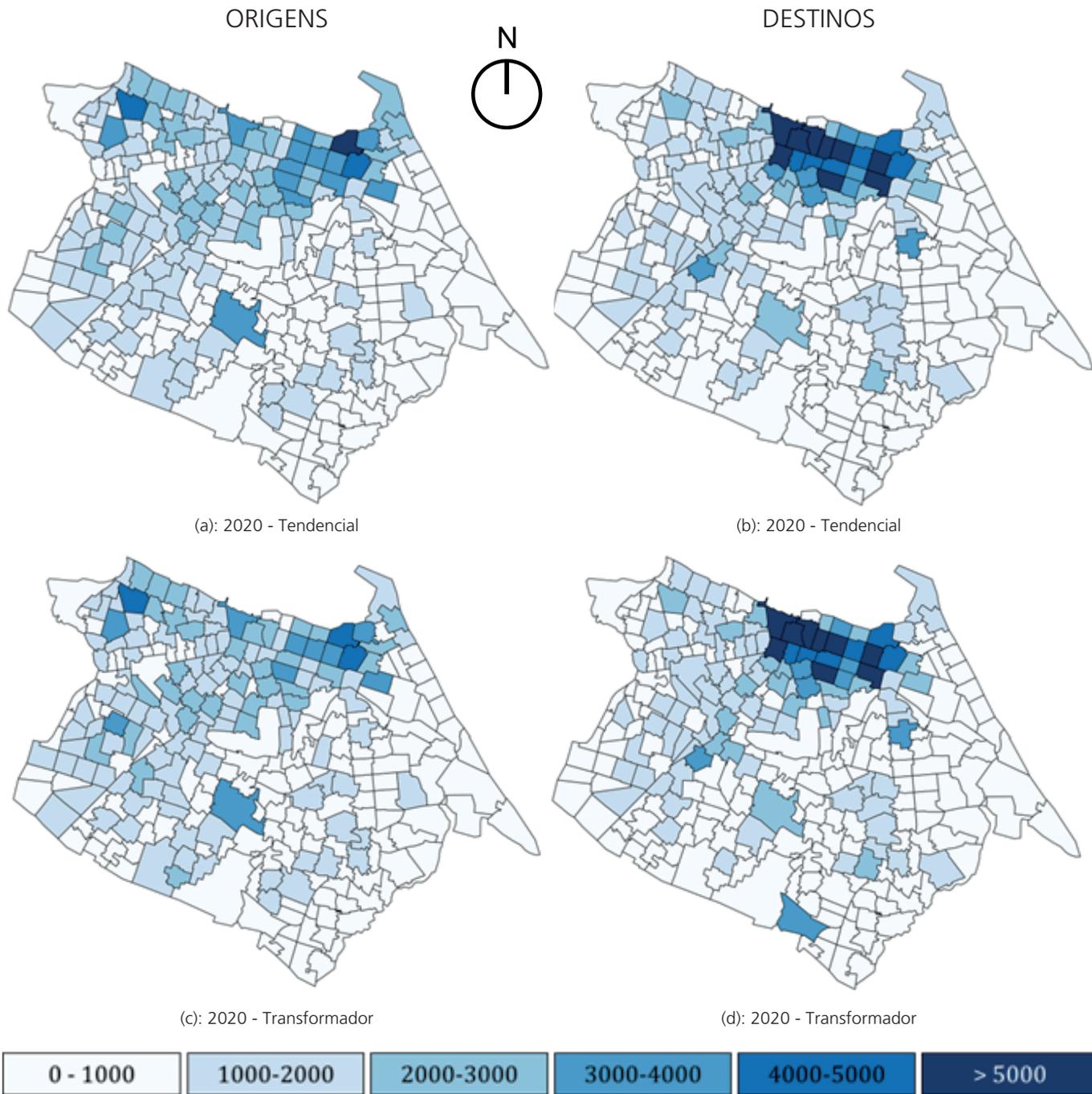
Com a implantação dos corredores e das premissas dos projetos, os totais de viagens vão se acomodando, chegando à situação de, em 2040, não mais haver zonas com grande geração de viagens, e observar-se, aí, um nítido equilíbrio em termos da concentração das viagens. Tal fato significa que haverá um deslocamento mais adequado quando o motivo for educação, ou seja, as pessoas se deslocaram menos, o que certamente trará ganhos em termos de aprendizagem, além de impactar em um melhor aproveitamento do tempo.

Em relação ao motivo outros, entende-se viagens que não terão como base trabalho ou educação, podendo ser viagens com motivo compras, lazer, saúde, dentre outros. Nos cenários tendenciais, observa-se maior destaque para bairros cuja população apresenta melhor poder aquisitivo, em termos de origem, e áreas com maior concentração de serviços e lazer, como região central e adjacências.

Com o tempo e com a instalação dos corredores de transportes, é notória a redistribuição das viagens, especialmente pelo fato de não se observar, em 2040,, zonas com grande concentração de viagens. Observa-se lá, com exceção do centro e adjacências, baixa concentração de viagens, sendo nítido o equilíbrio destas.

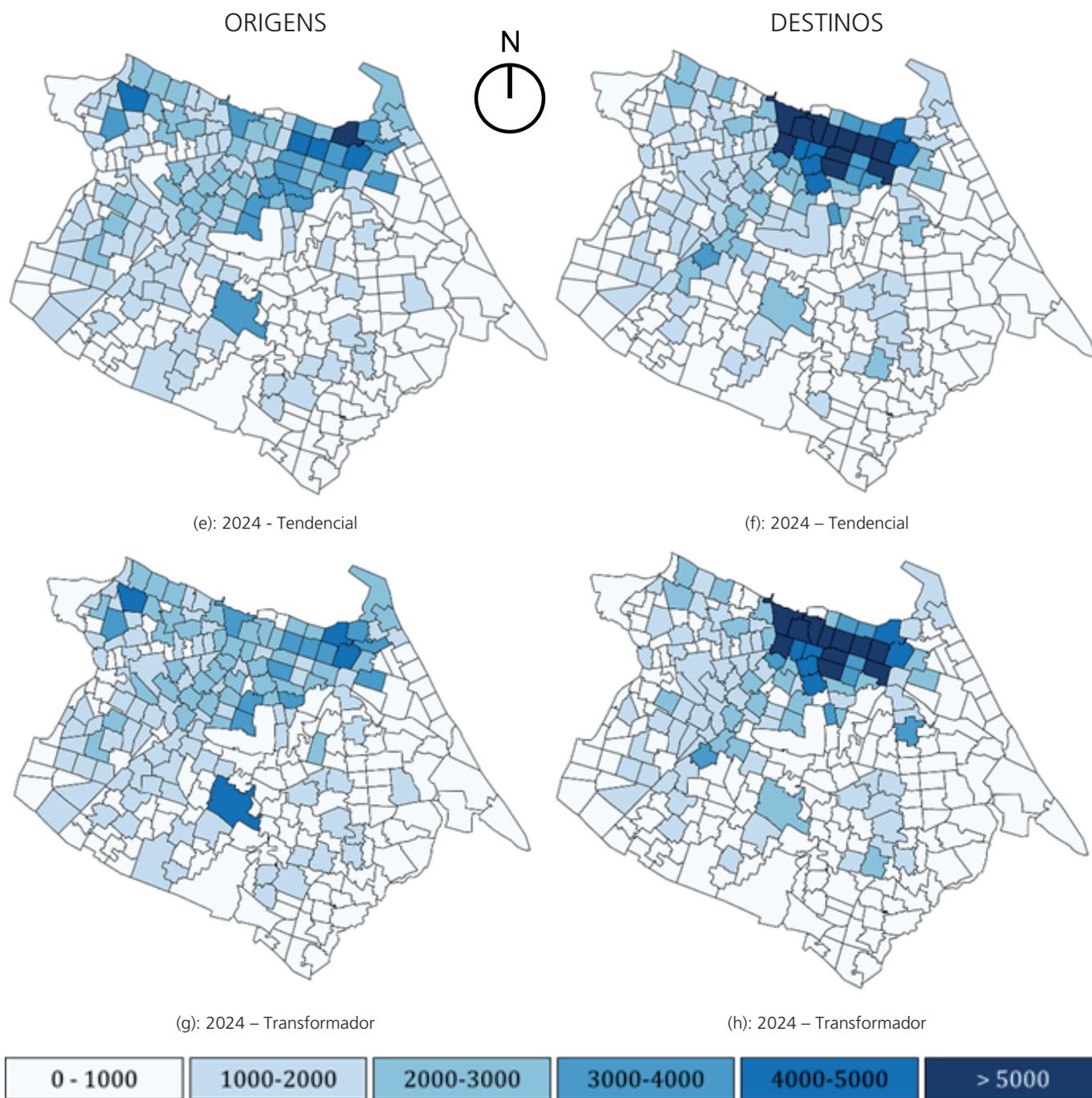
O padrão observado de deslocamento quando comparado ao ano-base (hoje), os anos tendenciais e os cenários transformadores, em especial 2040, tem-se uma nítida melhoria em termos de concentração de viagens o ano de 2040 ao seguir os princípios e premissas preconizados no Plano, em especial no que diz respeito aos Corredores de Desenvolvimento Orientados por Transportes. Tal proposta indica que haverá uma melhoria e uma tendência de equidade nas regiões englobadas por tais corredores, o que resultará em benefícios, em termos de deslocamento, para toda a cidade.

Figura 97 – Origens e Destinos de Todas as Viagens



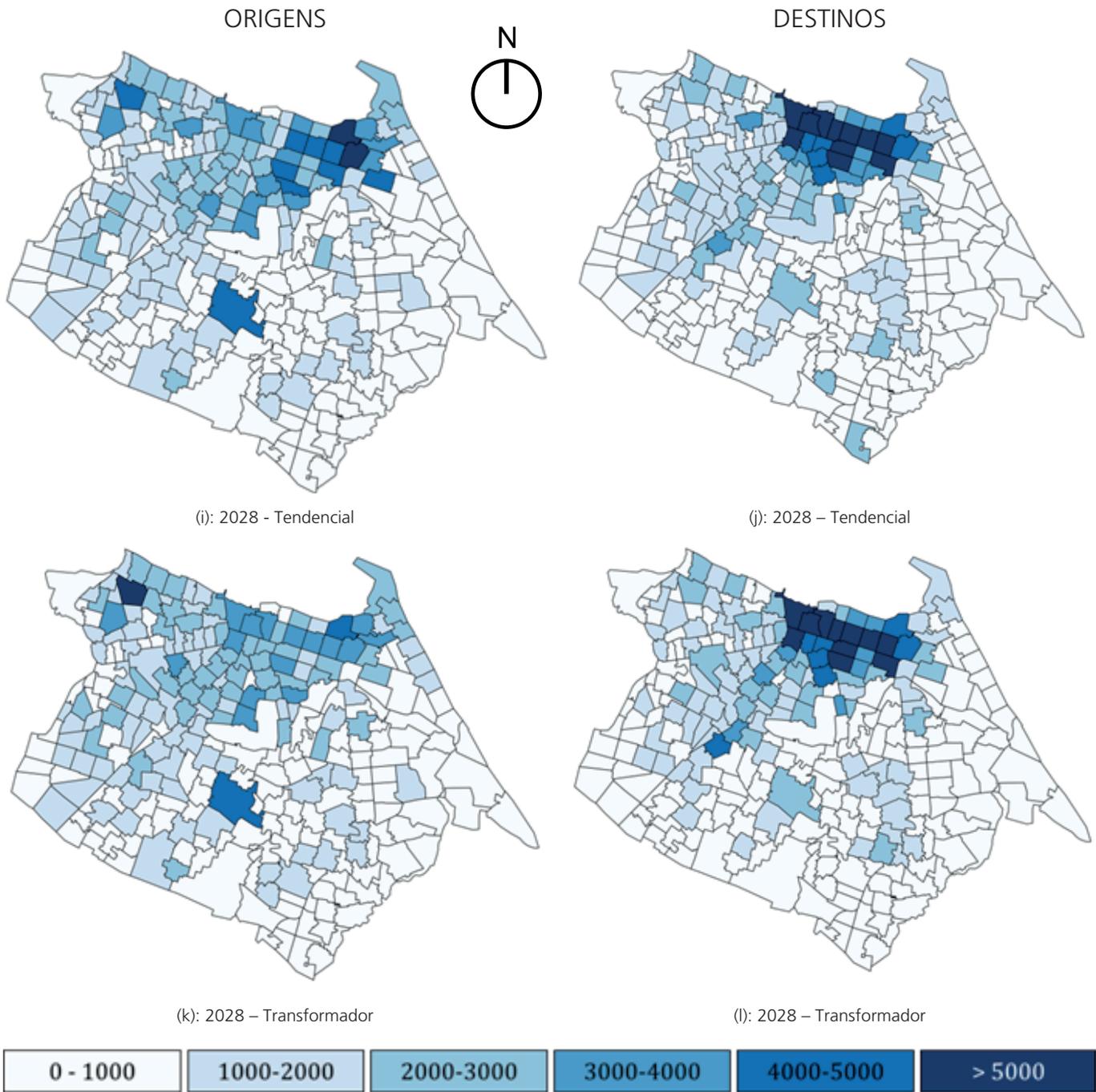
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 97 – Origens e Destinos de Todas as Viagens



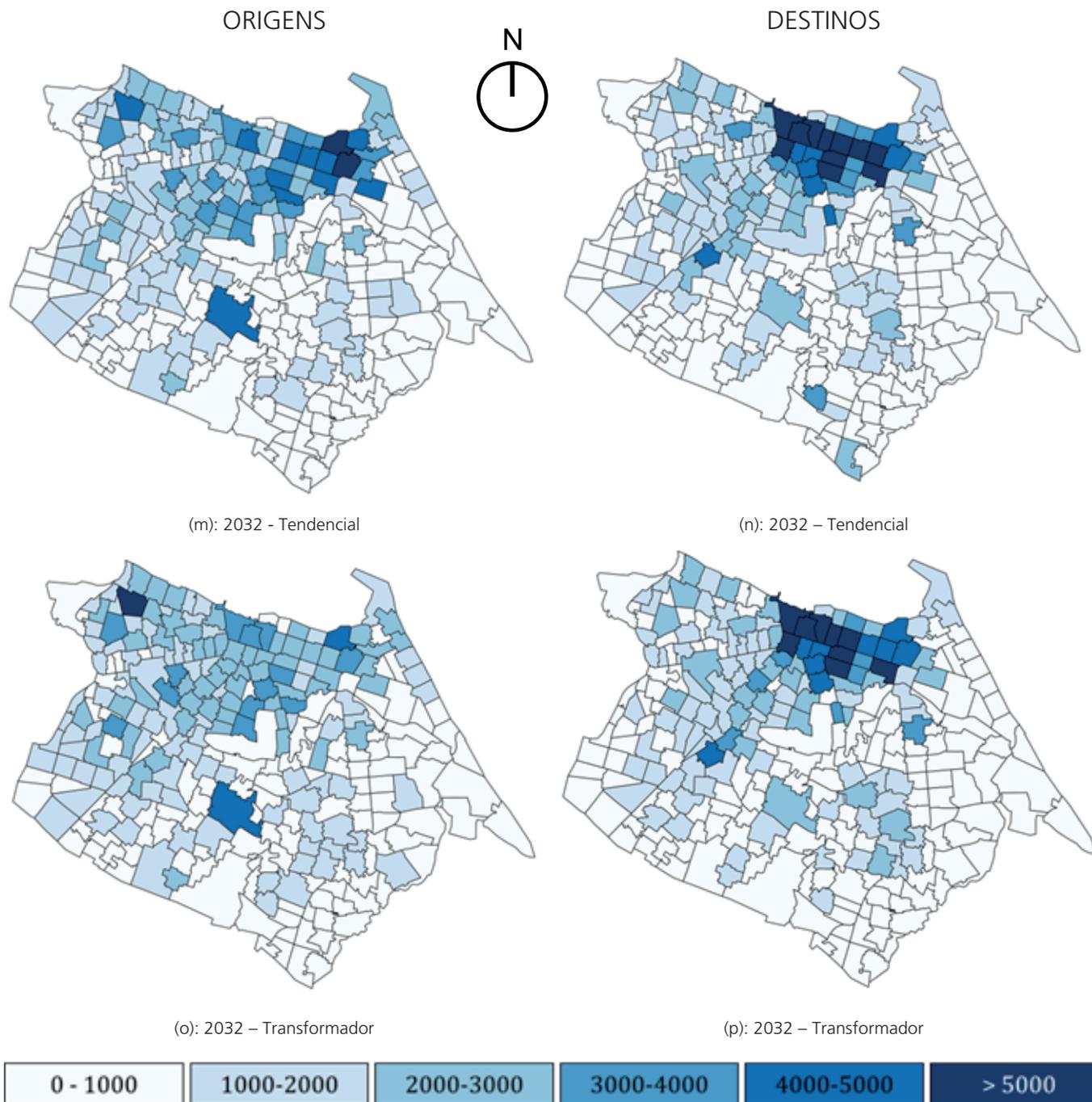
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 97 – Origens e Destinos de Todas as Viagens



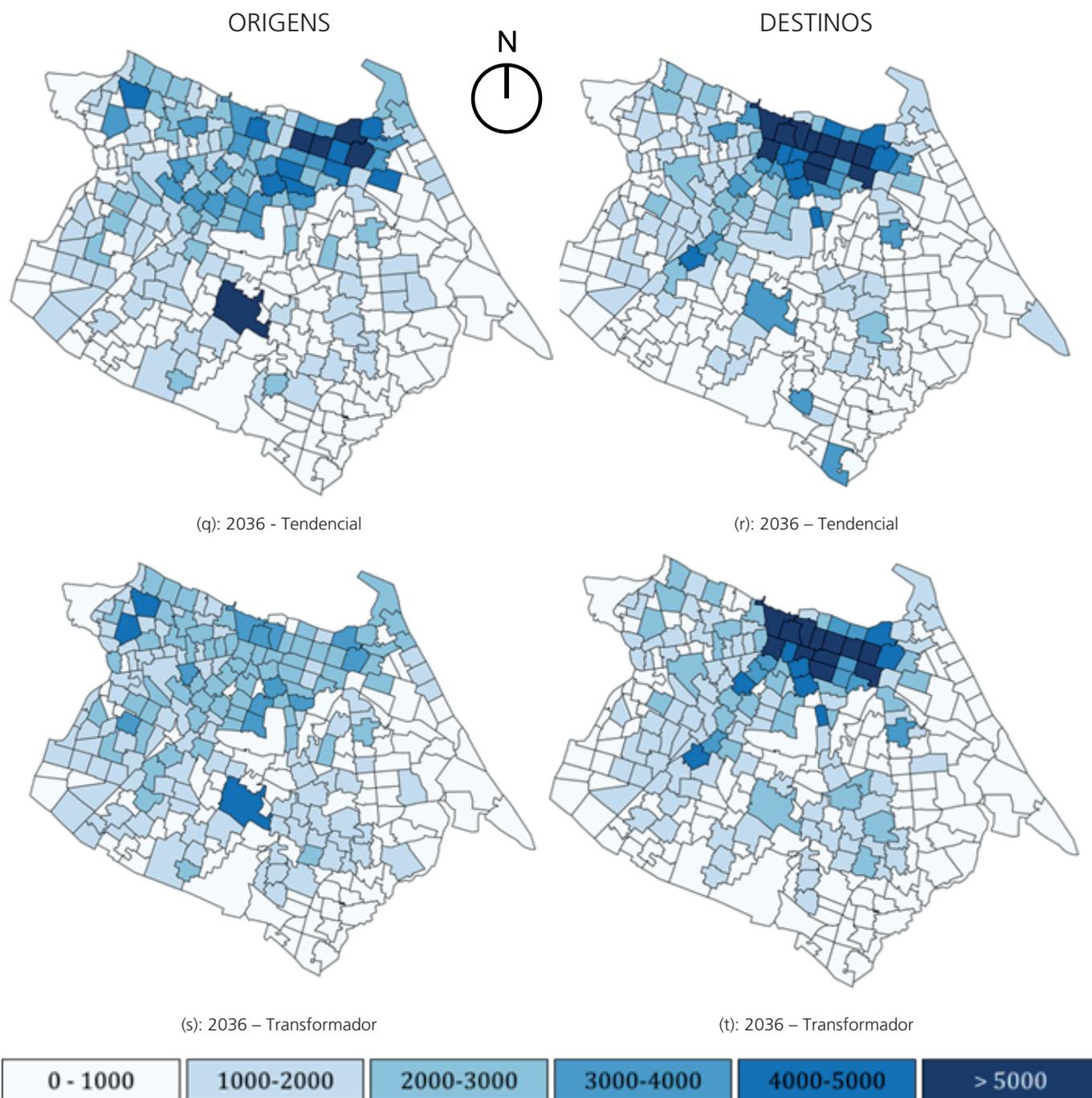
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 97 – Origens e Destinos de Todas as Viagens



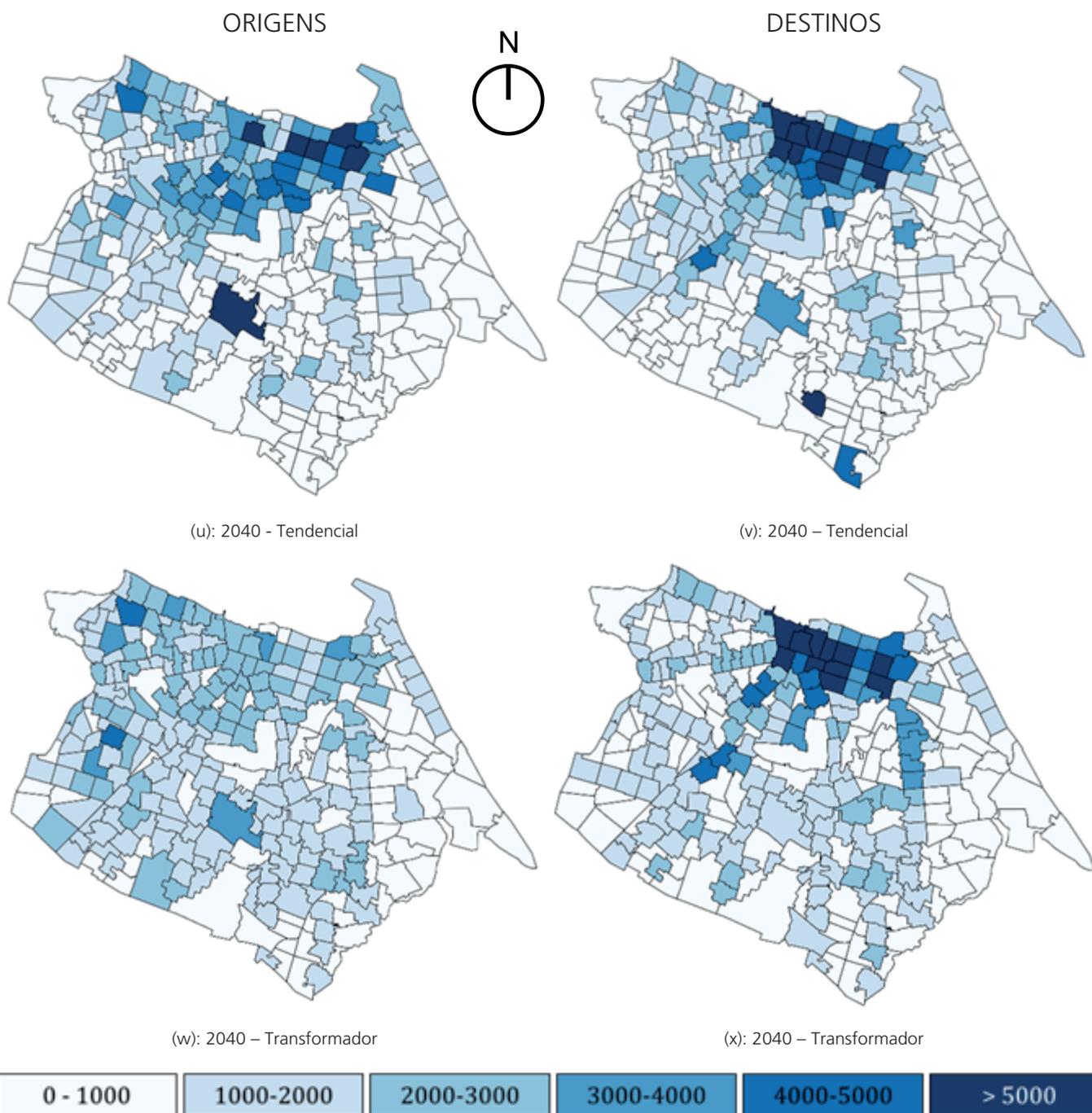
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 97 – Origens e Destinos de Todas as Viagens



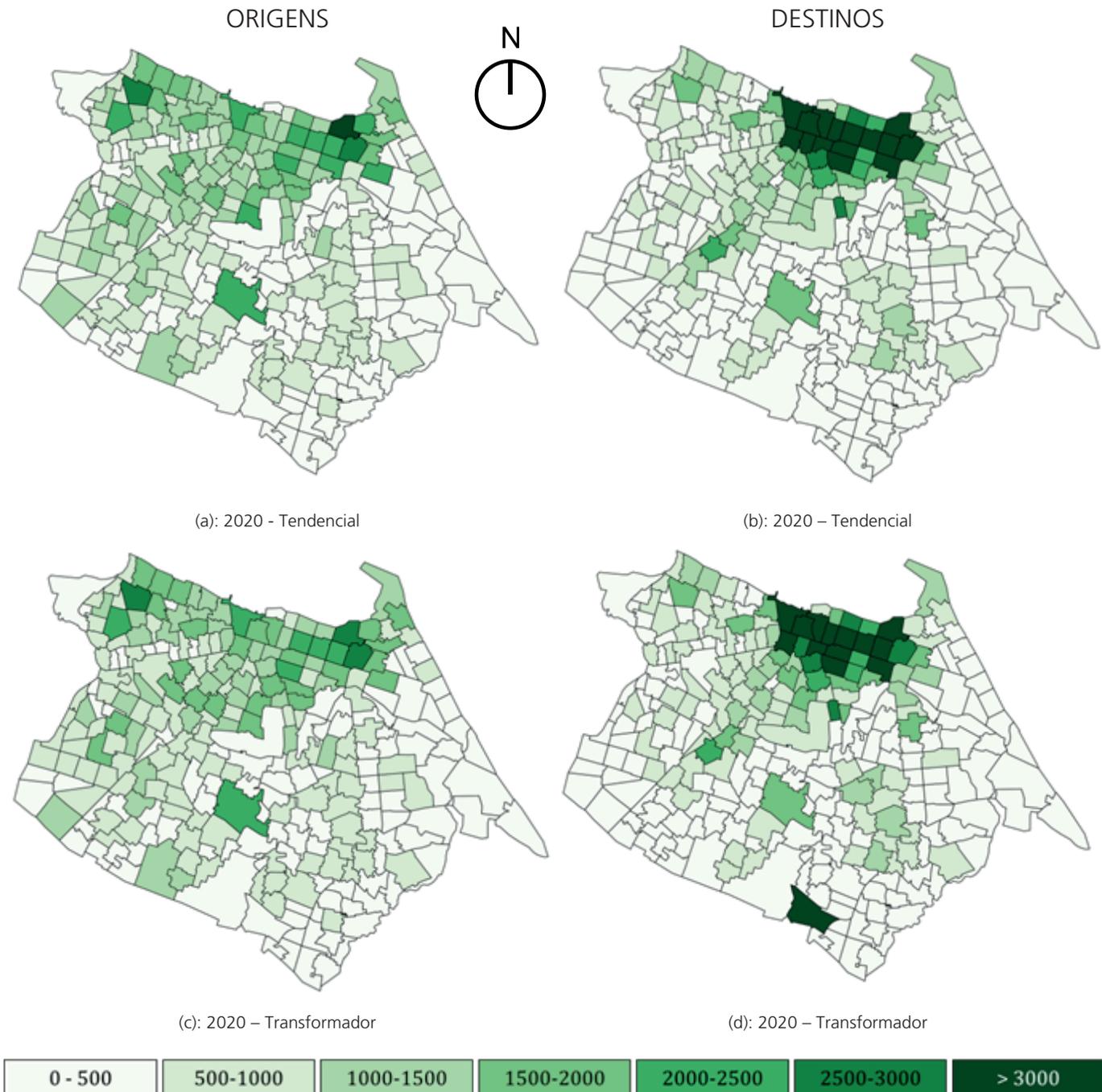
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 97 – Origens e Destinos de todas as viagens



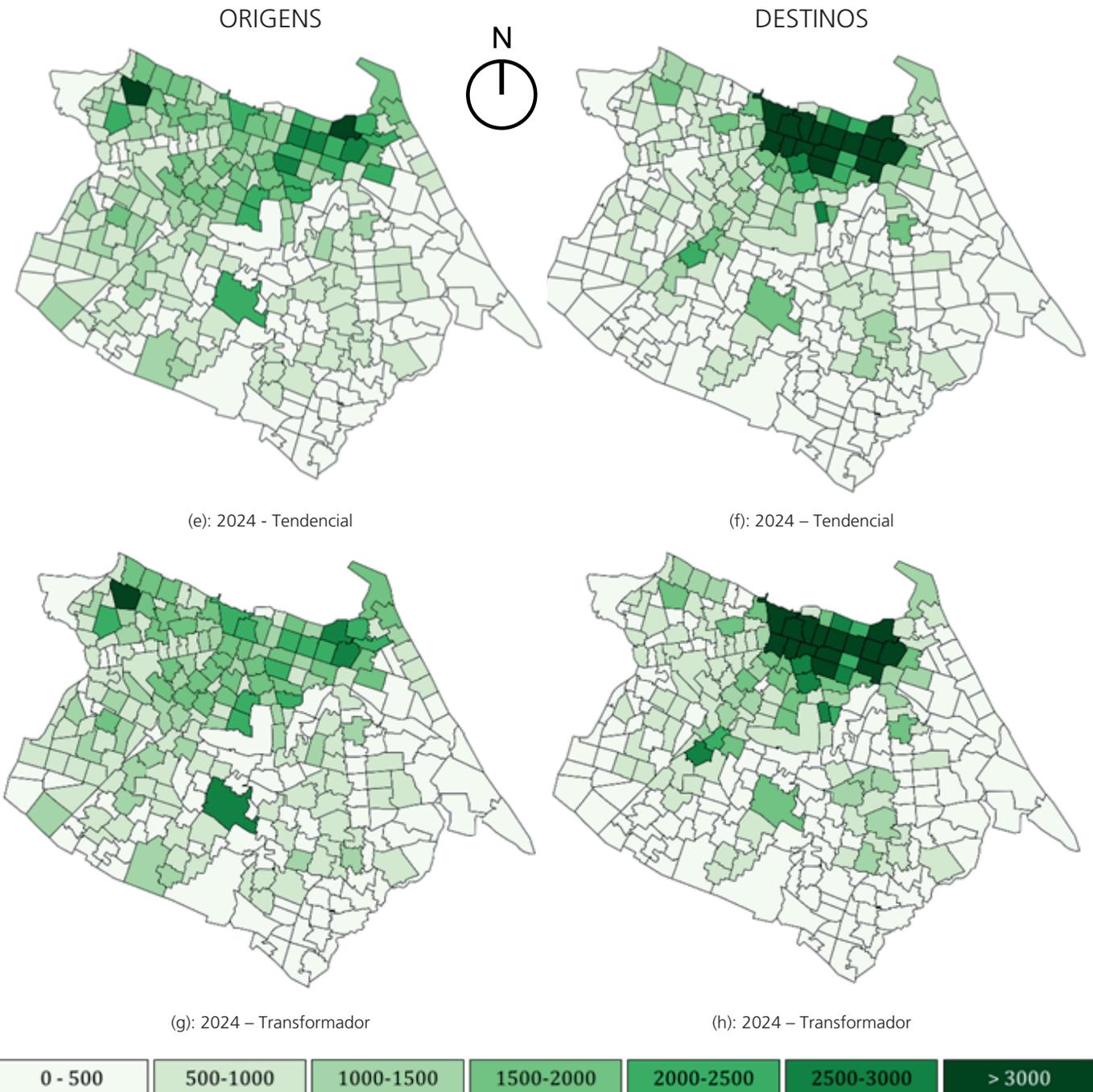
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 98 – Origens e Destinos das viagens motivo trabalho



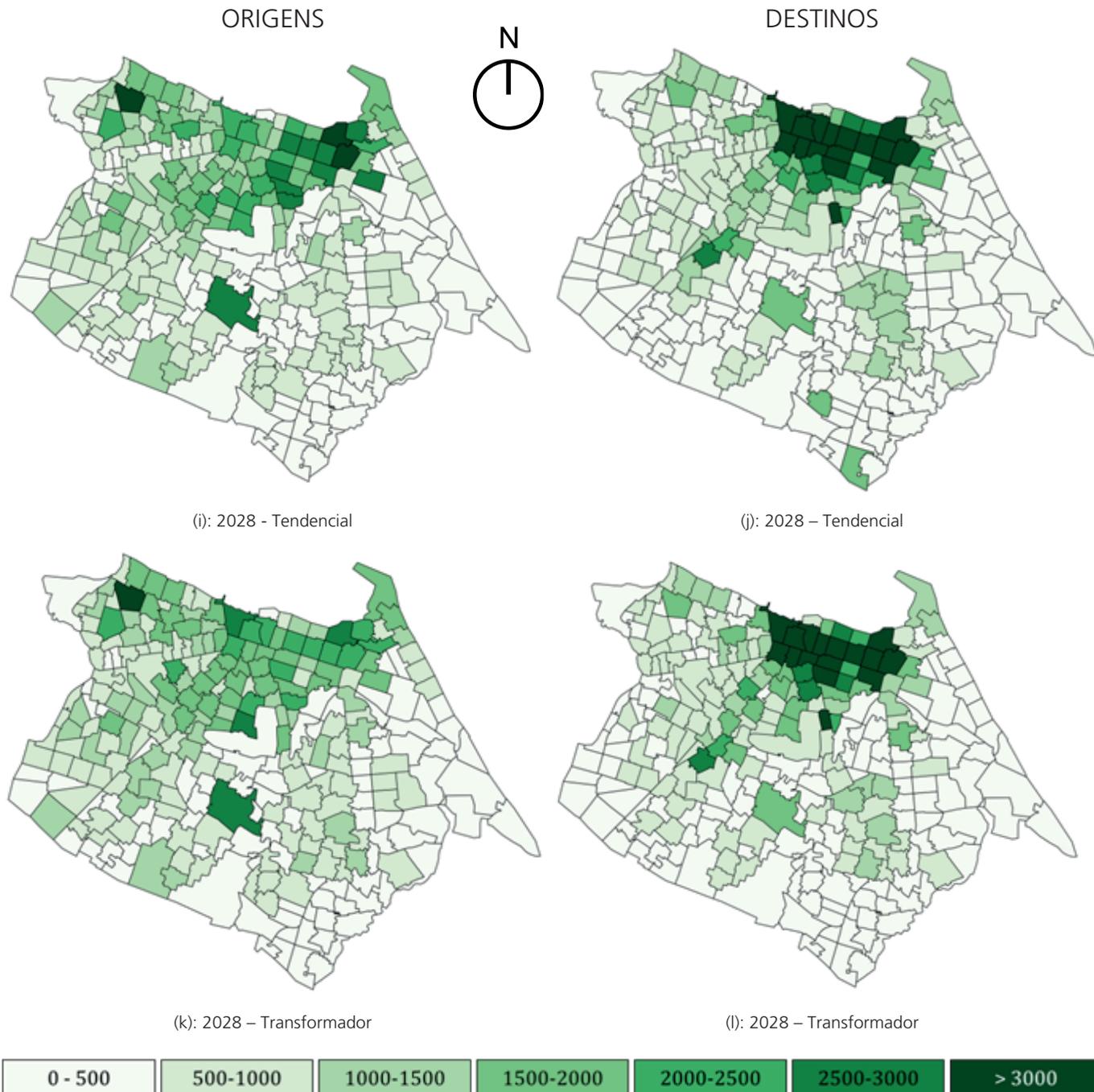
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 98 – Origens e Destinos das viagens motivo trabalho



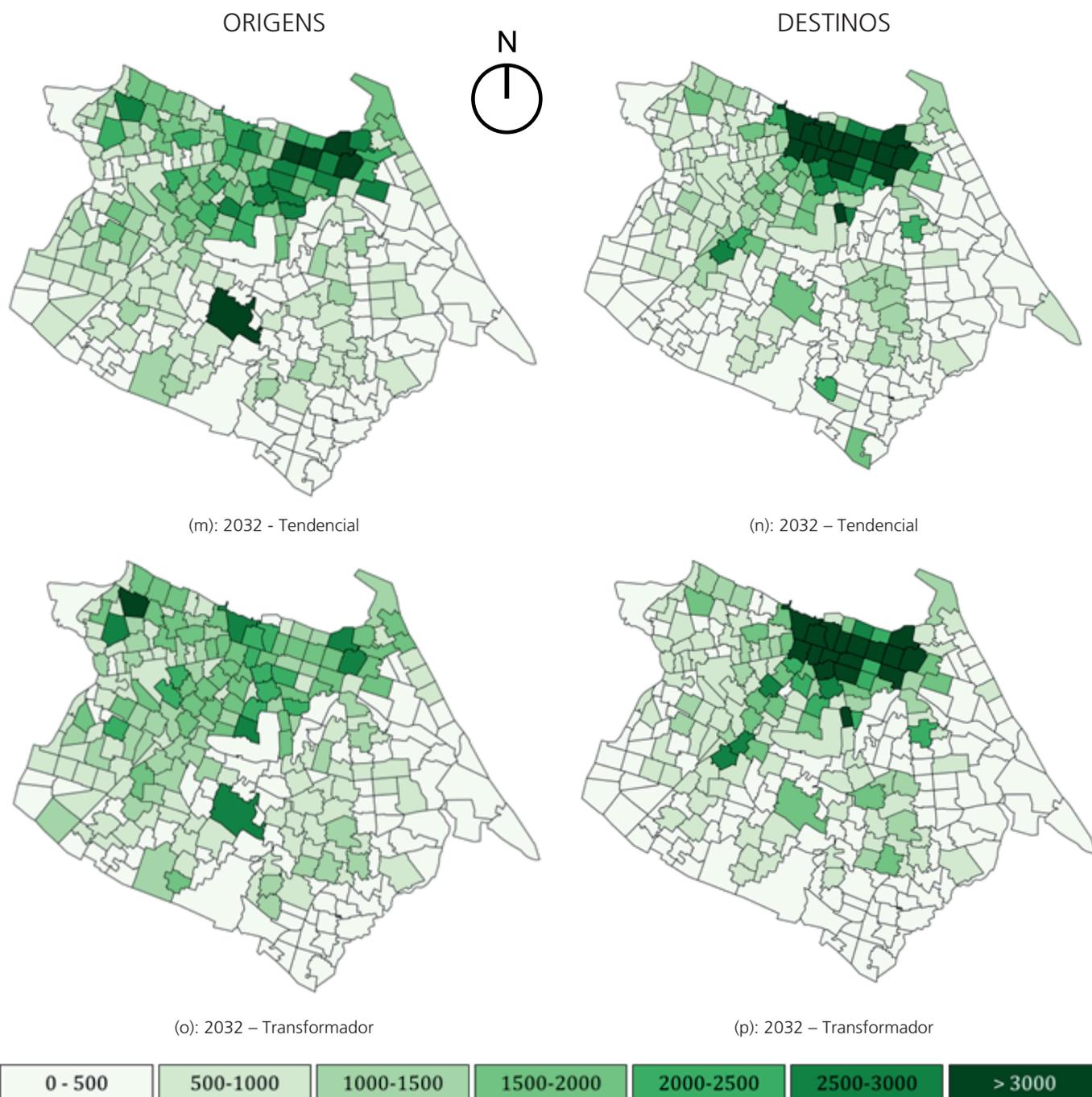
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 98 – Origens e Destinos das viagens motivo trabalho



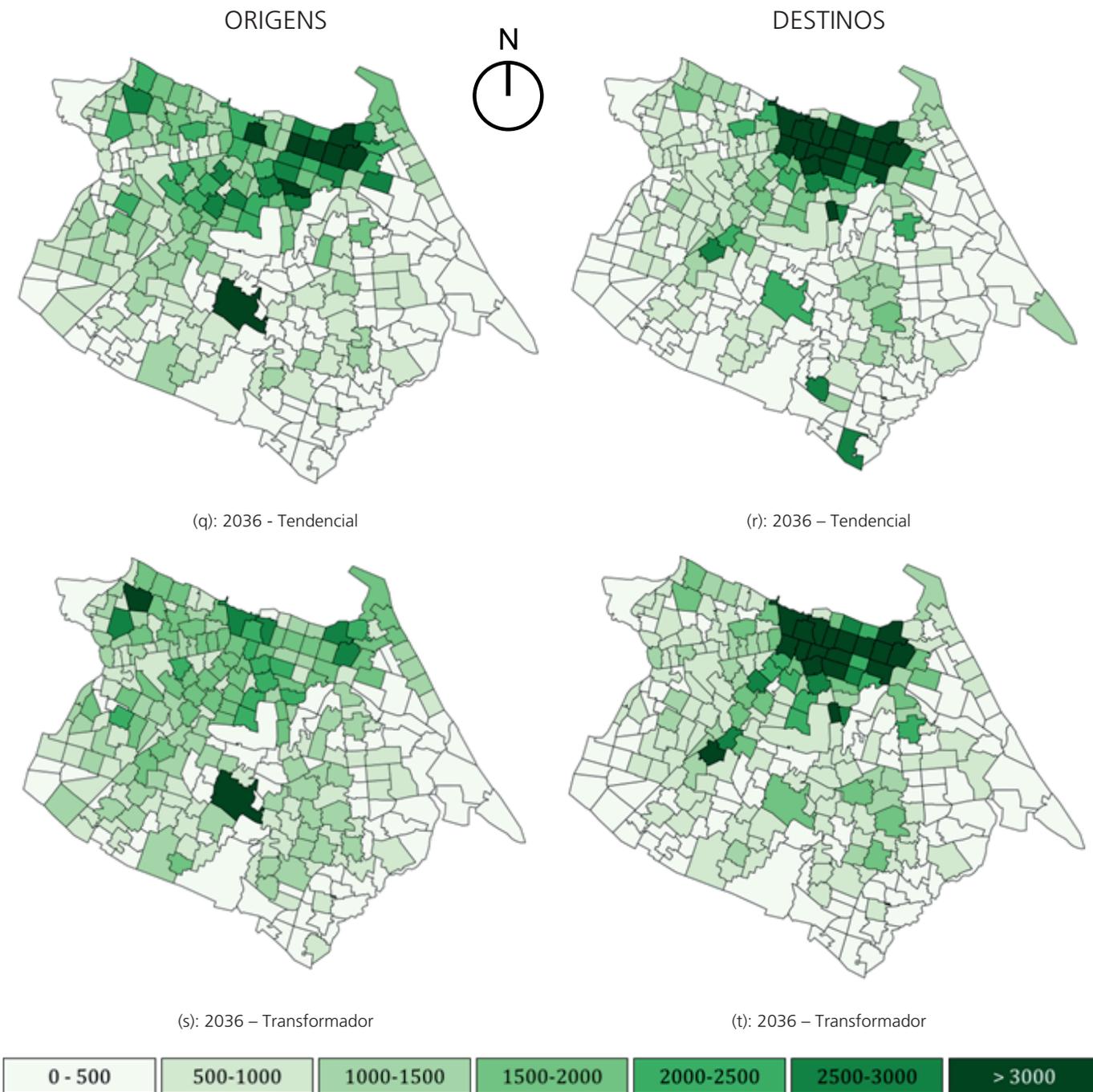
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 98 – Origens e Destinos das viagens motivo trabalho



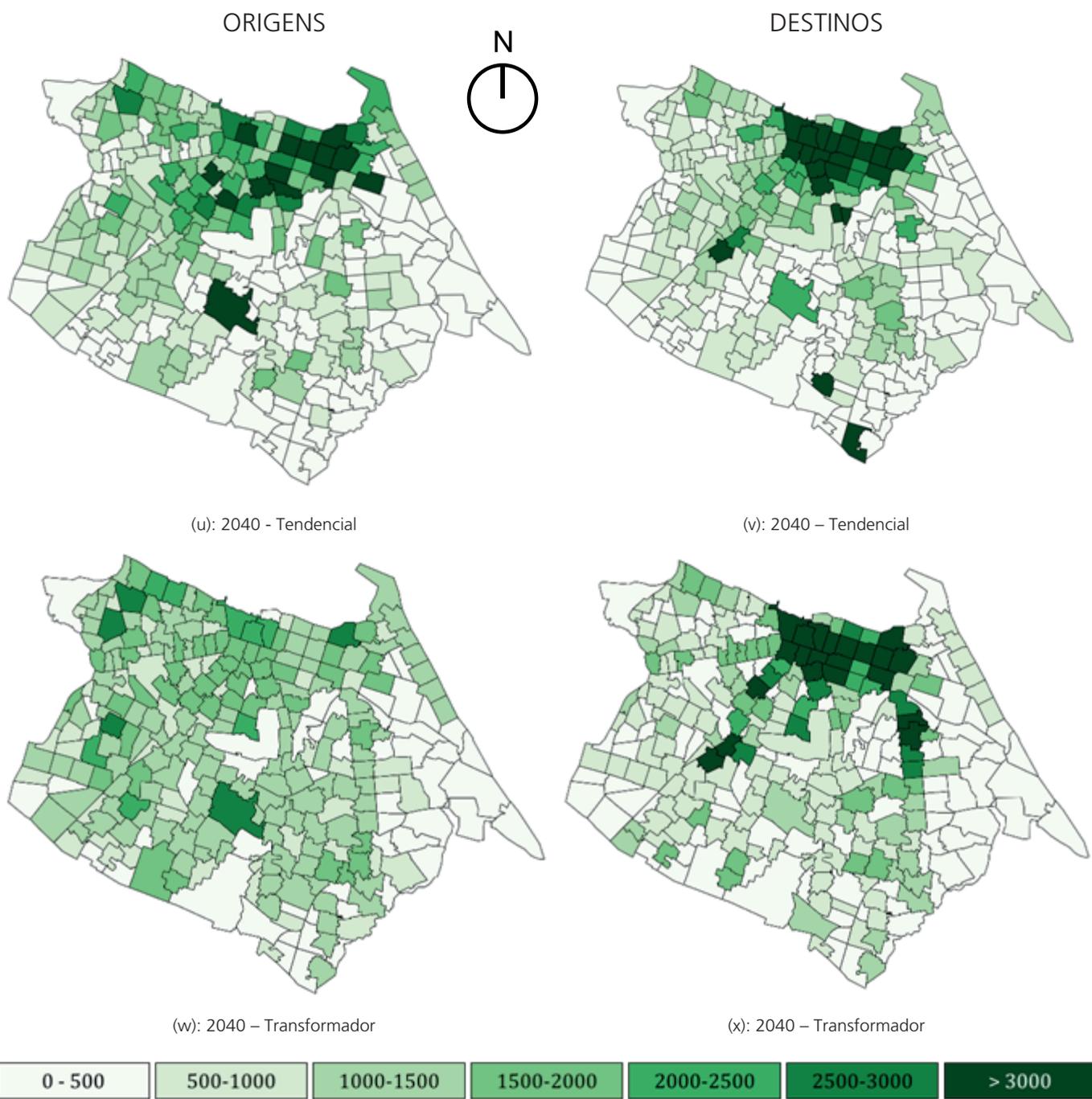
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 98 – Origens e Destinos das viagens motivo trabalho



