

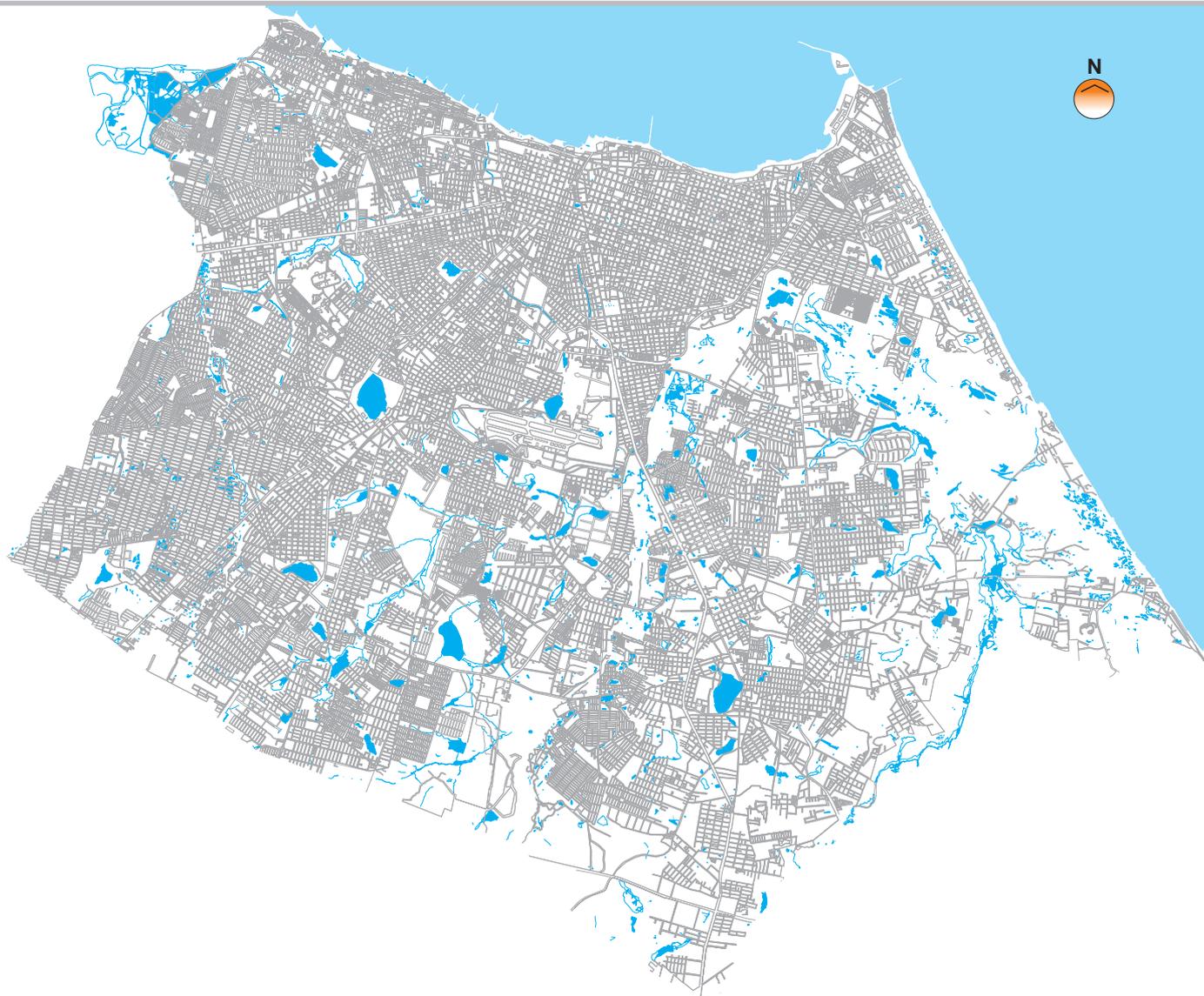


PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA
INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DE FORTALEZA - IPLANFOR
FUNDAÇÃO CEARENSE DE PESQUISA E CULTURA (FCPC)