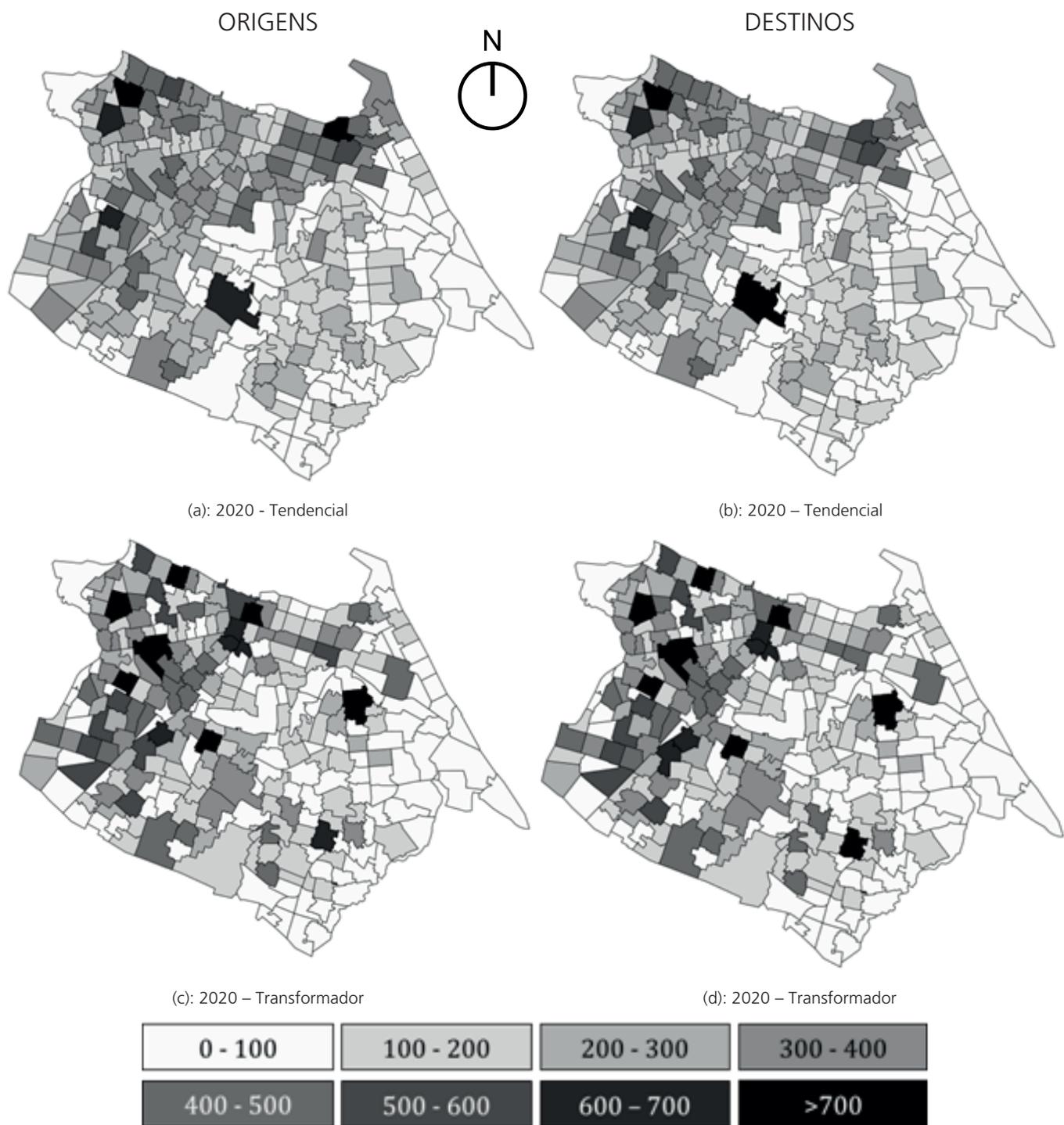
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 98 – Origens e Destinos das viagens motivo trabalho



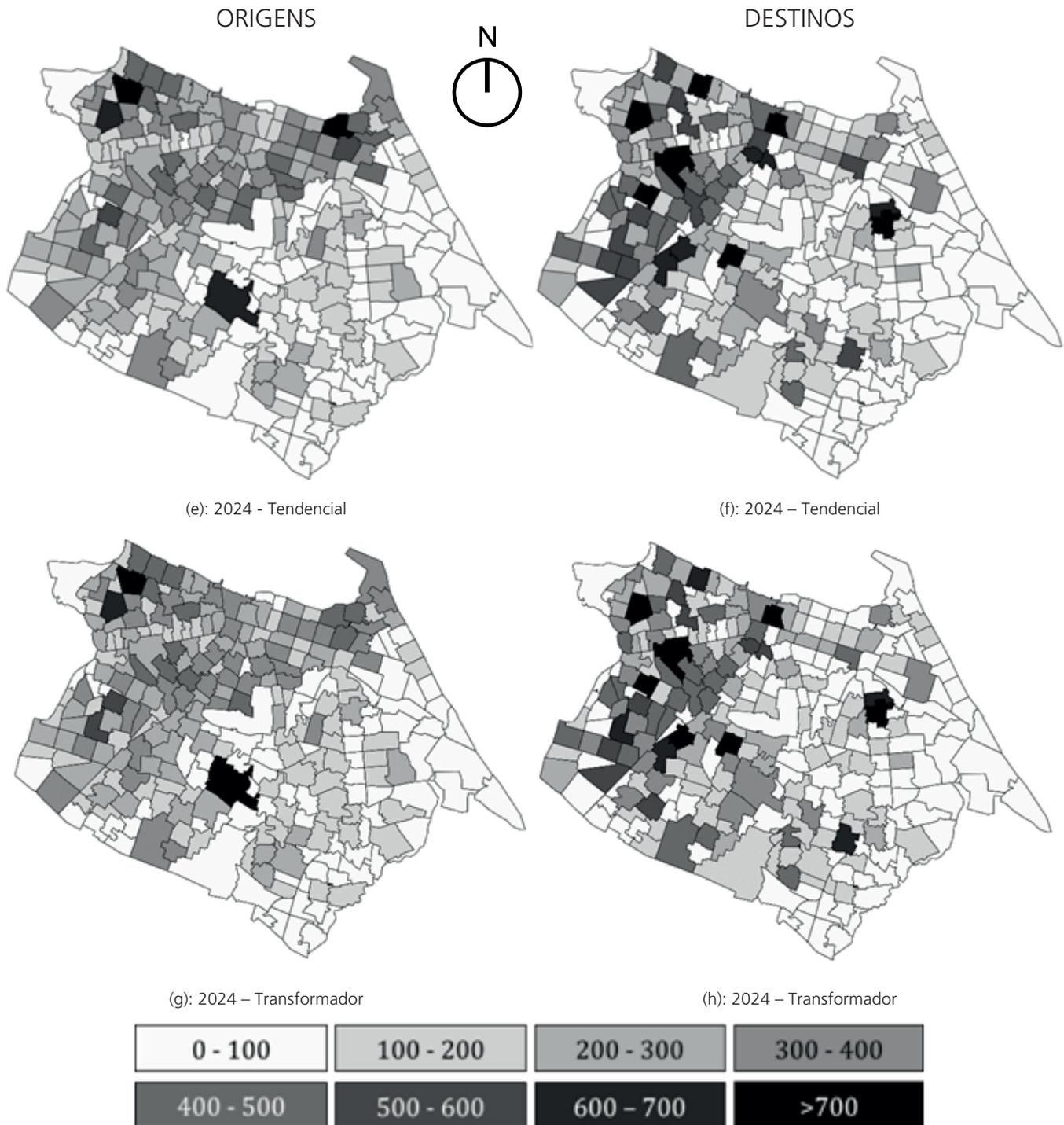
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 99 – Origens e Destinos das viagens motivo educação



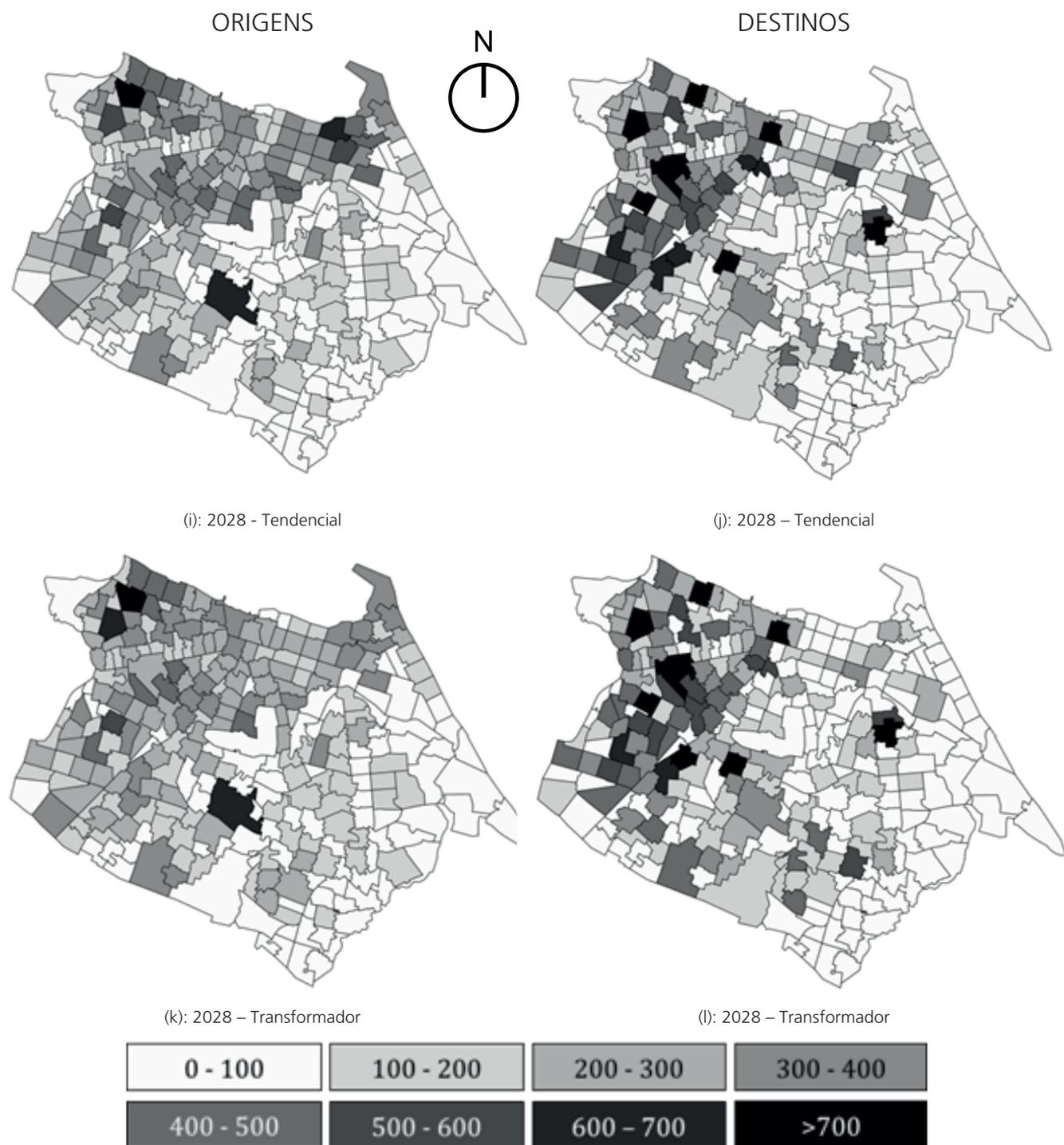
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 99 – Origens e Destinos das viagens motivo educação



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 99 – Origens e Destinos das viagens motivo educação



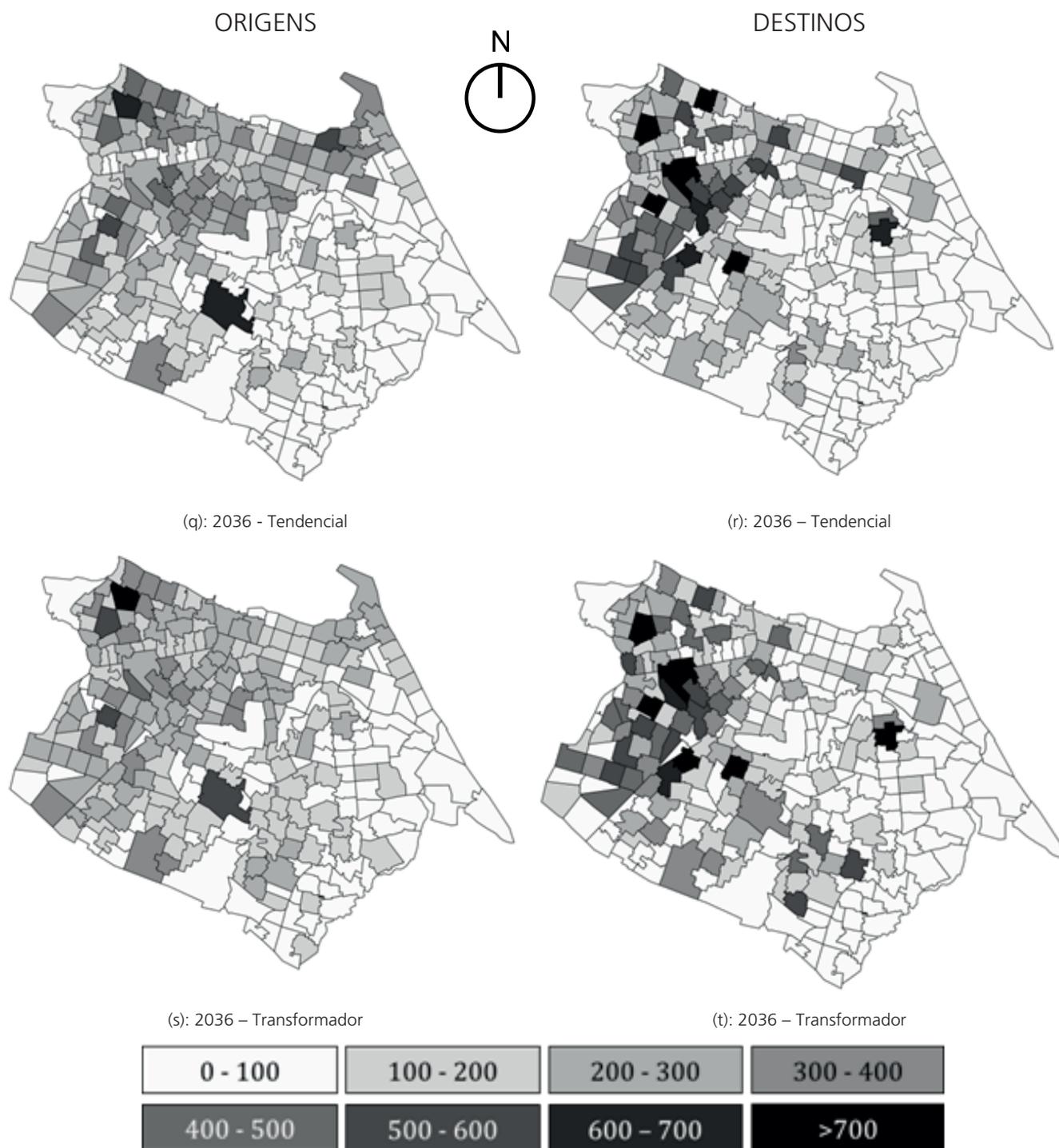
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 99 – Origens e Destinos das viagens motivo educação



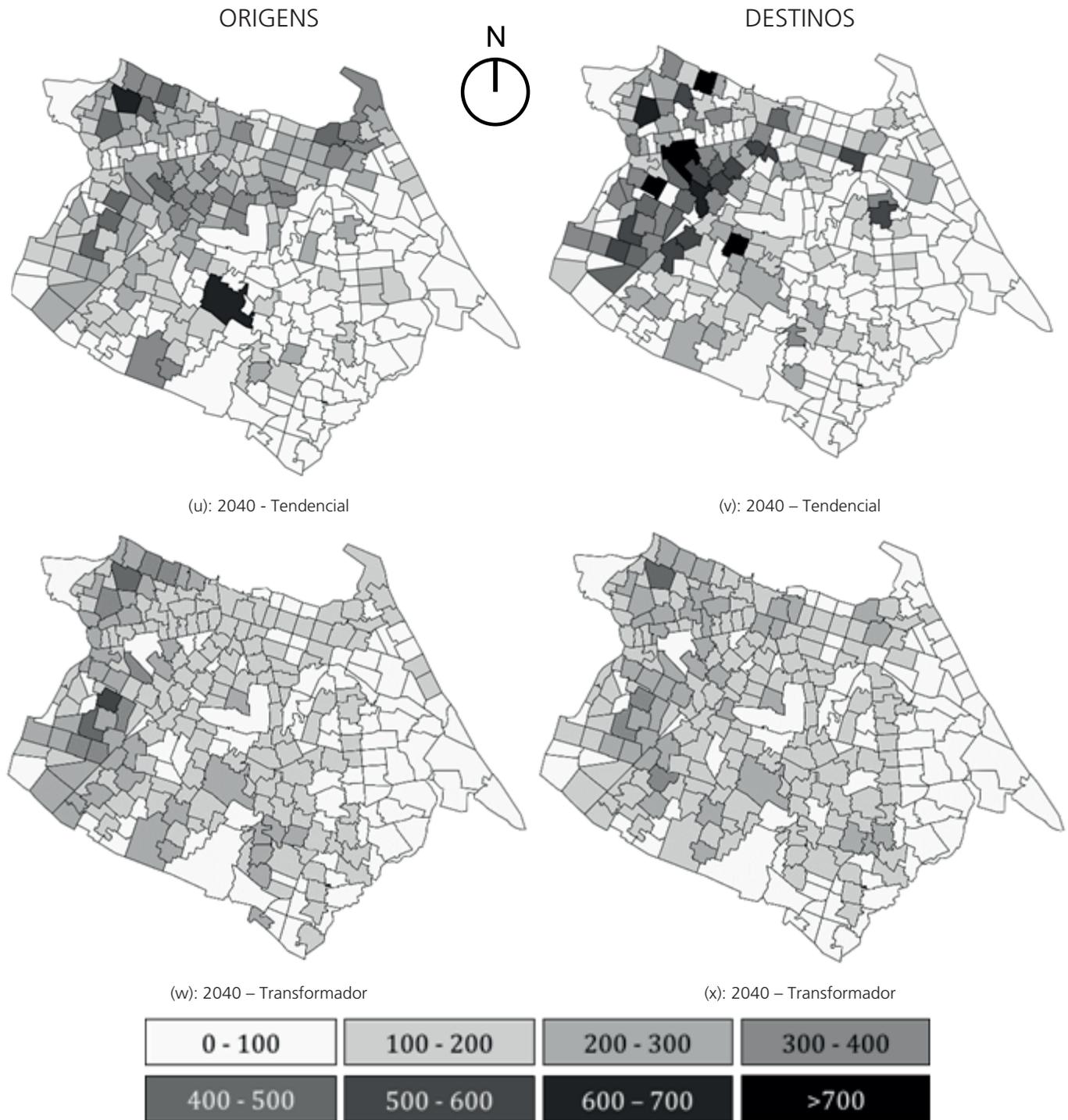
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 99 – Origens e Destinos das viagens motivo educação



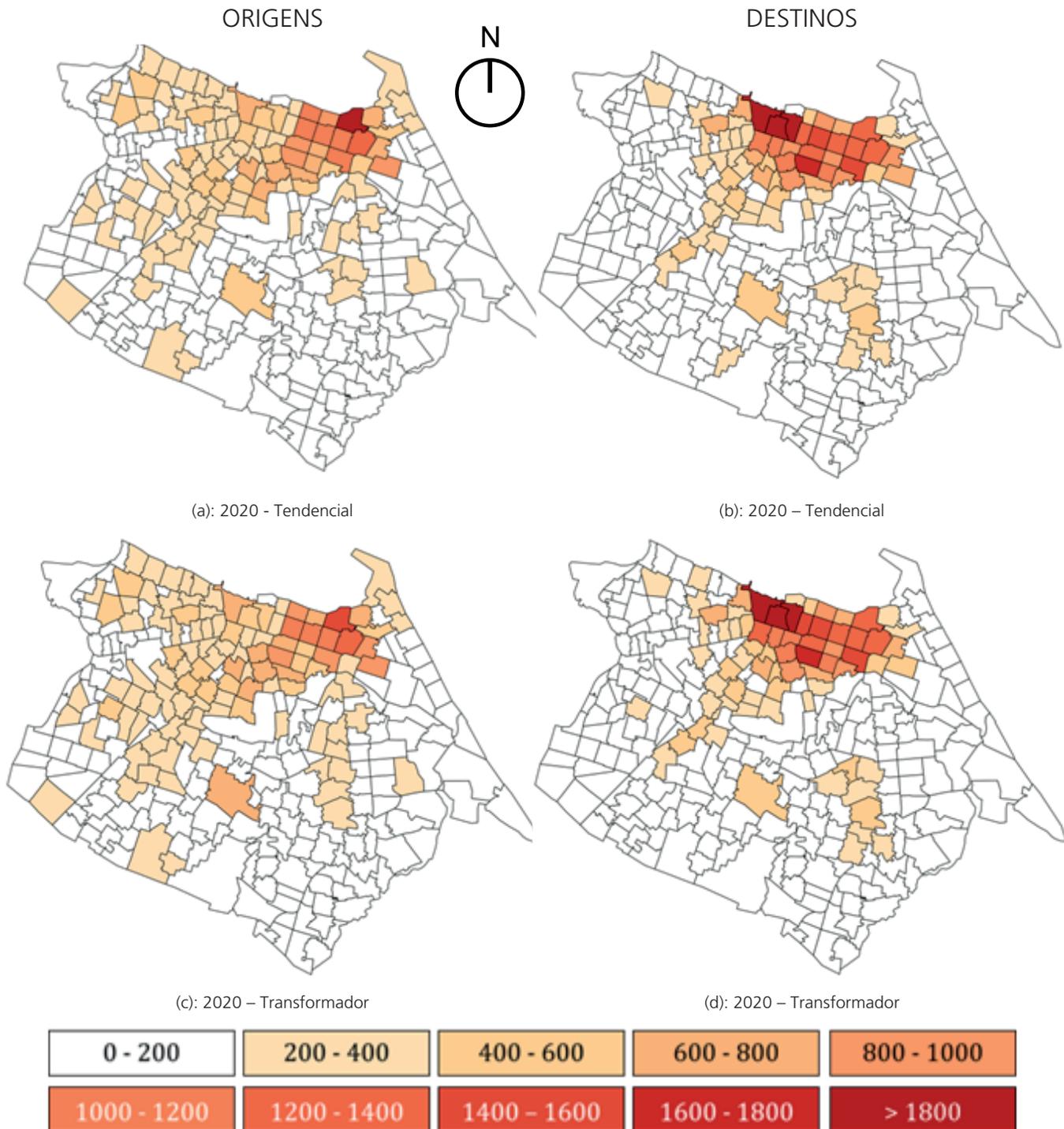
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 99 – Origens e Destinos das viagens motivo educação



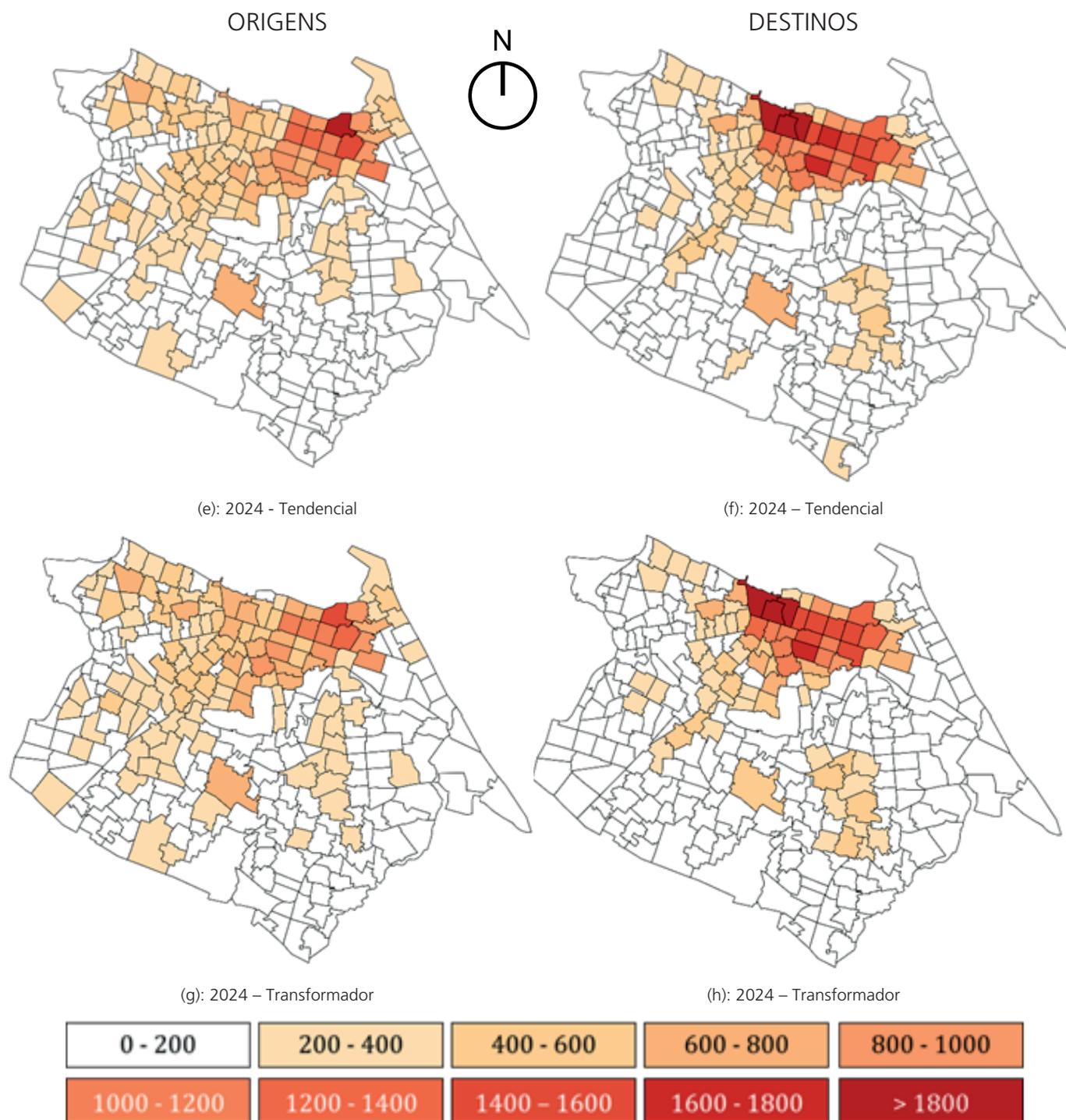
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 100 – Origens e Destinos das viagens motivo outros



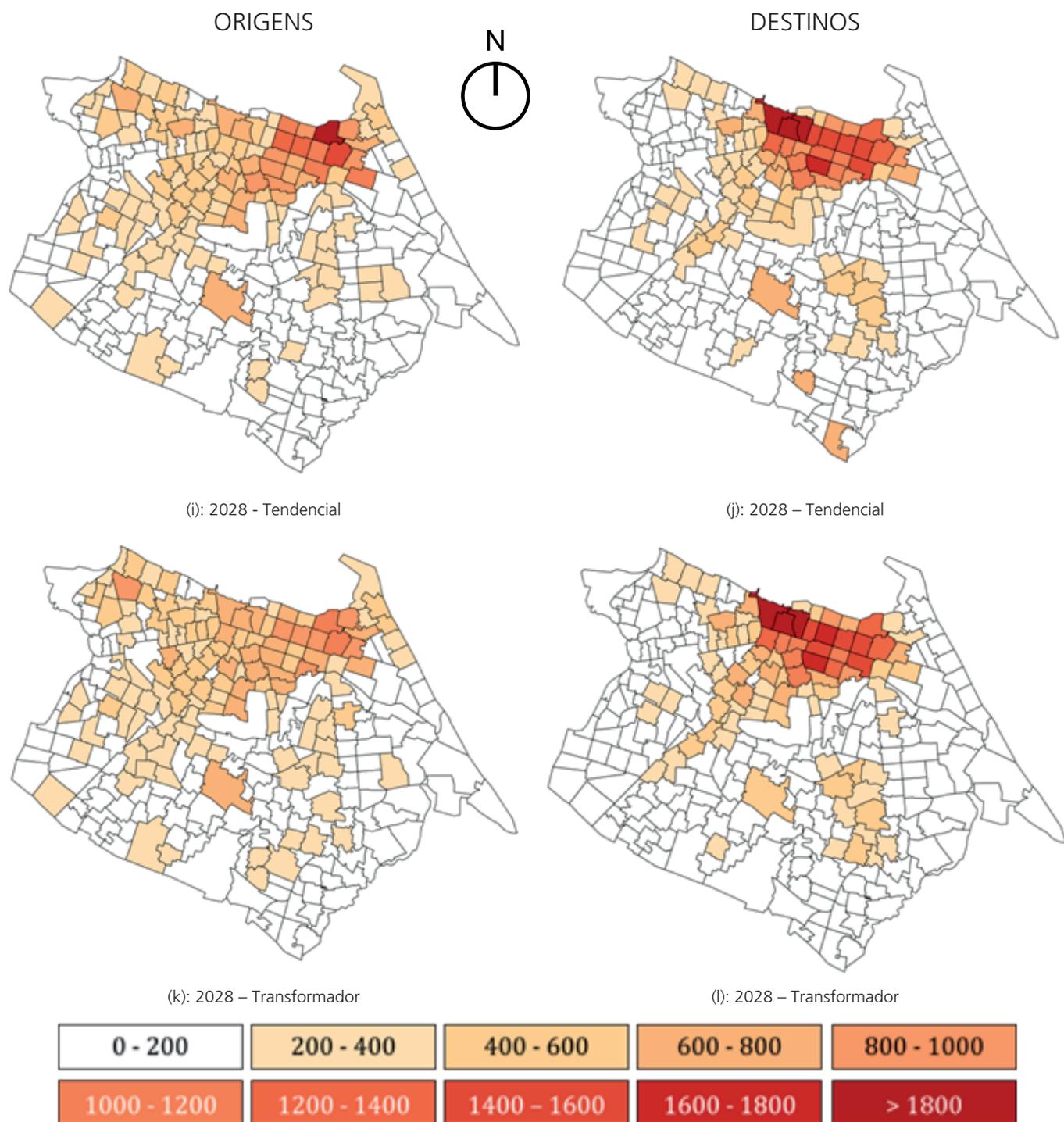
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 100 – Origens e Destinos das viagens motivo outros



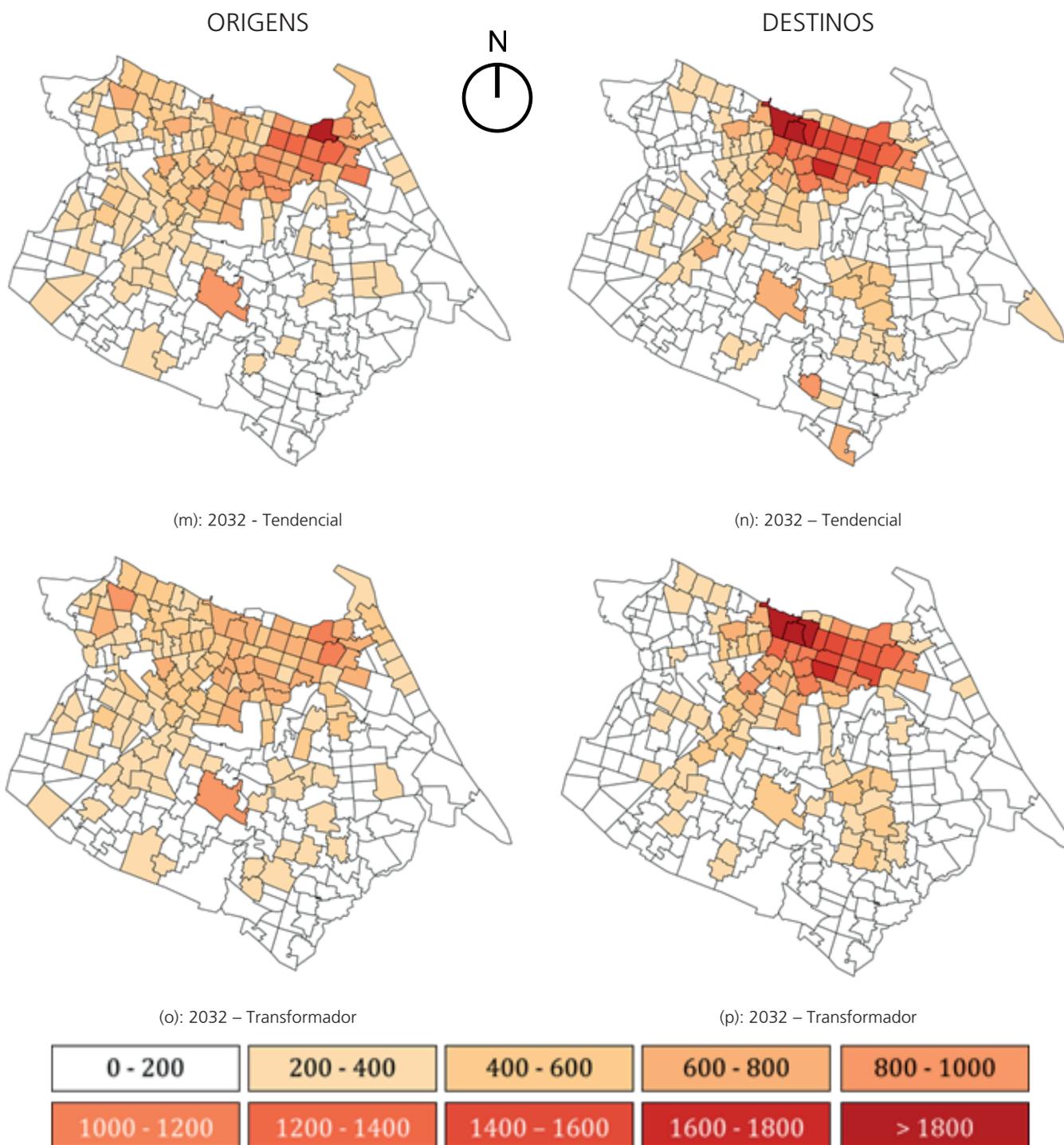
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 100 – Origens e Destinos das viagens motivo outros



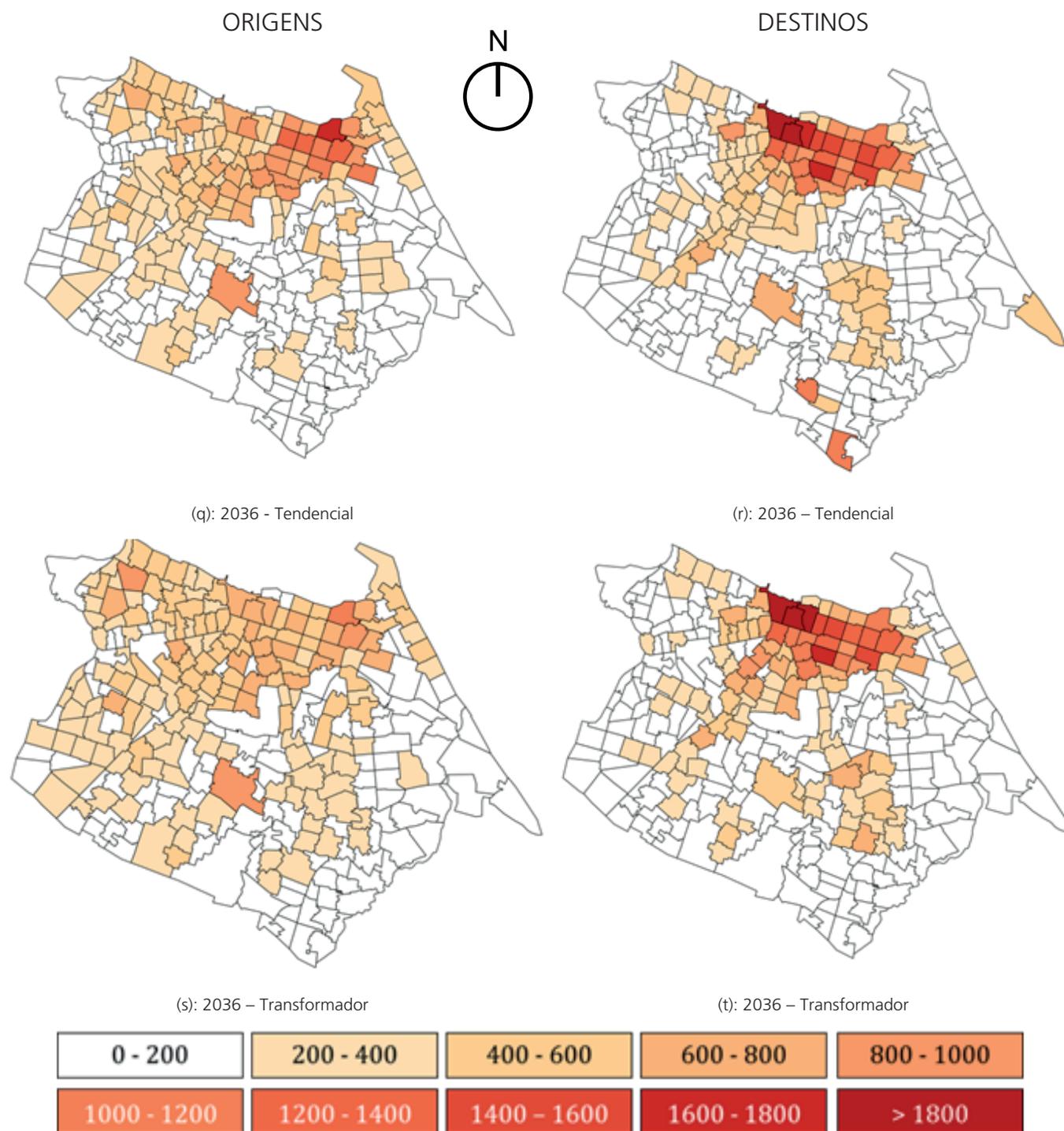
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 100 – Origens e Destinos das viagens motivo outros



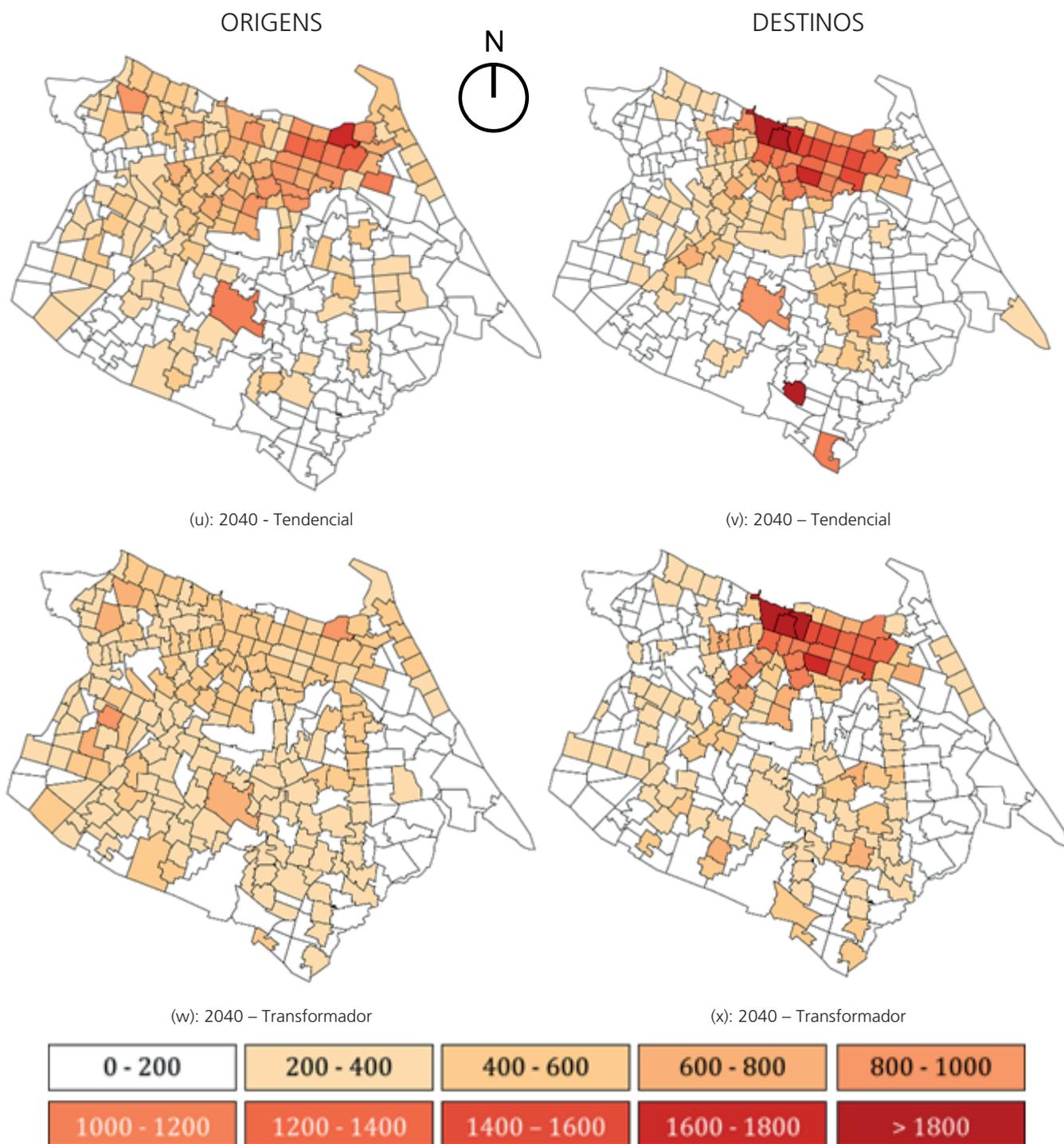
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 100 – Origens e Destinos das viagens motivo outros



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Figura 100 – Origens e Destinos das viagens motivo outros



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

### **Divisão modal**

Os resultados da modelagem dos cenários tendenciais e transformadores para a divisão modal nos seis períodos quadrienais de 2020 a 2040 estão apresentados nos Gráficos 36 e 37, respectivamente.

Em relação aos cenários tendenciais, os resultados indicam que o número total de viagens deverá apresentar um crescimento de aproximadamente 300 mil para 430 mil viagens na hora-pico de 2016 para 2040. Em termos comparativos, representa um aumento percentual de aproximadamente 43% no total de viagens.

Apesar da tendência de crescimento observada, inclusive nos cenários quadrienais intermediários, os resultados indicam que não existe tendência de mudança da participação percentual das viagens para os quatro modos de transportes considerados. Os automóveis representarão, em 2040, aproximadamente 41% das viagens, seguidos pelo transporte público com 32%, motocicletas com 22% e bicicletas com 4% das viagens esperadas em 2040. Esses percentuais são praticamente iguais à divisão modal de 2016 e dos períodos quadrienais subsequentes.

Para os cenários transformadores, os resultados da Figura 26 indicam um crescimento de aproximadamente 51% no número total de viagens, passando de 300 mil viagens em 2016 para 456 mil em 2040 na hora-pico do sistema. Em relação à divisão modal, observa-se uma alteração significativa do percentual de utilização dos modos à medida que o projeto evolui em termos quadrienais.

Em 2016, cenário atual, a maioria das viagens é feita utilizando o automóvel (42%), o qual vai gradualmente perdendo espaço para a utilização do transporte público. Em 2040, o transporte público terá uma participação de 45% das viagens em comparação com os 34% do ano-base (2016). Os resultados indicam, ainda, uma redução considerável

da parcela de viagens realizadas com motocicleta, a qual correspondia a 21% das viagens em 2016, passando a responder por apenas 15% de todas as viagens na hora-pico.

Quando comparados os cenários tendenciais e transformadores em 2040, é possível observar a diferença relativa e absoluta das intervenções propostas nos cenários transformadores. Em termos absolutos, esperam-se aproximadamente 140 mil viagens de ônibus em 2040 (tendencial) enquanto, no cenário 2040 transformador, são estimadas aproximadamente 200 mil viagens de ônibus.

Uma tendência inversa é observada para o uso de motocicletas e carros. O cenário de 2040 proposto pelo plano (tendencial) vai reduzir em aproximadamente 25 mil as viagens de motos e 14 mil as de automóveis, quando comparado ao cenário de 2040 sem o plano.

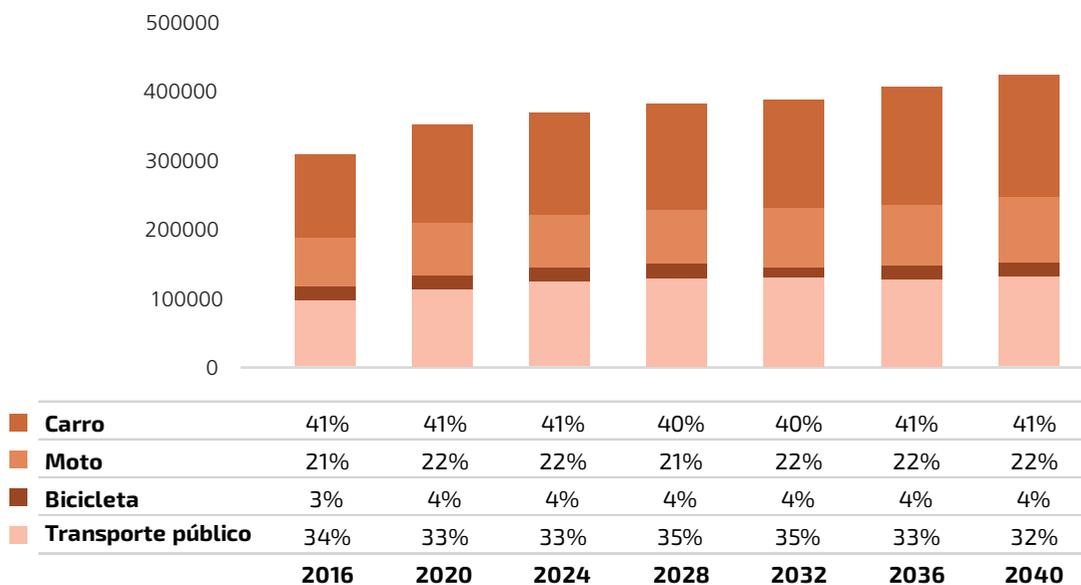
As alterações esperadas para os cenários transformadores de 2040 ocorrem principalmente pelo reordenamento das viagens e da priorização do transporte público, o qual vai ter seu custo de utilidade reduzido em função de menores tempos de viagens em virtude de sua priorização e de menores distâncias necessárias para os deslocamentos.

### **Divisão modal por categorias de viagens**

A escolha do modo de transporte para as viagens diárias é fenômeno complexo, que envolve aspectos socioeconômicos, o motivo da viagem e a oferta pelos diversos modos. A evolução da escolha modal ao longo dos cenários quadrienais tendenciais e transformadores permite avaliar o efeito das intervenções urbanísticas e de mobilidade estabelecidas para o Plano Fortaleza 2040.

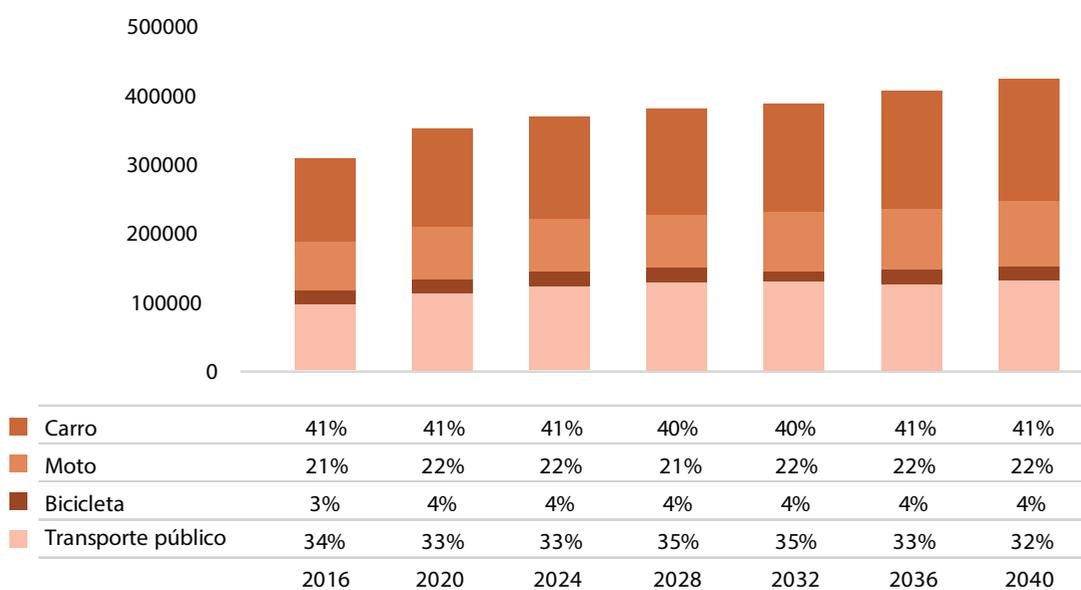
Os Gráficos 38 e 39 apresentam os resultados obtidos na divisão modal em função do motivo da viagem para os cenários tendenciais e transformadores

**Gráfico 36 – Divisão modal nos cenários tendenciais**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 37 – Divisão modal nos cenários tendenciais**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

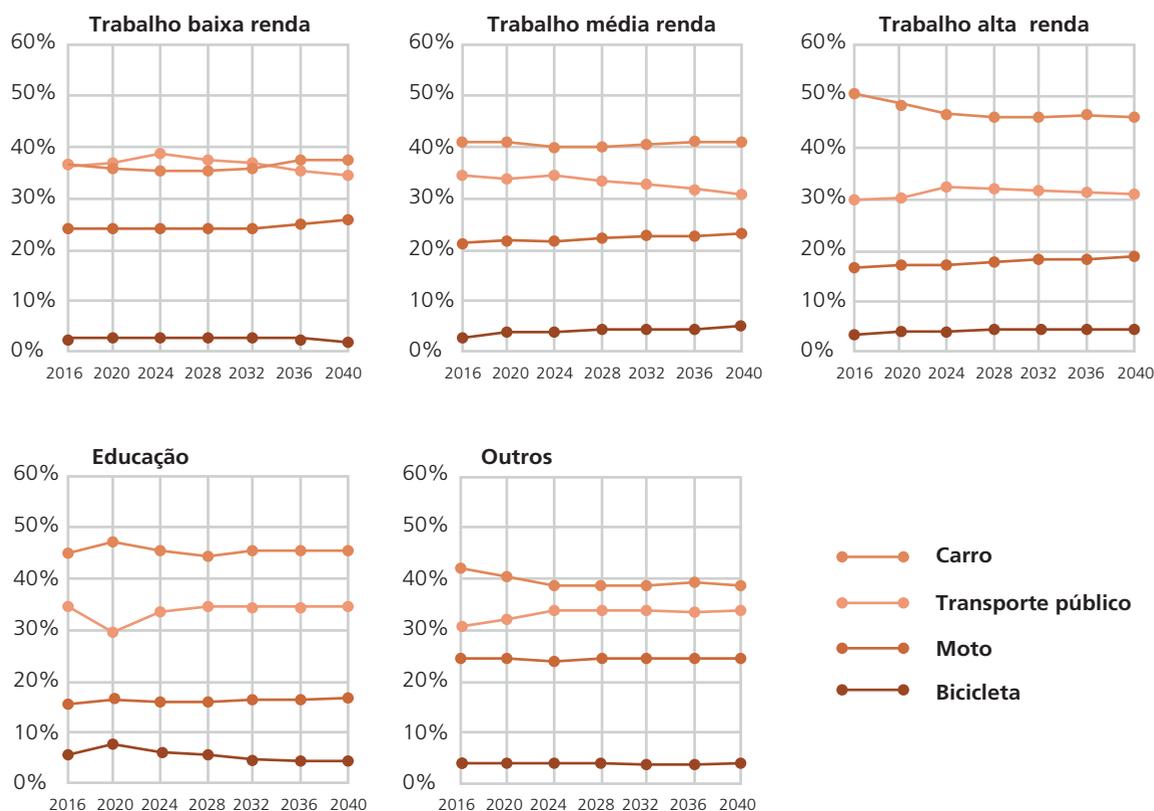
nos seis períodos quadrienais de 2020 a 2040. Observa-se que para o motivo trabalho foram estimadas três categorias em função da renda média dos domicílios.

Os resultados da modelagem para os cenários tendenciais não indicam alterações significativas na divisão modal entre os anos 2016 e 2040. Assim como em 2016, observa-se que, em 2040, o automóvel continua sendo o modo predominante, independentemente do motivo da viagem ou mesmo do nível de renda das viagens por motivo trabalho. É possível notar, entretanto, um aumento na utilização da motocicleta para as viagens de

trabalho, independentemente do nível de renda. Esse aumento percentual da utilização das motos veio acompanhado de uma redução do uso do transporte público para os trabalhadores de renda média e da troca do automóvel pela moto para os trabalhadores de alta renda.

O uso da bicicleta manteve-se consideravelmente estável, entre 2% e 5%, a depender do motivo da viagem. A evolução dos cenários tendenciais indica um ligeiro crescimento da utilização das bicicletas pelos usuários de renda média em suas viagens por motivo trabalho.

**Gráfico 38 – Divisão modal por categoria de viagens nos cenários tendenciais**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

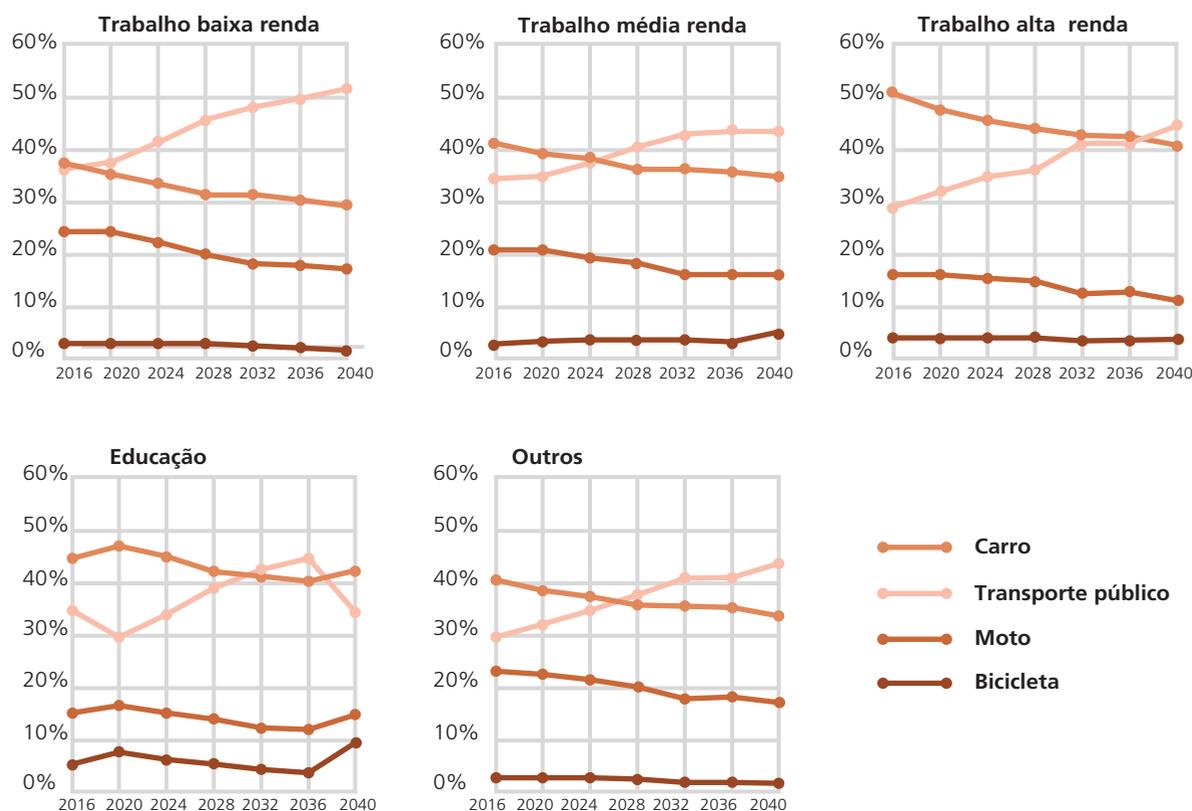
Os indicadores de divisão modal apresentados na seção 5.2, quando analisados em conjunto com os indicadores por motivo e renda, permitem concluir que, em sua tendência natural de evolução, Fortaleza simplesmente aumentaria sua demanda por viagens sem o crescimento esperado do transporte público e a redução percentual da utilização das motocicletas.

Em relação aos cenários tendenciais (Figura 27), os resultados indicaram a reversão da preferência pelo automóvel, com o transporte público passando a representar, em 2040, o maior percentual das viagens para todos os motivos, exceto educação, em

que, em 2032 e 2036, o transporte público chegou a ultrapassar os automóveis, mas a tendência retrocedeu no cenário final (2040).

Para os trabalhadores de baixa renda, o transporte público superou os outros modos logo em 2020, ampliando sua parcela de viagens de 37% em 2016 para 52% em 2040. Ainda nessa categoria, observou-se uma tendência de queda dos modos individuais motorizados, em que os automóveis passaram de 38% em 2016 para 30% em 2040 e as motocicletas de 24% para 18% entre o cenário inicial e 2040.

**Gráfico 39 – Divisão modal por categoria de viagens nos cenários transformadores**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

As viagens de trabalho para as pessoas de renda média passaram a ser predominantemente realizadas de transporte público a partir do ano de 2024. Dessa forma, em 2016, as viagens de transporte público para essa categoria representavam 35%, passando a responder por aproximadamente 42% das viagens em 2040. Observou-se ainda uma tendência de queda na utilização do automóvel e das motocicletas para os trabalhadores de renda média. Para essa parcela da população, a bicicleta passou a ter uma maior atratividade, aumentando seu uso de 2% para 6% em 2040.

Os trabalhadores de alta renda apresentavam a maior discrepância entre o uso do automóvel (50%) e do transporte público (30%) em 2016. Essa diferença foi completamente revertida no ano de 2036, quando houve equivalência entre os usos desses dois modos. Em 2040, a utilização do transporte público passou a ser ligeiramente maior que as viagens com os automóveis. Observou-se ainda uma redução no uso da motocicleta quando comparados os cenários de 2016 e 2040, com uma redução percentual no uso de aproximadamente 6 pontos percentuais.

As viagens por motivo educação tiveram uma evolução similar à das viagens a trabalho de alta renda, em que a preferência inicial das viagens por automóvel foi transferida para o transporte público em 2032. A partir daí, o uso percentual dos automóveis se equivale com o uso do transporte público, correspondendo a aproximadamente 40% das viagens. Os resultados sugerem ainda um avanço significativo do uso das bicicletas nessa categoria de viagem, passando de aproximadamente 4% em 2016 para 10% em 2040.

Os gráficos 38 e 39 permitem, ainda, uma comparação gráfica dos impactos das intervenções previstas para o Plano Fortaleza 2040 (cenários

transformadores) na divisão modal por categoria de viagem, quando comparado aos cenários tendenciais. Em relação ao transporte público, o maior impacto de 2040 está nas viagens dos trabalhadores de baixa renda, que saíram de 35% em 2040, no cenário tendencial, para 51% em 2040 no cenário transformador.

Uma grande transformação esperada em 2040 é a redução expressiva da utilização da motocicleta quando comparada ao ano de 2040 no cenário tendencial. Para as viagens a trabalho de baixa renda, o percentual caiu de 25% para 17%; as viagens a trabalho de renda média passam de 24% para 15%; e as viagens a trabalho para os usuários de alta renda passam de 19% para apenas 11%.

Os resultados apresentados sugerem uma mudança significativa da escolha modal das viagens em Fortaleza no ano de 2040 em função do nível de renda e do tipo de viagem. Ressaltam-se o resgate do papel do transporte público como sendo preferencial dentre os fortalezenses em 2040, independentemente do nível de renda e motivo da viagem, e também a redução considerável da utilização das motocicletas, reconhecidamente um dos modos mais propensos aos acidentes de trânsito com vítimas em virtude da vulnerabilidade inerente a seus usuários.

### **Demanda pelo transporte público**

A quantidade de passageiros transportados e a relação demanda/capacidade são informações que permitem identificar numericamente e espacialmente quais os corredores mais solicitados. A seguir, são apresentadas, nas Figuras 101 a 103 e na Tabela 16, as demandas transportadas no cenário atual (2016) e no cenário 2040 tendencial e transformador.

Nota-se, nos cenários atual e tendencial, um destaque para os corredores radiais: Bezerra de Menezes, João Pessoa, BR-116 e Washington Soares,

visto que, nesses cenários, a localização da maioria dos empregos e locais de educação é no centro e Aldeota. O modelo indicou que esse padrão continuaria no futuro caso a cidade fosse seguir a tendência atual.

Observou-se ainda que os corredores orbitais continuam com baixas demandas nos cenários atual e tendencial, ressaltando a falta de conectividade histórica que a cidade proporcionou aos seus

habitantes; essa falta de acessibilidade na direção leste-oeste dificulta a descentralização de atividades econômicas e cria um contexto desfavorável para a mobilidade de pessoas e de bens na cidade.

Já no cenário 2040 transformador, que traz todas as intervenções propostas, como a descentralização dos empregos e o adensamento populacional direcionado ao longo dos corredores

**Figura 101 – Demanda do transporte público em 2016**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

de urbanização orientados pelo transporte público de alta capacidade, nota-se claramente que as demandas não são somente radiais, aparecendo demandas significativas nos corredores orbitais e também nas periferias da cidade. Essa realidade indica que o aumento da acessibilidade é a confirmação de que o modelo urbanístico proposto produzirá uma melhor distribuição das

demandas de pessoas transportadas na cidade; esse aumento de acessibilidade proporciona, por sua vez, melhores condições de descentralização de atividades econômicas e de criação de novos cenários de oportunidades na cidade.

### Tempos de viagem

Dando continuidade ao processo de avaliação

**Figura 102 – Demanda do transporte público em 2040 – cenário Tendencial**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

do desempenho operacional, far-se-á neste item uma análise sobre o tempo médio de deslocamento ou tempo de viagem, um importante indicador que representa como o sistema de transporte está se comportando. O tempo de viagem pode ser utilizado para expressar o nível de congestionamento em pontos específicos da rede, permitindo ainda o estabelecimento de metas e

avaliações de desempenho de longo prazo. Vale reforçar que, dentre os indicadores de desempenho, o tempo de viagem é o que possui maior percepção entre os usuários, sendo ainda bastante utilizado em avaliações de alternativas e frequentemente convertido em valores monetários, de forma a permitir análises econômicas mais objetivas.

Considerando um mesmo modo de transporte,

**Figura 103 – Demanda do transporte público em 2040 – cenário Transformador**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 49 – Demandas máximas por corredor em 2040**

CORREDOR	DEMANDA MÁXIMA
1	5291
2	3791
3	6880
4	9602* / 4625**
5	7857
6	5378
7	8737
8 / 9	14362
10	5047
11	6229
12	4283
13	7593
14	7287

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

esforços de planejamento bem-sucedidos devem ter como meta a redução paulatina do tempo médio de viagem até um patamar condizente com velocidades adequadas para cada modo de transporte combinados, de forma harmônica, com distâncias médias ideais para as relações de atividades entre os usuários.

Naturalmente, o tempo de viagem em cada modo influencia, consideravelmente, na decisão pela escolha modal, sendo, dessa forma, essencial que a definição de estratégias de planejamento inclua intervenções que possam equacionar grandes distorções existentes entre os tempos de viagens por diferentes modos de transporte. Ressalta-se ainda que se faz necessário estimar o tempo de viagem, levando em consideração

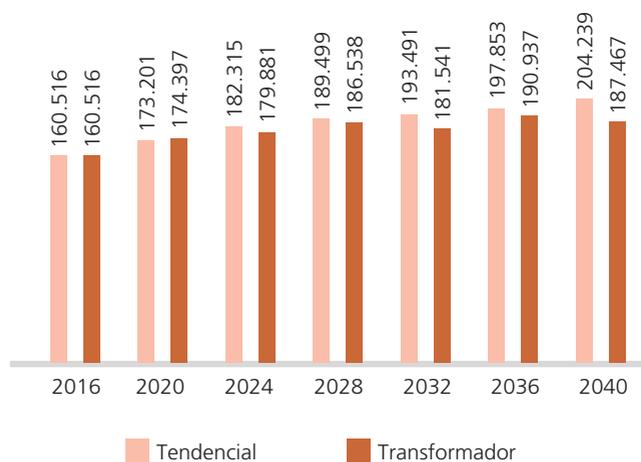
o nível de renda dos usuários, tendo em vista que a escolha modal também é bastante influenciada pelo valor do tempo.

A modelagem do cenário atual e dos cenários propostos, no âmbito do Plano Fortaleza 2040, considerará três conjuntos de indicadores agregados, relacionados ao tempo de viagem, a saber:

- Tempo Total de Viagem, em minutos (TTV) – corresponde ao tempo total de deslocamento levando em conta todos os motivos e modos de viagem, para cada viagem estimada na modelagem;
- Tempo Médio de Viagem, em minutos (TMV) – corresponde ao TTV dividido pela quantidade total de viagens realizadas; e
- Tempo Médio de Viagem, por motivo de viagem, em minutos (TMVm) – corresponde ao TTVm dividido pela quantidade total de viagens realizadas.

O Tempo Total de Viagens (Gráfico 40) é um indicador que representa, de forma global, o quanto em minutos foi gasto para a realização de todos os deslocamentos. Assim, espera-se que tal indicador cresça à medida que a quantidade de viagens aumente e tenda a ser maior nas situações em que o sistema de transportes apresente saturação, ou que a distância de viagens seja elevada. Por sua vez, espera-se que, em um sistema de transportes bem estruturado, o aumento do tempo de viagem se dê, basicamente, pelo aumento do total de viagens. Observa-se que há uma tendência de aumento do tempo de viagem ao longo dos períodos de tempo considerados. No caso dos cenários tendenciais, quando nenhuma ação estruturada é proposta, o aumento no tempo total de viagem é de 27% entre 2016 e 2040. Por sua vez, ao se considerarem os cenários transformadores, quando há implantação

Gráfico 40 – Tempo total perdido em viagens



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

dos corredores urbanísticos orientados por transportes, o aumento no tempo total de viagens é de 17% dentro do período em análise.

Ao analisar o total de viagens no período, tem-se que, para os cenários transformadores, haverá um aumento de 42% no período de 2016-2040, enquanto, para os cenários tendenciais, esse aumento será de 51% para o mesmo período. Assim, pode-se concluir que, apesar de apresentar aumento no tempo total de viagens, nos cenários indicadores estão diretamente associados ao aumento das viagens, enquanto no cenário tendencial o aumento deve-se à ineficiência e saturação do sistema de transportes e, principalmente, ao modelo de cidade proposto.

Deve-se ressaltar que tais medidas serão observadas de forma gradual, pois dependerão da estruturação dos corredores e da maneira como estes serão adensados e ocupados pelas atividades e domicílios. Os cenários transformadores, ao possibilitarem um crescimento proporcional e adequado dos tempos de viagem, mostram que haverá aumento da acessibilidade, com a redução de impactos negativos, como a excessiva

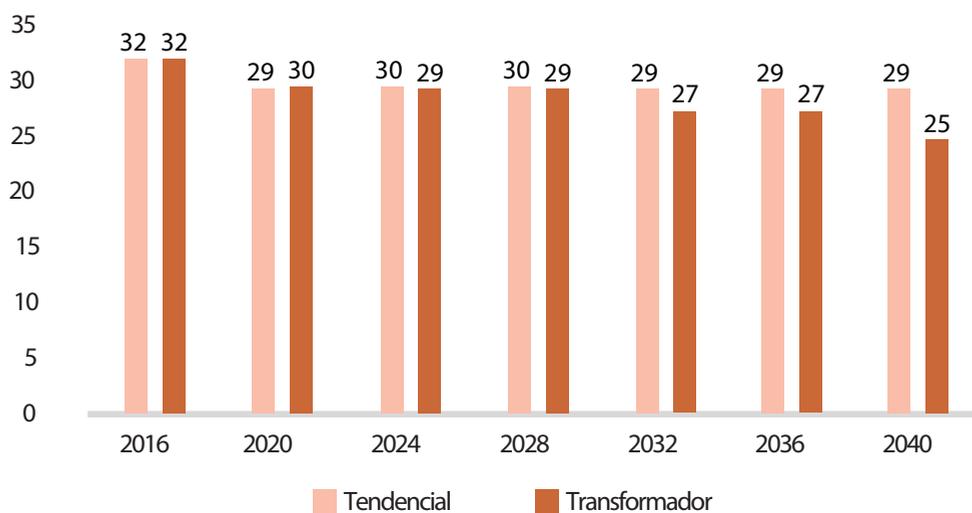
quantidade de transbordos e transferências dentro do transporte público.

A consequência de todas essas situações é uma melhoria da qualidade de vida da população e uma economia de tempo, que pode ser traduzida em valor monetário. Se confrontarem-se os cenários tendencial e transformador em 2040, notar-se-á uma redução de 279 horas gastas com deslocamento para o cenário transformador. A título de ilustração, se assumir-se que o valor da hora é R\$ 5,37 (R\$ 860/160 horas mensais de trabalho), tem-se uma economia de R\$ 1.500 aproximadamente. Considerando isso para todos os dias de trabalho ao longo do ano, será possível constatar uma grande economia, mostrando o ganho que a proposta trouxe ao possibilitar uma redução do tempo de viagem.

Outra abordagem será por meio do Tempo Médio de Viagens, que tende a se reduzir a cada ciclo de quatro anos dentro dos cenários transformadores, ou seja, aqueles em que são implantados os corredores. Tal situação pode ser constatada no Gráfico 41. Assim, nota-se que, à medida que os corredores são implantados, há redução nos tempos de viagem, passando de 32 minutos em 2016 para 25 minutos em 2040, uma redução de 22%, o que remete a uma economia para a sociedade. Ao longo do ano, assumindo-se que as pessoas se deslocam dessa maneira, a redução em termos de tempo para deslocamento será de 195 horas para 152 horas, confrontando o resultado obtido para situação atual e para 2040 transformador, respectivamente.

Ainda, pela Gráfico 41, pode-se notar que o desempenho em termos de tempo de viagem do cenário tendencial é menos representativo. Há uma tendência de redução, porém menos acentuada, embora seja possível, inclusive, assumir que a partir de 2020 permanecerá estável, gerando uma redução de 9% no atual tempo de deslocamento.

Gráfico 41 – Tempo médio de viagem



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

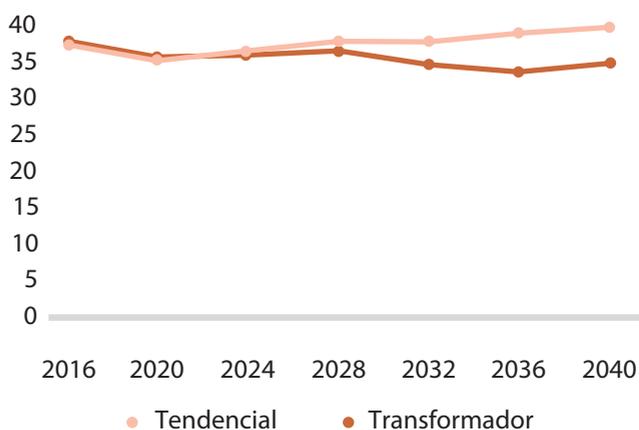
Assim, é possível constatar que a proposta de criação dos corredores de desenvolvimento orientados por transportes tende a apresentar melhor desempenho, sendo capaz de reverter a situação atual na qual a população apresenta elevados tempos de deslocamento (acima de 30 minutos por dia), impondo redução de mais de 20% no tempo de viagem para o ano de 2040.

Contudo, a análise do tempo de viagem precisa ser complementada com os resultados por categoria, ou seja, como os tempos de viagem se comportam ao se avaliar o motivo de viagem? No caso do motivo trabalho, deve-se ainda considerar a questão socioeconômica dos indivíduos, pois trabalhadores de baixa, média e alta renda apresentam padrões de deslocamento distintos, que podem ser interpretados, entre outros, pela escolha modal e pela relação espacial que existe entre o domicílio e o emprego.

Assim, os resultados obtidos com base nas estimativas de viagem apontam que os cenários transformadores impõem redução dos tempos de viagem para as três categorias de renda quando o motivo do deslocamento é trabalho. Tais resultados estão apontados nos Gráficos 42 a 44, que apresentam os tempos para trabalhadores de baixa renda, média renda e alta renda, respectivamente.

No caso do trabalhador de baixa renda, o cenário tendencial apresenta valores de tempo de viagem superiores aos do transformador. A partir de 2028, o cenário transformador começa a apresentar um distanciamento entre os valores do tempo médio, indicando que as ações envolvendo a implantação dos corredores começam a surtir efeito a partir do 12º ano de implantação. Contudo, no ano de 2040, a inclinação da curva muda o sentido, apontando para um leve crescimento no cenário transformador, embora abaixo do padrão tendencial (não fazer nada). A explicação para isso é que, devido à melhoria

**Gráfico 42 – Tempo médio de viagem da categoria trabalho renda baixa**

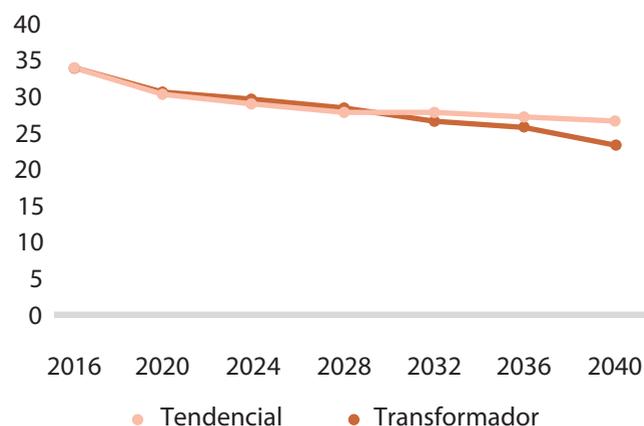


Fonte: Plano Fortaleza 2040.

nas condições de transporte, os trabalhadores de baixa renda poderão se deslocar maiores distâncias para atingir seus propósitos, fazendo com que estes experimentem tempos um pouco maiores, mas abaixo do padrão atualmente observado. No caso dos trabalhadores de média e alta renda, os tempos de viagem nos cenários transformadores são levemente maiores que os tendenciais até 2028. A justificativa é que a proposta leva a um aumento do número de trabalhadores nessas faixas de renda e, mais do que isso, estes estão mais bem distribuídos na cidade em relação aos domicílios, levando-os a se deslocar maiores distâncias. Contudo, com a rede de corredores mais estruturada, o efeito do tempo de viagem devido às distâncias passa a ser desconsiderado, pois os corredores possibilitarão a ocorrência de viagens mais eficientes.

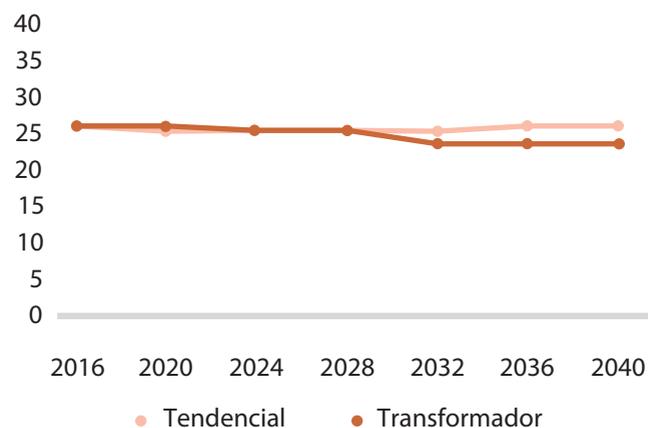
Portanto, a proposta de criação dos corredores mostra-se benéfica também para a avaliação do tempo de viagem por motivo trabalho, conforme categoria do trabalhador.

**Gráfico 43 – Tempo médio de viagem da categoria trabalho renda média**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 44 – Tempo médio de viagem da categoria trabalho renda alta**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Da mesma forma, ao se avaliar o tempo de deslocamento por motivo educação e motivo outros, o tempo de deslocamento nos cenários transformadores apresentam tendência de queda. A queda é mais acentuada no motivo educação (Gráfico 45), pois, no ano de 2040, a dinâmica dos deslocamentos por

esse motivo tenderá a mudar, havendo aí uma melhor distribuição das atividades educacionais e uma facilidade imposta pela criação das zonas de estação ao longo dos corredores de transporte. Novamente, o ano de 2028 faz com que os tempos de viagem nos cenários tendenciais e transformadores passem a se distanciar. Houve, de acordo com a modelagem, um aumento em 2036, mas fortemente corrigido em 2040, impondo uma redução de 50% no tempo de viagem atual e no ano de 2040 tendencial, pois este mantém o mesmo tempo de viagem que 2016. Efeito semelhante é observado para motivo outros, garantindo que as pessoas que buscam desenvolver atividades de lazer, compras e saúde poderão fazê-las experimentando menores tempos de viagem, conforme apresentado no Gráfico 46.

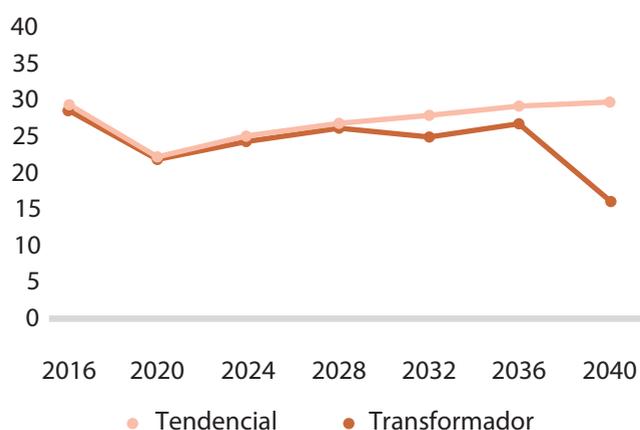
Essas tendências remetem que a criação de corredores assegurará uma mobilidade urbana sustentável para o município de Fortaleza no ano de 2040.

### Distâncias das viagens

Esse indicador permite que se possa avaliar a alteração do padrão de viagens na cidade em relação às distâncias médias percorridas pelos usuários. Foram avaliados o cenário atual e os cenários propostos a cada quatro anos até o ano final de projeto: 2040. Ver os Gráficos 47 a 53 a seguir.

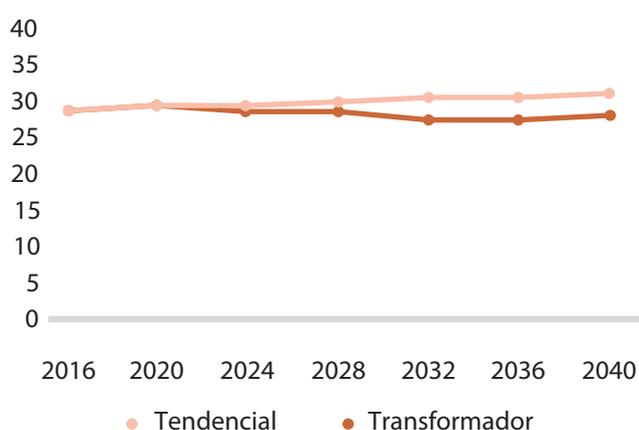
As distâncias médias de viagem mostraram-se estáveis, sem bruscas alterações ao longo dos próximos 25 anos. A distância média de viagem no cenário atual e no cenário de 2040 transformador foram 8.8 e 8.7, respectivamente, não apresentando mudança significativa, contudo cabe ressaltar que a acessibilidade nesses dois cenários, 2016 e 2040 transformador, é bem diferente, sendo que, nesse último, as facilidades de deslocamento são bem maiores devido aos corredores BRT e à integração intermodal, fato que induz as pessoas a viajarem mais e com a possibilidade de fazerem longos deslocamentos em menos tempo. Essas condições explicam também a menor distância média de viagem no cenário 2040 tendencial; acontece que,

**Gráfico 45 – Tempo médio de viagem da categoria educação**



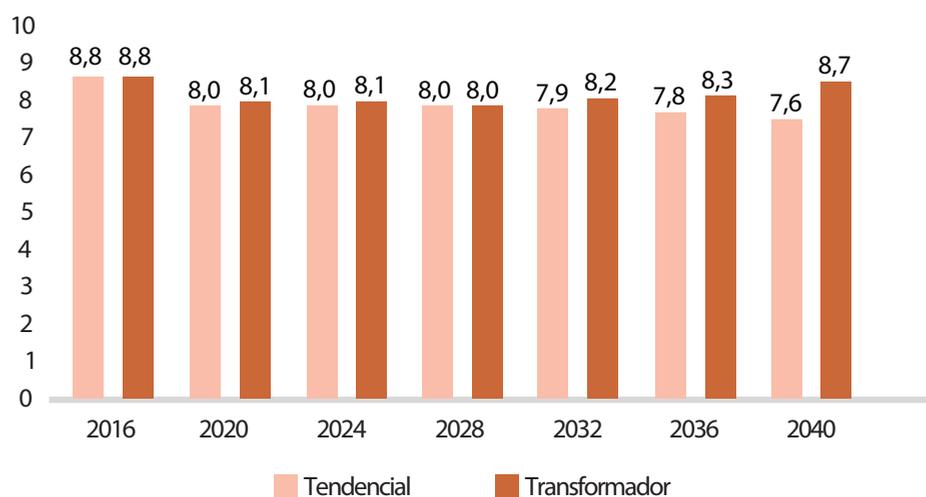
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 46 – Tempo médio de viagem da categoria outros**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Gráfico 47 – Distância média da viagem



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

nesse cenário, a acessibilidade é significativamente menor sem integração intermodal, fazendo com que deslocamentos mais longos sejam desmotivados.

Por fim, entende-se que, embora o cenário 2040 transformador tenha uma distância média maior que o 2040 tendencial, o primeiro cenário oferta condições de acessibilidade e oportunidades bem melhores que o segundo, principalmente quando se observam os tempos médios de viagem, que foi abordado no item anterior. As pessoas viajam por maiores distâncias em um menor tempo de viagem.

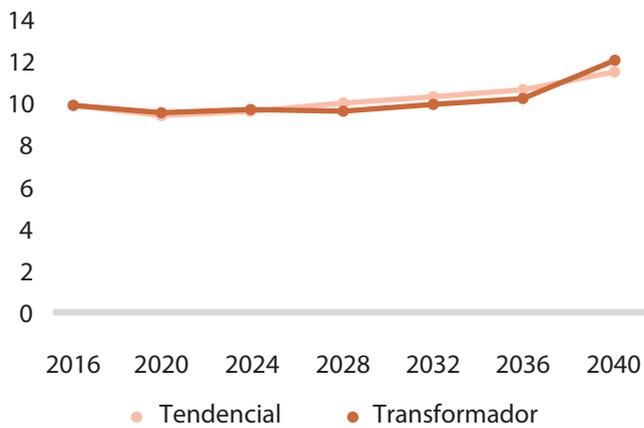
### Relação demanda/capacidade

A relação volume/capacidade, conforme equação a seguir, é um indicador que procura representar a relação direta entre o nível de demanda (volume) e a oferta física e operacional do sistema (capacidade) durante o período em análise. A capacidade (c) representa uma medida da oferta em seu limite. De forma mais objetiva, na operação de vias, a

capacidade pode ser descrita como as taxas horárias de fluxo máximo nas quais veículos ou pessoas podem atravessar uma seção uniforme de via durante certo intervalo de tempo em condições específicas da via, ambientais e de tráfego e de controle (adaptado, HCM, 2010).

Em relação ao transporte público, a análise da relação demanda/capacidade é importante para detectar possíveis pontos de ajuste no sistema, tanto das instalações físicas (oferta física) quanto na programação das linhas, capacidade das unidades de transporte e até tecnologia utilizada para o deslocamento (oferta operacional). No presente relatório, foram utilizados três níveis da relação demanda/capacidade para o transporte público. Na primeira categoria, que vai de 0,0 a 0,7, considera-se o sistema operando nos níveis de serviço de A a D, em que, na maioria do tempo, os veículos estarão operando com assentos disponíveis ou com poucas pessoas em pé e as viagens acontecerão, em sua

**Gráfico 48 – Distância média da viagem da categoria trabalho renda baixa**

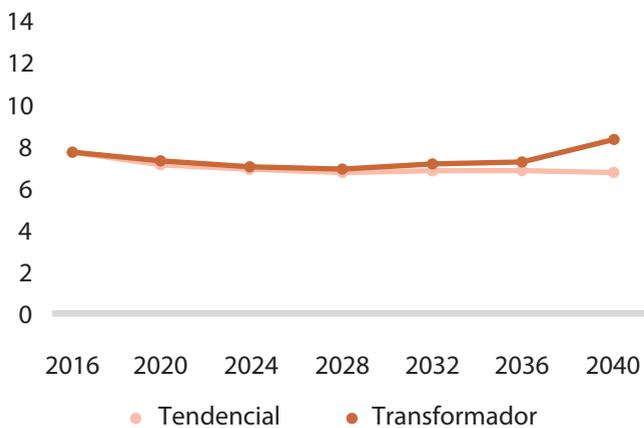


Fonte: Plano Fortaleza 2040.

grande maioria, sem atraso ou com atraso bastante reduzido.

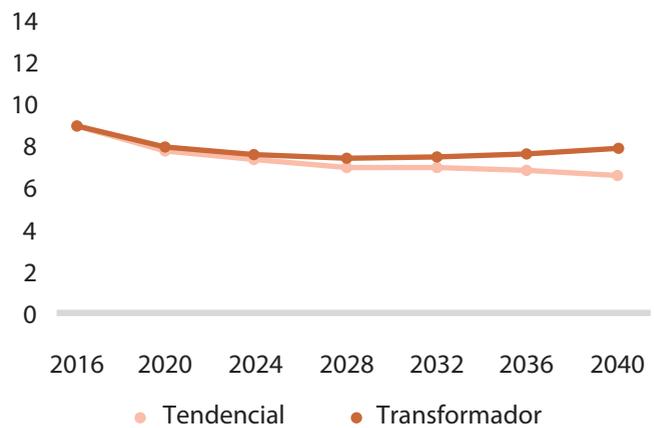
A segunda categoria utilizada representa os valores D/C entre 0,70 e 1,20. Essa categoria representa a operação na sua capacidade (nível E) e em certos momentos acima da capacidade (nível F). A operação do sistema de TP nesse nível está

**Gráfico 50 – Distância média da viagem da categoria trabalho renda alta**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 49 – Distância média da viagem da categoria trabalho renda média**



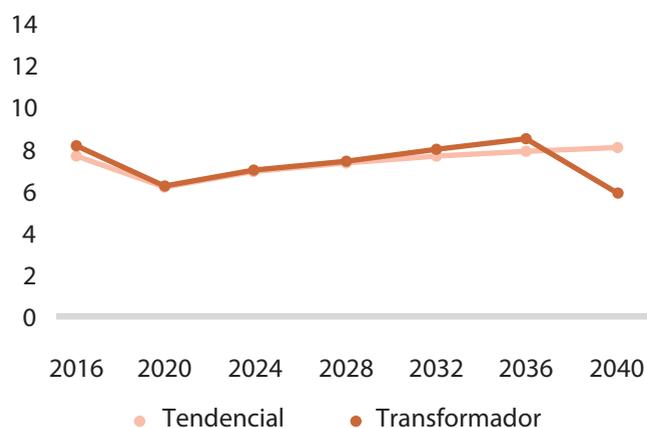
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

sujeito a um grau de desconforto indesejado para o sistema, com unidades de transporte operando constantemente com pessoas em pé, com espaço individual reduzido e as viagens estando sujeitas à grande atraso. O sistema torna-se pouco previsível e de difícil controle.

Estão ainda representados graficamente os arcos da rede de transportes com relação D/C acima de 1,2, que corresponde ao nível de serviço F, o de menor qualidade de operação. Nesse nível de operação, o sistema apresenta atrasos bastante expressivos e passageiros deixando de embarcar pela impossibilidade de encontrar espaço na unidade de transporte. Além disso, o sistema opera em regime forçado, com velocidades médias muito reduzidas.

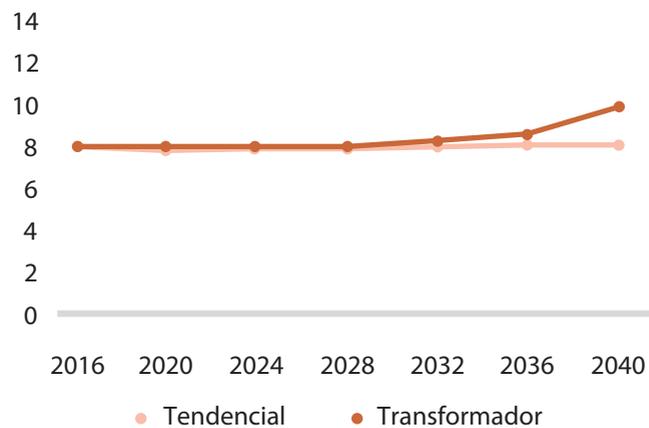
As Figuras 104 a 106 apresentam a rede de transporte público modelada no Tranus com as três categorias de relação D/C em escalas coropléticas para os cenários de 2016 (inicial), 2040 tendencial e 2040 transformador. Em relação a 2016, o sistema de TP apresenta, na área central da cidade, um número considerável de trechos no sentido

**Gráfico 51 – Distância média da viagem da categoria educação**



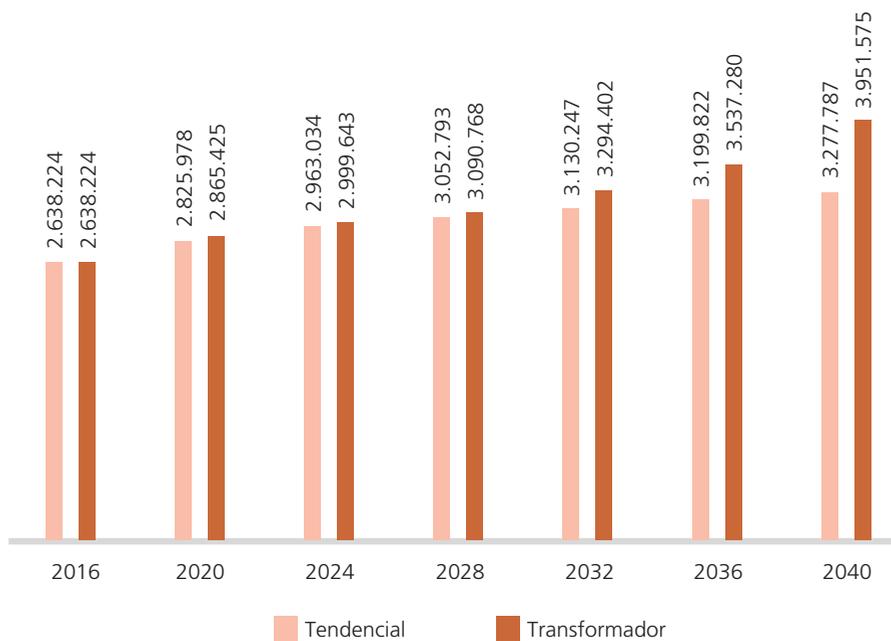
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 52 – Distância média da viagem da categoria outros**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 53 – Distância total percorrida**



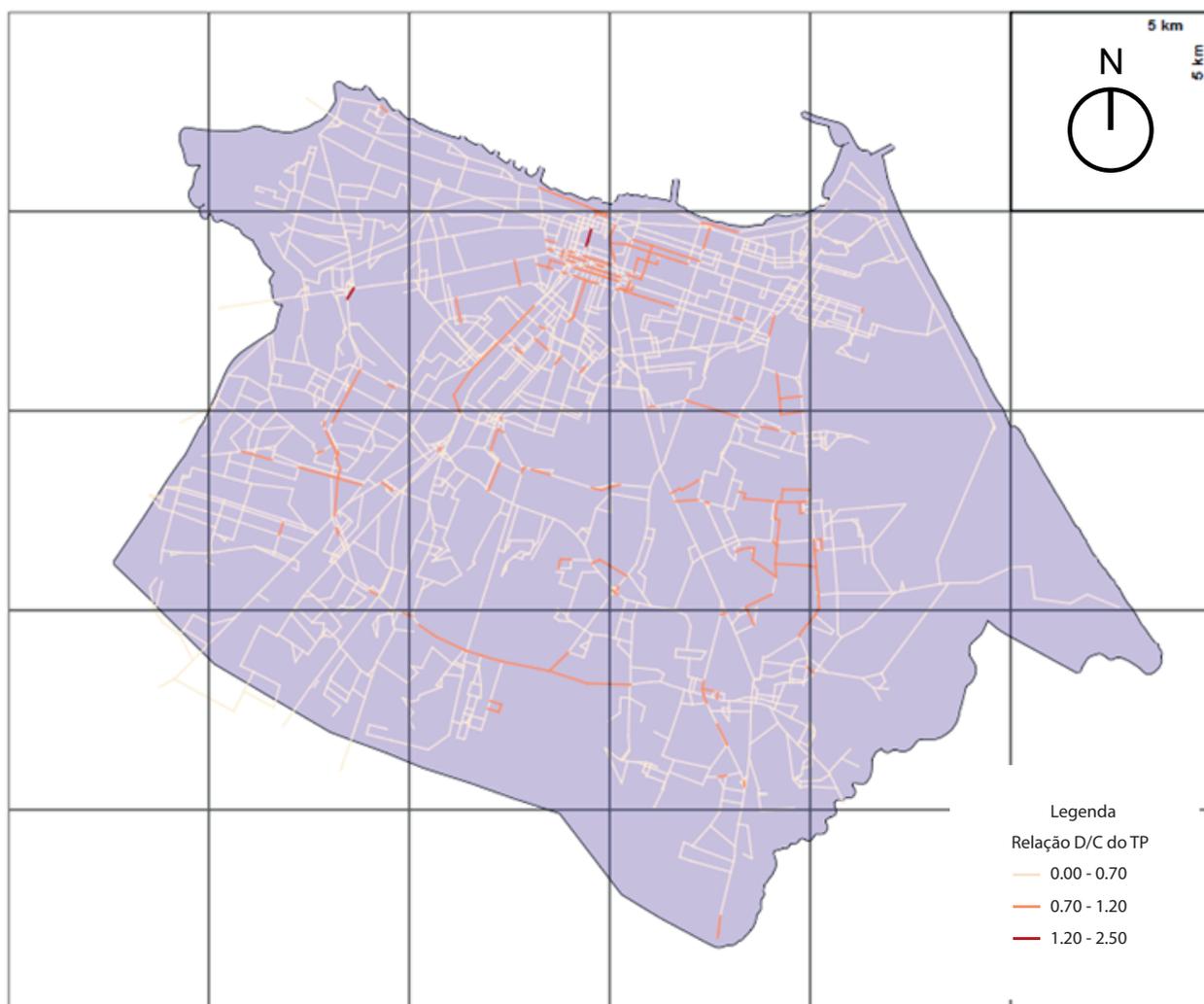
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

leste-oeste operando em nível de serviço E ou F. Como exemplo de vias operando nesse nível indesejado, ressaltam-se: avenida Costa Barros, avenida Santos Dumont, avenida Duque de Caxias, rua Meton de Alencar, avenida Domingos Olímpio, avenida Antônio Sales, entre outras. Outra ligação leste-oeste importante operando com baixo nível de serviço é a avenida Presidente Costa e Silva.

Em relação aos eixos de transporte norte-sul, a modelagem ressaltou como trechos de baixo nível de serviço partes da avenida José Bastos, da BR-116 e da avenida Washington Soares.