PROJETO: **FORTALEZA 2040**

2040
FORTALEZA
2040
FORTALEZA
2040

Plano Mestre Urbanístico e de Mobilidade



**PRODUTO 2.0 – Coleta / Organização / Análise
das Informações para o Projeto (Versão Preliminar)**
TOMO IV: SUBPRODUTO 2.4 – Pesquisa Integrada de Transporte e Uso do Solo
(Versão Preliminar)

FORTALEZA / CE - AGOSTO / 2015

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA
INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DE FORTALEZA (IPLANFOR / PMF)
FUNDAÇÃO CEARENSE DE PESQUISA E CULTURA (FCPC)

PLANO MESTRE URBANÍSTICO E DE MOBILIDADE – FORTALEZA 2040
(PMU / PLANMOB – FOR)

PRODUTO 2.0 – COLETA / ORGANIZAÇÃO / ANÁLISE
DAS INFORMAÇÕES PARA O PROJETO
(VERSÃO PRELIMINAR)

TOMO IV: SUBPRODUTO 2.4 – PESQUISA INTEGRADA DE TRANSPORTE
E USO DO SOLO (VERSÃO PRELIMINAR)

ELABORAÇÃO

FCPC – FUNDAÇÃO CEARENSE DE PESQUISA E CULTURA

COORDENAÇÃO GERAL

FAUSTO NILO COSTA JÚNIOR – Arquiteto e Urbanista

EQUIPE TÉCNICA CHAVE DE NÍVEL SUPERIOR

URBANISMO

FAUSTO NILO COSTA JÚNIOR – Arquiteto e Urbanista

FRANCISCO EDUARDO ARAUJO SOARES – Arquiteto e Urbanista

ALEXANDER DE SOUZA LARANJEIRA – Arquiteto e Urbanista

DELBERG PONCE DE LEON – Arquiteto e Urbanista

MARINA PARENTE COSTA – Comunicadora Social

RODRIGO PONCE DE LEON – Arquiteto e Urbanista

MOBILIDADE

FRANCISCO SULIANO MESQUITA PAULA – Engenheiro Civil

FRANCISCO QUEIROZ DAMASCENO NETO – Engenheiro Civil

EQUIPE TÉCNICA DE APOIO DE NÍVEL SUPERIOR

URBANISMO

ANA PAULA ALENCAR MARTINS BARBOSA – Arquiteta e Urbanista

BRUNO BARROS LEAL DE CARVALHO FERREIRA – Engenheiro Civil

PEDRO ESDRAS FIGUEIREDO GUIMARÃES – Arquiteto e Urbanista

JANAÍNA BRAGA PONTES CORDEIRO – Arquiteta e Urbanista

TAMIRYS SOARES SENA – Arquiteta e Urbanista

SABRINA CAVALCANTE – Arquiteta e Urbanista

SIMONE LOPES SOARES – Arquiteta e Urbanista

MOBILIDADE

BRUNO VIEIRA BERTONCINI – Engenheiro Civil

FLÁVIO JOSÉ CRAVEIRO CUNTO – Engenheiro Civil

FRANCELINO FRANCO LEITE DE MATOS SOUSA – Engenheiro Civil

CONSULTORES ESPECIALIZADOS

URBANISMO

MAGDA HELENA MAIA – Arquiteta e Urbanista

MOBILIDADE

VERÔNICA TEIXEIRA FRANCO CASTELO BRANCO – Engenheira Civil

TOMÁS DE LA BARRA – Arquiteto e Urbanista

☐ SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	01
1.0. MODELAGEM DA ACESSIBILIDADE E DA MOBILIDADE URBANA	04
1.1. MODELAGEM DE MOVIMENTAÇÃO DE PESSOAS	05
1.1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	05
1.1.2. ASPECTOS TEÓRICOS DA PLATAFORMA DE SIMULAÇÃO	07
1.1.3. A REPRESENTAÇÃO CONCEITUAL DA PLATAFORMA DE MODELAGEM	17
1.1.4. O PROCESSO DE MODELAGEM DA MOVIMENTAÇÃO DE PESSOAS	21
1.2. MODELAGEM DA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS	24
1.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE CARGAS URBANAS	24
1.2.2. O PROCESSO DE MODELAGEM DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS	28
1.2.3. ESTRUTURA PROPOSTA PARA O PROCESSO DE MODELAGEM DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA	34
2.0. DADOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	37
2.1. DADOS PARA A MODELAGEM DE TRANSPORTES	38
3.0. DADOS SOCIOECONÔMICOS	48
4.0. DADOS DE OFERTA DE TRANSPORTE PÚBLICO	56
CONSIDERAÇÕES FINAIS	85