A evolução do sistema de transporte público estimado para o ano de 2040 do cenário tendencial ilustrado na Figura 105 deixa aparente a tendência de agravamento dos níveis de serviço dos mesmos

**Figura 104 – Relação D/C do transporte público em 2016**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

corredores críticos determinados no cenário inicial (2016). Com exceção do corredor da avenida José Bastos, tecnicamente aliviado com a consolidação da operação da linha sul do Metrofor, espera-se uma piora considerável na operação da ligação leste-oeste da parte sul da cidade (avenida Presidente Costa e Silva) e também de um trecho considerável da avenida Bezerra de Menezes, mesmo com a implantação do

BRT prevista nos cenários tendenciais.

A relação demanda/capacidade para o cenário do ano de 2040 transformador encontra-se na Figura 106. Observa-se que os problemas relacionados ao baixo nível de serviço do transporte público nas áreas fora da região central de Fortaleza foram eliminados, passando o sistema nessa região a operar com relação D/C sempre abaixo do valor 0,7.

**Figura 105 – Relação D/C do transporte público em 2040 – cenário Tendencial**



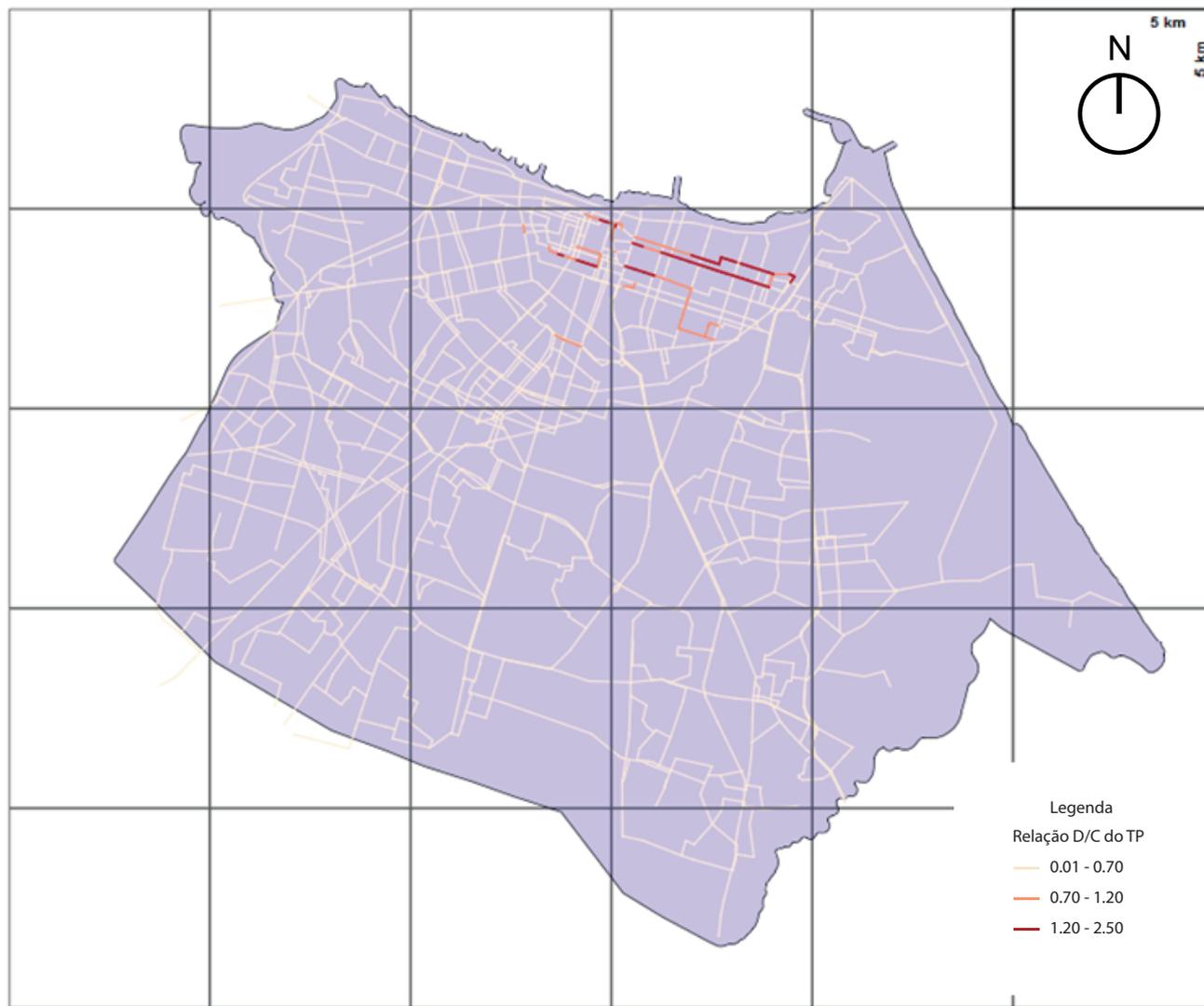
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Os resultados indicaram ainda a existência de parte dos corredores leste-oeste operando em níveis de serviço E ou F, em especial trechos das avenidas Santos Dumont e Dom Luís. Essas condições indicam que o sistema de bondes proposto nessas avenidas tem realmente um papel fundamental na redução da quantidade de viagens utilizando veículos privados nessa região, que adaptações do sistema

proposto podem ser avaliadas continuamente à medida que o sistema vai sendo implantado e que o gerenciamento da oferta desse modo pode facilmente adaptar-se para ofertar um serviço que garanta conforto e segurança para os seus usuários.

A seguir, são apresentadas as Figuras 107 a 109, que contêm os resultados gráficos da modelagem em relação ao volume do tráfego geral em 2016, 2040

**Figura 106 – Relação D/C do transporte público em 2040 – cenário Transformador**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

tendencial e 2040 transformador, respectivamente.

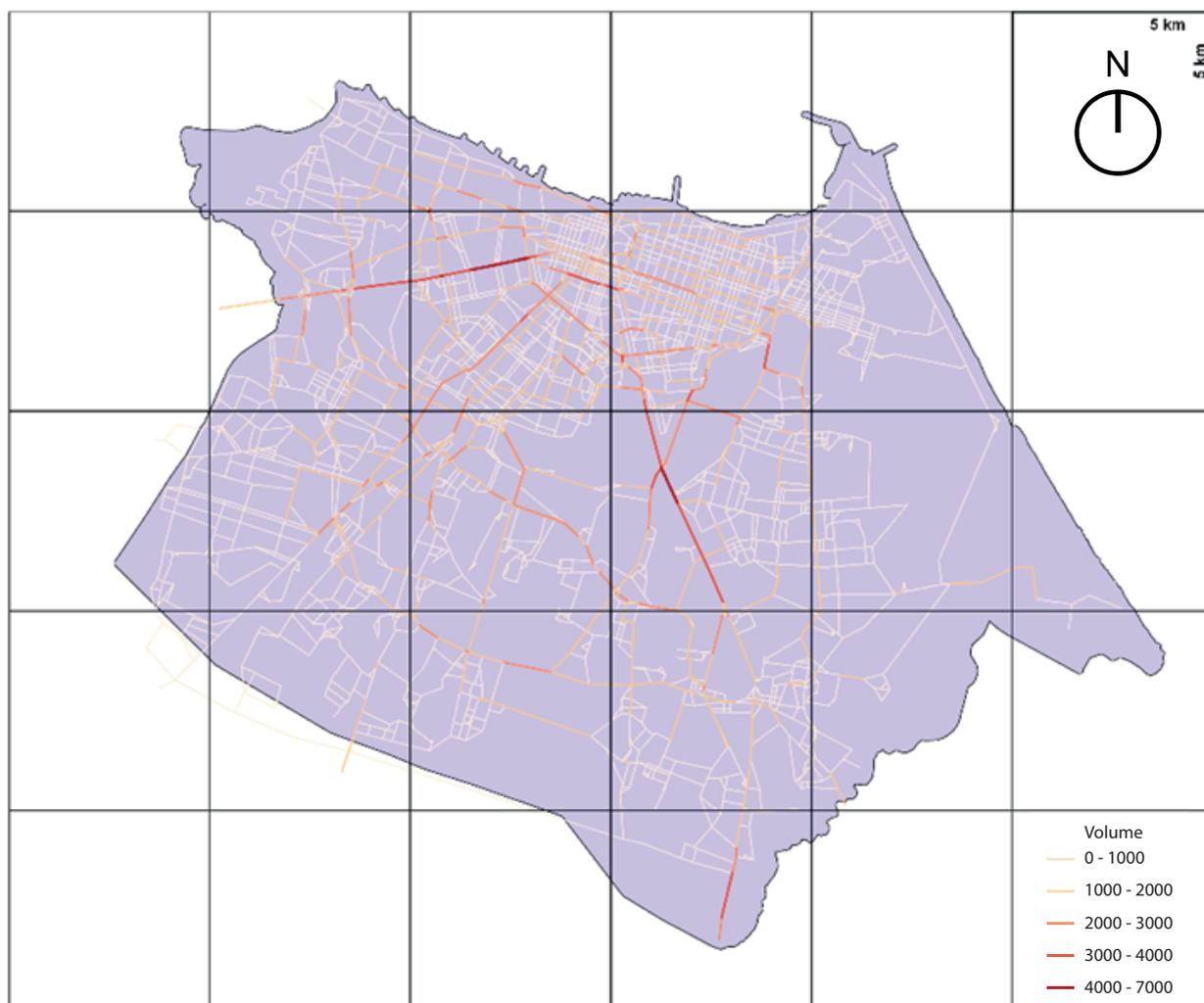
Observou-se, mesmo graficamente, uma redução do volume do tráfego geral no cenário transformador nos principais corredores e também na região central, indicando que o modelo de descentralização de empregos e o adensamento de moradias e de atividades econômicas em corredores de urbanização podem contribuir para a redução

significativa do volume veicular, conforme pode ser observado na Tabela 50.

### Relação V/C do sistema viário

A seguir, são apresentadas as Figuras 110 a 112, que contêm os resultados gráficos da modelagem em relação à variável volume/capacidade do sistema viário em 2016, 2040 tendencial e 2040

Figura 107 – Volume de automóveis na hora pico em 2016



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

transformador, respectivamente.

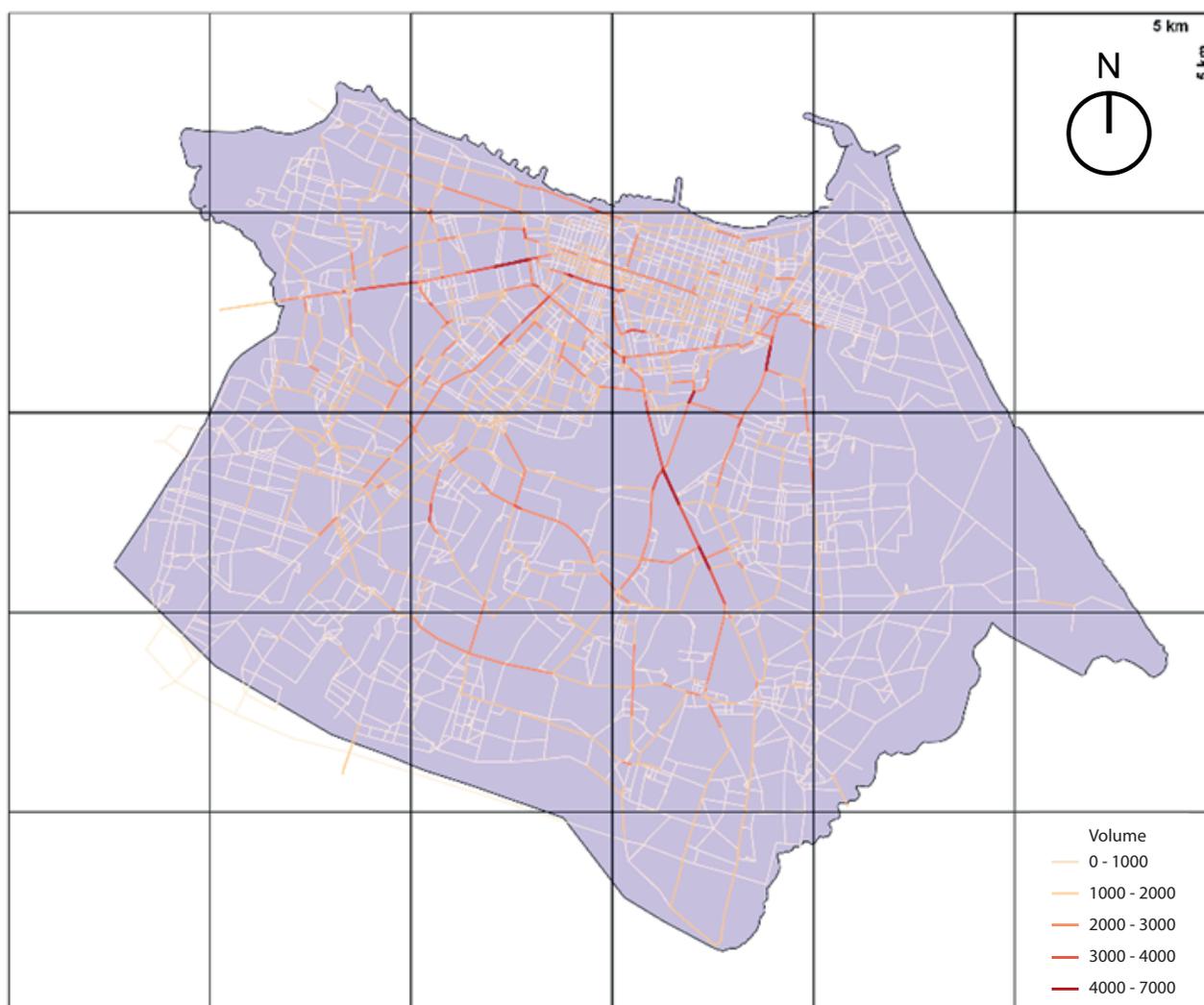
Observa-se, graficamente nos mapas e numericamente na Tabela 51, que haverá uma redução do congestionamento nos principais corredores de Fortaleza em 2040, indicando que esse aspecto melhorou, principalmente, em função da redução do volume de veículos identificada no item anterior, ressaltando-se que não foi proposto

aumento da capacidade viária existente nos cenários modificadores em relação ao cenário atual em 2016; observam-se todos os corredores críticos abaixo da capacidade em 2040; consideram-se esses resultados bastante satisfatórios.

### Segurança viária

O desempenho da segurança viária (DSV) é uma

Figura 108 – Volume de automóveis na hora pico em 2040 – cenário Tendencial

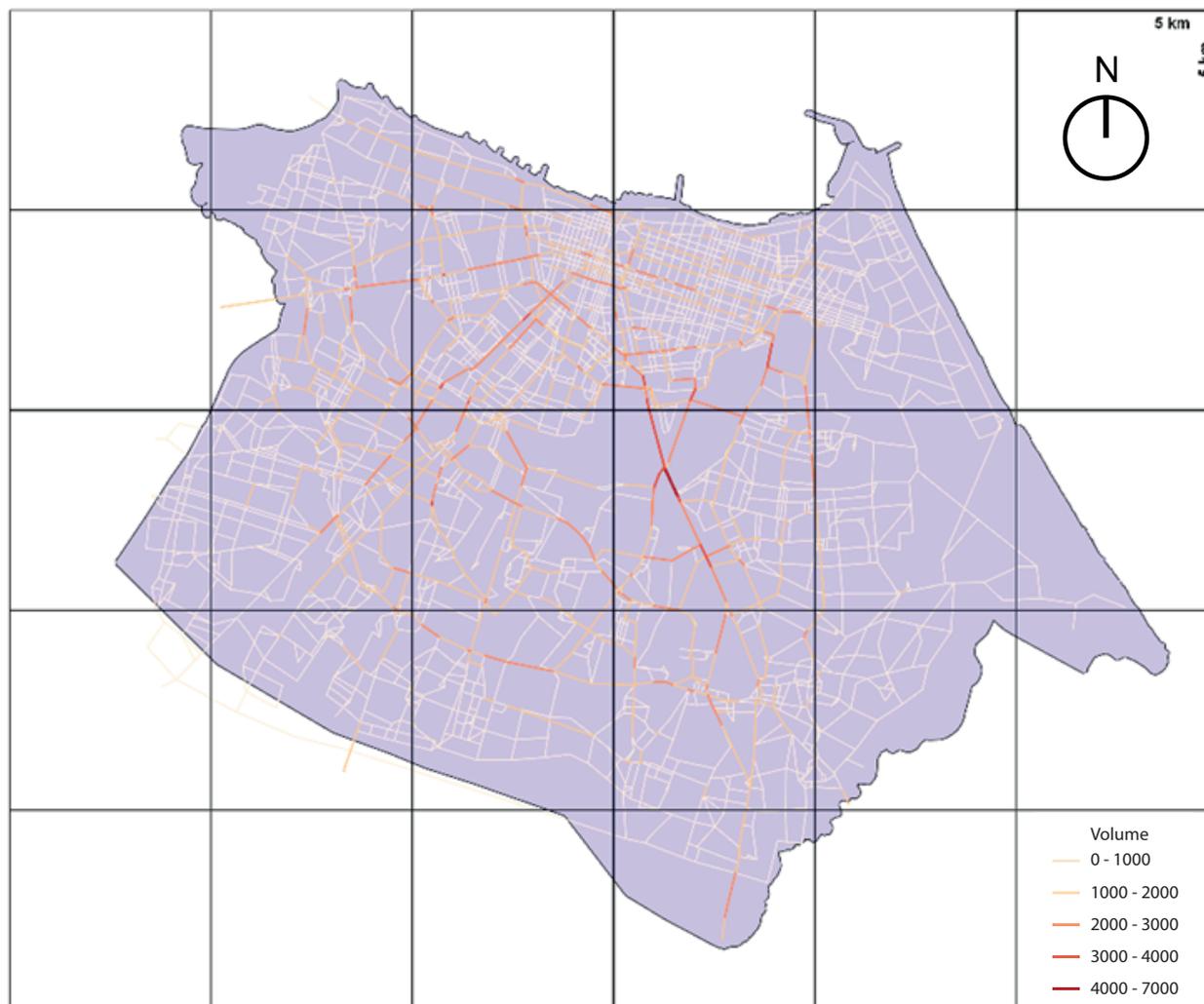


Fonte: Plano Fortaleza 2040.

das dimensões mais importantes no processo de planejamento da mobilidade urbana. Assim como a fluidez, a segurança viária é o resultado da interação de diversos aspectos que compõem a demanda e a oferta por transporte. As intervenções planejadas ao longo da implementação do Plano Fortaleza 2040 certamente terão impacto direto no desempenho da segurança de tráfego em Fortaleza.

O reordenamento das viagens, em que é esperado um número bem maior de viagens com duração média e extensão menores em 2040, aliado a uma significativa troca modal com crescimento da utilização do transporte público rodoviário ou ferroviário, considerado, dentre os modos urbanos, o mais seguro em Fortaleza (ver seção Erro! Fonte de referência não encontrada.), certamente trará impactos positivos na

**Figura 109 – Volume de automóveis na hora pico em 2040 – cenário Transformador**



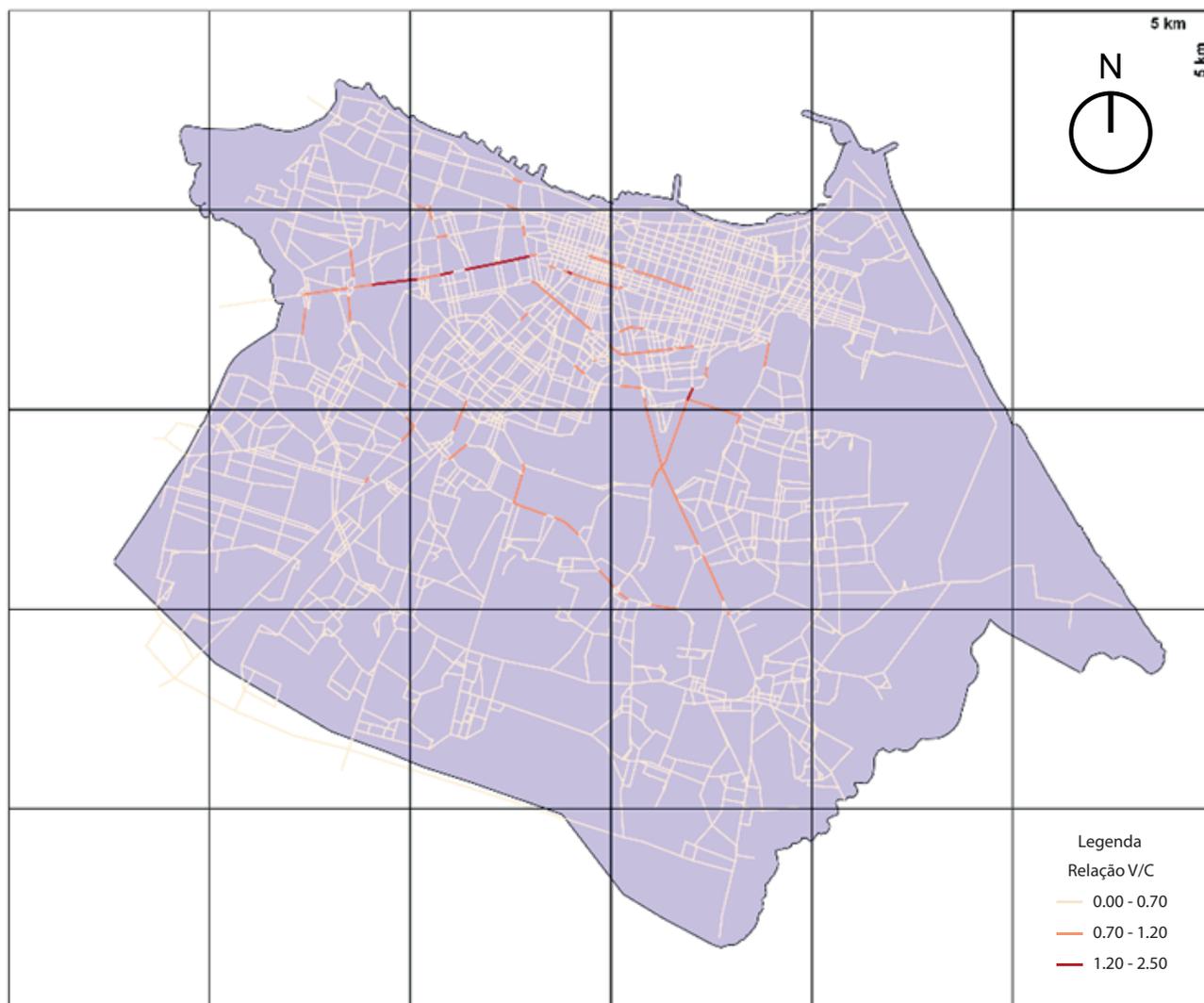
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

frequência e severidade dos acidentes de trânsito. Por outro lado, o incentivo ao uso do transporte ativo a pé e por bicicleta impõe uma reflexão e cuidado especial com a infraestrutura disponível para esses usuários, os quais são naturalmente mais vulneráveis em uma situação de conflito no trânsito.

A metodologia utilizada para estimar o desempenho da segurança viária no âmbito do

Plano Fortaleza 2040, descrita no item XX, permite a construção de uma análise mais objetiva do DSV com base na estimativa da frequência dos acidentes de trânsito em função da severidade e do tipo de usuário para todos os cenários tendencial e transformadores propostos. A seguir, serão apresentados e discutidos os principais indicadores de segurança viária

**Figura 110 – Relação V/C na hora pico em 2016**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

estimados com foco na frequência e severidade dos acidentes por grupo de usuário.

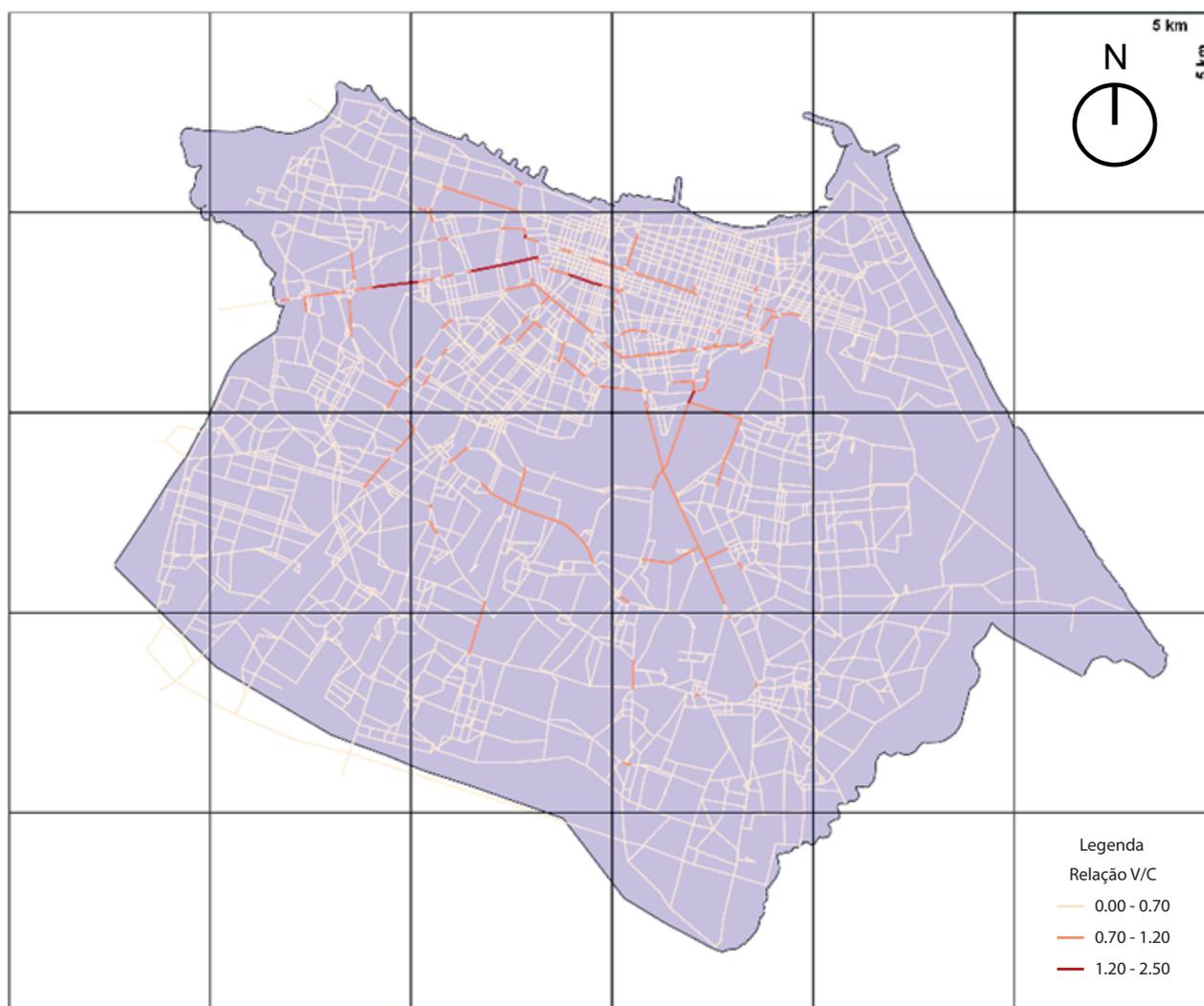
a) Acidentes com vítimas feridas

Os acidentes com vítimas feridas em Fortaleza têm historicamente correspondido a aproximadamente 40% de todos os acidentes observados em nossa capital. A média dos acidentes com vítimas feridas

em Fortaleza no período de 2008 a 2011 (últimas informações oficiais da AMC) correspondeu a aproximadamente 9.440 acidentes.

A frequência utilizada na modelagem do cenário inicial (2016) foi a mesma frequência observada no ano de 2011. Ressalta-se que, apesar da importância dos números absolutos que serão apresentados, as análises realizadas se

**Figura 111 – Relação V/C na Hora Pico em 2040 – cenário Tendencial**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

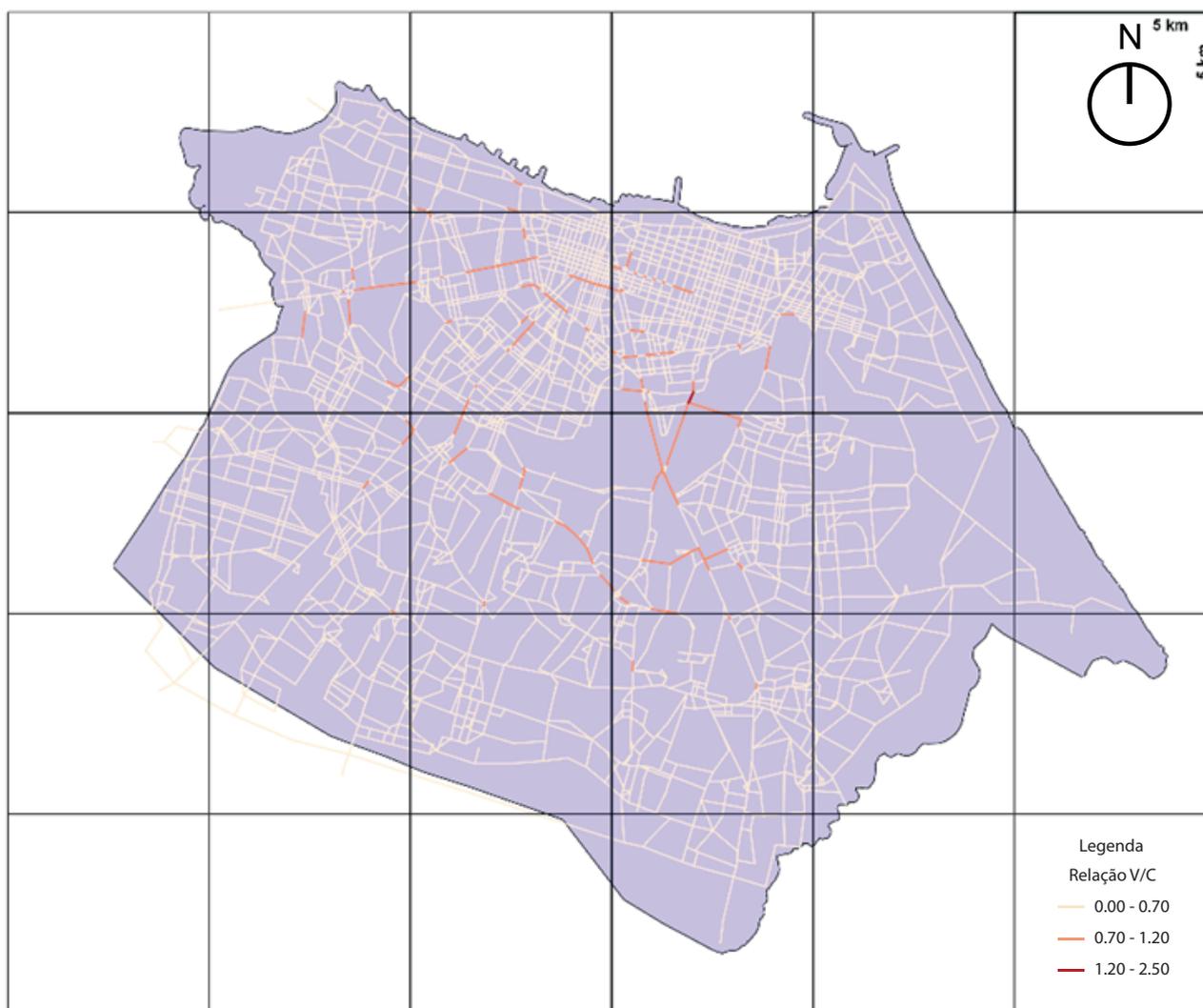
apoiam consideravelmente na evolução relativa da frequência ao longo do período de análise. Existe uma flutuação nos valores da frequência anual observada dos acidentes de trânsito pela natureza aleatória e rara do fenômeno em tela, além de fatores que nem sempre podem ser controlados, como diferenças entre os dias de chuva e sol, nível de fiscalização, alterações na rotina de tabulação

de controle do banco de dados, entre outros.

O Gráfico 54 apresenta a frequência estimada para os acidentes de trânsito com vítimas feridas para os cenários tendenciais e transformadores.

Em relação aos cenários tendenciais, é possível observar um crescimento estimado dos acidentes de trânsito com vítimas feridas de aproximadamente 10% entre os anos de 2016 e 2040.

**Figura 112 – Relação V/C na hora pico em 2040 – cenário Transformador**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Os resultados das intervenções previstas e o processo de urbanização estabelecido nos cenários transformadores sugerem uma redução na frequência dos acidentes com vítimas feridas ao longo dos diversos cenários quadrienais previstos. Observa-se que, em 2024, a tendência de crescimento nos acidentes é revertida, passando a haver decréscimos sucessivos nessa frequência mesmo com o aumento da exposição dos usuários (aumento do número de viagens).

Espera-se uma redução de aproximadamente 22% nos acidentes com vítimas feridas quando são comparados os cenários de 2016 e 2040 transformador. A comparação entre 2040, mantendo

o processo de urbanização histórico da cidade (tendencial), e o ano de 2040 transformador sugere uma redução estimada de 29%, correspondendo a uma redução de aproximadamente 2.400 acidentes somente no ano de 2040.

O perfil dos usuários envolvidos em acidentes com vítimas feridas é apresentado nos Gráficos 55 e 56, para os cenários tendenciais e transformadores. Para os cenários tendenciais, observa-se que os motociclistas estão presentes na maioria dos acidentes com vítimas feridas (58%). Logo a seguir, as vítimas de atropelamento representam entre 21% e 23% dos feridos. É possível verificar que a evolução urbanística e da mobilidade sem

**Tabela 50 – Volumes do tráfego geral**

CORREDOR	2040 - TENDENCIAL	2040 - TRANSFORMADOR	REDUÇÃO
BR-116	5325	4492	16%
Bezerra de Menezes	4416	2659	40%
Eng. Santana Jr.	4238	3980	6%
Duque de Caxias	2.938	2.148	27%
José Bastos	3.546	3.172	11%

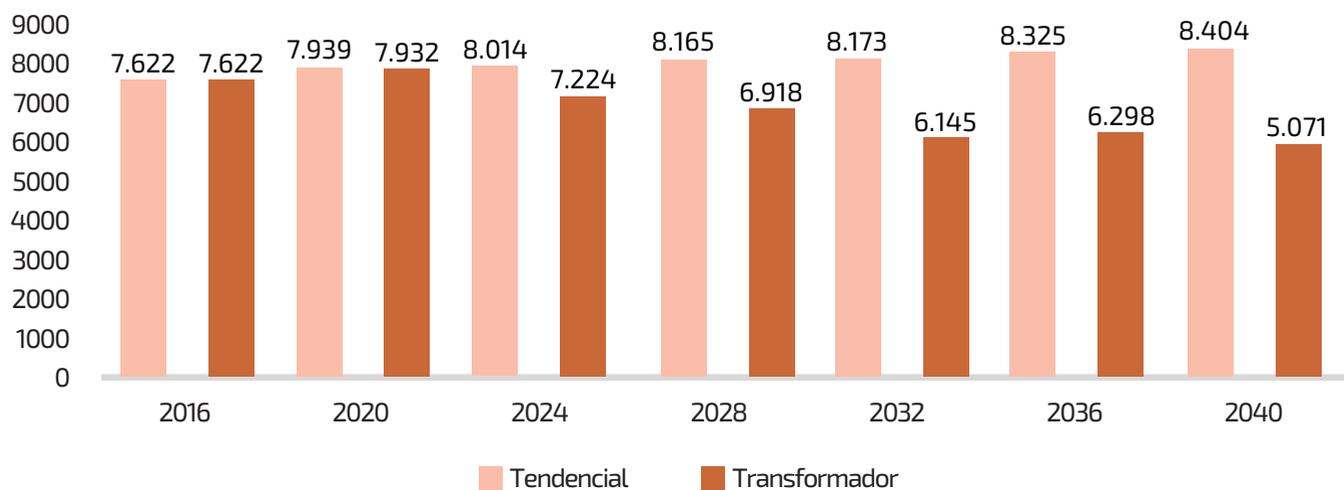
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Tabela 51 – V/C do sistema viário**

CORREDOR	2040 - TENDENCIAL	2040 - TRANSFORMADOR	REDUÇÃO
BR-116	1,08	0,99	8%
Bezerra de Menezes	1,4	0,86	39%
Eng. Santana Jr.	0,94	0,88	6%
Duque de Caxias	1	1	14%
José Bastos	1	1	9%

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 54 – Acidentes com vítimas feridas – Cenários tendenciais e transformadores**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

as intervenções previstas no Plano Fortaleza 2040 mantém praticamente inalterada a parcela de cada tipo de usuário nos acidentes com vítimas feridas.

A partir dos resultados apresentados no Gráfico 20, sobre a distribuição percentual dos acidentes com vítimas para os cenários transformadores, é possível verificar que, apesar da redução absoluta da frequência de acidentes com vítimas de 2016 para 2040 (22%), os pedestres passaram a estar mais representados entre as vítimas feridas. Em 2016, os pedestres representavam apenas 20% nos acidentes com vítimas feridas, passando a um percentual de 33% em 2040 nos cenários transformadores.

Outra categoria que deverá sofrer impacto significativo com as intervenções de 2040 são os motociclistas. Se em 2016 a categoria era responsável por aproximadamente 59% de todos os acidentes com vítimas feridas, em 2040 as projeções modeladas estimam que os motociclistas feridos

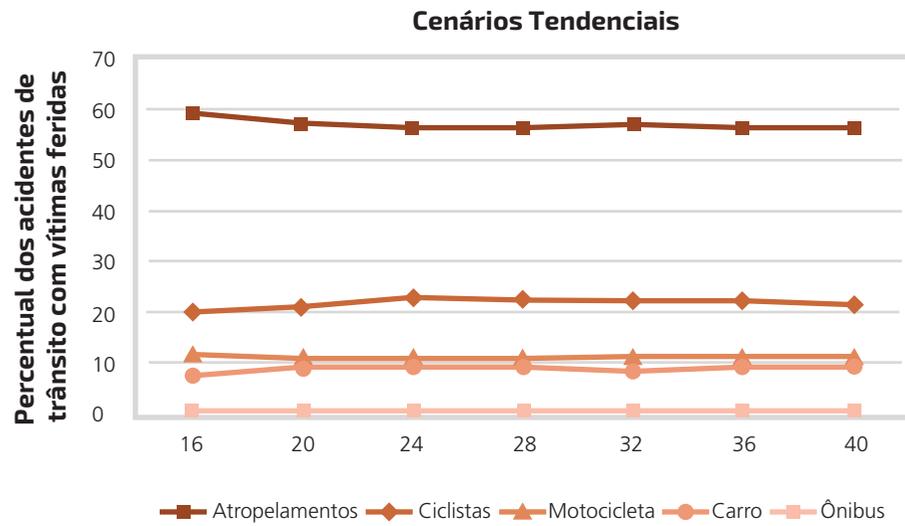
corresponderão a aproximadamente 43% do total de vítimas feridas.

As projeções estimadas tem sua fundamentação básica na redução do uso da motocicleta, na significativa migração para o transporte público e, principalmente, na redução de distâncias favorecendo viagens a pé. O aumento percentual esperado para os atropelamentos deixa claro que o principal objetivo das políticas públicas para a área urbana de Fortaleza deve ser a melhoria do espaço de circulação de calçadas e travessias visando à segurança dos pedestres. Ressalta-se ainda que, na dimensão da educação para o trânsito, esforço legal e medidas de engenharia, os pedestres deverão ser colocados em lugar de destaque.

#### b) Acidentes com vítimas fatais

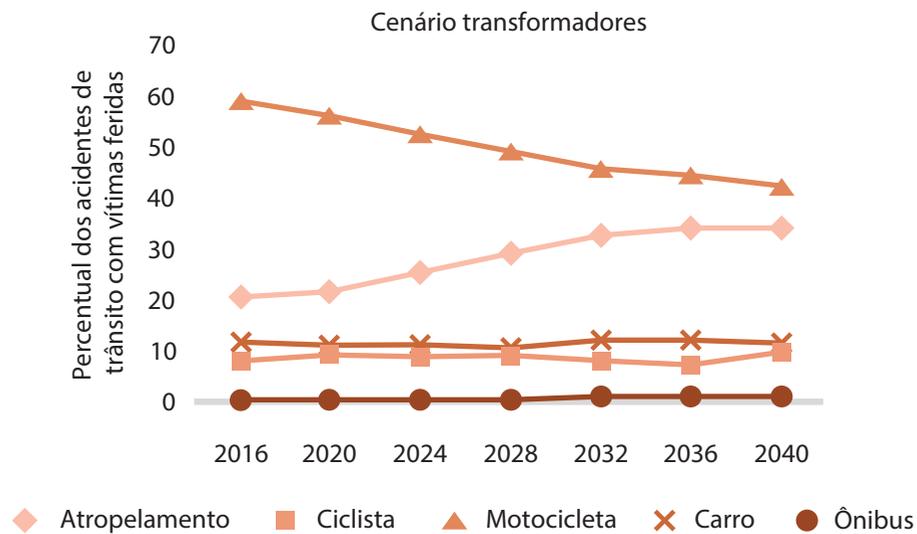
Os registros históricos de 2008 a 2011 do Siat-For estimam uma média de 340 óbitos por ano em Fortaleza. Essa taxa anual de óbitos corresponde

Gráfico 55 – Percentual dos acidentes de trânsito com vítimas feridas em função do modo de transportes - Cenários tendenciais



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Gráfico 56 – Percentual dos acidentes de trânsito com vítimas feridas em função do modo de transportes - Cenários transformadores



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

em média a uma fatalidade a cada 26 horas. Entre os mais atingidos estão os pedestres, naturalmente os mais vulneráveis entre os atores urbanos da mobilidade.

Nesta seção, serão apresentados os principais resultados da modelagem dos cenários tendenciais e transformadores do Plano Fortaleza 2040, com foco nos indicadores de segurança viária que representem os eventos mais catastróficos da mobilidade urbana. O Gráfico 57 inicia a discussão com a estimativa da evolução dos acidentes com vítimas fatais para os cenários quadrienais tendenciais e transformadores.

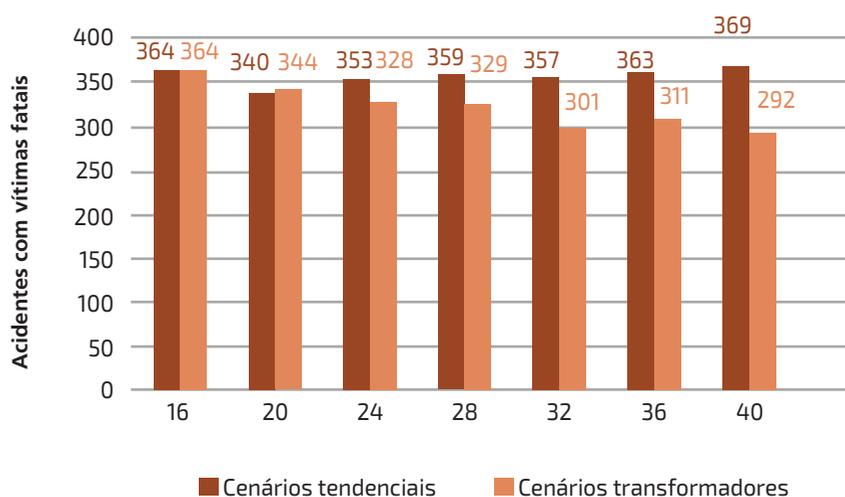
Os resultados para os cenários tendenciais estimam uma redução dos óbitos em 2020, em virtude de ações consideradas durante a década da ONU de segurança viária e também em virtude das iniciativas planejadas ao longo do projeto Bloomberg Global Road Safety Program com previsão de término em 2020. A partir de 2020, os óbitos voltam a crescer gradualmente, retornando aos patamares de 2016 no ano de 2040.

Em relação aos resultados dos cenários transformadores, as principais iniciativas listadas na Tabela 10, juntamente com as alterações no padrão de deslocamento urbano da cidade em 2040, resultaram em alterações significativas na frequência dos acidentes de trânsito com vítimas fatais em Fortaleza. Quando comparados os cenários de 2016 e 2040 transformador, observa-se uma redução de aproximadamente 19% nos óbitos.

Comparados os cenários em 2040, a redução esperada nos óbitos é de 21%, que representa 77 óbitos a menos naquele ano. Assumindo uma distribuição equitativa entre os períodos de quatro anos, a redução total esperada é de 792 vítimas fatais ao longo dos 24 anos de projeto.

Assim como nos acidentes com feridos, houve alteração significativa na distribuição esperada do modo de transporte para as vítimas fatais quando comparados os cenários de 2016, 2040 tendencial e 2040 transformador (Gráficos 58 a 60). Em 2016, as vítimas fatais eram predominantemente pedestres

**Gráfico 57 – Acidentes com vítimas fatais – Cenários tendenciais e transformadores**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

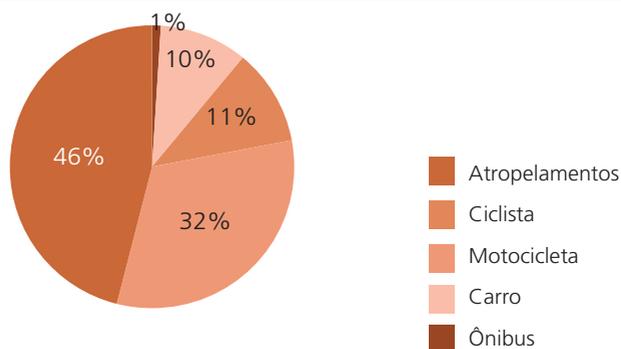
(46%) e motociclistas (32%), sendo o modo mais seguro de transporte o ônibus, com apenas 1% das vítimas fatais.

A modelagem do DSV para o cenário de 2040 tendencial apresentou pouca variação na distribuição das vítimas fatais quando se compara com 2016. Os pedestres continuam sendo a maioria (47%), seguidos dos motociclistas, com 29% das vítimas fatais.

As intervenções propostas pelo Plano Fortaleza 2040, refletidas nos cenários transformadores, indicam um crescimento percentual da participação dos pedestres quando comparados os cenários de 2016 e 2040 tendencial. Apesar da redução da frequência dos acidentes com vítimas fatais (19% a 21%), os pedestres passaram a corresponder a 61% das vítimas fatais no ano de 2040, cenário transformador. Os motociclistas, por outro lado, passaram a representar apenas 19% das vítimas fatais.

O processo de reordenamento das viagens ao longo dos próximos 24 anos, obtido com o crescimento urbano e socioeconômico esperado pelo projeto, resultará no incentivo a um maior número de viagens não motorizadas. Os resultados desse processo foram refletidos na modelagem

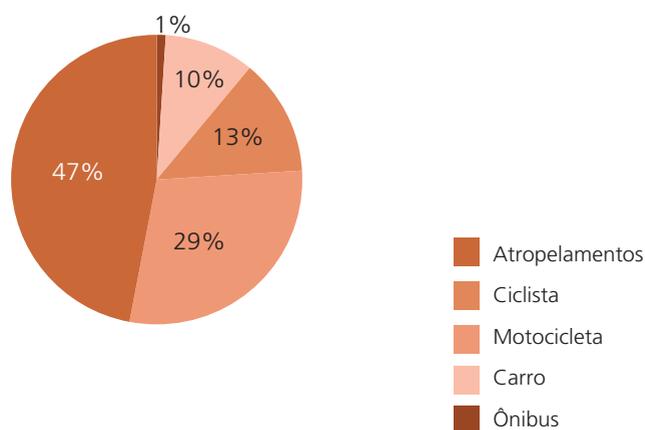
**Gráfico 58 – Distribuição percentual das vítimas fatais em função do modo de transporte – 2016**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

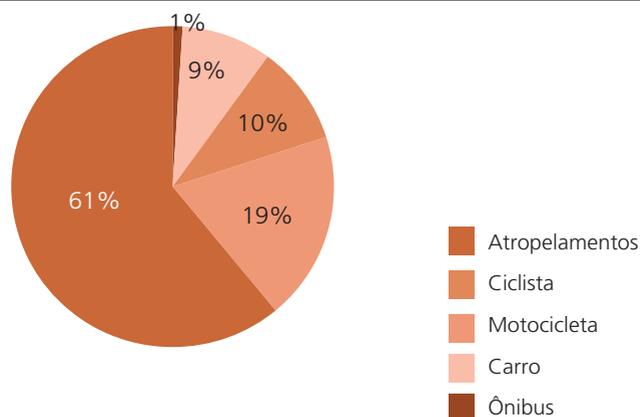
do DSV para as vítimas fatais. Como ferramenta de tomada de decisão, os resultados indicam a necessidade premente de a cidade se apropriar de uma estratégia agressiva para a redução dos acidentes envolvendo os usuários mais vulneráveis, com foco nos pedestres.

**Gráfico 59 – Distribuição percentual das vítimas fatais em função do modo de transporte – 2040 – Cenário tendencial**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 60 – Distribuição percentual das vítimas fatais em função do modo de transporte – 2040 – Cenário transformador**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

c) Taxas de acidentes

Algumas análises estratégicas sobre o desempenho da segurança viária procuram avaliar globalmente países e regiões por meio de taxas de acidentes em relação à frota de veículos, a população ou ainda o número do viagens. Tais indicadores têm como princípio a exposição dos usuários a situações de risco. Dessa forma, o aumento do número de viagens ou mesmo da população e a estabilização da frequência de acidentes podem ser considerados como um sinal positivo, refletindo um risco menor de estar envolvido em um acidente de trânsito.

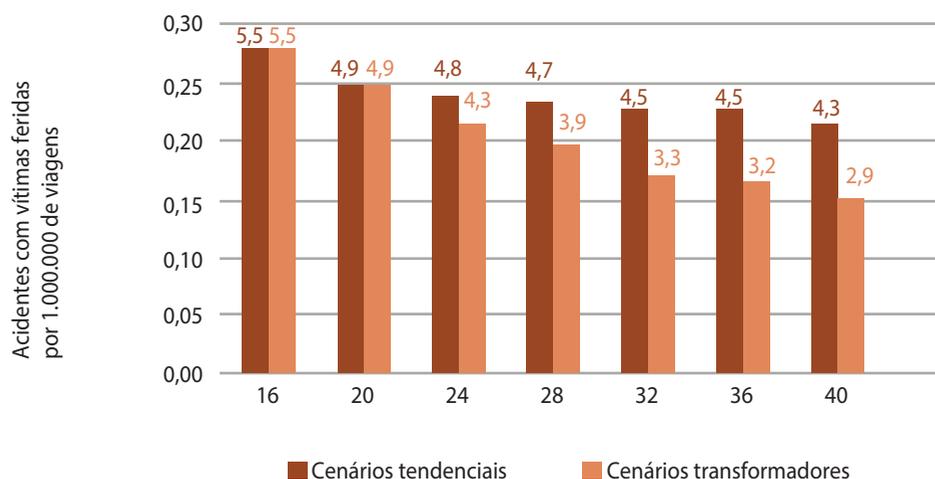
A estrutura da modelagem fornecida pela ferramenta Transus permitiu a estimação de duas taxas de acidentes normalmente encontradas na literatura internacional, a saber: taxa de acidentes com vítimas (feridas ou fatais) por 1 milhão de viagens e taxa de acidentes com vítimas fatais por 100 mil habitantes.

- Taxa de acidentes com vítimas feridas por 1 milhão de viagens

A evolução dos acidentes de trânsito com vítimas feridas em função das viagens encontra-se no Gráfico 61. Observa-se uma tendência de decréscimo nesse indicador tanto para os cenários tendenciais como para os transformadores. As intervenções previstas em termos de segurança viária para os cenários transformadores permitiram, entretanto, uma redução mais acentuada da taxa de acidentes por mil viagens.

Para os cenários tendenciais, espera-se uma redução no risco relativo de estar envolvido em um acidente de trânsito com vítima de aproximadamente 23%. A taxa de acidentes com vítimas feridas recuou em 5,5 acidentes por 106 viagens para 2,9 acidentes por 106 viagens em 2040 para o cenário transformador. Ressalta-se que a redução nesse indicador não remete diretamente a uma redução na frequência dos acidentes com vítimas feridas (ver

**Gráfico 61 – Acidentes com vítimas feridas por 1.000.000 de viagens – Cenários tendenciais e transformadores** ( Taxa de acidentes com vítimas feridas por 1.000.000 viagens)



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Gráfico 60), mas sim a uma redução no risco de estar envolvido em um acidente com vítimas em função da exposição (número de viagens).

Para os cenários transformadores, a redução entre o ano de 2016 (cenário inicial) e 2040 foi de aproximadamente 47% e, em relação ao cenário de 2040 tendencial, espera-se uma redução na taxa de aproximadamente 32%. Nesse caso, os cenários transformadores sugerem a redução do risco de estar envolvido em um acidente de trânsito com vítima, tanto pela redução na frequência absoluta dos acidentes como pelo aumento do número de viagens.

- Taxa de acidentes com vítimas fatais por 1 milhão de viagens

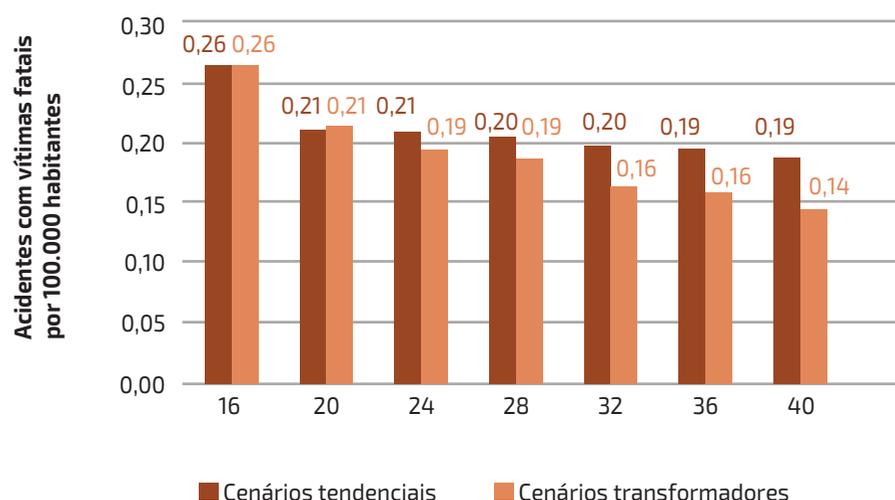
O Gráfico 62 apresenta os resultados obtidos pelo processo de modelagem do Plano Fortaleza 2040 para a taxa de acidentes com vítimas fatais por 1 milhão de viagens para os cenários tendenciais e

transformadores. As estimativas para esse indicador seguem tendência similar à observada para a taxa de acidentes com vítimas feridas por mil viagens.

Em relação aos cenários tendenciais, observa-se uma redução de aproximadamente 29% na taxa, reduzindo de 0,26 para 0,19 acidente com vítimas fatais a cada 1 milhão de viagens. Em outras palavras, para o cenário inicial (2016), acontece em média um acidente com vítima fatal a cada 3,8 milhões de viagens. Em 2040, para o cenário tendencial, esse índice sobe para um acidente com vítima fatal para 5,3 milhões de viagens.

Para os cenários transformadores, a redução entre o ano de 2016 (cenário inicial) e 2040 foi de aproximadamente 45% e, em relação ao cenário de 2040 tendencial, espera-se uma redução na taxa de aproximadamente 23%. Dessa forma, em 2016, espera-se em média um acidente com vítima fatal a cada 3,8 milhões de viagens e, no cenário transformador em 2040, o índice passa a ser de um acidente com vítima fatal a cada 7,1 milhões de viagens.

**Gráfico 62 – Acidentes com vítimas fatais por 1000 viagens – Cenários tendenciais e transformadores**  
( Taxa de acidentes com vítimas fatais por 100.000 habitantes)



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

- Taxa de acidentes com vítimas fatais por 100 mil habitantes

A taxa de acidentes com vítimas fatais por 100 mil habitantes tem sido apresentada em relatórios gerenciais disponibilizados pelo Siat-For, da AMC. O Gráfico 63 apresenta uma série histórica da cidade de Fortaleza para o período de 1990 a 2011. É possível observar uma tendência de queda na taxa a partir de 1999 até 2004, quando houve um ligeiro crescimento em 2005 seguido por nova redução até o ano de 2009. A partir de 2009, os resultados indicam um possível retorno à tendência de crescimento.

Os resultados da modelagem para os indicadores dos cenários tendenciais e transformadores mostram sucessivas reduções ao longo dos períodos quadrienais, seja para os cenários tendenciais, seja para os cenários transformadores (Gráfico 64).

Ressalta-se, entretanto, a redução mais acentuada para os cenários transformadores. Em 2040, estima-se para os cenários transformadores uma redução de aproximadamente 38% do índice, passando a taxa de um patamar de 14,9 mortos por 100 mil habitantes para 9,3 mortos por 100 mil habitantes.

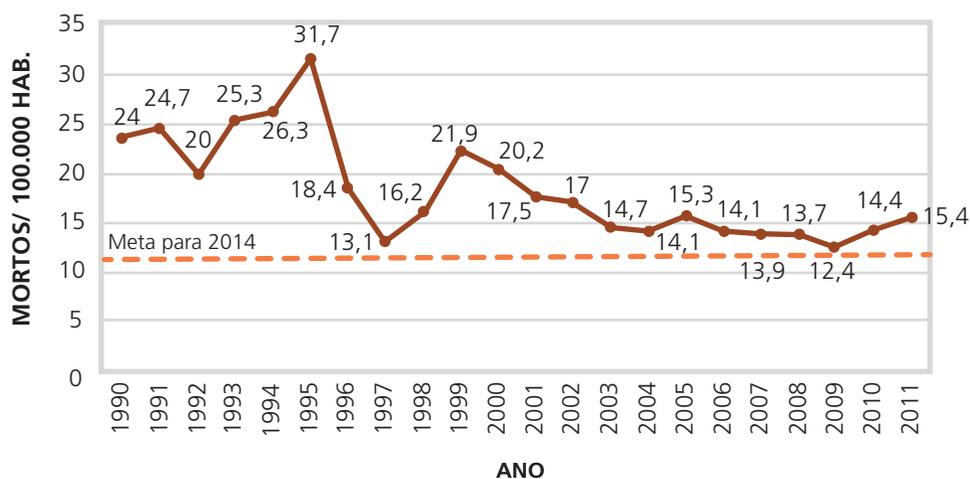
### Emissões de poluentes atmosféricos

Foram estimados, por meio de modelagem computacional, os totais de poluentes atmosféricos com efeito local (CO, NOx, HC, MP) e com efeito global (CO2), provenientes das fontes móveis, ou seja, dos efeitos de tráfego. Os resultados obtidos estão apresentados e discutidos na sequência.

#### I. Emissão de monóxido de carbono

O monóxido de carbono (CO) é um gás tóxico que resulta da combustão incompleta dos veículos automotores. Tal gás é incolor, inodoro, porém

Gráfico 63 – Vítimas fatais por 100 mil habitantes em Fortaleza



Fonte: SIATFOR, 2011.

venenoso, sendo proveniente da reação do carbono com o oxigênio presente na atmosfera. As elevadas concentrações de CO podem aumentar o risco de doenças cardiovasculares e impedir as funções psicomotoras. Crianças, idosos e pessoas que já apresentam quadros clínicos de doenças cardiovasculares e problemas respiratórios sofrem com a presença desses poluentes. Além disso, indiretamente, o CO contribui para a formação de ozônio e metano.

Em relação aos impactos causados à saúde humana, o CO implica dores de cabeça e no peito, tonturas, confusão, fraqueza, náuseas e vômitos. Combina com a hemoglobina formando carboxihemoglobina, diminuindo a quantidade de hemoglobina disponível para o transporte de oxigênio.

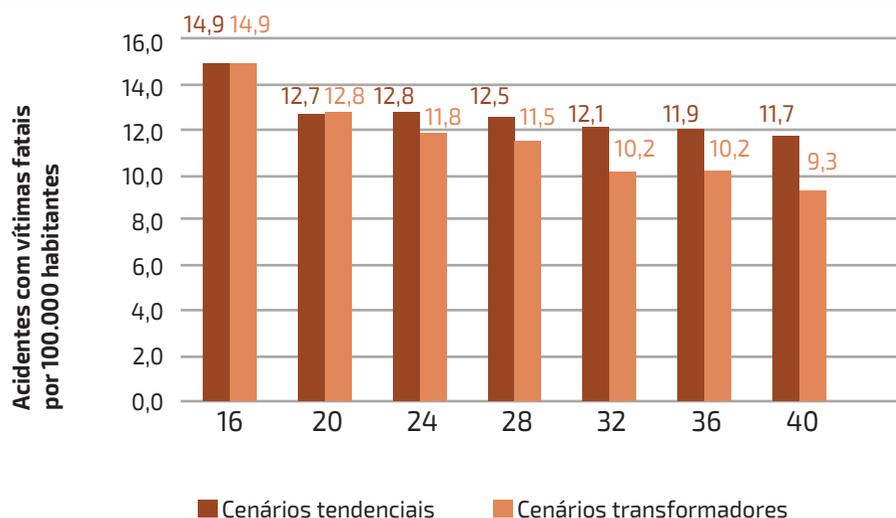
Os resultados gerados apontam que, em comparação com 2016, a emissão de CO no ano de 2040 tende a se reduzir com o cenário transformador em 3%, caso seja considerado o total de gramas por poluentes na hora-pico. Se a

unidade de comparação for o total de viagens, a redução passa a ser mais expressiva, pois a proposta do Plano Fortaleza 2040 indica uma redução de 36% no total desse poluente. Caso se avalie o ano de 2040, confrontando o cenário tendencial com o cenário transformador, a redução na emissão de CO é da ordem de 16% ao se empregarem os conceitos estabelecidos no projeto. Embora a diferença entre tendencial e transformador seja pequena, deve-se considerar que a proposta apresentada no projeto permitiu ganhos, pois possibilitou menor dependência do uso de automóveis, embora a quantidade de viagens tenha aumentado. Nos Gráficos 65 e 66, são apresentadas as estimativas para o monóxido de carbono.

#### II. Emissão de hidrocarbonetos

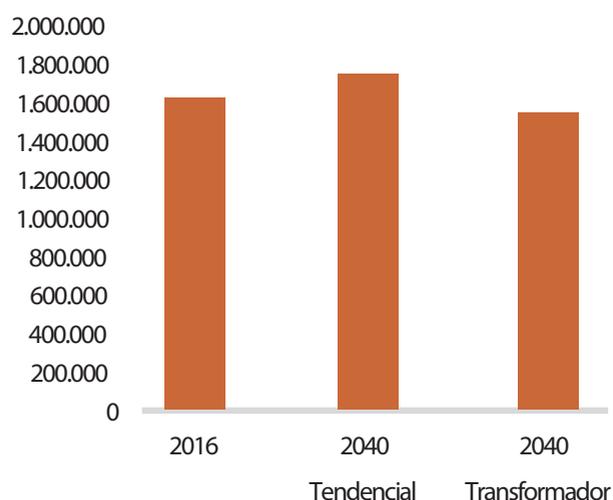
Emissões de hidrocarbonetos (HC) resultam da combustão incompleta ou da evaporação de combustível. Os hidrocarbonetos reagem na presença de NOx e luz solar para formar ozônio troposférico

**Gráfico 64 – Vítimas fatais por 100 mil habitantes – Cenários tendenciais e transformadores**



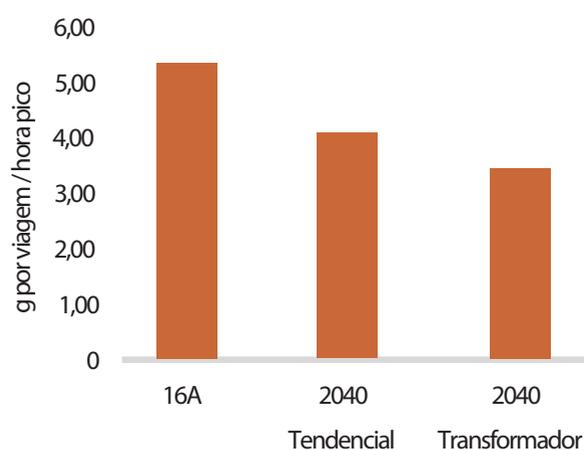
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 65 – Emissão de CO considerando grama de poluente/ hora pico**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 66 – Emissão de CO considerando grama de poluente por viagem/hora pico**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

e contribuem para a formação de fumaça, que traz prejuízos para a saúde e para o efeito estufa. Os hidrocarbonetos aromáticos, tais como benzeno, são cancerígenos (CAPPIELLO, 2002). Os HC acarretam para a saúde humana problemas pulmonares, renais e cardiovasculares, sendo altamente carcinogênico.

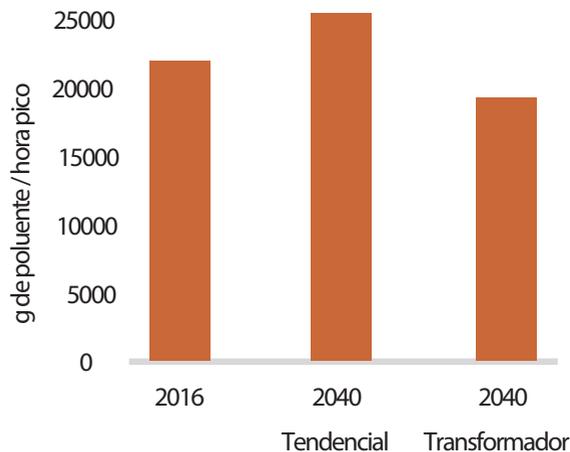
Nos resultados modelados, nota-se que o cenário transformador em 2040 foi capaz de reduzir a quantidade de HC emitido em 5%, ao se considerar a quantidade de grama por poluente na hora-pico, sendo responsável pela redução em 37% do total de gramas de emissão por viagem. Confrontando os resultados do ano de 2040 (tendencial x transformador), tem-se que a redução ocasionada com a implantação dos corredores de urbanização orientados por transportes foi da ordem de 18%. Isso reforça a importância de um adequado processo de planejamento. Nos Gráficos 67 e 68, são apresentadas as comparações entre os anos de 2016 e 2040, considerando os cenários tendencial e transformadores.

### III. Emissão de óxidos de nitrogênio

Os óxidos de nitrogênio (NOx) podem ser divididos em dois principais compostos: monóxido de nitrogênio (NO) e dióxido de nitrogênio (NO2). Formam-se quando o combustível é queimado em condições de alta pressão e temperatura, o que induz à dissociação e subsequente recombinação de N2 atmosférico e O2, que geram NOx. As emissões de NOx dos veículos são a um ritmo de cerca de 95% como NO. Ele reage com amônia, umidade e outros compostos de modo a formar ácido nítrico, que pode causar graves problemas respiratórios. Quanto aos efeitos à saúde humana, os NOx são responsáveis pela ocorrência de edemas pulmonares e ardência nos olhos, nariz e mucosas em geral.

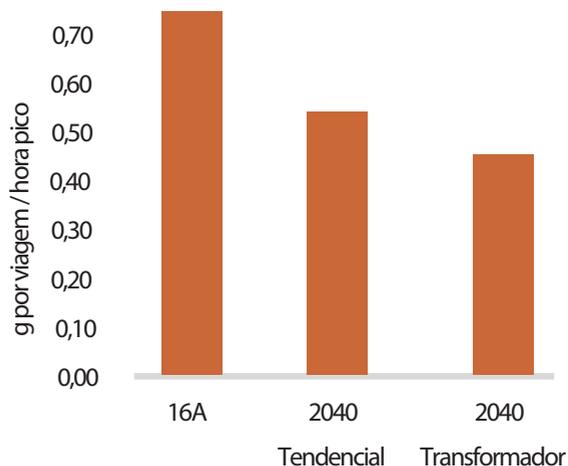
Com a proposição dos cenários transformadores, a emissão de NOx foi reduzida em 1% no ano

**Gráfico 67 – Emissão de HC considerando grama de poluente/hora pico**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 68 – Emissão de HC considerando grama de poluente por viagem/hora pico**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

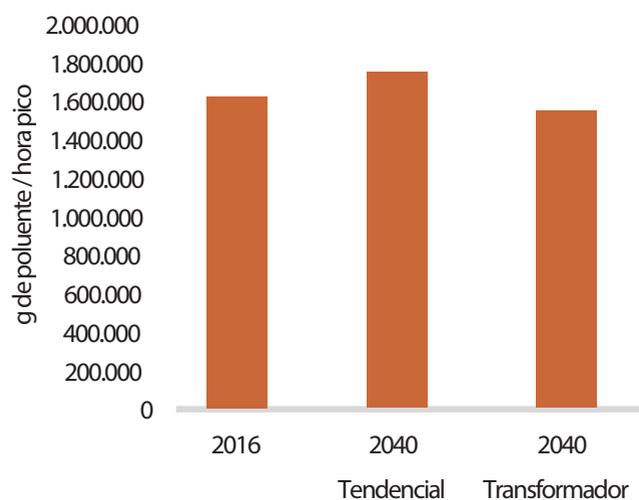
de 2040 ao se comparar com a situação atual (2016). Por sua vez, o cenário tendencial em 2040 é responsável pelo aumento de 9% das emissões desse poluente. Ao se analisarem tais emissões em termos do total de viagens, tem-se que em 2040, no cenário transformador, houve uma redução de 35% em comparação com as estimativas de emissão para 2016, bem como uma redução de 15% ao se comparar com 2040 tendencial. Vale ressaltar que o número de viagens em 2040 transformador é maior, porém existe uma redução das viagens feitas por modos motorizados individuais. Nos Gráficos 69 e 70, são apresentados os resultados.

#### IV. Emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é o principal produto da combustão completa de motores movidos a combustíveis fósseis. Embora seja naturalmente presente na atmosfera e não ser considerado um poluente, o CO<sub>2</sub> é um gás gerador do efeito estufa, que contribui para o potencial de aquecimento global, daí a preocupação com o controle do aumento de tal emissão. Esse é o principal gás causador de danos à camada de ozônio; compõem o conjunto de gás de efeito estufa (GEE).

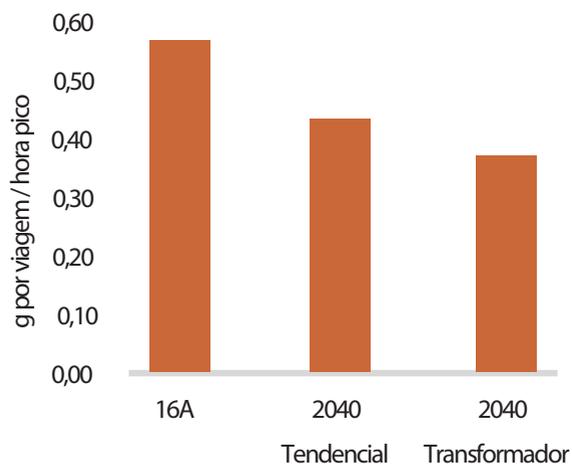
Os totais de CO<sub>2</sub> diminuem à medida que os anos vão se aproximando de 2040 quando se considera os cenários transformadores, pois há uma redução significativa no número de viagens realizadas por veículos automotores. O valor de gramas de poluente por viagem é reduzido em 77%, indicando que houve uma considerável melhoria nas condições de tráfego, bem como na maneira como ocorrem os deslocamentos. Contudo, se for considerado o total poluente emitido na hora-pico, observa-se que, em 2040, mesmo para o cenário transformador, haverá aumento no total de CO<sub>2</sub> emitido. Isso significa que, em valor absoluto, o total de CO<sub>2</sub> tende a aumentar,

**Gráfico 69 – Emissão de NOx considerando grama de poluente/hora pico**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 70 – Emissão de NOx considerando grama de poluente por viagem/hora pico**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

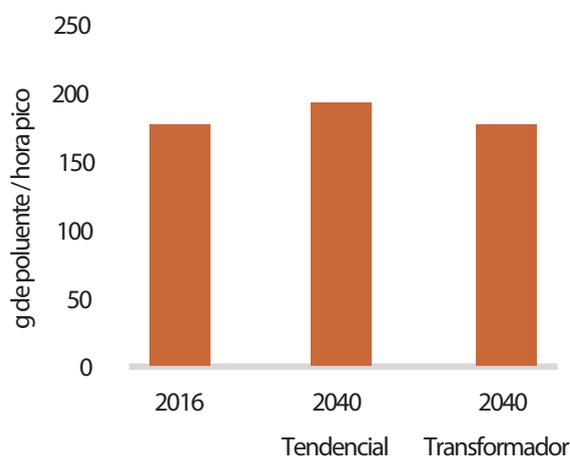
sendo que a justificativa para tal situação reside no fato de que, mesmo com a redução da dependência por transporte motorizado, ainda haverá uma quantidade significativa de viagens ocorrendo desta maneira e, por se tratar do principal produto da queima de combustíveis fósseis, a presença de CO<sub>2</sub> é esperada. Se considerar o cenário tendencial em 2040, pode-se observar que haverá um aumento em 9% no total de emissões de CO<sub>2</sub> em comparação com os valores estimados para 2016. Nos Gráficos 71 e 72 são apresentados tais resultados.

#### V. Emissão de material particulado (MP)

Material particulado é um termo genérico para todas as partículas suspensas no ar, incluindo poeira suspensa, fumaça e gotículas de líquido. Tais partículas se originam principalmente de diesel e consistem de um núcleo sólido de carbono elementar, sobre o qual grande variedade de compostos orgânicos e óxidos, tais como sulfatos, aderem. Embora a maior parte das partículas seja queimada no cilindro antes de deixar o motor, algumas continuam e saem do escapamento do motor como pequenas partículas (0,1-100 µm de diâmetro), sendo as partículas de 0,1-10 µm nocivas à saúde humana, por não serem filtradas pelo trato respiratório, podendo ocasionar problemas respiratórios e cardiovasculares. Causa à população mal-estar; irritação dos olhos, garganta, pele etc.; dor de cabeça, enjoo; bronquite; asma; câncer de pulmão.

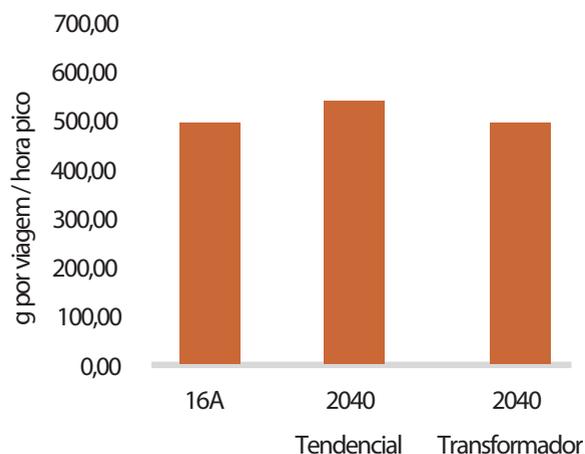
Tal poluente, assim como CO<sub>2</sub>, apresentou aumento de 3% no Cenário 2040 Transformador, quando comparado com o Cenário 2016. Por sua vez, o Cenário 2040 Tendencial teve emissão de MP 10% maior do que em 2016. O aumento dos valores de MP se deve ao fato de o mesmo ser, majoritariamente, proveniente da queima de Diesel. Como, em 2040 Transformador, haverá um aumento nas viagens usando transporte público (movido a diesel), era

**Gráfico 71 – Emissão de CO2 considerando grama de poluente/hora pico**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 72 – Emissão de CO2 considerando grama de poluente por viagem/hora pico**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

de se esperar que tal situação viesse a ocorrer. Se forem observados os totais emitidos por viagem, será possível constatar uma redução da ordem de 32% das emissões no Cenário 2040 Transformador, quando se compara ao Cenário 2016. Os resultados estão apresentados nos Gráficos 73 e 74.

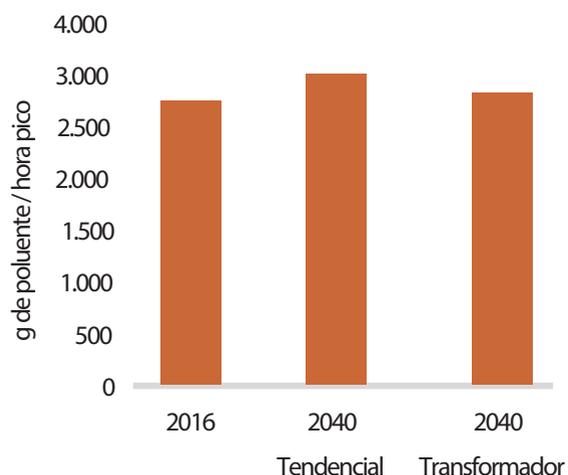
### **Transporte urbano de cargas – Geração de viagens**

Os resultados obtidos mostram que a geração de viagens de carga em Fortaleza tende a apresentar uma melhor distribuição no ano de 2040. Tal situação foi possível devido à proposição do conceito de corredores de urbanização orientados pelo Transporte Público. Isso possibilitou uma maior distribuição dos empregos no município de Fortaleza e desafogou um pouco a região central, conforme já apresentado.

Contudo, nota-se que o centro e adjacências continua sendo a região com grande geração de viagens do transporte de carga, bem como há áreas intermediárias que passaram a figurar como regiões com geração expressiva de carga. Isso terá impacto nos deslocamentos urbanos.

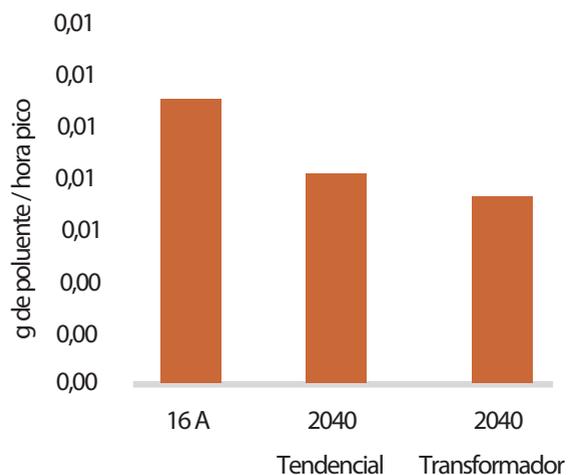
Na tentativa de mitigar as situações observadas, buscou-se construir uma proposta que consiste na divisão do município em três zonas de carga. Tais áreas terão limitação quanto ao tipo de veículo em circulação e centros de consolidação e desconsolidação de carga, ou seja, terminais em que as cargas serão processadas antes de serem entregues aos clientes finais. Além disso, é proposto um grande conjunto de equipamentos que funcionarão como depósitos e servirão de apoio ao comércio na região da zona de carga 3. Com isso, espera-se reduzir a circulação e o tempo do veículo parado dentro desta área, pois o ele assumirá um itinerário que o conduzirá diretamente ao ponto de descarga. Esses depósitos irão acondicionar a carga referente

**Gráfico 73 – Emissão de MP considerando grama de poluente/hora pico**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

**Gráfico 74 – Emissão de MP considerando grama de poluente por viagem/hora pico**



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

a um período curto de vendas, possivelmente de um a dois dias. Além disso, os veículos de carga terão preferência na circulação em vias próximas aos corredores, compondo, assim, corredores logísticos.

### Resumo dos indicadores

Como forma de analisar os estudos realizados, apresenta-se a seguir um comparativo das metas definidas e dos resultados obtidos para os indicadores principais que pode ser observado na Tabela 52 a seguir.

Desses resultados observa-se que a maioria absoluta de todos os indicadores seguiram a tendência de melhora, dos 13 indicadores, em seis a meta foi atingida, em cinco a meta não foi atingida completamente, contudo, seguem no caminho correto, só que em 2 indicadores específicos a meta, além de não ter sido atingida, seguiu em direção contrária à tendência que se deseja.

Com relação aos indicadores de emissões, cabe ressaltar que o processo de modelagem considerou que todos os veículos, quer sejam automóveis privados, veículos de transporte público ou veículos de carga, utilizam motores a gasolina e diesel, dessa forma, entende-se que medidas devem ser propostas para redução dessa dependência de combustíveis fósseis visando atingir as metas desejadas.

Em relação aos indicadores de acidentes, destaca-se que os modelos buscaram considerar as mudanças no ambiente urbano e no comportamento das pessoas com relação à segurança viária, contudo, as metas consideradas foram bastante ousadas e monitoramentos nesses indicadores devem ser realizados, buscando direcionar ações específicas para que cada vez mais possamos nos aproximar de cenários ideais.

E ainda, com relação aos indicadores de divisão modal cujas metas não foram completamente atingidas, entende-se que os modelos de transporte

**Tabela 52 – Comparativo das metas e resultados do modelo para 2040 (transformador)**

INDICADOR	META	RESULTADO DO MODELO
Acidentes com mortos	-100%	-20%
Acidentes com feridos	-90%	-47%
Emissões veiculares (CO)	-30%	-36%
Emissões veiculares (HC)	-30%	-37%
Emissões veiculares (NOx)	-30%	-35%
Emissões veiculares (MP)	-30%	9%
Emissões veiculares (CO <sub>2</sub> )	-30%	3%
Modo transporte público	30%	32%
Modo bicicleta	50%	33%
Modo moto	-50%	-29%
Modo automóvel	-30%	-15%
Tempo de viagem	-20%	-22%
Congestionamento	-15%	-17%

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

não conseguem modelar alguns fatores relativos à mudança gradativa do comportamento das pessoas ao longo de 25 anos, como, por exemplo: o efeito da melhoria da qualidade dos deslocamentos por transporte público e por meios não motorizados no processo de escolha dos modos de deslocamentos diários; os modelos consideram utilidades que se relacionam diretamente com tempo e custo de viagem. Dessa forma, entende-se que melhorias no sistema de transporte e no meio urbano podem contribuir para que essas metas sejam atingidas, e que estão diretamente relacionadas com as

propostas que serão apresentadas no item a seguir.

Por fim, entende-se que, para uma análise macroscópica, esses indicadores são suficientes para o comparativo entre cenários, principalmente considerando-se o horizonte de projeto, contudo, o sistema de mobilidade urbana pode ter dezenas de outros indicadores específicos que devem ser monitorados de forma continuada, de forma que se possa sempre ter conhecimento detalhado do que acontece no momento e, assim, possam ser adotadas as medidas necessárias para atingir os objetivos do plano.



# PROPOSTAS

## 4.1 ACESSO URBANO E ACESSIBILIDADE UNIVERSAL

O plano de acessibilidade e mobilidade urbana de Fortaleza tem como princípio a redução e otimização dos investimentos em mobilidade urbana por meio do aumento do acesso urbano, que entende-se ser a presença em toda as regiões da cidade de uso do solo diversificado, mixando habitações, atividades econômicas, serviços públicos, áreas de lazer e, ainda, a integração destes com o meio ambiente natural, proporcionando uma interação das pessoas com toda essa oferta por meio da caminhada e de meios de transportes de propulsão humana e com baixa dependência do transporte motorizado. Para isso, o modelo urbanístico e de mobilidade propõe a estruturação da ocupação urbana de todo município em função dos corredores de urbanização orientados pelo transporte público de alta capacidade. Essa forma urbana pode proporcionar a adequada formação de vizinhanças no entorno das estações de transporte, além disso, esse conceito permite que as pessoas que ainda desejam se deslocar pela cidade o façam de forma mais rápida, confortável, segura e eficiente, visto a existência da prioridade para o transporte de massa. Esse modelo de estruturação urbana e de mobilidade pode ser observado na Figura 113.

O corredor de urbanização orientado pelo transporte público é definido como um trecho linear urbano, com largura transversal média de 1 quilômetro e de extensão longitudinal variável,

composto por um corredor de transporte público de alta capacidade em seu eixo e pelo uso do solo interno à sua delimitação, estruturado em vizinhanças de forma a intensificar a densidade da ocupação urbana em relação às habitações, atividades econômicas e serviços urbanos nas proximidades das áreas de estação do transporte. O eixo dos corredores de urbanização será composto por uma via com prioridade plena para a circulação para o transporte público de alta capacidade, que, por sua vez, poderá ser composta de ofertas de metrô, VLT, bonde ou ônibus. Assim, a implantação de moradias de alta densidade, dos equipamentos urbanos e da localização das atividades econômicas terão prioridade de localização nos corredores de urbanização, a partir das definições urbanísticas definidas pelo Plano Mestre Urbanístico elaborado de forma integrada a este.

Para alcançar o princípio de acessibilidade universal e em cumprimento ao disposto na Lei Federal nº 13.146, de 6 de julho de 2015 e na Lei Federal nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, sem prejuízo no disposto na Lei Complementar Municipal nº 62, de 13 de março de 2009, o Plano de Mobilidade e acessibilidade de Fortaleza terá como objetivos específicos:

- I. Efetivar a acessibilidade na perspectiva do desenho universal;
- II. Promover os direitos das pessoas com deficiência;
- III. Incluir as pessoas com deficiência no mercado

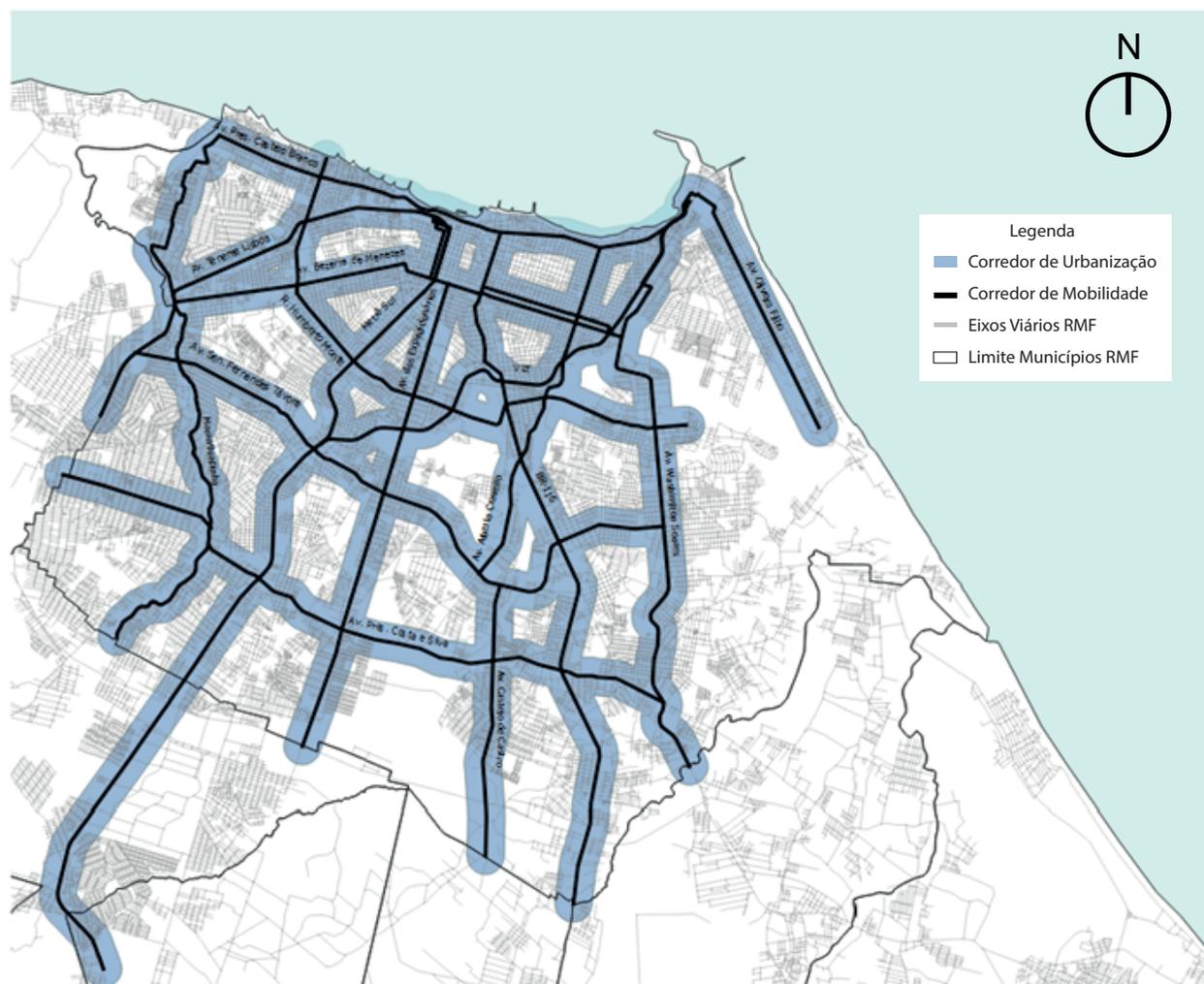
de trabalho por meio da acessibilidade e mobilidade;

- IV. Ampliação do acesso das pessoas com deficiência às políticas de desenvolvimento urbano;
- V. Ampliação do acesso das pessoas com deficiência à moradia adequada, educação, cultura e trabalho.

Visando garantir esses objetivos, entende-se que, durante a execução de quaisquer obras/serviços em vias e logradouros públicos, deverá ser garantida a circulação das pessoas de forma segura, de acordo com o previsto em normas técnicas de acessibilidade da ABNT e em legislação específica.

No planejamento, na urbanização e na sinalização das vias, dos logradouros, parques e demais espaços de uso público e, ainda, em casos

Figura 113 – Corredores de urbanização de corredores de mobilidade



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

julgados necessários por estudos técnicos, deverão ser cumpridas as exigências dispostas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, com destaque para as seguintes medidas:

- I. A construção de calçadas para circulação de pedestres ou a readequação de situações inadequadas buscando garantir segurança da caminhada;
- II. Rebaixamento de calçadas com rampa acessível ou elevação da via para travessia de pedestre em nível; e
- III. Sinalização especial para pessoas com deficiência, tais como piso tátil, sinalização sonora em semáforos, placas para pedestres com programação visual específica, incluindo inscrições em braile.

#### **4.2 COMPONENTES DO SISTEMA DE MOBILIDADE URBANA**

O sistema de mobilidade urbana de Fortaleza é o conjunto organizado e coordenado de meios, serviços e infraestruturas que garantem o deslocamento de pessoas e bens na cidade.

Compõem o sistema de mobilidade urbana:

- I. As infraestruturas de mobilidade urbana;
- II. Os meios de transporte urbanos motorizados e os meios de transporte de propulsão humana e os meios de transporte de propulsão animal;
- III. Os serviços de transporte urbano, classificados em: (a) de passageiros e de cargas; (b) coletivo e individual; (c) público e privado.

#### **4.3 INFRAESTRUTURA DO SISTEMA DE MOBILIDADE URBANA**

São componentes da infraestrutura de mobilidade urbana:

- I. Vias e demais logradouros públicos, inclusive ciclovias, ciclofaixas, servidões e trilhas;
- II. Estacionamentos, incluindo os paraciclos e bicicletários;
- III. Terminais de passageiros e de cargas;
- IV. Pontos para embarque e desembarque de passageiros e cargas;
- V. Sinalização viária;
- VI. Equipamentos e instalações; e
- VII. Instrumentos de controle, operação e fiscalização.

Com relação à sua utilização, a calçada é composta por três faixas:

- I. Faixa de serviço: espaço com largura mínima de 0,50 m, destinado à instalação de sinalização, postes, equipamentos públicos de apoio (assentos, jardineiras e outros equipamentos similares) e eventuais usos comerciais previamente regulamentados e aprovados pelo poder público.
- II. Faixa de circulação de pessoas ou faixa de passeio: espaço com largura mínima de 1,20 m, destinada à circulação de pedestres, pessoas com deficiência e idosos.
- III. Faixa de transição: espaço facultativo, com largura ideal de 0,50 m que tem o objetivo de segregar a área de circulação de pessoas com a área privada do lote e garantir paradas provisórias de pessoas ou objetos sem impedir a circulação de pessoas.

A sinalização viária deverá garantir condições de segurança, conforto e a circulação prioritária para todas as pessoas em relação ao tráfego de veículos e, também, garantir que a circulação dos modos de propulsão humana seja prioritária em relação ao tráfego de veículos automotores. Deverá garantir, ainda, condições seguras para os condutores de veículos automotores de forma a induzir o compartilhamento do espaço público de forma adequada com os demais modos de transporte, principalmente a caminhada. Destaca-se também que, em casos que sejam julgados tecnicamente viáveis, deverão ser implantadas medidas de moderação de tráfego visando garantir a segurança das pessoas.

A pavimentação dos espaços públicos destinados a pedestres devem ser providos de pavimentação adequada de forma a garantir espaços contínuos de circulação de pessoas, principalmente as pessoas com deficiência e idosos, sem a presença de desníveis, sem rampas adequadas e demais obstáculos que dificultem ou bloqueiem a passagem, quer seja de forma provisória ou temporária.

Com relação às paradas de transporte coletivo considera-se seis tipos:

- I. Parada simples: utiliza parte da calçada, não possui abrigo e tem sinalização vertical em poste metálico; deve ser utilizada somente em vias locais e complementares e no itinerário de linhas alimentadoras;
- II. Parada com coberta: pode utilizar parte da calçada ou área específica quando for identificado grande volume de embarque e desembarque ou de pessoas em circulação na calçada; possui sinalização com placa em poste metálico; pode ser utilizada em vias locais e complementares, com uso obrigatório em vias estruturais;

- III. Parada do corredor de mobilidade: possui estrutura fechada permitindo a ventilação natural ou condicionada e com locais para a cobrança antecipada da tarifa; localiza-se em espaço adequado no eixo da via e deve ser utilizada em vias estruturais principais;
- IV. Estações de Transferências: paradas em corredores de transporte com uma significativa quantidade de transferências de pessoas entre o mesmo modo ou entre outros modos diferentes; as dimensões destas podem ser de maior porte que uma parada do corredor de transporte visando acomodar de forma confortável e segura a demanda de passageiros de cada local;
- V. Terminais de passageiros: estações de transferências de grande porte, que geralmente envolve mais de um modo de transporte; nesses locais existem grandes volumes de passageiros e de veículos de transporte e, por isso, ocupam grandes áreas urbanas, que podem ser abertas ou fechadas dependendo das condições operacionais do local;
- VI. Estações de veículos sobre trilhos (metrô, veículos leves sobre trilhos (VLT) e bondes) são locais de embarque e desembarque de passageiros desses modos, entre estes modos e, também, locais de transferências entre estes modos de transporte e outros; as estações de metrô e VLT possuem estrutura fechada com ventilação natural ou condicionada e com locais para a cobrança antecipada da tarifa; as estações de bonde poderão ser abertas ou fechadas em função das características operacionais do local.