□ LISTA DE MAPAS

MAPA Nº 1.0 -	ÁREA EDIFICADA POR TIPO DE USO – RESIDENCIAL	39
MAPA Nº 2.0 -	ÁREA EDIFICADA POR TIPO DE USO – COMERCIAL	40
MAPA Nº 3.0 -	ÁREA EDIFICADA POR TIPO DE USO – SERVIÇOS	41
MAPA Nº 4.0 -	ÁREA EDIFICADA POR TIPO DE USO – INDUSTRIAL	42
MAPA Nº 5.0 -	VALORES DO SOLO DE FORTALEZA – TERRITORIAL	43
MAPA Nº 6.0 -	VALORES DO SOLO DE FORTALEZA – USO RESIDENCIAL	44
MAPA Nº 7.0 -	VALORES DO SOLO DE FORTALEZA – USO COMERCIAL	45
MAPA Nº 8.0 -	VALORES DO SOLO DE FORTALEZA – USO DE SERVIÇOS	46
MAPA Nº 9.0 -	CARGAS POR BAIRRO EM FORTALEZA	47
MAPA Nº 10.0 -	POPULAÇÃO POR BAIRRO DE FORTALEZA	50
MAPA Nº 11.0 -	EMPREGOS EM FORTALEZA – COMÉRCIO	51
MAPA Nº 12.0 -	EMPREGOS EM FORTALEZA – SERVIÇOS	52
MAPA Nº 13.0 -	EMPREGOS EM FORTALEZA – SETOR PRIMÁRIO	53
MAPA Nº 14.0 -	EMPREGOS EM FORTALEZA – INDÚSTRIA	54
MAPA Nº 15.0 -	EMPREGOS EM FORTALEZA – ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	55
MAPA Nº 16.0 -	TRANSPORTE PÚBLICO EM FORTALEZA E NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA (RMF) – LINHAS METROPOLITANAS	58
MAPA Nº 17.0 -	TRANSPORTE PÚBLICO EM FORTALEZA E NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA (RMF) – LINHAS ALIMENTADORAS	59
MAPA Nº 18.0 -	TRANSPORTE PÚBLICO EM FORTALEZA E NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA (RMF) – LINHAS CONVENCIONAIS	60
MAPA Nº 19.0 -	TRANSPORTE PÚBLICO EM FORTALEZA E NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA (RMF) – LINHAS TRONCAIS	61

MAPA Nº 20.0 - TRANSPORTE PÚBLICO EM FORTALEZA – LINHAS CIRCULARES	62
MAPA Nº 21.0 - TRANSPORTE PÚBLICO EM FORTALEZA – LINHAS COMPLEMENTARES	63
MAPA Nº 22.0 - TRANSPORTE PÚBLICO EM FORTALEZA – LINHAS DE VANS E MICROÔNIBUS	64
MAPA Nº 23.0 - TRANSPORTE PÚBLICO EM FORTALEZA E NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA (RMF) – TODAS AS LINHAS	65

□ LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº 1.0 - ALGUMAS DAS CIDADES EM QUE O TRANUS FOI APLICADO	06
FIGURA Nº 2.0 - MODELO DE VON THÜNEN (ADAPTADO POR DE LA BARRA)	08
FIGURA Nº 3.0 - GRÁFICO DA FUNÇÃO DE ELASTICIDADE NO TRANUS	09
FIGURA Nº 4.0 - MODELO DE LOWRY	12
FIGURA Nº 5.0 - MATRIZ INSUMO-PRODUTO	14
FIGURA Nº 6.0 - MODELO CONCEITUAL DO TRANUS	18
FIGURA Nº 7.0 - ETAPAS DA MODELAGEM	19
FIGURA Nº 8.0 - A INTERFACE ENTRE OS MODELOS	20
FIGURA Nº 9.0 - RELAÇÕES TEMPORAIS DO TRANUS	21
FIGURA Nº 10.0 - O PROCESSO DE MODELAGEM	22
FIGURA Nº 11.0 - EFEITOS NOCIVOS PERTINENTES À ATIVIDADE DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS EM MEIO URBANO	25
FIGURA Nº 12.0 - MODELO CONCEITUAL DO PLANEJAMENTO INTEGRADO	26
FIGURA Nº 13.0 - MODELO CONCEITUAL PAAR REPRESENTAR A RELAÇÃO TRANSPORTE X USO DO SOLO	27
FIGURA Nº 14.0 - ESTRUTURA DE MODELAGEM DA DEMANDA NO TRANSPORTE DE PASSAGEIROS	29
FIGURA Nº 15.0 - RELAÇÕES TEMPORAIS DO TRANUS	30
FIGURA Nº 16.0 - ESTRUTURA DE MODELAGEM DA DEMANDA NO TRANSPORTE DE CARGA	32
FIGURA Nº 17.0 - PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A MODELAGEM DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA (TUC)	36

☐ LISTA DE QUADROS

QUADRO Nº 1.0 - INDICADORES PARA AVALIAR A MOBILIDADE DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA (TUC)	35
QUADRO Nº 2.0 - INFORMAÇÕES DAS LINHAS METROPOLITANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA	66
QUADRO Nº 3.0 - INFORMAÇÕES DAS LINHAS URBANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA	71

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

A modelagem tradicional de transportes que tem sido adotada nas últimas décadas no Brasil, e em Fortaleza não foi diferente, utiliza-se de uma metodologia que considera apenas uma abordagem setorial. Entende-se que isso faz parte de algo maior, que ocorreu com a absoluta maioria dos processos de planejamento em âmbito nacional: o planejamento setorial isolado, provido de pouca ou nenhuma transversalidade com outros setores ou, simplesmente, a ausência de planejamento integrado.

Especificamente com relação a Fortaleza e à sua Região Metropolitana, o planejamento da mobilidade sempre foi abordado de forma isolada, considerando que os problemas existentes no setor poderiam ser mitigados ou resolvidos somente com intervenções em seu próprio âmbito. Um exemplo que demonstra claramente essa abordagem é que o padrão de deslocamento identificado nesses estudos realizados era, simplesmente, expandido por fatores de crescimento e os resultados eram utilizados na definição de intervenções em cenários futuros. Pouco se discutia se esse padrão de viagens existente era adequado ou se deveria ser diferente, visando melhorar a qualidade de vida da população, a economia urbana e a eficiência do sistema de transportes. Simplesmente, esse padrão era replicado ao futuro, só que com amplitude maior. Isso significa que se houvesse uma linha de desejo muito intensa identificando pessoas que cruzavam a cidade diariamente, essa situação permaneceria no futuro, só que de forma mais acentuada, devido à aplicação dos tais fatores. Dessa forma, identificava-se a necessidade de ofertar mais opções de transporte para essa demanda crescente. Entende-se que essa abordagem é inadequada por não ser economicamente, ambientalmente e nem socialmente viável, enfim, não sendo considerada sustentável.

Nesse contexto, pretende-se propor um conjunto metodológico que permita a adoção de uma abordagem sistêmica com relação ao planejamento da acessibilidade e da mobilidade urbana de pessoas e de cargas e bens, considerando todos os aspectos que interferem direta e indiretamente no padrão desses tipos de deslocamento.

Uma premissa básica adotada no desenvolvimento desse conjunto metodológico é que aumentar a acessibilidade urbana reduz a necessidade de movimentação de pessoas e de cargas a grandes distâncias e, conseqüentemente, aumenta a qualidade de vida das pessoas e reduz os impactos gerados pelos veículos motorizados (emissões de gases veiculares, congestionamentos, dentre outros semelhantes). Essa acessibilidade é definida pela forma urbana da cidade, pela localização das moradias, pela localização das atividades (laborais, econômicas, sociais, culturais, de lazer, dentre outras inerentes a uma urbe), pela morfologia urbana, pela oferta do sistema de transportes (vias, modos de transportes) e pelas características dos indivíduos que compõem a população: sistema de informações ao usuário, nível de formação pessoal, nível de renda e disponibilidade pessoal de acesso às atividades urbanas.