O entorno das estações de transferências, terminais e estações de metrô e VLT deve receber atenção especial em relação à adequação das áreas de caminhada com

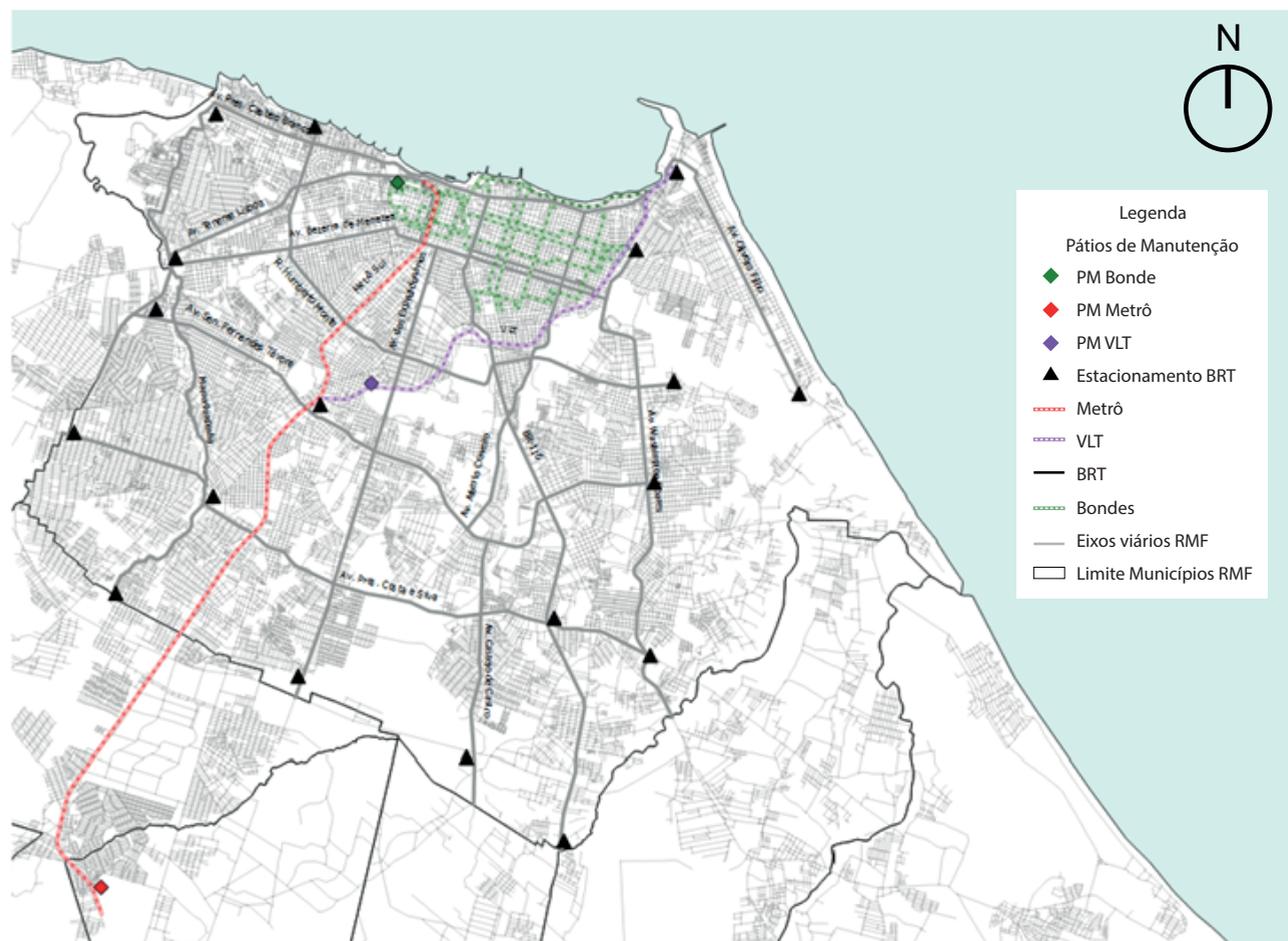
uso do solo misto e pavimento, iluminação e desenho urbano visando garantir que essas transferências sejam realizadas com segurança e conforto, conforme as diretrizes do Plano Mestre Urbanístico.

Estacionamento de ônibus são espaços públicos ou privados, fora das vias públicas de circulação, geralmente localizados no entorno dos pontos extremos dos corredores de transporte e início das linhas alimentadoras, que têm o objetivo de acomodar o recolhimento de parte da frota de veículos durante o horário entre os picos de

demanda de passageiros. Uma previsão desses locais de estacionamento pode ser observada na Figura 114. Pátios de trens são locais para acomodar o recolhimento de parte da frota de trens durante o horário entre os picos de demanda de passageiros e para a realização da manutenção desses veículos; os prováveis locais desses estacionamentos também podem ser observados na Figura 114.

Em função das simulações computacionais realizadas, foi possível identificar os principais locais de embarque e desembarque e de transferências

Figura 114 – Estacionamentos de ônibus e Pátios de Manutenção de Metrô, VLT e Bonde



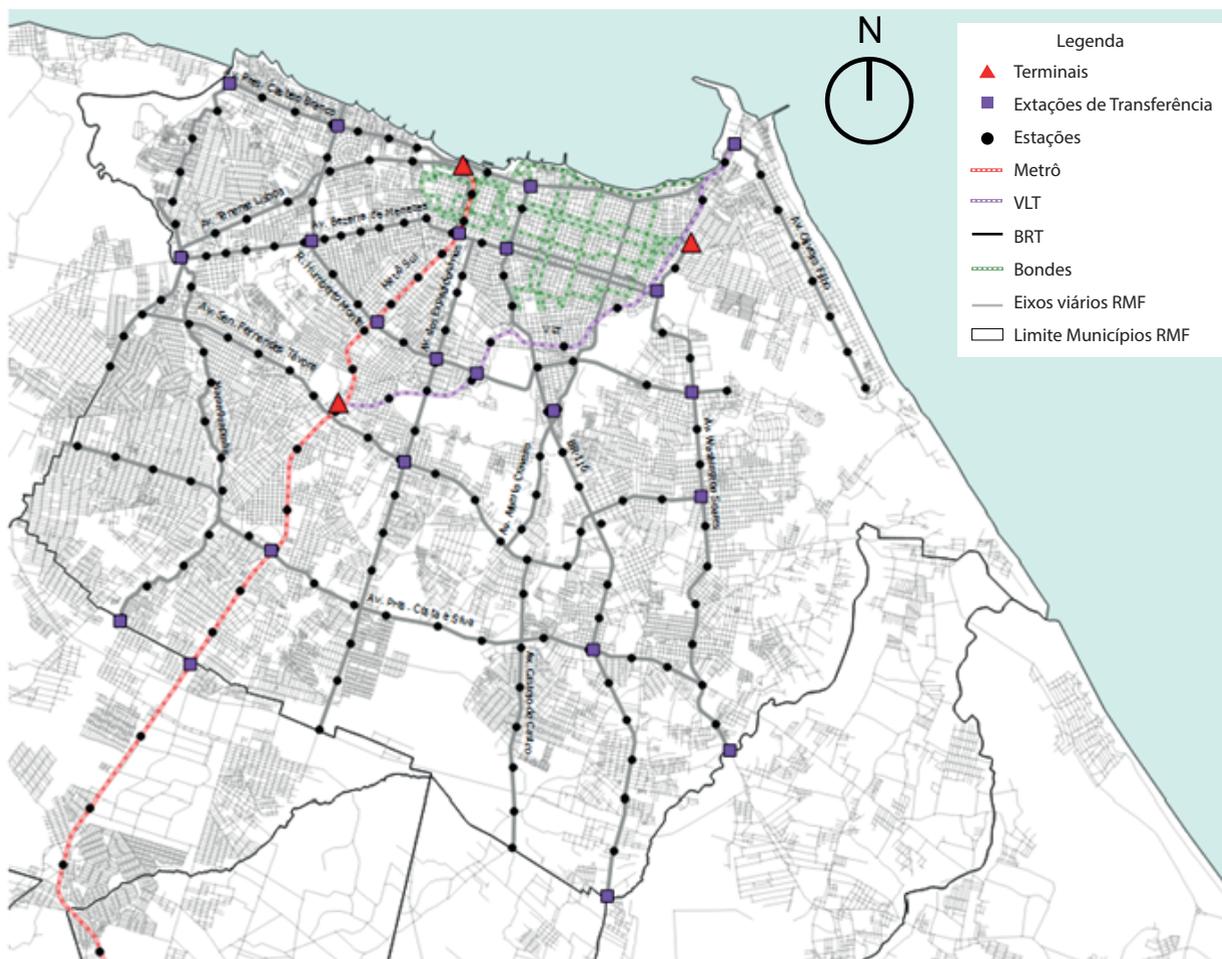
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

de passageiros que foram fundamentais para a definição da hierarquia dentre estes, os mais significativos são classificados como paradas dos corredores de transporte, paradas de metrô e VLT, estações de transferências e terminais de passageiros. Essa hierarquia, que pode ser observada na Figura 115, é fundamental para garantir a eficiência do sistema de transporte público previsto e, também, auxiliar no planejamento urbano do entorno desses locais (uso do solo e desenho urbano), que devem ofertar condições adequadas de segurança viária,

segurança pública e de conforto para a realização dessas transferências, conforme já destacado.

Deverá existir uma central de controle para o monitoramento das operações do sistema de transporte de passageiros urbanos, que deverá ser conectada com o sistema de controle dos ônibus intermunicipais da RMF, trens do metrô e VLT, por meio de um sistema digital e de convênio institucional entre as esferas de governo envolvidas na operação visando garantir a oferta de um serviço de qualidade para todos os usuários do sistema.

Figura 115 – Paradas, estações de transferências e terminais



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

#### 4.4 SISTEMA VIÁRIO

O sistema viário do município terá a seguinte classificação:

- I. Via estrutural principal (VEP): é a via do eixo do corredor de urbanização orientado pelo transporte público, que tem a função de permitir a ligação entre as diversas zonas da cidade com prioridade de circulação do pedestre da bicicleta e do BRT; o tráfego geral (automóveis e caminhões) tem permissão limitada;
- II. Via estrutural secundária (VES): tem função de ligação entre as diversas zonas da cidade, de uso preferencial do pedestre, da bicicleta e do tráfego geral;
- III. Via complementar (VCP): tem a função de alimentar as vias estruturais, de uso preferencial do pedestre, da bicicleta, do transporte alimentador e do tráfego geral;
- IV. Via de pedestre (VPE): tem a função de moderar o tráfego em zonas específicas, de uso exclusivo do pedestre;
- V. Via local (VLO): tem a função de alimentação das vias complementares, de uso preferencial do pedestre, da bicicleta, transporte alimentador e automóveis;
- VI. Via paisagística (VPA): tem a função de permitir o acesso motorizado a espaços limítrofes a áreas de preservação, de uso preferencial do pedestre, da bicicleta e de automóveis.

Ficam definidas como sistema viário básico as vias estruturais principais, as vias estruturais secundárias e as vias complementares, conforme pode ser observado na Figura 4. As demais vias fazem parte do sistema viário secundário e serão definidas em legislação específica.

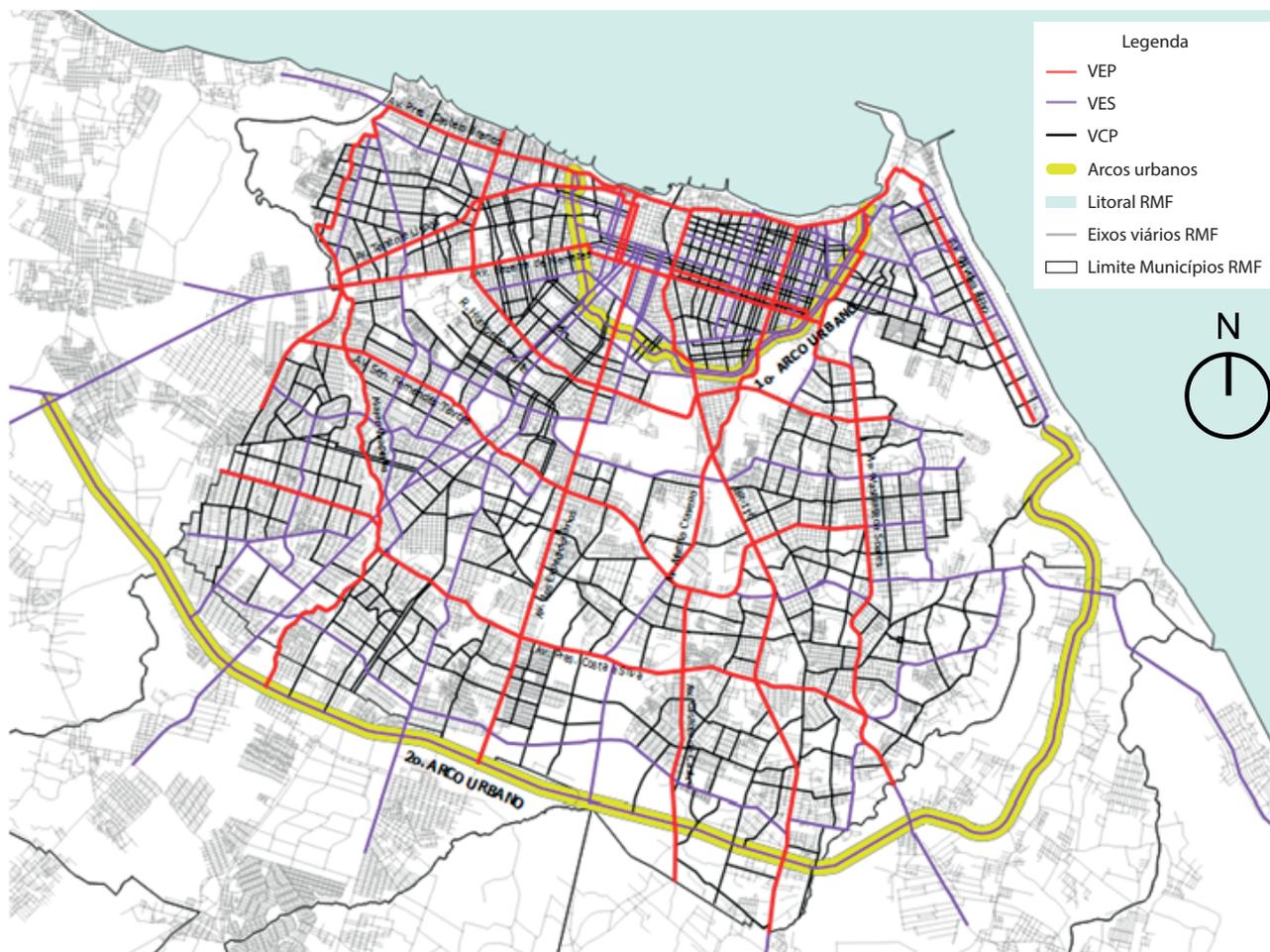
No sistema viário básico ficam definidos os seguintes arcos urbanos de circulação viária:

- I. Primeiro arco urbano: formado pelo seguinte conjunto de vias: Jacinto Matos, José Jatahy, Padre Cícero, Eduardo Girão, Bartolomeu Gusmão Via Paralela ao VLT Parangaba Mucuripe e av. Almirante Henrique Saboia.
- II. Segundo arco urbano: trecho da BR-020 entre a BR-222 e a ponte sobre o Rio Cocó; destaca-se que existem trechos desse arco que pertencem a outros municípios, dessa forma, devem ser considerados somente os trechos urbanos de Fortaleza para efeito jurisdicional e operacional, contudo, para efeito de mobilidade toda a sua extensão deve ser considerada visto que não existem pontos notáveis físicos nesse arco que identifiquem esses limites.

Esses arcos têm a função de ofertar condições favoráveis para a circulação do tráfego geral de veículos na direção leste-oeste do município de Fortaleza, visto que os demais corredores existentes nessa mesma direção têm prioridade de circulação para o transporte público e devem servir de apoio à implantação de equipamentos urbanos de grande porte que tenham como características inerentes a orientação pelo transporte individual, já que as características físicas e função de mobilidade dessas vias são adequadas para essa finalidade. Esses arcos podem ser observados, também, na Figura 116.

O sistema viário a ser utilizado pelo transporte público é estruturado em corredores troncais e corredores alimentadores, conforme pode ser observado na Figura 117. Os corredores alimentadores utilizarão as vias estruturais secundárias e as vias complementares. Já os corredores troncais serão localizados em toda a extensão das vias estruturais principais e deverão

Figura 116 – Sistema viário básico e arcos urbanos



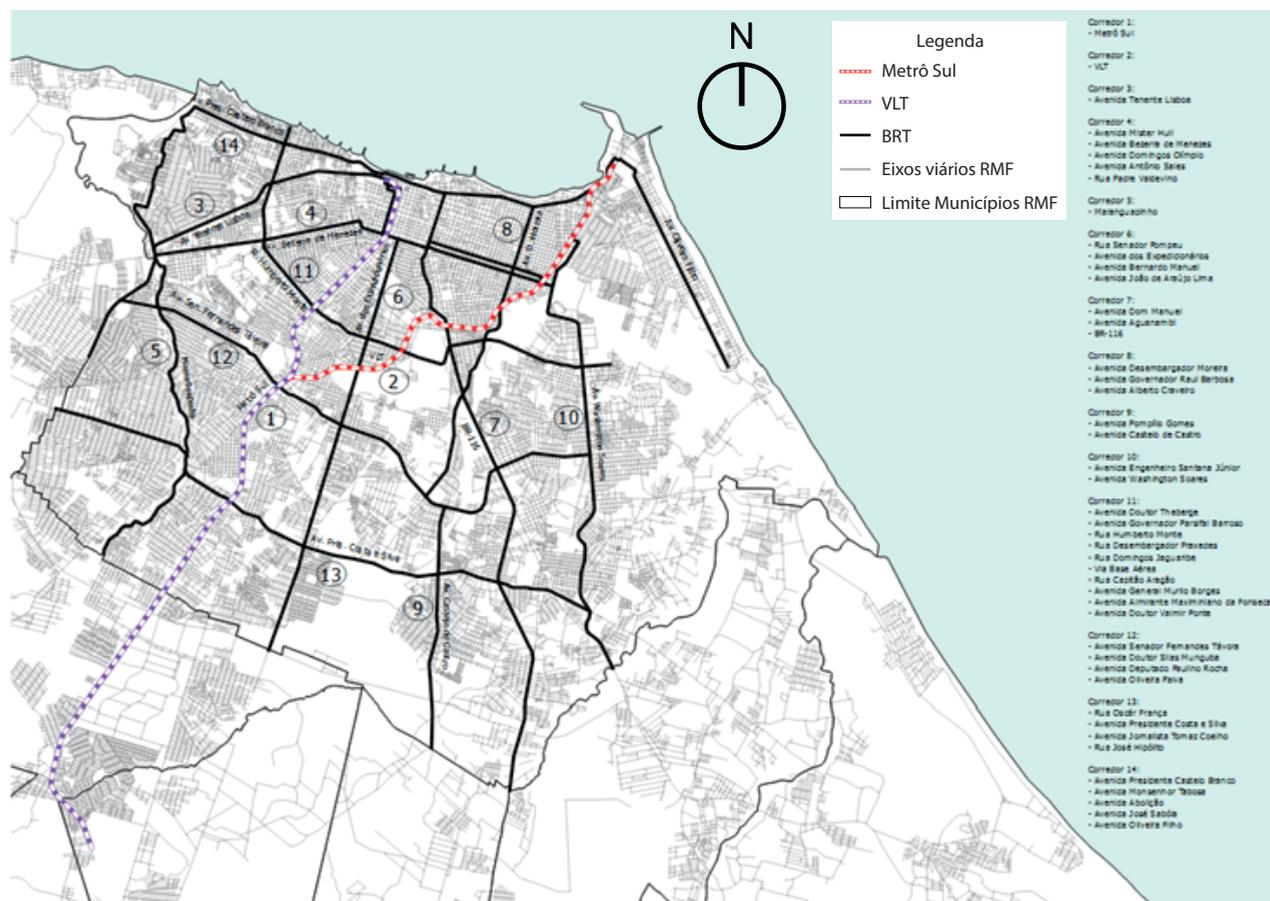
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

ter desenho urbano que proporcione a circulação de pessoas, bicicletas, ônibus de alta capacidade e o tráfego geral de forma segura e confortável, ofertando um corredor multimodal que seja apoio para o uso do solo proposto lindeiro a esses corredores, principalmente nas proximidades das áreas de estação do transporte; segue a relação desses corredores:

- I. Corredor de Mobilidade 1: Metrô Sul;
- II. Corredor de Mobilidade 2: VLT;
- III. Corredor de Mobilidade 3: avenida Tenente Lisboa;

- IV. Corredor de Mobilidade 4: avenida Mister Hull, avenida Bezerra de Menezes, rua Justiniano de Serpa, avenida Domingos Olímpio, avenida Antônio Sales, rua Padre Valdevino;
- V. Corredor de Mobilidade 5: via projetada Maranguapinho;
- VI. Corredor de Mobilidade 6: rua Senador Pompeu, avenida dos Expedicionários, avenida Bernardo Manuel, avenida João de Araújo Lima;

Figura 117 – Corredores de mobilidade



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

- VII. Corredor de Mobilidade 7: avenida Dom Manuel, avenida Aguanambi, BR-116;
- VIII. Corredor de Mobilidade 8: avenida Desembargador Moreira, avenida Governador Raul Barbosa, avenida Alberto Craveiro;
- IX. Corredor de Mobilidade 9: avenida Pompílio Gomes, avenida Castelo de Castro;
- X. Corredor de Mobilidade 10: avenida Engenheiro Santana Júnior, avenida Washington Soares;
- XI. Corredor de Mobilidade 11: avenida Doutor Theberge, avenida Governador Parsifal Barroso, rua Humberto Monte, rua Desembargador Praxedes, rua Domingos Jaguaribe, via Base Aérea, rua Capitão Aragão, avenida General Murilo Borges, rua Doutor Thompson Bulcão, avenida Almirante Maximiniano da Fonseca, avenida Doutor Valmir Ponte;
- XII. Corredor de Mobilidade 12: avenida Senador Fernandes Távora, avenida Doutor Silas

Munguba, avenida Deputado Paulino Rocha, avenida Oliveira Paiva;

- XIII. Corredor de Mobilidade 13: rua Oscar Araripe, avenida Presidente Costa e Silva, avenida Jornalista Tomaz Coelho, rua José Hipólito;
- XIV. Corredor de Mobilidade 14: avenida Presidente Castelo Branco, avenida Monsenhor Tabosa, avenida Abolição, avenida Vicente de Castro, avenida José Saboia, avenida Oliveira Filho.

A sequência de implantação desses corredores é apresentada na Figura 118. Essa ordem cronológica foi definida tendo como base as obras em andamento, o atendimento da população de baixa renda e o grau de complexidade de execução das obras. As primeiras intervenções servirão de base para as demais, cujas eventuais dificuldades enfrentadas devem servir para aprimorar o planejamento da execução das seguintes, buscando sempre otimizar os resultados obtidos. Os conjuntos de intervenções também foram agrupados a cada quatro anos, buscando associá-los aos períodos do Poder Executivo e, assim, auxiliar no planejamento da execução das intervenções e vinculá-los à governança do Plano de Acessibilidade e Mobilidade Urbana.

Considera-se de fundamental importância ressaltar que, na construção do corredor de mobilidade orientado pelo transporte público, conforme já definido, devem ser consideradas as intervenções integradas propostas, tanto as obras de transporte quanto as intervenções urbanísticas e de uso do solo, como as intervenções no sistema econômico por meio da geração de empregos e, ainda, outras intervenções na área social, no meio ambiente natural e outras específicas. Sem a realização desse conjunto completo não se pode

considerar que o corredor está concluído e, por isso, seus objetivos não poderão ser plenamente alcançados.

No que se refere às calçadas, entende-se que o município deve reconhecer essa oferta viária como parte de uma rede de circulação prioritária da cidade e que devem ser interconectadas de forma a induzir à caminhada como modo de deslocamento para pequenas distâncias. As calçadas da cidade deverão ser estruturadas de forma a ter largura e pavimentação adequada para a circulação universal de pessoas e, ainda, serem livres de interferências de equipamentos urbanos, edificações ou quaisquer outros obstáculos físicos que possam reduzir a fluidez, a segurança ou o conforto da caminhada. De forma a contribuir com esse conceito as larguras mínimas a serem destinadas às calçadas devem ser as seguintes:

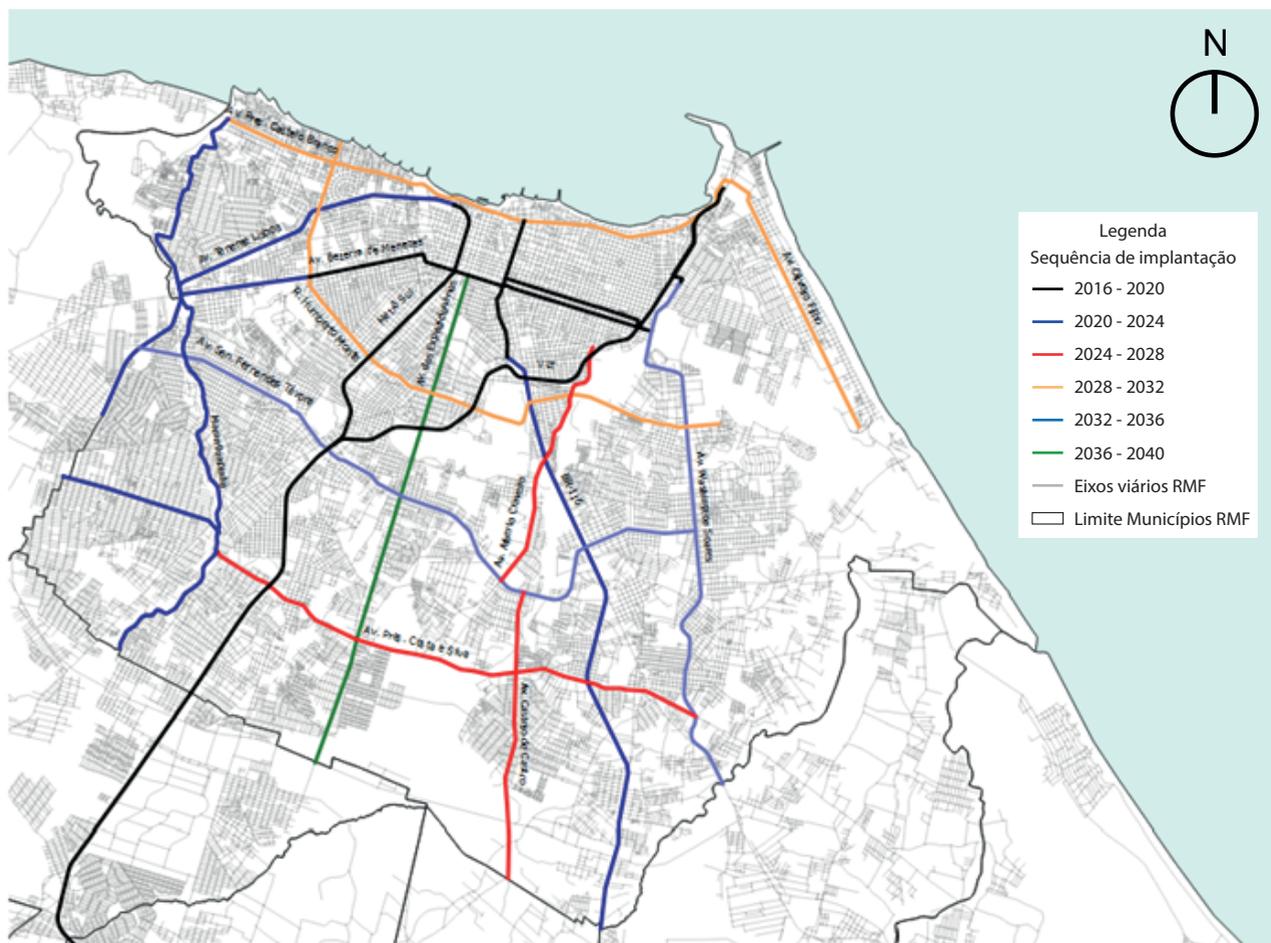
- I. Em VEP: 3,50 m (três metros e meio);
- II. Em VES e VPA: 3,00 m (três metros);
- III. Em VEC e VLO: 2,50 m (dois metros e meio).

Em casos específicos, a largura da pista de circulação de veículos deverá ser readequada visando garantir largura suficiente para as larguras descritas, ou, caso seja possível, deverão ser removidas as interferências existentes; na impossibilidade de realização de ambas, a via deverá ser pavimentada de forma a não existir desnível entre a calçada e a pista de veículos, na qual a circulação preferencial é para pedestres e os veículos devem ter a sua velocidade limitada em até 30 km/h, visando garantir a segurança das pessoas em circulação, quer estejam a pé ou em veículos.

A pavimentação do sistema viário deve garantir a circulação universal de pessoas e de veículos com segurança observando os seguintes elementos:

- I. moderação do tráfego em vias locais;
- II. corredores de ônibus com pavimento

Figura 118 – Sequência de implantação dos corredores



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

- compatível às cargas veiculares;
- III. calçadas com pavimentos antiderrapantes, antitrepidantes, grau de dureza adequado, podotátil com contraste de luminância adequado e posicionado de forma a não prejudicar a circulação cadeirantes e idosos e, ainda, inclinação transversal com o máximo de 2%;
- IV. ciclovias: concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ);
- V. pistas de veículos;

- VI. VEP e VES: pavimento flexível em Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ ou Pavimento Estruturalmente Armado (PEA); nas pistas e faixas de circulação exclusiva para os ônibus de alta capacidade deverá ser utilizado o PEA; (1) VCP: pavimento flexível em concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) ou blocos de concreto ou pedra granítica regular; e (2) demais vias: blocos de concreto, pedra granítica regular ou outro pavimento com qualidade semelhante.

É importante destacar que é obrigatória, quando não houver, a adequação da drenagem de águas pluviais do sistema viário, sempre que forem realizados investimentos de melhoria de pavimentação, permitindo o completo escoamento, proporcionando uma maior vida útil do pavimento e a prevenção de alagamentos. Outro destaque é que devem ser executadas antes da pavimentação todas as obras complementares que necessitem de canalização subterrânea, visando garantir a otimização da utilização dos recursos públicos, o tempo de interrupção das vias públicas e a qualidade do pavimento após a finalização das obras.

O uso e a ocupação do solo nas interseções entre corredores de urbanização devem ser planejados de forma a garantir que exista espaço adequado para eventuais soluções viárias em desníveis (túneis/viadutos), bem como a adequação do espaço urbano do entorno visando garantir a circulação de pessoas de forma segura e confortável, caso essas soluções sejam necessárias.

#### **4.5 CIRCULAÇÃO A PÉ, POR PROPULSÃO HUMANA E POR TRAÇÃO ANIMAL**

Deverão ser assegurados ao pedestre os seguintes direitos:

- I. Ir e vir a pé ou em cadeira de rodas nas vias públicas, calçadas e travessias, livremente e com segurança, sem obstáculos e constrangimentos de qualquer natureza;
- II. Calçadas limpas, conservadas, com faixa de circulação livre e desimpedida de quaisquer obstáculos, públicos ou particulares, fixos ou móveis, com piso antiderrapante, não trepidante para a circulação em cadeira de

rodas, em inclinação e largura adequada à circulação e mobilidade;

- III. Faixas de travessia nas vias públicas, com sinalização horizontal e vertical;
- IV. Iluminação pública nas calçadas, praças, passeios públicos, faixas de pedestres, nos terminais de transporte público e em seus pontos de paradas;
- V. Equipamentos e mobiliário urbano que facilitem a mobilidade e acessibilidade universal.

Todas as viagens devem ser consideradas em seu percurso total, desde o local de início até o destino final e, ainda, deve ser considerado que, na absoluta maioria dos deslocamentos realizados no meio urbano, a caminhada faz parte desse percurso, sendo fundamental a garantia de condições adequadas para a circulação de pessoas nas vias. Dessa forma, o deslocamento feito a pé e de bicicleta constituem elementos essenciais ao padrão de mobilidade e acessibilidade sustentável em função da eficiência e respeito aos valores ambientais e de saúde pública.

Com relação às pessoas portadoras de deficiência e às pessoas com mobilidade reduzida, deve ser assegurada a acessibilidade nas calçadas e travessias com eliminação de barreiras arquitetônicas que restrinjam ou impeçam a circulação com autonomia e espontaneidade.

O sistema cicloviário deverá garantir:

- I. Afirmação da bicicleta como um meio de transporte urbano considerada na integração intermodal;
- II. Prioridade para a bicicleta sobre os demais veículos na circulação viária;
- III. A integração aos modos coletivos de transporte por meio da construção de bicicletários e/ou paraciclos junto às estações e terminais;

- IV. Construção, expansão e incorporação de ciclovias e ciclofaixas;
- V. Ciclovias, ciclofaixas ou ciclorrotas em outras vias além das vep, ves e vcp, desde que seja identificada a sua necessidade;
- VI. Expansão do sistema de bicicletas compartilhadas de forma a incentivar o uso desse modo e, ainda, auxiliar na integração entre a bicicleta e outros modos de transporte.
- VII. Implantação de estações de bicicletas compartilhadas nas proximidades das estações de metrô, vlt, bonde, dos corredores de mobilidade, das principais paradas dos demais modos de transporte público complementar e outros locais tecnicamente relevantes;
- VIII. A moderação de tráfego em regiões específicas da cidade com tráfego intenso visando garantir a segurança dos ciclistas.

A rede cicloviária será estruturada em duas categorias:

- I. Rede estrutural: rede de ciclovias existente em todos as vep;
- II. Rede complementar: rede de ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas localizadas nas ves e vcp.

Ao longo da malha cicloviária, deverão ser dispostos para ciclos ou bicicletários em pontos próximos aos grandes complexos comerciais, aos equipamentos públicos, notadamente os equipamentos de transporte público, estabelecimentos de ensino, aos postos de saúde, às praias, às praças e aos parques.

Em parques urbanos, equipamentos de interesse turístico e demais espaços públicos o poder público poderá explorar ou conceder a exploração para o

serviço de locação de bicicletas, interconectado pela malha cicloviária.

Deverão ser promovidas políticas públicas para estimular a aquisição e manutenção da bicicleta e para reduzir a carga fiscal a empresas que incentivarem a utilização da bicicleta por seus empregados, bem como, incentivos similares aos empregados que fizerem uso desse modo.

Fica proibida a circulação de veículos de propulsão humana de carga e dos veículos de tração animal nas vep e ves no período entre 5 horas e 22 horas; fora desses horários, a circulação deverá obedecer às regras de circulação da via.

Em função das metodologias de definição da forma urbana, da acessibilidade e da mobilidade urbana, o plano cicloviário existente deverá ser revisado em até um ano visando adequar-se a esses novos conceitos.

Por fim, devem ser adotadas as seguintes diretrizes para a elaboração de um plano específico em relação à circulação a pé:

- I. Garantir espaços adequados para a circulação de pessoas, de forma universal, em todo sistema viário, praças e logradouros públicos;
- II. Moderação do tráfego de veículos em regiões com grandes concentrações de pessoas em caminhada e em regiões específicas, com a devida justificativa técnica;
- III. Alternativas seguras de desenho urbano e de sinalização de tráfego visando ao aumento da segurança e do conforto na caminhada;
- IV. Elaboração de campanhas de conscientização da prioridade de circulação a pé no sistema viário sobre todos os modos de transporte;
- V. Garantia de iluminação e segurança pública no espaço viário.

## 4.6 TRANSPORTE PÚBLICO

A rede de transporte público de Fortaleza será formada por uma rede tronco alimentada, tendo como rede troncal a linha sul do metrô, o corredor Parangaba Mucuripe do VLT e os corredores de mobilidade, e, como rede alimentadora, as linhas de bonde e as linhas alimentadoras, essas últimas são compostas por linhas de ônibus, vans e bicicletas. Essa rede pode ser observada na Figura 119.

Nos corredores de mobilidade podem existir três tipos de prioridade para a circulação dos veículos de transporte público, são elas:

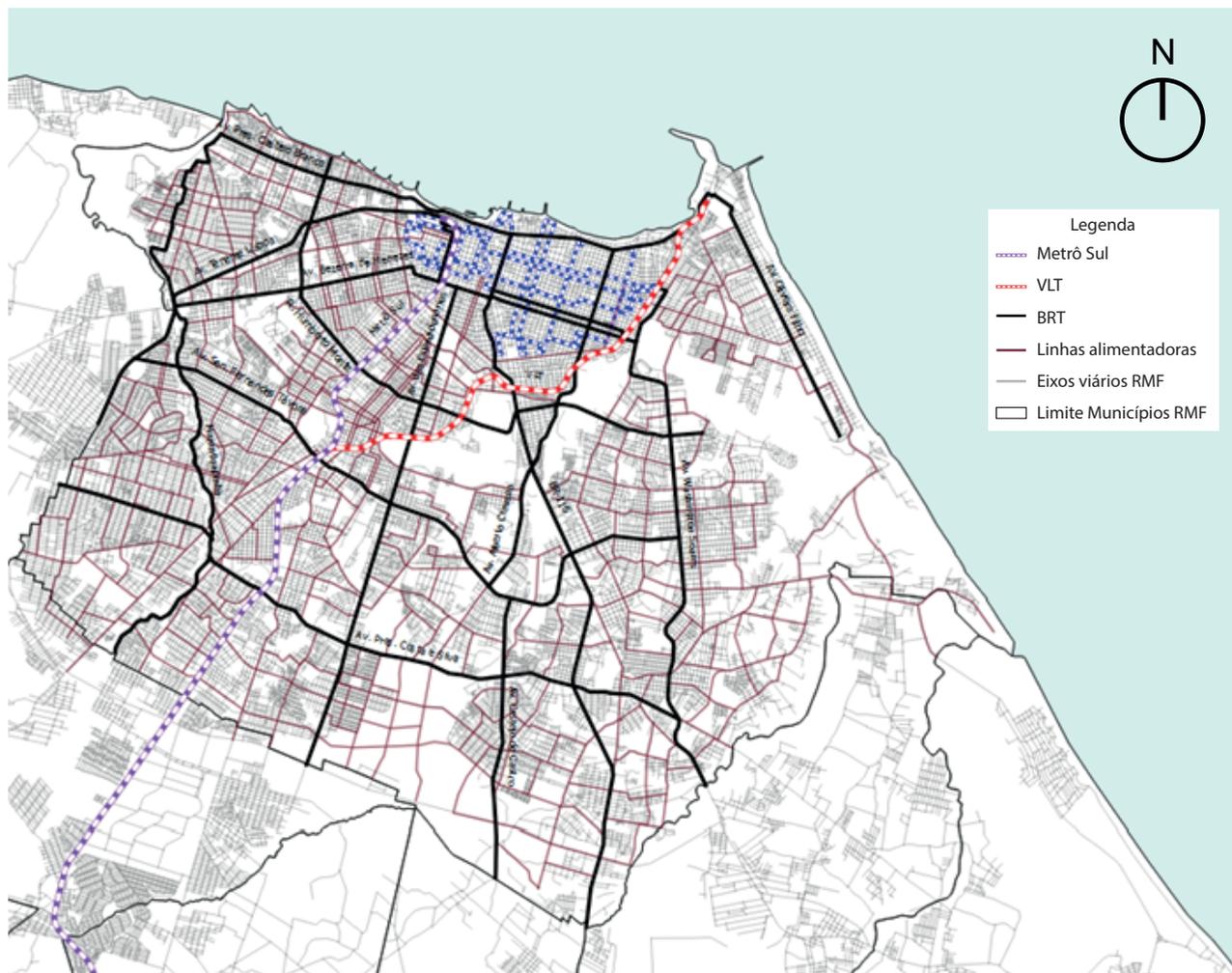
- I. Pistas exclusivas: localizadas nos corredores troncais e utilizadas pelas linhas troncais e, quando necessário, pelos veículos de emergência e pelos veículos de segurança pública, caracterizadas pela segregação física em relação às pistas de circulação dos demais veículos;
- II. Faixas exclusivas: localizadas nos corredores troncais e utilizadas pelas linhas troncais e, quando necessário, pelos veículos de emergência e pelos veículos de segurança pública, caracterizada pela segregação apenas por sinalização em relação às demais faixas de tráfego; e
- III. Faixas preferenciais: localizadas nos corredores alimentadores e utilizadas pelas linhas alimentadoras e, quando necessário, pelos veículos de emergência e pelos veículos de segurança pública, por táxis com passageiros e, eventualmente, pelos demais veículos para acessar lotes lindeiros à via ou para realizar movimentos de conversão, quando a sinalização permitir.

As linhas troncais irão circular nos corredores troncais. Cabe ressaltar, neste instante, a diferença entre corredor físico de transporte e linha de transporte; o primeiro refere-se à oferta viária e o segundo refere-se à oferta dos veículos de transporte que circulam nas ofertas viárias, dessa forma, em um corredor físico de transporte pode existir uma ou várias linhas de transporte em circulação, fato que geralmente ocorre. As linhas alimentadoras circularão ao longo das faixas preferenciais para ônibus das vias estruturais secundárias (vep) e das vias complementares (vcp), quando houver sinalização específica, caso contrário, circularão juntamente com o tráfego geral, e, também, poderão circular nos corredores de urbanização, contudo, limitadas a pequenos trechos e ao acessar o corredor essas linhas alimentadoras deverão circular nas faixas destinadas ao tráfego geral, exceto os veículos que possuam tecnologia compatível com as características do corredor de mobilidade.

Ainda com relação às linhas alimentadoras, definem-se as seguintes questões operacionais:

- I. Poderão circular em vias locais quando for identificada a necessidade técnica;
- II. A frota de veículos poderá ser composta por ônibus, micro-ônibus e vans, além de outros veículos que devem ser habilitados pelos órgãos gestores da mobilidade urbana;
- III. As linhas alimentadoras serão divididas em três áreas de operação: (a) área 1: do extremo oeste da cidade até o corredor de urbanização da linha sul do metrô; (b) área 2: do corredor de urbanização da linha sul do metrô até o corredor de urbanização da br-116/aguanambi/dom manóel; e (c) área 3: entre o corredor de urbanização da br-116/aguanambi/dom manóel e o extremo leste da cidade.

Figura 119 – Linhas de transporte público



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Com relação aos direitos dos usuários do transporte público coletivo no sistema de mobilidade urbana de Fortaleza, destacam-se os seguintes:

- I. Receber o serviço adequado, nos termos do art. 6º, da lei federal nº 8.897, De 13 de fevereiro de 1995;
- II. Ser informado, de forma gratuita e acessível, sobre itinerários, horários, tarifas e integrações;

- III. Ter ambiente seguro, confortável e acessível para utilização do sistema de mobilidade urbana; e
- IV. Participar do planejamento, da fiscalização e da avaliação da política local de mobilidade urbana.

Para tornar o transporte público coletivo mais atrativo diante do transporte individual, o Poder

Executivo irá priorizar os seguintes aspectos:

- I. Implantação do transporte público coletivo, com integração dos diversos modos de transporte existentes;
- II. Oferta de transporte público coletivo em todas as áreas urbanizadas;
- III. Modernização dos sistemas de informação relacionados ao transporte público coletivo;
- IV. Ampliação da integração física, operacional e tarifária do transporte público coletivo;
- V. Diversificação dos modos de transporte público coletivo;
- VI. Desestímulo ao uso do transporte privado individual motorizado, de modo articulado à melhoria do transporte público coletivo;
- VII. Promoção da modernização tecnológica dos equipamentos de monitoramento e controle do transporte público coletivo e da orientação aos usuários;
- VIII. Adequação da infraestrutura e da frota de veículos, em conformidade com os requisitos de segurança, conforto e acessibilidade universal; e
- IX. Cobertura espacial e temporal para atendimento do maior número de usuários possível.

Já para a melhoria contínua dos serviços, dos equipamentos e das instalações, o poder executivo deverá buscar executar as seguintes ações:

- I. Implantar sistemas de gestão da qualidade e certificação dos prestadores de serviços, por meio da utilização de indicadores de desempenho;
- II. Promover continuamente a inovação dos métodos e processos de fiscalização dos serviços de transporte, tornando-os mais eficazes;

- III. Promover o monitoramento sistemático do grau de satisfação da população em relação à qualidade dos serviços; e
- IV. Promover a disseminação de informações sobre o sistema de transporte e sua operação, propiciando a escolha otimizada dos meios de deslocamento.

Conforme já descrito, Fortaleza contará com três modos que operam sobre trilhos: o metrô linha sul, já construído, o VLT Parangaba-Mucuripe em execução e uma rede de bondes proposta para a zona norte da cidade. Essas ofertas podem ser observadas também na Figura 7, e, em destaque para a rede de bondes, na Figura 120.

O metrô linha sul, que tem 24,1 km de extensão e interliga o Centro de Fortaleza com os municípios de Maracanaú e Pacatuba, possuindo 20 estações, iniciou a sua construção no ano de 2009 e já tem a sua infraestrutura concluída, contudo, a operação se encontra limitada por aspectos de sinalização e controle, além da necessidade de reorganização de linhas de ônibus urbanos que atualmente se encontram operando de forma concorrente com este. A operação plena tem previsão de início no primeiro trimestre de 2017, indicando um período longo de 18 anos incluindo obras e ajustes operacionais para finalização completa. O VLT que irá proporcionar a ligação entre os bairros Parangaba e Mucuripe irá possuir 12 estações e utilizará parte da faixa de domínio do ramal ferroviário de carga existente, contudo, operando em trilhos segregados; as obras estão em andamento, sem previsão ainda de conclusão.

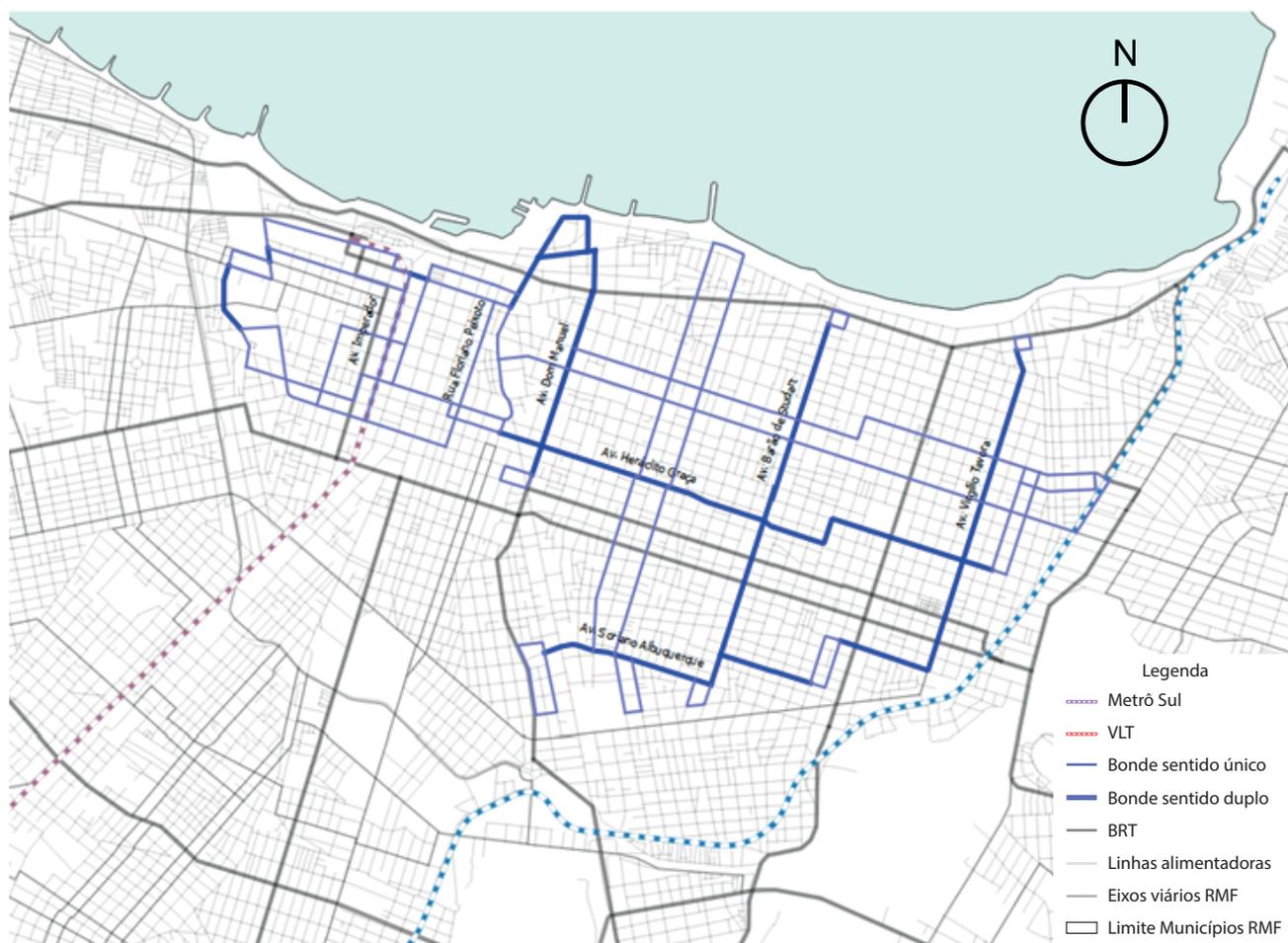
Cabe ressaltar, ainda, que, ao longo dessas linhas de metrô e VLT, observam-se, atualmente, baixas densidades de ocupação urbana, tanto em relação a habitações quanto em relação a atividades

econômicas, fato inadequado para uma oferta de transporte de alta capacidade. Contudo, o ajuste desse cenário atual de baixa densidade urbana deverá ser corrigido com o Plano Mestre Urbanístico que está sendo elaborado em conjunto com este Plano de Acessibilidade e Mobilidade Urbana por meio da intensificação de usos no entorno das áreas de estação do metrô. Essa medida irá tanto ofertar uma maior acessibilidade a essas vizinhanças quanto irá garantir a demanda para a operação desse modo de alta capacidade, adequando-o a operar de forma

plena para ser possível a sua integração com os demais modos

A rede de bondes proposta mostra-se como uma alternativa mais sustentável em relação à implantação da Linha Leste do Metrô de Fortaleza, com relevância em relação às dimensões econômicas e sociais. A experiência local demonstrou que as obras têm alto grau de complexidade de execução e alto custo de implantação e manutenção, e, ainda, os custos sociais significativos, principalmente em relação ao elevado tempo de implantação e à limitação de

Figura 120 – Linhas de bonde



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

investimentos em outras áreas ainda mais prioritárias em relação à mobilidade, como a saúde, educação e segurança pública, fatos considerados incompatíveis com a realidade local. Além dessas questões, sabe-se que existem outros modos de transporte que têm custos de implantação e operação menores em relação ao metro e que têm capacidade equivalente de transporte de passageiros.

Esse conjunto de fatos, associado a estudos de demanda pela utilização de simulação computacional, além de pesquisa realizada sobre os custos de implantação e manutenção/operação de ambos modos (metrô e bonde), cujos resultados constam no produto 4.2, foram a base para que essa rede de bonde fosse proposta como melhor alternativa para a região norte da cidade, abrangendo o centro, praia de Iracema, Aldeota, Meireles, Joaquim Távora, Dionísio Torres e Varjota.

Propõe-se, ainda, uma solução de transporte público de passageiros no caso da implantação do novo aeroporto metropolitano; a localização e justificativa desse aeroporto é descrita em detalhes no item 5.7 a seguir. A proposta seria um trem de passageiros interligando o novo aeroporto ao porto de passageiros do Mucuripe, por meio do prolongamento da infraestrutura na qual irá operar o VLT Parangaba-Mucuripe (atualmente em construção) até esse novo aeroporto, utilizando parte da faixa de domínio da linha sul do metrô até o limite sul do município, seguindo em direção a oeste utilizando a faixa de domínio da ferrovia de carga, conectando-se a uma nova faixa de domínio paralela à BR-020 em direção ao novo aeroporto; essa descrição pode ser observada na figura 121.

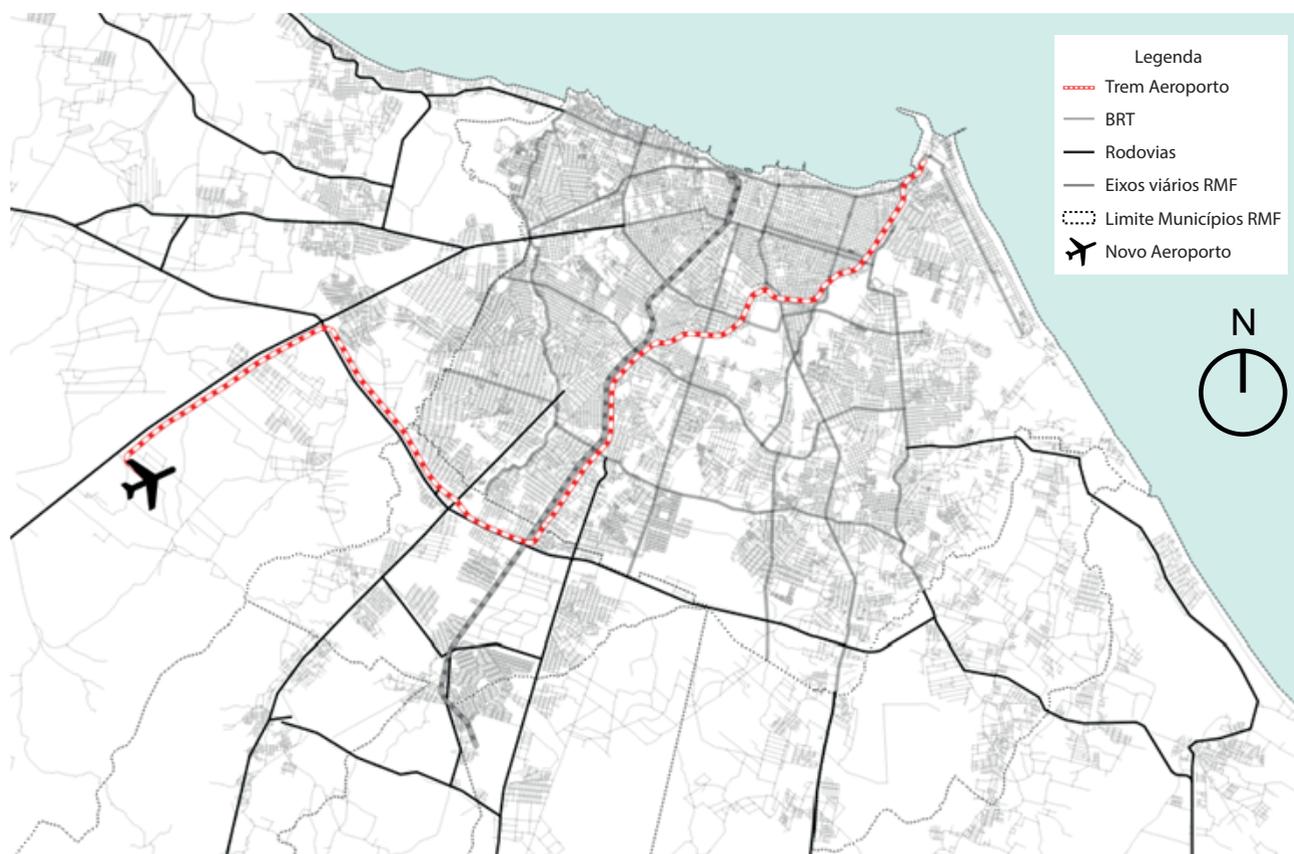
Essa oferta de transporte de passageiros sobre trilhos para o novo aeroporto depende da transferência da área de armazenamento de combustíveis do porto do Mucuripe para o

complexo industrial e portuário do Pecém (CIPP) e, conseqüentemente, da readequação da ferrovia de carga descrita em detalhes no item 5.9; Dessa forma, o espaço utilizado por esses ramais de carga, com alguns ajustes, obviamente, seria o espaço a ser utilizado para a implantação da infraestrutura do novo trem de passageiros proposto.

Em relação aos veículos utilizados no sistema de transportes, foram definidas as seguintes metas como forma de aumentar a eficiência do sistema, o conforto dos usuários e a garantia da acessibilidade universal às pessoas com deficiência ao sistema de transportes:

- I. Climatização completa da frota do sistema de transporte público por ônibus nas linhas troncais e alimentadoras até o ano de 2020;
- II. Garantia de acessibilidade universal à frota de transportes em 100% dos ônibus nas linhas troncais e em 50% das linhas alimentadoras; essa renovação deve ocorrer à medida que for ocorrendo a renovação da frota de veículos e, ainda, à medida que forem sendo implantados os corredores de mobilidade;
- III. Os modos metrô, VLT e bonde deverão ser movidos com fonte totalmente elétrica;
- IV. Em função dos resultados dos indicadores de emissões veiculares, entende-se que devem ser adotadas medidas no sentido de reduzir as emissões veiculares dos veículos de transporte público por meio da adoção de combustíveis menos poluentes e a adoção de motores híbridos e motores elétricos. Entende-se que essas alterações requerem investimentos consideráveis e, por isso, as definições detalhadas, incluindo as metas a serem atingidas, deverão ser definidas pelo Conselho de Mobilidade Urbana, que é proposto no item 4.13.

Figura 121 – Trem para o aeroporto



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

#### 4.7 TRANSPORTE AÉREO

Os estudos realizados no Plano Mestre Urbanístico concluíram que a localização do Aeroporto Pinto Martins, no centro geométrico da cidade, implica em impactos em relação ao conforto acústico, à produção de efeitos de saúde decorrentes do incremento de ruídos, ao incremento da circulação de cargas por caminhões; esse último, por sua vez, implica na queda de valores imobiliários de edificações de uso habitacionais em uma área, que, no futuro, poderá chegar a um raio de impacto entre 4 e 10 quilômetros.

Assim, foi considerado pela equipe urbanística que a cidade de Fortaleza não encontrará mais condições adequadas para acomodar seu aeroporto principal na localização atual até o ano de 2040, que foi o horizonte de estudo do planejamento integrado.

Esse estudo conclui, também, que os aeroportos passaram a demandar situações de localização em conveniência metropolitana, proporcionando um ambiente acessível para pessoas e cargas (correios, produtos farmacêuticos, microinformática, flores, frutos e produtos perecíveis em geral), apoiados pelo desenvolvimento de urbanização em seu entorno, composta de habitações e geração de empregos

relacionados ao setor aeroportuário e setor de tecnologia da informação, tornando-se cidades metropolitanas. Essas cidades devem, ainda, situar-se até 40 km da principal cidade e relacionar-se bem com a região portuária (Cipp), ferrovias de carga e de passageiros (Ferrovia Transnordestina e trem de passageiros proposto), e, ainda, acessibilidade rodoviária adequada.

Associado a essa análise urbanística foi realizado um estudo por especialistas em aeroportos sobre a localização de um novo aeroporto metropolitano à luz de aspectos técnicos relacionados a esse assunto. O estudo teve como base a sugestão feita pela equipe de urbanismo e de mobilidade, tendo como base os conceitos descritos, para a localização dessa nova oferta aeroviária a leste do km 20 da BR-020; essa localização pode ser observada graficamente nas Figuras 9 e 10. O estudo aeroportuário concluiu que essa localização se mostrou operacionalmente viável para implantação. Diante desse contexto, foram definidas as formas de chegada das pessoas e das cargas ao novo aeroporto tanto pelo meio rodoviário quanto pelo meio ferroviário, são elas:

#### **Pessoas**

O acesso rodoviário a Fortaleza será realizado pela BR-020 e Mister Hull, existindo a possibilidade de conexão com vários outros eixos viários e corredores de mobilidade da capital. Para as outras cidades da RMF, poderão ser utilizadas as Rodovias BR-020, o Arco Metropolitano, e a BR-222, para daí conectar-se a outras rodovias e acessos de cada região específica. Outra forma de acesso a Fortaleza será o trem metropolitano projetado, já descrito no fim do item 4.6, permitindo acessar, nesse modo, a maior região hoteleira e a orla da cidade.

#### **Cargas**

O novo terminal aeroportuário seria localizado a aproximadamente 10 km da Ferrovia Transnordestina e do Arco Metropolitano. Dessa forma, as cargas rodoviárias podem acessá-lo utilizando a BR-020 e, caso seja identificada alguma demanda de cargas que utilizem a ferrovia como modo de deslocamento para acessar o novo aeroporto, fato considerado improvável, existem duas opções: a primeira seria a criação de um terminal de transbordo de cargas na interseção da ferrovia Transnordestina com a BR-020 para, daí, as cargas seguirem pelo modo rodoviário, ou uma segunda opção, que seria a criação de um ramal ferroviário até o novo terminal, eliminando a necessidade de transbordo de carga.

Entende-se que, dessa forma, é garantida acessibilidade adequada ao novo aeroporto metropolitano proposto, cuja nova localização poderá proporcionar melhoria da qualidade urbana em Fortaleza, melhoria da economia dos municípios da RMF e, ainda, aumento da competitividade turística para todo o Estado do Ceará.

### **4.8 TRANSPORTE AQUAVIÁRIO**

Os estudos urbanísticos e de mobilidade realizados identificaram oportunidades para urbanização da Praia do Futuro e melhoria da sua conectividade à orla do Meireles, apoiando a inserção das comunidades do Titanzinho e Serviluz com a cidade, preservando suas autonomias espaciais e beneficiando-as economicamente a partir da nova urbanização proposta e da nova rede de acessibilidade, sem remoção de residentes para locais distantes. Para isso, há necessidade da retirada da área de armazenamento de combustíveis (conforme será descrito em mais detalhes no item 5.9), com

manutenção apenas da circulação de farinha dos moinhos de trigo, sem geração de potenciais situações de perigo para as futuras vizinhanças, assim serão expressivamente reduzidos os efeitos negativos da zona industrial, proporcionando espaço para reurbanização e redefinição dos acessos viários da região.

Dessa forma, o Porto do Mucuripe seria mantido, com operações de cargas compatíveis com o meio urbano e como ratificar o terminal de transportes marítimos para tender ao fluxo turístico de Fortaleza. Outra opção de turismo já existente e que deve ter a sua operação incentivada são os passeios de barcos na orla marítima de Fortaleza, que proporcionam aos usuários um atrativo ímpar. Semelhante a este existe um serviço de passeio fluvial turístico no Rio Ceará, que deverá ser intensificado a partir da reurbanização proposta pela equipe de urbanismo para a foz do Rio Ceará, melhorando, também, a acessibilidade da região e especificamente do mirante no Morro São Tiago, proporcionando às margens da orla uma paisagem especial e as acessibilidades ao Parque da Foz do Rio Ceará.

#### **4.9 LOGÍSTICA DE CARGAS**

Considera-se logística de cargas toda oferta de infraestruturas, veículos e suas regras de circulação, parada e estacionamento envolvidos na entrada e saída de mercadorias e de bens do município e, ainda, no processo de tratamento dos resíduos produzidos pela cidade. Dessa forma, as propostas desse tema, apresentadas a seguir, serão divididas em dois temas: os insumos e os resíduos, em função das suas características específicas.

Destaca-se ainda que as propostas de logística, embora sejam restritas a Fortaleza, fazem parte de

uma visão metropolitana desse conjunto logístico, que tem por objetivo somente a contextualização do cenário de Fortaleza e a conexão das propostas com as infraestruturas existentes e projetadas nas proximidades do município

##### **4.9.1 TRANSPORTE URBANO DE MERCADORIAS E DE BENS**

Buscou-se construir uma proposta fundamentada em um conjunto de iniciativas de vanguarda na operação do transporte urbano de cargas em áreas urbanas de grande porte. O conceito-base adotado são os Centros de Consolidação Urbanos (CCU), que são instalações que buscam consolidação e a transferência de mercadorias, em uma área-alvo, por meio de um operador neutro (ROCA-RIU et al., 2015). Vários outros autores se referem à CCU com outra nomenclatura, como terminal de carga urbana, vila de distribuição, centro de consolidação de carga urbana e satélites urbanos (DABLANC, 2007; WOLPERT e REUTER, 2012).

Para explicar a operação dos CCUs, (HOLGUÍN-VERAS et al. 2008a) resume que, em teoria, as transportadoras podem fazer viagens separadas para a área-alvo com ocupação veicular relativamente baixa, que, por sua vez, podem transferir suas cargas para um transportador neutro consolidar e realizar a última etapa das entregas. Deste modo, os transportadores pagam ao operador dos CCUs uma taxa por cada entrega feita, e economiza dinheiro por não ter que fazer as entregas finais.

Se mantidas as demais condições da operação e a quantidade de mercadorias por entrega ou coleta aumenta, uma menor quantidade de veículos é necessária e, conseqüentemente, os custos de transporte caem juntamente com seu impacto no tráfego urbano. Desse modo, o uso dessa estratégia tem como principais benefícios o aumento da

ocupação das cargas, reduzir o tráfego de veículos de carga e os custos operacionais.

Para Kawamura e Lu (2007), as CCUs devem se esforçar para atrair um número suficiente de usuários, pois suas opções dependem de uma economia de escala. Os autores acrescentam que os CCUs têm como dificuldades principais pressões competitivas que fazem com que fornecedores não queiram aderir a esse tipo de operação.

Holguín-Veras et al. (2014b) relatam algumas características observadas nas operações das CCUs, que foram: a redução do tráfego de veículos de carga nas áreas-alvo; ii) requer espaço físico em locais onde o custo imobiliário é elevado e/ou não há disponibilidade de imóveis; ii) reduz o deslocamento de veículos de carga; iii) podem aumentar os custos operacionais de entrega devido aos gastos

com transbordo e armazenagem intermediária; iii) produzem tráfego e danos na infraestrutura nas áreas circunvizinhas aos CCUs; v) podem sofrer restrições devido ao armazenamento de produtos perigosos.

Existem experiências bem-sucedidas na implantação desta solução, como em Kassel, na Alemanha, a iniciativa privada fomentou a instalação de CDU em 1994 e, em 2005, já apresentava resultados na ordem de 60% em redução da distância percorrida pelos veículos e aumento da ocupação dos veículos de carga, de 40% para 80%. No entanto, em Leiden, Holanda, a tentativa fracassou pela fraca participação dos varejistas no recebimento de cargas por meio desse centro, com o número de entregas ficando abaixo do previsto e não dando o retorno financeiro esperado (VAN DUIN et al. 2009).

Figura 122 – Exemplo de Centro de Consolidação Urbano



A Figura 122 ilustra um CCU, onde as cargas de diferentes fornecedores podem ser agrupadas, logo antes de entrar no centro da cidade para melhorar a eficiência das entregas.

Dessa forma, inicialmente é observado o contexto metropolitano para, em seguida, concentrar-se no limite municipal e suas respectivas propostas. Por sua vez, a análise municipal foi dividida em duas: um contexto geral da cidade e a área do entorno do centro da cidade, que apresenta condições urbanísticas, socioeconômicas e de mobilidade diferenciadas em relação ao restante da cidade.

As principais rodovias de acesso a Fortaleza são as BR-222, BR-020 e BR-116, CE-085, CE-065, CE-060, e CE-040, proporcionando conexão com as mais diversas regiões do Estado e do país; todas têm conexão com o 2º Anel Viário de Fortaleza e com o Arco Metropolitano (em construção), que têm a função de aumentar a acessibilidade da RMF, melhorar a sua conexão na direção leste-oeste e reduzir a necessidade de circulação de veículos de carga de grande porte na área interna do município de Fortaleza. O Arco Metropolitano, embora ainda em execução, terá a função de conectar as rodovias federais e estaduais com o Porto do Pecém sem a necessidade de utilização do 2º Anel Viário, melhorando o nível de serviço desta última via, que atualmente já é bastante utilizada por viagens urbanas de Fortaleza e por viagens da RMF.

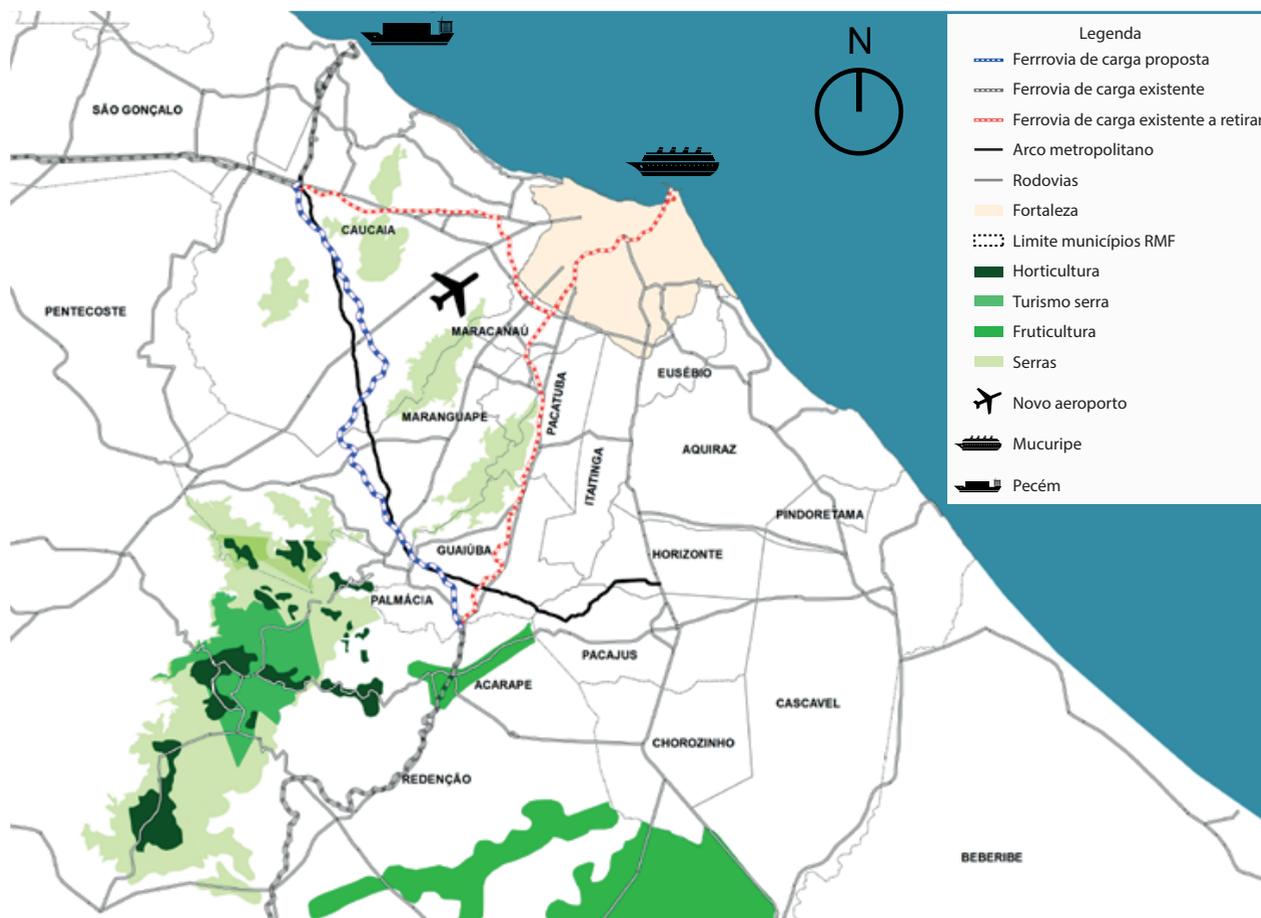
Atualmente, a ferrovia de carga existente na RMF é composta por dois ramais: o ramal sul e o ramal oeste, interligando o litoral com os estados do Piauí e Pernambuco, respectivamente, esses ramais se conectam no extremo sul do município de Fortaleza, onde existe um pátio de manobras. A partir desse ponto, a ferrovia de carga adentra o município de Fortaleza em direção norte até o bairro de Parangaba; daí segue em direção nordeste

até conectar-se ao Porto do Mucuripe. Esse ramal interno a Fortaleza tem finalidade exclusiva de transporte de combustíveis, já que existe uma área de armazenamento desse insumo nas proximidades desse porto. Existe, ainda, um ramal que interliga o ramal oeste da ferrovia com o Porto do Pecém, seguindo em paralelo à CE-422.

Esse contexto deve ser readequado segundo diretrizes do Governo do Estado do Ceará e diretrizes de investimento da Ferrovia Transnordestina Logística S.A. (FTLSA) e da Transnordestina Logística S.A. (TLSA), empresas que têm a concessão de construção, operação e manutenção de todos esses ramais citados. A área de armazenamento de combustíveis deverá ser transferida do entorno do Porto do Mucuripe para o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), eliminando a necessidade de existência do ramal ferroviário de cargas na área do município de Fortaleza e da RMF. A conexão dos ramais oeste e sul será na interseção das rodovias BR-222 e CE-422. O ramal sul será interligado ao Cipp em um trecho ferroviário a ser construído em paralelo ao Arco Metropolitano. Entende-se que esse cenário proporcionará inúmeros benefícios em relação aos custos de transporte e de operação da ferrovia e em relação à redução dos impactos urbanos em Fortaleza, que são causados tanto pela circulação do trem de carga como pelos riscos de degradação da área do entorno dos locais de armazenamento de combustíveis no Mucuripe. A Figura 123 apresenta a situação atual e propostas para as ferrovias de carga na RMF.

Nessa abordagem metropolitana, observaram-se as infraestruturas rodoviárias, portuárias, aeroviárias e ferroviárias e, ainda, aspectos associados à produção agrícola e ao turismo da RMF e todas as relações com o município de Fortaleza. A Figura 124 apresenta essas questões descritas.

Figura 123 – Ferrovias de carga atual e proposta



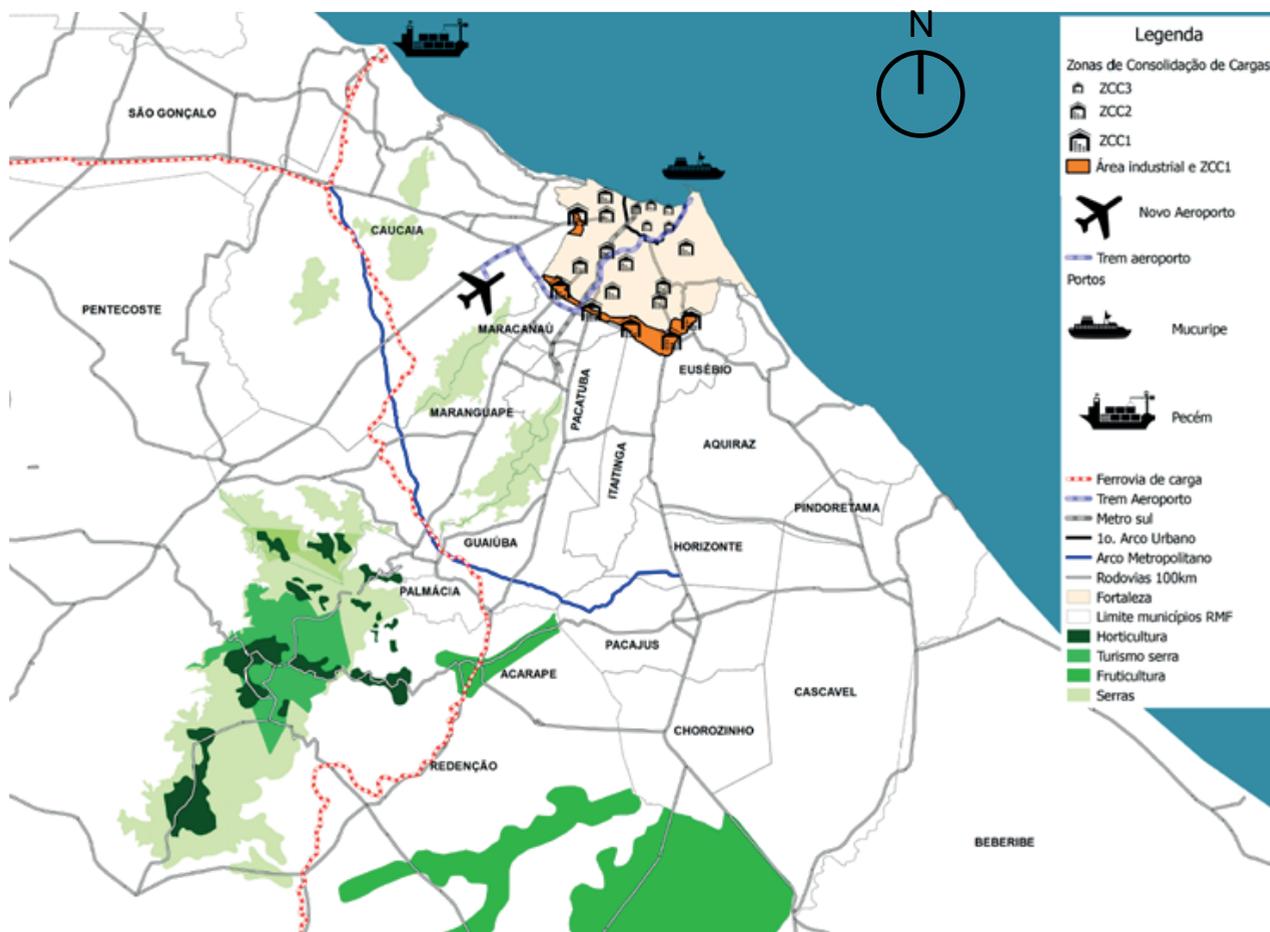
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

Em relação ao limite jurisdicional de Fortaleza, propõe-se a divisão da cidade em três regiões denominadas zonas de consolidação de cargas (ZCC), conforme pode ser observado na Figura 125. Essas zonas têm funções de definir regiões da cidade para a localização de empreendimentos para transferência e armazenagem de cargas em função do porte e das características operacionais dessas edificações; os limites de potencial de uso e ocupação deverão ser definidos em legislação específica.

A ZCC-I é definida por duas regiões: a primeira

denominada ZCC-Ia, localizada no limite oeste da cidade de Fortaleza, constituída pelo polígono definido pelas vias Dona Lúcia Pinheiro, Padre Perdigão Sampaio, Mister Hull, Hugo Vítor, Coronel Francisco Bento, Fernandes Távora e o limite oeste do município de Fortaleza, para ser utilizada preferencialmente pelos veículos de carga que circulam pelas rodovias BR-222, BR-020 e demais rodovias estaduais que se conectam com estas; a segunda, denominada ZCC-Ib, localizada na região sul do município, constituída pelo polígono definido

Figura 124 – Logística RMF



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

pelas vias Naira Batista, Wesley Saraiva Rocha, Presidente Juscelino Kubitscheck, via estrutural proposta, Osório de Paiva, via estrutural proposta, Miguel de Aragão, Nova Fortaleza, Francisca Maria da Conceição, via estrutural proposta, Cora Coralina, Raimundo Monteiro, Via do Vaqueiro, BR-116, Padre Pedro de Alencar, Manoel Virino, Augusto, Mozart Anselmo, CE-040, José Hipólito e o limite sul do município de Fortaleza. A ZCC-I tem a função de acomodar edificações de armazenamento de mercadorias de grande porte, para receber as

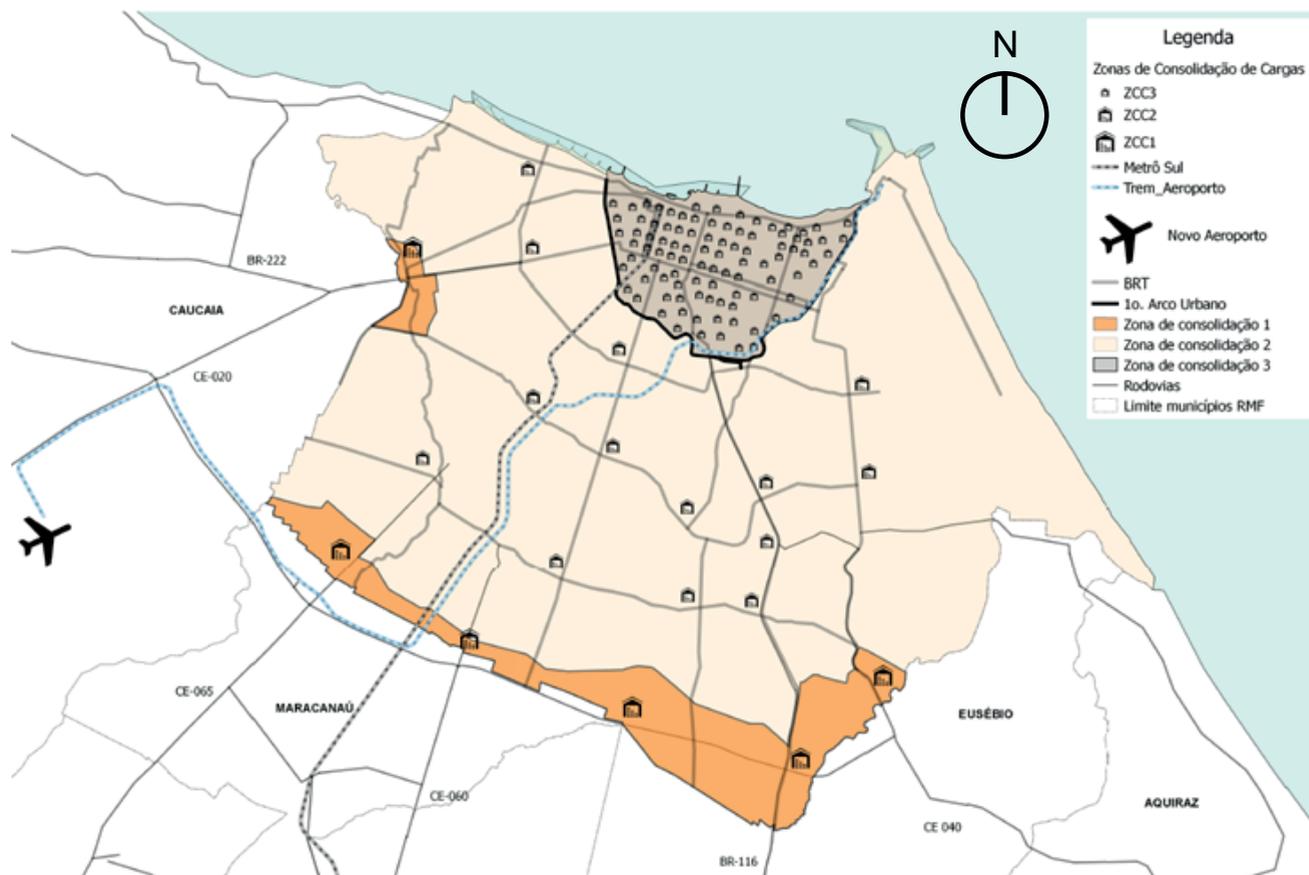
cargas provenientes do interior do Estado, de outros estados, do Porto do Pecém e do novo aeroporto metropolitano; esses centros são formados por grandes estruturas de armazenamento de produtos e pátios para acomodar veículos de carga do tipo carreta, bitrem e similares, os quais têm limitações para circular nas vias urbanas de Fortaleza; nesses locais, as cargas serão transferidas para veículos de menor porte, como caminhões ou Veículos Urbanos de Carga (VUC) para seguir à distribuição em Fortaleza.

A ZCC-II é constituída pelo polígono definido pelo limite sul, oeste e leste do município de Fortaleza (excluída a ZCC-I) e pelo Primeiro Arco Urbano de Fortaleza, e tem a função de acomodar edificações de armazenamento de mercadorias de médio porte com a finalidade de receber cargas que venham da ZCC-I ou até de outros municípios/estados, desde que utilizem veículos de médio porte: caminhões sem articulações que poderão circular em vias e horários específicos; esses centros também devem ter espaço adequado para armazenamento e para a operação de carregamento e descarregamento de mercadorias e as cargas devem ser transferidas

para VUC, que fariam a transferência da carga para centros de consolidação de menor porte ou até mesmo a entrega nos locais de venda de varejo.

A ZCC-III é constituída pelo polígono definido pelo Primeiro Arco Urbano de Fortaleza e o litoral e tem a função de acomodar edificações de armazenamento de mercadorias de pequeno porte com a finalidade de atender regiões específicas, entre 4 e 16 hectares, com a carga permanecendo por períodos curtos, possivelmente de um a dois dias; as mercadorias armazenadas devem ser transferidas até o seu destino final por VUC e por bicicletas ou até mesmo pela caminhada, conforme o montante da carga,

Figura 125 – Zonas de consolidação de cargas



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

a conveniência do consumidor e a distância até a entrega nos locais de venda de varejo. A ZCC-III é apresentada na Figura 126.

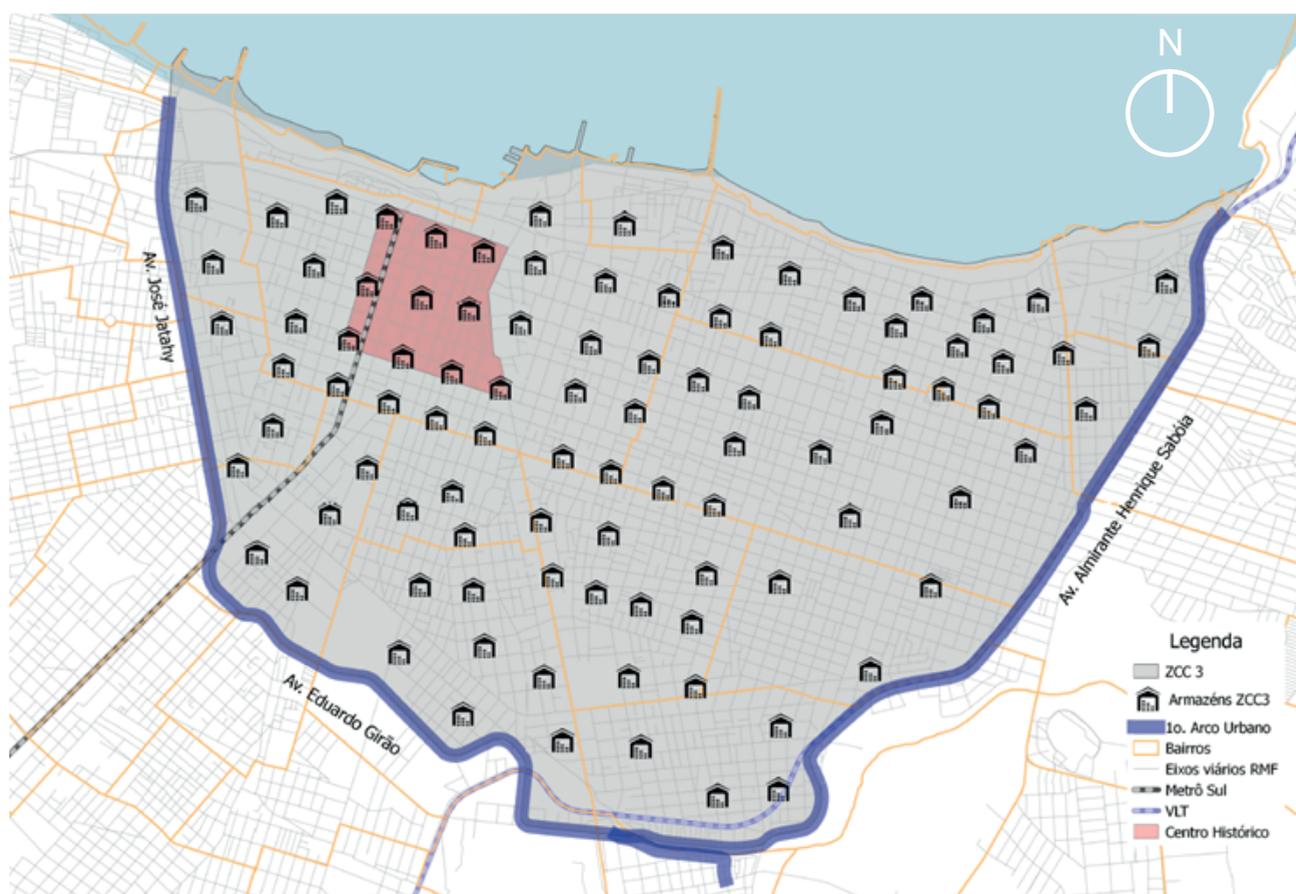
Independentemente do porte do empreendimento de transferência de cargas, o uso da edificação e dos veículos utilizados nas transferências de carga devem ser compartilhados por várias empresas, visando otimizar os custos de construção e operação, a quantidade de veículos de carga em circulação e, conseqüentemente, reduzir os impactos causados no meio ambiente. Ressalta-se que a implantação dessas medidas deverá ocorrer ao longo dos anos, de forma que, em 2040, a cidade apresente tal configuração

para operação da carga urbana. Serão necessários estudos específicos para dimensionamento e detalhamento operacional da alternativa proposta.

### **Proposta A: Incentivo de entregas de mercadorias via bicicletas e triciclos (elétricos)**

Tal situação se enquadra nas estratégias de gerenciamento de tráfego, geralmente implementadas por meio de regulamentação, isto é, por meio de leis e decretos, tais como: estabelecimento de tamanho ou peso máximo de veículos autorizados a circular, delimitação de área de atuação, rotas, equipamentos de segurança individual, sinalização etc. De acordo

Figura 126 – Logística Centro



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

com Solution (2015), esta solução consiste em utilizar veículos individuais para entregas nos centros urbanos, onde os caminhões e vans são muito lentos por causa do congestionamento, como os destacados na Figura 127.

Para Papoutsis e Nathanail (2015), as operações de modos de transporte rodoviário de mercadorias em áreas urbanas contribuem para o desgaste do meio ambiente, uma vez que geram emissões nocivas a um grau mais elevado em comparação com os veículos de passeio ou motocicletas. Portanto, para operações de entregas com volumes pequenos e curtas distâncias, o transporte via bicicletas é o mais indicado.

Solution (2015) destaca ainda que o objetivo principal do ponto de vista do usuário é reduzir os níveis de congestionamento, melhorar a

produtividade e a qualidade do serviço e, do ponto de vista público, é aumentar as oportunidades de emprego, já que esse tipo de entrega exige um maior número de funcionários e a implantação de um ou vários depósitos no centro da cidade para transferência de veículos grandes (caminhões e reboques) para as motocicletas de entrega. A seguir são apresentadas outras propostas para mitigação dos impactos relativos ao transporte de mercadorias.

### **Proposta B: Criação de zonas de baixa emissão de poluentes**

Uma zona de baixa emissão de poluentes, ou Low Emission Zone (LEZ, na sigla em inglês), é constituída de proibição de acesso a uma determinada área por veículos que não atendam aos níveis de emissões de poluentes. O objetivo principal do LEZ é a mitigação das emissões de poluentes e o principal resultado é uma diminuição da matéria em partículas na área proposta, costumeiramente áreas centrais ou que tenham grande adensamento populacional. Os principais tipos de controle são vídeo-vigilância, como o adotado por Londres desde o ano de 2008, e controle visual pela polícia local como adotada nas LEZs na Alemanha, Suécia e Dinamarca, onde o motorista precisa colar um adesivo no para-brisa informando sua regularidade (SOLUTION, 2015).

A LEZ mais conhecida é a de Londres (Figura 128). O programa começou em 2008, limitando a circulação de caminhões de mais de 3,5 toneladas e ônibus movidos a diesel no centro da cidade. Em 2010, micro-ônibus e furgões de grande porte foram incluídos no programa e, em 2011, caminhões, micro-ônibus e furgões, as caminhonetes, carros de passeio e vans também passaram a adotar as regras.

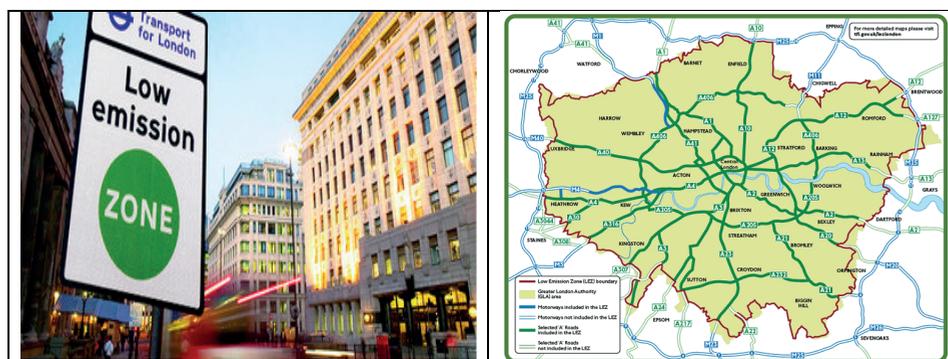
Segundo Dablanc e Montenon (2015), ainda não existem registros de zona de baixa emissão de poluentes na América Latina, apesar de existirem

**Figura 127 – Exemplo de triciclos para entrega de mercadorias em áreas urbanas**



Fonte: SOLUTIONS (2014) Working Paper on Innovative Solutions in Cities Around the World.

Figura 128 – Zona de baixa emissão de poluentes de Londres



Fonte: LONDON (2007) *The Low Emission Zone . Cleaner Air for Greater London. Technical Report. London 2007, in [tfl.gov.uk/lezlondon](http://tfl.gov.uk/lezlondon).*

alguns regulamentos de acesso nos centros das cidades, como Bogotá, Cidade do México e Curitiba, que já possuem ruas fechadas para veículos automotores e exclusivas para pedestres.

### **Proposta C: Promover a entregas de mercadorias fora do horário de pico**

Incentivar entregas de mercadorias fora do horário de pico busca melhorar as condições de tráfego utilizando o controle, geralmente por meio de regulamentação, o regulamento de tempo. Para implementação dessa solução, é necessário um planejamento cuidadoso e uma avaliação completa dos impactos positivos e negativos para os residentes, comércio local e empresas transportadoras.

Oliveira e Gratz (2014) alertam que grande parte dessas medidas propostas têm surgido como uma reação aos problemas, sem um estudo prévio minucioso dos seus possíveis efeitos no sistema de transporte e econômico, levando, na maioria das vezes, a práticas não coerentes com a realidade da cidade. Nesse contexto, NCFRP (2015) elencou as vantagens e desvantagens de implantar uma

restrição de entrega fora de horário de pico, como destacado na Tabela 53. Entretanto, entende-se que o conjunto de vantagens é significativo e que medidas específicas devem ser adotadas para cada região, em função das suas características diversas, visando neutralizar as desvantagens identificadas.

### **Proposta D: Criação de rede de pontos de coleta de carga**

Pontos de coletas são locais onde os clientes podem pegar os pacotes endereçados a eles (por exemplo, bens que tenham comprado na internet) em um local apropriado e previamente acertado, ou seja, em vez de os caminhões realizarem as entregas finais, os clientes vão até os pontos de coletas para receber seus bens. Essa alternativa é bem adequada para a ZCC-III.

Tal abordagem reduz os problemas e os custos causados pelas entregas aos pontos de venda de varejo, pois tem como objetivo principal reduzir os custos de distribuição e o número de tentativas de re-entregas. Segundo Visser et al. (2014), 12% das entregas de mercadorias são entregues após uma segunda tentativa. A Tabela 54 apresenta as

**Tabela 53 – Vantagens e desvantagens da solução de entrega de mercadorias fora do horário de pico (Adaptado de NCFRP, 2015)**

VANTAGENS	DESVANTAGENS
- Melhorar a disponibilidade de estacionamento durante o intervalo proibição;	- Aumenta o congestionamento em áreas fora das delimitadas;
- Melhorar o tempo de serviço;	- Aumenta os custos operacionais;
- Melhorar a confiabilidade;	- Risco de Assaltos;
- Sustentabilidade ambiental;	- Aumento do Ruído durante o turno da noite;
- Aumentar a segurança viária;	
- Reduzir o congestionamento;	

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

vantagens e desvantagens apresentadas para a adoção desse tipo de solução:

Existem diferentes tipos de pontos de coletas (armários de encomendas, armazéns de proximidade, lojas de conveniência, lojas locais que servem como redes etc.). Os custos para implantação dos pontos de coletas variam de acordo com a proposta. Por exemplo, o uso de lojas de conveniência, lojas locais que servem como pontos de coleta, têm o custo de implementação relativamente baixo, por outro lado, quando são necessários aquisição de terrenos, infraestrutura, armários para encomendas, administração, manutenção e desenvolvimentos tecnológicos correspondentes, um investimento maior pode ser requerido (solution, 2015). Seguem alguns exemplos de soluções tecnológicas para tais soluções:

- I. Quando a entrega é feita, o correio deve enviar automaticamente um sms, e-mail etc. Para anunciar ao usuário final que o pacote já está no ponto de coleta; o cliente também precisa de uma senha para acessar o armário ou pegar a encomenda;
- II. Quando o pacote for pego, o sistema envia

automaticamente uma mensagem à empresa de transporte, conforme o exemplo abaixo, na figura 129, a utilização do packstation implementado pela hdl na alemanha e o caso da walmart.