Esse conjunto de atributos é que define o padrão urbano de viagens de pessoas e de cargas de uma cidade. Por isso, há necessidade de considerá-los no processo de planejamento da mobilidade urbana.

O desafio atual das cidades é entender como esse padrão se apresenta no cenário presente e, principalmente, como se deseja que esse padrão deva se apresentar em uma cidade sustentável, considerando todos os atores envolvidos.

Diante desse desafio, pretende-se abordar o planejamento da mobilidade de forma integrada com todas essas especificidades. A seguir, serão apresentadas duas metodologias: a modelagem de pessoas e a modelagem de cargas, visto que as suas características são bem distintas e requerem abordagens específicas, que serão detalhadas em momento oportuno.

1.0. MODELAGEM DA ACESSIBILIDADE E DA MOBILIDADE URBANA

1.0. MODELAGEM DA ACESSIBILIDADE E DA MOBILIDADE URBANA

1.1. MODELAGEM DE MOVIMENTAÇÃO DE PESSOAS

1.1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O planejamento de transportes tradicional tem evoluído para o planejamento urbano integrado entre os sistemas de transportes, de uso do solo e de atividades. 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, influenciam os padrões de viagens. Dessa forma, existe a necessidade de que a modelagem utilizada como ferramenta no processo de planejamento também seja integrada, para ser possível capturar as interações entre os tais sistemas.

O planejamento estratégico de Fortaleza, por meio do Projeto Fortaleza 2040, é um esforço de planejamento integrado composto por três setores urbanos: o urbanismo, as atividades e os transportes. Dessa forma, o processo de modelagem utilizado também deve ser capaz de incorporar o funcionamento de cada setor e as relações entre os mesmos.

Neste sentido, optou-se pela plataforma computacional TRANUS, inicialmente concebida em 1982 e sendo considerado o primeiro modelo de transporte a ser implementado computacionalmente. Essa ferramenta é desenvolvida e mantida pela empresa Modelística e, desde 2005, possui sua licença liberada, sendo completamente gratuita a sua utilização. Por ser um modelo de simulação de localização de atividades, uso do solo e transporte, pode ser aplicado tanto na escala regional quanto na urbana.

“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, como pode ser verificado na **FIGURA Nº 1.0**.

FIGURA Nº 1.0 – ALGUMAS DAS CIDADES EM QUE O TRANUS FOI APLICADO



Fonte: Modelística (2015).

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 – 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;

1.1.2. ASPECTOS TEÓRICOS DA PLATAFORMA DE SIMULAÇÃO

Conforme dito anteriormente, o TRANUS é uma plataforma de simulação que envolve três componentes urbanos: as atividades, o uso do solo e os transportes. A concepção dessa ferramenta fez uso de cinco principais grupos de modelos, os quais são detalhados a seguir.

1.1.2.1. Microeconomia Espacial

A Microeconomia Espacial é um dos principais modelos existentes no TRANUS. Ele é o responsável por realizar a localização das atividades, com base nos custos do uso do solo e dos transportes. A evolução desses modelos é descrita no livro *Integrated Land Use and Transport*, escrito por Tomás de la Barra em 1989. De la Barra é um dos criadores do pacote computacional TRANUS.

As teorias microeconômicas de uso do solo olham para o processo de localização de atividades a partir do ponto de vista do indivíduo que quer residir, ou da empresa que necessita vender. Assume-se que as atividades vão competir para o consumo do solo e, uma vez que o equilíbrio for atingido, elas terão escolhido determinada área em uma dada região, de modo que o custo de transporte e do solo que têm que pagar otimizam a sua utilidade. A concorrência também irá determinar o preço da terra em cada local e o preço das *commodities* no mercado local.