Packstation da DHL na Alemanha, os pacotes podem ser recebidos de acordo com as necessidades dos clientes: permite receber e enviar pacotes durante o dia e noite, sem a necessidade de esperar a entrega em pessoa. Há 2.500 Packstations disponíveis em toda a Alemanha.

A escolha da melhor configuração e o dimensionamento e detalhamento operacional de tal estratégia para Fortaleza deverá ocorrer após um estudo específico, voltado ao transporte de carga na cidade.

#### **Proposta E: Implantação de faixas exclusivas de transporte de carga**

A ideia básica dessa solução é a introdução de faixas exclusivas para caminhões durante determinados horários do dia. Uma variação dessa

**Tabela 54 – Vantagens e desvantagens da solução de criação um rede de pontos de coleta de carga (Adaptado de NCFRP, 2015)**

VANTAGENS	DESvantagens
- Reduz a distância percorrida para entregas;	- Pode causar problemas de segurança e de responsabilidade;
- Suprime a necessidade de reprogramação e entrega para endereços de clientes não localizados;	- Aumento do tráfego em nas imediações da área dos pontos de coletas;
- Melhora nos níveis de poluição;	- Exigem economias de escala do lado do fornecedor;
- Aumento da eficiência e confiabilidade;	- Exigir gestão e tecnologia de armazenagem;
- Ganhos de tempo nas entregas, pois não há necessidade de encontrar o usuário final;	- Exige um elevado nível de coordenação entre vários fornecedores e clientes.
- Programação rota de entrega são mais fáceis pois os pontos de entrega são fixos;	- Necessidade de Infraestrutura;
- As mercadorias podem ser pegadas a qualquer hora do dia e as vezes durante a noite, aumentando a conveniência do cliente.	- Perda de contato direto com o cliente;

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

solução permitiria o acesso a tais pistas para outros tipos de veículos selecionados, tais como ônibus, vans ou veículos de alta ocupação. Para Oliveira (2015), no âmbito urbano, em vias estruturais ou complementares, o conflito automóvel versus veículo de carga gera impactos negativos percebidos pelos outros usuários das vias, como restrição de visão por conta do seu tamanho, redução na segurança por conta do seu peso e da sua baixa capacidade de frenagem e aumento dos congestionamentos por sua falta de agilidade e baixas velocidades. Assim, são propostas as diferentes faixas exclusivas para caminhões de carga: (a) utilização de faixas dedicadas à circulação exclusiva de caminhões urbanos de carga de médio e pequeno porte, em determinados horários do dia; essa solução deve ser utilizada em casos específicos e com análises criteriosas visando não restringir a acessibilidade dos outros modos de transporte; (b) utilização de faixas mistas que podem ser utilizadas por ônibus e veículos de carga; um critério de adoção dessa medida seria para casos

em que os veículos de mercadorias que cumprirem os requisitos ambientais em relação a emissões ou, ainda, em casos em que eles sejam parte de um “serviço de logística da cidade”, com a utilização de veículos com caracterização especial e padronizada;

#### **Proposta F: Criação de incentivos fiscais, taxaço e pedágio**

Incentivos são programas que buscam fomentar práticas sustentáveis por incentivar um ou mais participantes na cadeia de abastecimento, por meio de incentivos monetários e não monetários. Nesse contexto, combinando o poder de incentivos e regulamentação, é possível proporcionar impactos positivos em relação ao comportamento dos agentes de frete. Uma possibilidade seria o poder público fornecer incentivos para incentivar a adoção de veículos ecológicos ou substituição do motor, enquanto carrega sanções a transportadoras utilizando veículos ineficientes e que atendem a normas ambientais mínimas.

Figura 129 – Exemplo de pontos de coleta de carga



“Packstation” da DHL na Alemanha. Os pacotes podem ser recebidos de acordo com as necessidades dos clientes: permite receber e enviar pacotes durante o dia e noite, sem a necessidade de esperar a entrega em pessoa. Há 2.500 “Packstations” disponíveis em toda a Alemanha.

Fonte: SOLUTIONS (2014) *Working Paper on Innovative Solutions in Cities Around the World*.

Já na taxaçoão ou pedágios para a circulação de veículos de carga, deve ser utilizada, quando tecnicamente justificada, com o objetivo de gerenciamento da demanda em áreas específicas, nas quais seja necessária a proibição completa. Essas iniciativas precificam a utilização de vias e de estacionamentos com o intuito de promover uma melhor utilização da capacidade dessas

infraestruturas, além de gerar receitas que sejam utilizadas no planejamento, implantação e no gerenciamento desse sistema.

#### 4.9.2 RESÍDUOS

O crescimento populacional, acompanhado dos avanços tecnológicos, do aumento do consumo e do crescimento desordenado urbano, trouxe para

a realidade de Fortaleza um excesso na produção e ineficácia no tratamento dos resíduos sólidos. Tal situação demanda altos custos para o poder público, impactando na saúde e segurança da população, já que não se consegue dar vazão ao volume de resíduos produzidos, gerando impactos significativos ao ambiente urbano e para sociedade como um todo. Aliado a tal fato, a maioria dos municípios brasileiros encontra-se em situação financeira difícil, tornando-se difícil adotar alternativas para mitigar o problema relativo aos resíduos sólidos que não seja a coleta e disposição destes em lixões ou aterros.

A correção de rumos passa por quebra de paradigmas, o primeiro refere-se à mudança de hábitos de consumo indiscriminados; o segundo, por uma educação ambiental que busque separar os resíduos; em terceiro, uma mudança de visão dos gestores, passando a assumir os rejeitos como potenciais fontes de recursos.

Nesse sentido, é proposta do Plano Fortaleza 2040 uma mudança ampla na forma de avaliar e trabalhar com os resíduos produzidos por nossa sociedade. Considera-se que todos os resíduos têm potencial de reaproveitamento, ou seja, os resíduos produzidos em Fortaleza voltarão a compor a matriz de consumo em algum momento, tudo isso associado a campanhas de conscientização sobre consumo consciente e sobre o reaproveitamento dos resíduos buscando redirecionar os hábitos atuais.

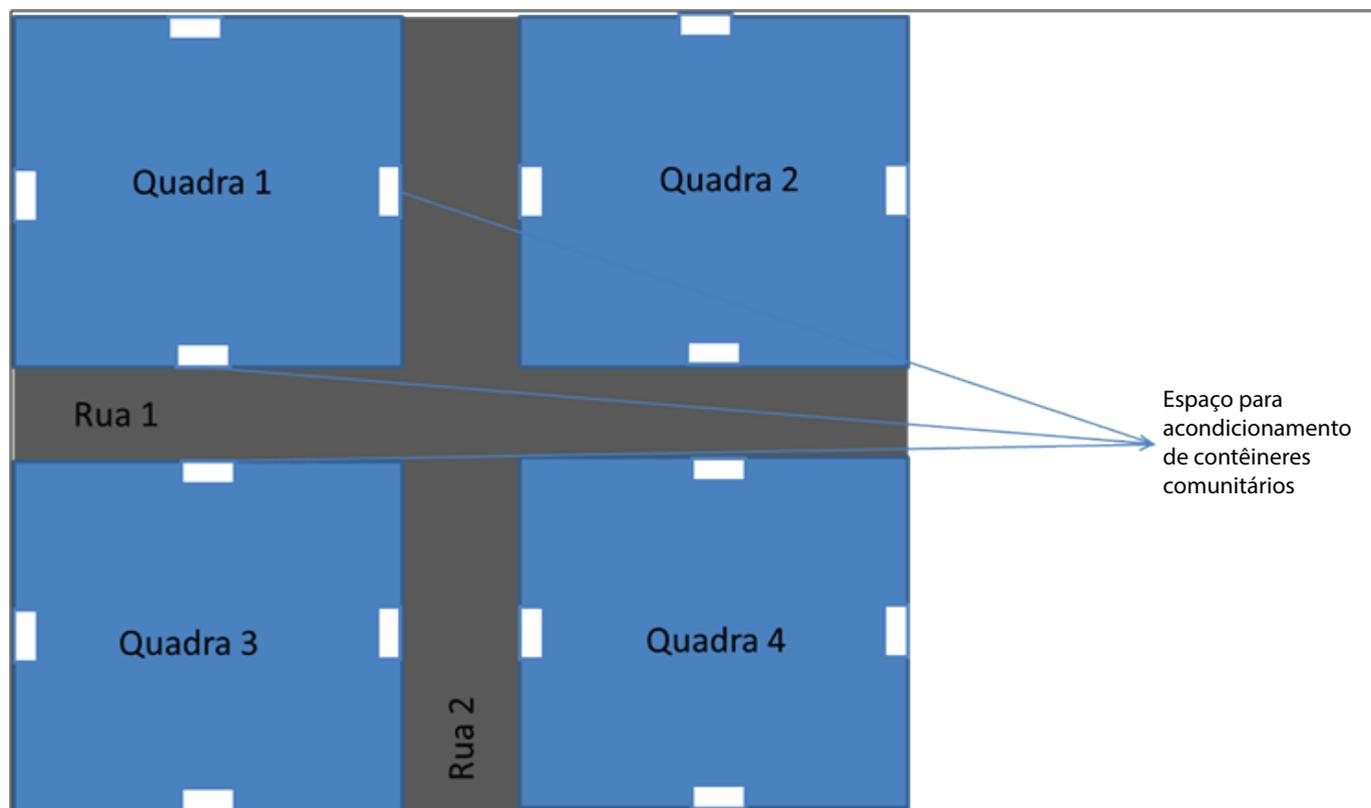
De forma a suportar tais metas, deverá existir uma mudança operacional no processo de coleta e tratamento dos resíduos. Quanto à coleta, o grande avanço é que não será mais necessária a passagem de veículos de grande porte pelas residências, em vez disso, as coletas domiciliares serão feitas com veículos menores, movidos a energia limpa (por exemplo, energia elétrica ou biogás) e estes depositarão os resíduos em áreas preestabelecidas, para daí serem

recolhidos por veículos de maior porte. A coleta também irá separar os resíduos em três categorias: orgânicos, recicláveis em geral (plásticos, vidros, metais, papéis, isopor e resíduos da construção civil). Os resíduos domiciliares serão direcionados inicialmente para os contêineres próximos ao seu domicílio. Os resíduos poderão chegar de duas maneiras: (a) o morador poderá levar até o local o seu resíduo; e (b) haverá coleta domiciliar executada com veículos de menor porte e que terão base fontes de energia limpa, tais como energia elétrica e biogás, ou, ainda, por meio das associações de catadores. Cada face de quadra poderá receber um contêiner para receber o resíduo, dotado da melhor tecnologia e design para a época, minimizando, assim, a intrusão visual. O esquema de localização e o tipo de contêiner comunitário são apresentados nas Figuras 130 e 132, respectivamente e na Figura 128 permite visualizar exemplos de veículos elétricos para coleta domiciliar.

Locais denominados ecopontos, que terão função de receber os resíduos oriundos dos contêineres comunitários, dos estabelecimentos comerciais e também dos residenciais, dependendo da localização. Esses locais terão função, também, de realizar uma triagem dos resíduos coletados e serão dotados de tecnologia que objetivará mitigar efeitos colaterais dos resíduos, tais como odor, emissão de material particulado e acúmulo de pragas urbanas (baratas, formigas, ratos, escorpiões, aranhas e cobras), buscando-se, com isso, não resultar em degradação urbana e na perda de valor na vizinhança. Pelo contrário, buscar-se-á, com os ecopontos, a valorização das comunidades do entorno.

A partir dos ecopontos, os resíduos serão transferidos a cinco ecodistritos distribuídos estrategicamente na cidade; para isso, serão utilizados veículos de grande porte utilizando rotas

Figura 130 – Esquema com a localização do contêineres comunitários



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

e horários previamente definidos, conforme pode ser observado na Figura 4, implicando em economia aos cofres públicos, pois otimizará o processo, dependerá menos da quantidade de veículos e gerará menor impacto na corrente de tráfego; a Figura 133 apresenta um exemplo de veículo elétrico que pode ser utilizado para transporte dos resíduos entre os ecopontos e os ecodistritos. Nesses ecodistritos existirá uma cadeia industrial interconectada com o objetivo de reciclagem de material e de geração de energia (biogás) a partir do reaproveitamento dos resíduos orgânicos. Essa cadeia tem como uma das principais características a utilização do resíduo de uma indústria como o

insumo de outra e assim por diante, buscando-se resíduo zero ao final do processo.

A estrutura urbana de coleta de resíduos sólidos envolvendo os ecopontos, ecodistritos e as rotas de transferências entre esses pontos pode ser observada na Figura 134.

Deverão ser consideradas as seguintes diretrizes para a circulação de veículos de carga no município de Fortaleza, que deverão ser regulamentadas pelo órgão executivo de trânsito:

- I. Restrição da circulação e o estacionamento de veículos de carga nos corredores de mobilidade visando reduzir os impactos em relação à circulação viária de veículos automotores;

Figura 131 – Ilustração de um tipo de contêiner comunitário



Figura 132 – Exemplos dos veículos elétricos para domiciliares



Figura 133 – Veículo elétrico para transportar os resíduos entre Eco Pontos e os Eco Distritos



- II. Definição de locais, áreas e horários específicos para a circulação e o carregamento e descarregamento de mercadorias nas vias municipais, que devem ser revisados periodicamente, e, quando forem implantados novos centros de distribuição de cargas, conforme as definições das zonas de consolidação de cargas.

Por fim, devem ser buscadas as seguintes metas em relação aos veículos envolvidos no transporte de cargas:

- I. Redução das emissões em 50% até o ano de 2025;
- II. Utilização de 100% de veículos elétricos para transporte de resíduos entre os ecopontos e os destinos finais dos resíduos até o ano de 2025;
- III. Reduzir a utilização de veículos a diesel em 50% para transporte de mercadorias e de

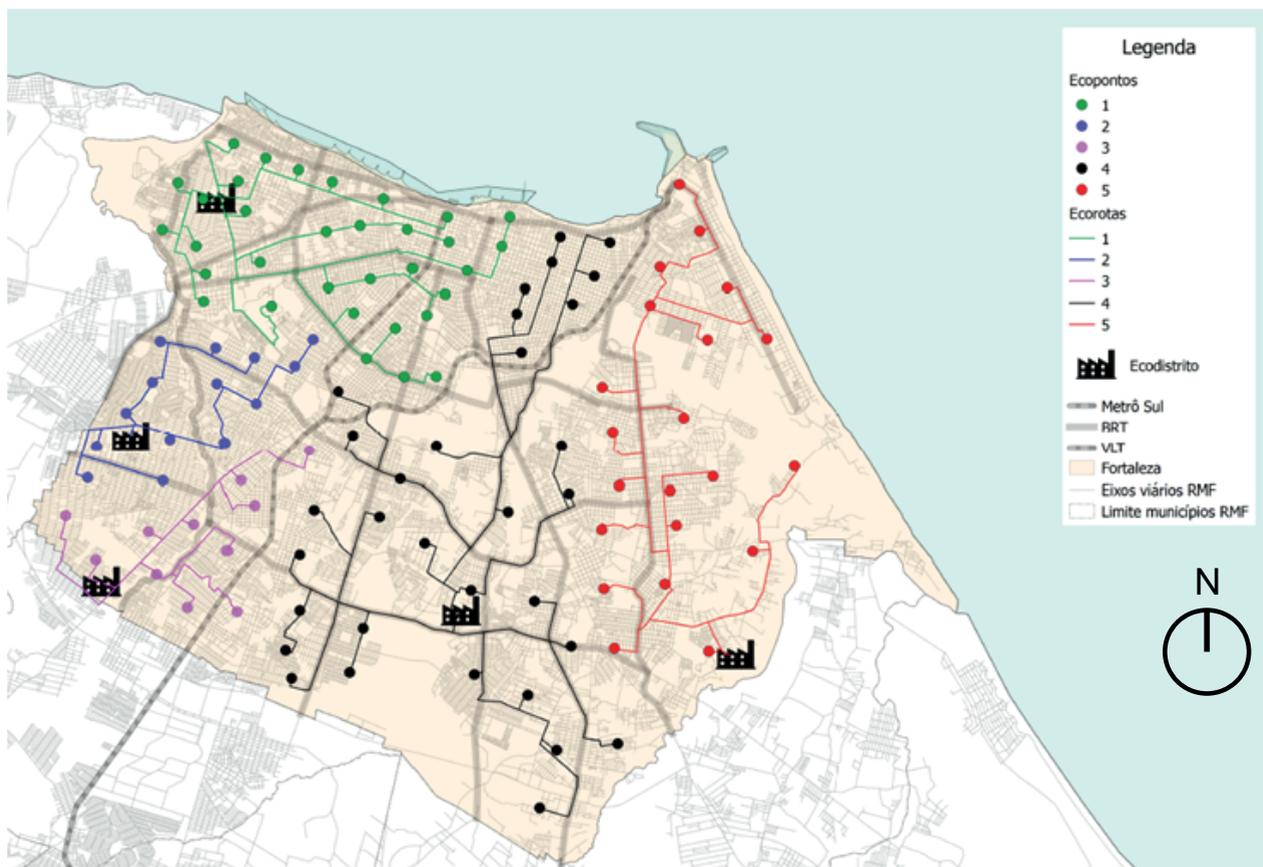
resíduos na área interna do primeiro arco urbano até o ano de 2025.

#### **4.10 POLOS GERADORES DE VIAGENS**

Considera-se que as regras de uso e ocupação do solo já definem os locais adequados para a implantação dos PGV, dessa forma, as definições aqui presentes têm relação com as análises técnicas e com as medidas que devem ser adotadas pelo empreendimento que se enquadra nessa classificação para que a sua implantação não cause impactos negativos no seu entorno.

O instrumento para a realização desse estudo deverá ser o Estudo de Impacto na Mobilidade e Acessibilidade (Eima), que tem a função de realizar os estudos técnicos necessários para identificação das especificidades do PGV com relação às suas características físicas e operacionais, a sua relação

Figura 134 – Resíduos



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

com o sistema de mobilidade e com a acessibilidade do seu entorno e, ainda, os prováveis impactos e as respectivas medidas de mitigação que devem ser adotadas.

Empreendimentos definidos como PGMV devem elaborar o Eima, cuja responsabilidade será do empreendedor, e esse estudo deverá ser elaborado por especialistas em mobilidade e acessibilidade urbana com experiência devidamente comprovada e devidamente habilitado, e deve abordar, no mínimo, os seguintes assuntos:

- Caracterização do empreendimento;

- Identificação dos proprietários e dos construtores e profissionais envolvidos na elaboração do eima;
- Data de início da obra e prazo de execução;
- Caracterização do entorno do pgv em relação ao sistema de mobilidade urbana, condições urbanísticas e às condições socioeconômicas;
- Análise do nível de serviço do sistema viário do entorno;
- Identificação dos impactos e respectivas medidas de mitigação.

O órgão gestor responsável pela análise do Eima poderá elaborar termo de referência para ser seguido pelo empreendedor, caso julgue necessário, e os custos relacionados com as medidas de mitigação serão de responsabilidade do empreendedor, que poderão ser pagos ao órgão responsável pela análise mediante prestação pecuniária, ou por meio de execução de serviços relacionados com as medidas definidas, ou, ainda, um misto dessas duas opções, conforme definido pelo Poder público.

Entende-se que a Prefeitura deverá se articular para dar transparência e facilitar todo o processo de submissão, análise e aprovação do projeto do PGV, bem como o acompanhamento da execução da obra até a sua finalização e participação do órgão gestor responsável pela análise do Eima durante o processo de emissão do documento de “Habite-se” do empreendimento.

#### **4.11 INTEGRAÇÃO INTERMODAL**

A integração intermodal tem os seguintes objetivos:

- I. integração plena entre todos os modos de transporte terrestres, quer sejam públicos ou privados, individuais ou coletivos, nos âmbitos físicos, operacionais, lógicos e tarifários;
- II. Aumentar a demanda dos modos públicos de transporte e a qualidade dos serviços ofertados;
- III. Redução dos tempos de espera e formação de filas nos locais de transferências de passageiros;
- IV. Redução dos tempos de viagens dos usuários;
- V. Contribuir para a redução dos congestionamentos nas vias públicas.

A sequência de implantação da integração intermodal deve ser a seguinte em ordem de prioridade:

- I. integrar sistema de ônibus urbano de Fortaleza com o sistema de ônibus metropolitanos e transporte sobre trilhos;
- II. integrar a bicicleta;
- III. integrar os veículos privados;
- IV. integrar os sistemas de veículos de aluguel;
- V. integrar as demais opções de transporte.

Os locais de referência para a integração intermodal deverão ser as estações de transporte público por metrô, VLT, bonde e ônibus nos corredores de mobilidade, visando incentivar o uso do transporte público coletivo. Os terminais urbanos existentes devem ser readequados em função dos novos itinerários de linhas troncais e alimentadoras e da nova demanda de passageiros no local, passando a funcionar como uma estação de transferência, recebendo tratamento urbanístico adequado que proporcione segurança e conforto para circulação de pessoas e, ainda, adequando esse equipamento para operar de forma conectada e aberta em relação ao sistema de circulação urbana do seu entorno.

Entende-se que devem ser estruturadas uma rede de estacionamentos para veículos privados automotores no entorno de todas as estações de metrô, VLT, ônibus nos corredores de mobilidade e nas principais estações de bonde, de forma descentralizada, visando não concentrar todos os veículos em um único local em cada área de entorno de estação, localizados até 300 (trezentos) metros do acesso das estações e, ainda, garantindo que os acessos de veículos não estejam voltados diretamente para o corredor de transporte público. Incluídas nessa rede estão os bicicletários e pontos de locação de bicicletas compartilhadas a uma distância

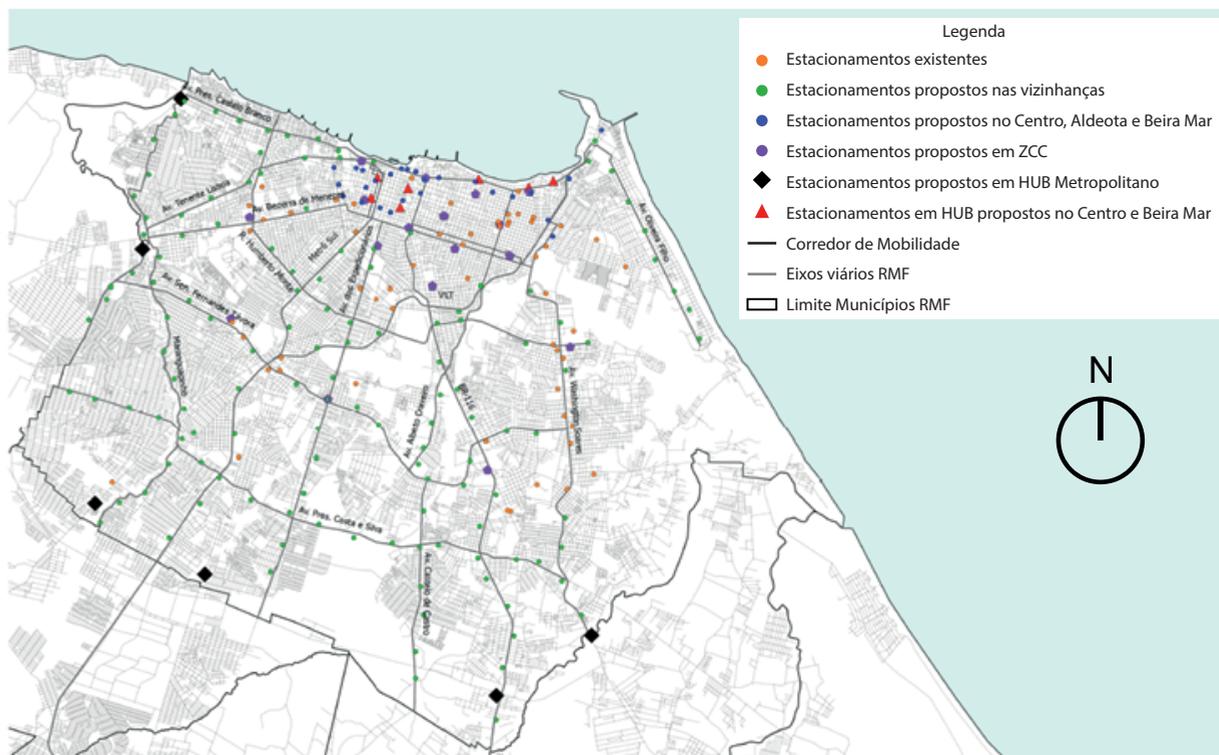
de até 50 metros do acesso das estações de metrô, VLT, ônibus nos corredores de mobilidade e nas principais estações de bonde. Também no entorno dessas estações e nas interseções entre os corredores troncais de transporte seja providenciado tratamento urbanístico adequado para proporcionar segurança e conforto para a caminhada, em destaque para os usuários que desejam realizar transferência entre modos de transportes. Essa rede de estacionamentos pode ser observada na Figura 135.

A lógica de integração será por meio de bilhetagem eletrônica com cartão ou tecnologia similar, visando garantir que os usuários possam realizar integração física entre linhas e modos de transporte em tempo a ser fixado pelo órgão gestor sem a necessidade

de pagamento de uma nova tarifa. As transferências poderão ser feitas entre as linhas de transporte urbano de passageiros e os demais modos de transporte serão incluídos nessa lógica à medida que a integração física for sendo ofertada.

Além disso, deverão ser garantidas condições operacionais adequadas para que seja possível a integração intermodal entre todos os modos de transporte, tais como: frequência de linhas e demandas de transporte público compatíveis com as instalações físicas das estações e áreas de embarque e desembarque, espaço suficiente de estacionamento para automóveis e bicicletas no entorno, segurança viária e segurança pública no entorno desses locais de transferência de passageiros.

Figura 135 – Estacionamentos



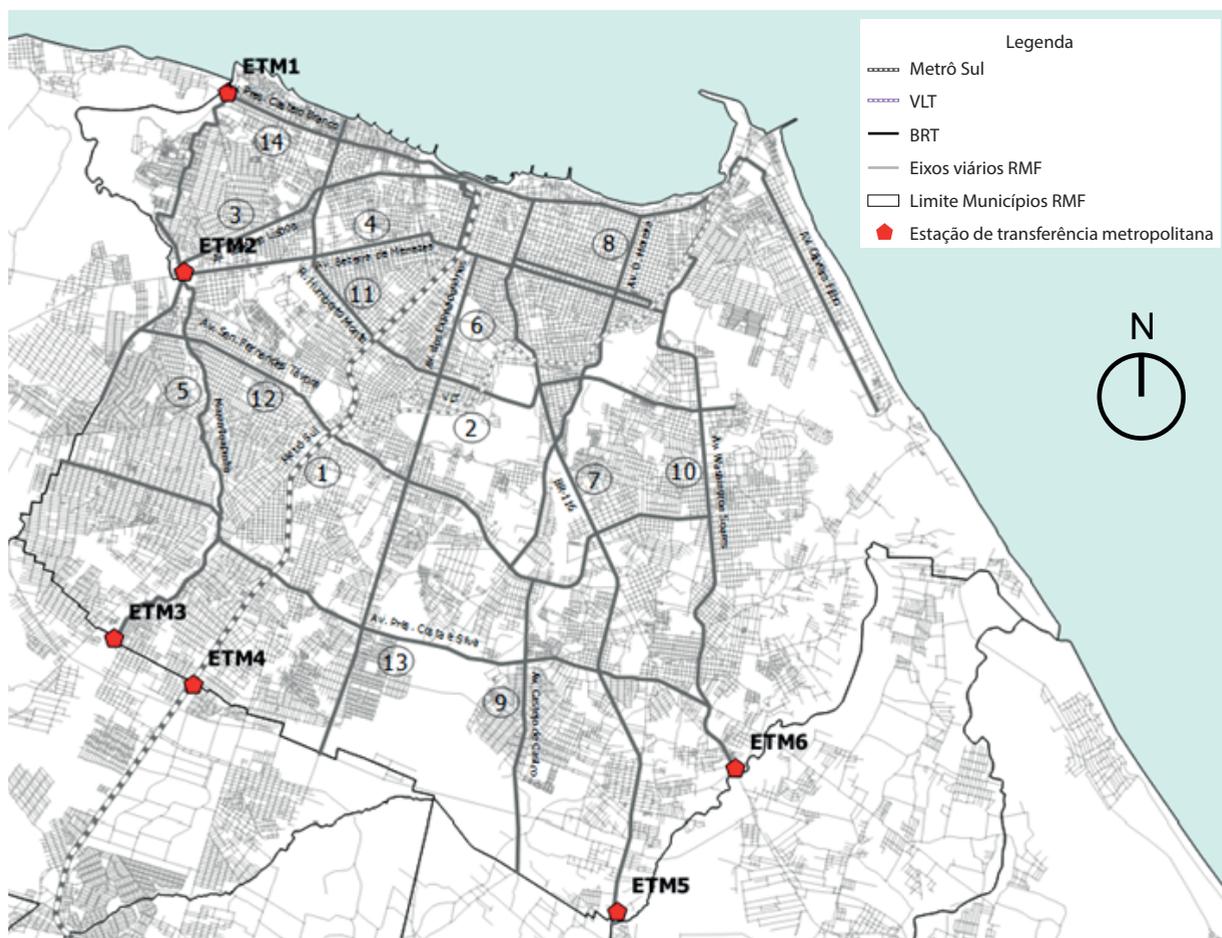
Fonte: Plano Fortaleza 2040.

As linhas de transporte público que se originam em outros municípios da RMF deverão integrar com as linhas troncais urbanas de Fortaleza nas estações de transferência metropolitanas (ETM), localizadas nas proximidades do limite do município da capital, conforme pode ser observado na Figura 136. Após a implantação dessa integração, as linhas de outros municípios da RMF não poderão circular em território de Fortaleza a partir dessas estações, sendo obrigadas a retornar às suas respectivas origens. Segue a relação

das linhas metropolitanas, seus respectivos locais de integração com as linhas troncais urbanas de Fortaleza e as localizações das ETM:

- I. linhas metropolitanas que circulam pela ce-090 e av. Ulisses guimarães (caucaia) devem integrar na etm1: localizada na interseção dos corredores de mobilidade 5 e 14;
- II. Linhas metropolitanas que circulam pela br-222 devem integrar na etm2: localizada na interseção dos corredores de mobilidade 3, 4

Figura 136 – Locais da ETM



Fonte: Plano Fortaleza 2040.

- e 5;
- III. Linhas metropolitanas que circulam pela ce-065 devem integrar na etm3: localizada na interseção dos corredores de mobilidade 5 e o limite sul do município de fortaleza;
- IV. Linhas metropolitanas que circulam pela ce-065 devem integrar na etm4: localizada na interseção dos corredores de mobilidade 1 e o limite sul do município de fortaleza;
- V. Linhas metropolitanas que circulam pela br-116 devem integrar na etm5: localizada na interseção dos corredores de mobilidade 7 e o limite sul do município de fortaleza;
- VI. Linhas metropolitanas que circulam pela ce-040 devem integrar na etm5 já descrita ou na etm6: localizada na interseção dos corredores de mobilidade 10 e o limite sul do município de fortaleza.

#### **4.12 POLÍTICA TARIFÁRIA**

A política tarifária do município de fortaleza tem os seguintes objetivos:

- I. Garantir cobertura dos custos dos serviços prestados;
- II. Induzir que as escolhas dos usuários sejam feitas de forma economicamente ótima;
- III. Equidade na cobrança da tarifa, distribuição de renda e inclusão de classes menos favorecidas.

Os valores das tarifas do transporte público deverão ser definidos considerando todos os objetivos listados e deverão ser definidos os valores tarifários diferenciados considerando os seguintes aspectos:

- I. Usuários com direitos à gratuidade definidos

- por lei;
- II. Estudantes;
- III. Usuários de baixa renda, cujos critérios de definição desse grupo serão fixados pelo órgão gestor;
- IV. Usuários que utilizam a bilhetagem eletrônica para passagem para viagem simples, sem integração, ou integração dentro de um mesmo modo; ressalta-se que cada modo de transporte poderá ter a sua tarifa específica;
- V. Usuários que utilizam a bilhetagem eletrônica com uma integração ou mais integrações entre modos diferentes; ressalta-se que o valor dessa tarifa poderá ser definido em função da quantidade de transferência, tipo de modos, e distância percorrida em cada modo; e
- VI. Usuários que optarem por pagar a tarifa do sistema de transporte público em espécie deverão pagar a tarifa com valores acrescidos de um percentual a ser definido pelo órgão gestor.

A cobrança da tarifa deverá ser feita de forma antecipada, por meio do sistema de bilhetagem eletrônica com cartão. Em todas as estações de metrô, VLT, ônibus nos corredores de transporte e bonde deverão existir locais para aquisição do bilhete tarifário antes de embarcar no veículo. A cobrança da tarifa nas linhas alimentadoras poderá ser feita no interior dos veículos, podendo ser alterada em função de definições do órgão gestor.

#### **4.13 GOVERNANÇA**

A partir da conclusão dos estudos técnicos, desde a fase de coleta de dados, de interpretação

e da elaboração de propostas, tem-se um conjunto de soluções integradas em forma de diretrizes e ações para a garantia da acessibilidade e mobilidade urbana em Fortaleza nos próximos 25 anos, contudo, há necessidade de organizar a forma de execução das ações de forma transparente, democrática e sistêmica, bem como identificar as formas de financiamento das intervenções urbanas, e, ainda, definir os formatos e períodos de revisão e atualização do Plano; a isto dá-se o nome de governança, o que será apresentado a seguir.

Entende-se ser necessária a criação de um Conselho Gestor do Plano de Mobilidade Urbana, composto por representantes que representem os diversos interesses envolvidos nesse tema, de forma a garantir a gestão democrática da execução do plano. O formato legal, a sua composição e as suas atribuições específicas serão objeto de legislação específica, visando garantir sua legitimidade.

Outras ações devem ser implementadas pelo poder público visando garantir a transparência das informações e da gestão do plano, são elas:

- I. Criação de um banco de dados contendo informações sobre todos os aspectos do sistema de mobilidade urbana;
- II. Disponibilização das informações com base na legislação em vigor;
- III. Criação de um sistema para receber sugestões
- IV. Submeter os principais projetos na área de mobilidade urbana ao conselho gestor, visando verificar a sua adequação ao plano em vigor, podendo ser definidas as adequações que forem julgadas necessárias;
- V. Promover a participação popular por meio de seminários, fóruns e audiências públicas de forma continuada sobre os diversos assuntos relacionados à mobilidade urbana; e

- VI. Incentivar e induzir presença de assessoria técnica aos diversos grupos, comunidades ou entidades visando elevar o grau de discussão técnica e, conseqüentemente, melhorar a qualidade das propostas e das decisões pactuadas nos encontros públicos.

Para a execução das intervenções previstas neste Plano devem ser utilizadas as mais diversas fontes de recursos, desde as fontes dos cofres municipais, parcerias com os governos do Estado e da União e as diversas entidades financeiras, nacionais e internacionais, de fomento de recursos para intervenções em mobilidade urbana. Contudo, entende-se que existem diversas dificuldades em relação à utilização dessas fontes clássicas, tais como: escassos recursos do poder público e limitações da capacidade de endividamento perante as outras fontes financeiras, dessa forma, entende-se que devem ser buscados mecanismos que incluam os recursos de investidores privados por meio de mecanismos de parcerias público privadas (PPP), nas quais é elaborada uma proposta técnica pelo poder público e desenhada uma engenharia financeira pelos envolvidos na negociação para o conjunto de intervenções que fazem parte do projeto específico. Esse formato tem sido utilizado amplamente em escala mundial e já existem algumas experiências nacionais de grande relevância, indicando uma tendência de crescimento desse modelo. Uma das vantagens dessas parcerias é que funcionam como catalisadores de transformações urbanas, visto que os recursos de investidores privados são abundantes, fato que reduz o tempo de execução das obras; contudo, o controle das intervenções é do poder público, que tem o papel de definir as intervenções necessárias e garantir a execução de parte dos investimentos e dar segurança à parceria,

assegurando a efetiva participação privada e, obviamente, o retorno de capital das empresas envolvidas. As principais desvantagens são: insegurança que o setor privado tem em relação ao cumprimento das obrigações por parte do poder público nas parcerias e intervenções políticas no processo, fatos que devem ser considerados e ações que devem ser previstas visando eliminar ou mitigar esse problema.

Cada intervenção deverá ser avaliada de forma a quantificar as alterações entre os cenários antes e depois, que são de fundamental importância para a melhoria da qualidade do planejamento, dos projetos, da execução e manutenção das intervenções urbanas, para isso, faz-se necessário a definição de indicadores e metas antes da realização destas. Esses indicadores devem ser bem mais detalhados que os indicadores que foram utilizados para a análise dos cenários de simulação deste Plano, visto que estes tinham o objetivo de avaliar um planejamento de longo prazo, enquanto esses indicadores de projeto têm o objetivo de análises de curto e médio prazos. Entende-se que esses indicadores devem ser definidos pelas equipes técnicas do poder público, pelo Conselho do Plano e por outros técnicos envolvidos nos projetos; geralmente esses indicadores não devem variar muito, visto garantir a criação de uma série histórica e, ainda, garantir a comparação

relativa entre projetos em diferentes regiões da cidade. A coordenação da metodologia, do controle da coleta das informações e da manutenção do banco de dados de indicadores deverá ser do órgão municipal responsável pelo planejamento urbano, visto que nesse banco de dados deverão existir outros indicadores referentes a outras especialidades inerentes à área urbana; contudo, a coleta efetiva das informações poderá ser feita por outros órgãos municipais ou entidades licenciadas pelo poder público, desde que sigam as regras e a metodologia definida pelo órgão de planejamento. A coleta de informações para caracterização dos indicadores escolhidos deverá ser feita de forma sistemática e continuada, de forma a garantir a obtenção de um conjunto de informações que possibilite alcançar os objetivos desejados.

Essa avaliação deverá ser utilizada também para identificar a necessidade de revisão e atualização de propostas, objetivos e até mesmo diretrizes e princípios do Plano, visando mantê-lo sempre atual às necessidades das pessoas, principalmente da população de Fortaleza, e, ainda, atual em relação à cultura, à tecnologia da época e aspectos sociais, garantindo que ele cumpra a sua função esperada de garantir acessibilidade e mobilidade a todos. Essa revisão e atualização devem ser feitas, pelo menos, a cada dez anos ou quando forem julgadas necessárias em função de critérios devidamente justificados.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais objetivos deste plano de mobilidade são: o aumento da segurança viária, a otimização dos deslocamentos de pessoas e de cargas, a redução de emissões provenientes dos veículos automotores, o aumento do acesso urbano e da acessibilidade universal, a promoção da gestão democrática e, conseqüentemente, a redução da desigualdade social.

A base conceitual utilizada para atingir esses objetivos foi abordar, de forma inédita em Fortaleza, a mobilidade urbana de forma integrada à espacialização do uso do solo, das atividades econômicas e dos aspectos sociais urbanos, tratando os problemas de mobilidade urbana como um produto da forma urbana da cidade e não como um problema somente do setor de transportes, como há tempos vinha sendo conduzido.

Para isso, definiu-se uma equipe multidisciplinar para a elaboração deste Plano, composta de engenheiros, urbanistas, economistas, profissionais da área social, dentre vários outros consultores de áreas específicas, bem como a participação da sociedade civil organizada, de forma que as definições estruturais para o desenvolvimento da cidade considerassem todos os atores envolvidos no processo, permitindo que as equipes pudessem desenvolver seus trabalhos setoriais de forma integrada aos demais, de forma que, no fim do estudo, todos os planos fossem complementares e harmônicos.

As principais definições da nova forma urbana que Fortaleza seguirá foram delineadas buscando direcionar a cidade em um caminho sustentável, considerando os aspectos ambientais, sociais e econômicos. Especificamente no que se refere à mobilidade, criar um ambiente urbano em que se proporcione:

- acesso equitativo a todos em relação às atividades inerentes a uma cidade;
- redução da dependência dos veículos motorizados;
- otimização dos gastos públicos em relação à infraestrutura de mobilidade;
- condições seguras de deslocamento;
- integração do meio ambiente natural às pessoas; e
- melhor qualidade de vida à população.

Dessa forma, a equipe optou por utilizar um modelo de forma urbana adotado amplamente, com sucesso, por várias cidades de todos os continentes, que é a adoção de corredores de urbanização orientados pelo transporte público de alta capacidade. Estruturando a ocupação urbana em corredores lineares de alta densidade, formados com largura aproximada de um quilômetro, cujo eixo é composto por um corredor multimodal cujo desenho proporciona preferência para a circulação do transporte público em relação aos demais veículos, e, ainda, ampla oferta para circulação de pessoas e de bicicletas, de forma segura e confortável. A ocupação urbana fora desses corredores permite outros padrões com menores densidades e outras características específicas. Nesse corredor de urbanização, os entornos das estações de transporte são projetados para formar alta densidade construída, acomodando habitações, serviços em geral, serviços públicos, educação, comércios, dentre outras atividades em um raio de quinhentos metros, tendo como centro a estação de transporte. Essas novas regras de uso e ocupação do solo foram definidas no Plano Mestre Urbanístico e devem servir de base para a revisão dos códigos da cidade com base nessa nova forma urbana, que serão fundamentais para formação desses corredores de urbanização.

Essa forma urbana foi avaliada para as condições de Fortaleza utilizando uma ferramenta computacional de planejamento urbano integrado ao sistema de transportes e às atividades econômicas (Tranus), que permitiu estimar as alterações de padrão de deslocamento de pessoas na cidade em

função dessa nova forma urbana e qual a melhor maneira de prover as opções para a mobilidade. Ao final do processo, essa ferramenta confirmou a eficiência dessa nova forma urbana em relação à estruturação urbana existente, que permitiu, ainda, definir uma rede de transportes integrada para atender a esse novo padrão de deslocamentos otimizado, considerando uma rede multimodal formada por corredores de mobilidade, localizados no eixo dos corredores de urbanização. Essa rede básica de transportes é formada pelo metrô (linha sul) já construído, o veículo leve sobre trilhos praticamente finalizado e, também, as linhas de ônibus de alta capacidade (BRT) e linhas de bonde, ambas propostas. Associada a essa rede estrutural foi definida uma rede alimentadora, composta por veículos de transporte público de menor capacidade e por veículos de propulsão humana; e, ainda, a conexão de toda essa rede de transporte público a uma rede de estacionamento para veículos de uso privado, motorizados ou não, formando uma rede multimodal que será projetada para operar de forma completamente integrada em todos os seus aspectos.

Os resultados indicaram que esse caminho conduz Fortaleza a se tornar uma cidade cujo ambiente urbano sustentável, no qual os investimentos públicos, com destaque para os investimentos em mobilidade, sejam aplicados de forma a gerar maiores benefícios para a população, tornando-a uma cidade com vários cenários de desenvolvimento econômico, mais conectada, mais justa e acolhedora.

---

## REFERÊNCIAS

AMBITE, José Luis et al. **Integrating heterogeneous data sources for better freight flow analysis and planning**. Transportation Research Board Annual Meeting. Los Angeles: University of Southern California, 2002.

ANAND, N.; QUAK, H., VAN DUIN, R. et al. **City logistics modelling efforts: trends and gaps—a review**. *Procedia Soc Behav Sci*, 2012, v. 39, p. 101-115.

COMI, Antonio et al. **Urban freight transport demand modelling: a state of the art**. *European Transport-Transporti Europei*, v. 51, n. 7, p. 1-17, 2012.

DABLANC, L. **Freight transport for development toolkit: road freight**. Washington, DC: World Bank, 2009. Disponível em: <<http://siteresources.worldbank.org/INTTRANSPORT/Resources/336291-1239112757744/5997693-1266940498535/road.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2016.

DUTRA, Nadja Glheuca da Silva. **O enfoque de “citylogistics” na distribuição urbana de encomendas**. 2004. 212 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)—Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2004.

GASPARINI, André. **Atratividade do transporte de carga para polos geradores de viagem em áreas urbanas**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2008.

GONZALEZ-FELIU, J. et al. Estimated data production for urban goods transport diagnosis. In: Gonzalez-Feliu, J.; Semet, F.; Routhier, J. L. (Eds). **Sustainable Urban Logistics: Concepts, Methods and Information Systems**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2014.

GONZALEZ-FELIU, J.; TOILIER, F.; ROUTHIER, J. L. End consumer movement generation in French medium urban areas. *Procedia Soc Behav Sci*, v. 2, n. 3, p. 6189-6204, Sep. 2010.

GONZALEZ-FELIU, J.; ROUTHIER, J. Modeling urban goods movement: how to be oriented with so many approaches? *Procedia Soc Behav Sci*, v. 39, p. 89-100, 2012.

HOLGUÍN-VERAS, J.; BAN, J.; JALLER, M. et al. **Feasibility study for freight data collection**. New York: University Transportation Research Center, 2010. Disponível em: <<http://www.utrc2.org/research/projects/feasibility-study-freight-data-collection-0>>. Acesso em: 23 ago. 2014.

HOLGUÍN-VERAS, J. et al. **Freight trip generation and land use: transportation research board**. Washington, DC.: National Cooperative Freight Research Program, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Vamos conhecer o Brasil. Nosso povo. Característica da população. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://7a12.ibge.gov.br/pt/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-povo/caracteristicas-da-populacao>>. Acesso em: 29 ago. 2014.

LOPES, André Soares. **Transportes, uso do solo e atividades: modelagem conceitual para o planejamento da acessibilidade urbana**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia de Transporte)—Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2015.

NUZZOLO, Agostino; CRISALLI, Umberto; COMI, Antonio. A delivery approach modeling for urban freight restocking. *Journal Of Civil Engineering And Architecture*, v. 6, n. 3, p. 251-267, Jan. 2012.

OGDEN, Ken W. **Urban goods movement: a guide to policy and planning**. Michigan: Ashgate Pub, 1992.

PEREIRA, Lilian dos Santos Fontes. **Proposta metodológica para estimativa de fluxos de cargas a partir de dados secundários**: uma aplicação em Belo Horizonte. 2015. 108 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes)– Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

QUISPTEL, Martin. **Active partnerships**: the key to sustainable urban freight transport. The Netherlands: Bestufs, 2002.

SANCHES JUNIOR, P. F.; RUTKWOSKI, E. W.; LIMA JUNIOR, O. F. Análise crítica das políticas públicas para carga urbana nas metrópoles brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Enegep, 2008. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_tn\\_sto\\_069\\_492\\_11401.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_069_492_11401.pdf)> Acesso em: 29 ago. 2014.

SANTOS, E. M. **Uso de dados SPED fiscal para o planejamento de projetos de logística urbana**: uma proposta metodológica utilizando o software QlikView. 2015. Tese (Doutorado em Transportes)– Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015.

SILVA, Thiago Canhos Montmorency; MARINS, Karin Regina de Casas Castros. Discutindo o papel do transporte de carga no planejamento urbano: contextualização e comparativo conceitual. In: CONGRESSO DE ENSINO E PESQUISA EM TRANSPORTES, 18., 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ANPET, 2013.

TAMIM, Ofyar. Z.; WILLUMSEN, L. G. **Freight Demand Model Estimation from Traffic Counts**. London: Proceeding PTCR Summer Annual Meeting, 1988.

TANIGUCHI, Eiichi., THOMPSON, Russell G., YAMADA, Tadashi. Emerging techniques for enhancing the practical application of city logistics models. **Procedia Soc Behav Sci**, v. 3, n. 9, p. 3-18, 2012.

VAN ZUYLEN, Henk. J.; WILLUMSEN, Luis G. The most likely trip matrix estimated from traffic counts. **Transportation Research Part B**, v. 14, n. 3, p. 281-293, 1980.

ZARGARI, S. A.; HAMEDANI, S. M. **Estimation of freight O-D matrix using waybill data and traffic counts in Iran roads**. IranianJournalof Science & Technology, Transaction B, Engineering, 2006.



FORTALEZA**2040**