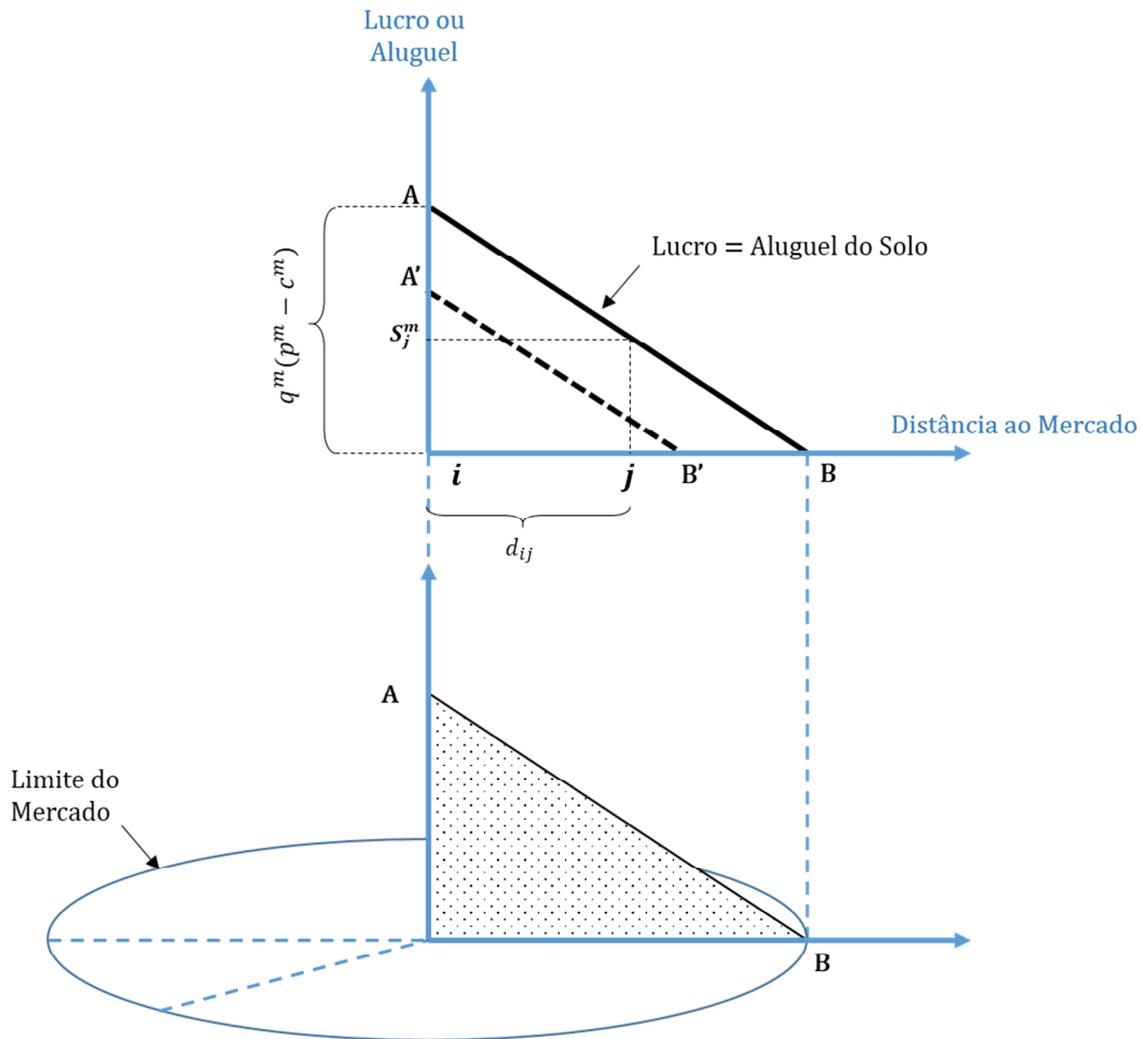
Von Thünen (1826) fez a primeira tentativa de explicar o efeito dos custos de transporte sobre a localização das atividades e o funcionamento do mercado imobiliário. Para esse efeito, ele usou como exemplo uma região agrícola idealizada. Em seu centro haveria um único mercado onde um grande número de produtores desejaria vender seus produtos. O solo seria possuído por grande número de proprietários de terras que estariam dispostos a alugar suas propriedades para o produtor que pagasse mais, ou seja, para o produtor que estaria disposto a pagar um maior aluguel. Von Thünen realizou sua análise do mercado imobiliário para cada indivíduo produtor. A FIGURA Nº 2.0 retrata uma situação onde existe apenas um mercado, localizado em i . Considere a situação em um ponto j e distante d_{ij} do mercado. O lucro do produtor do produto m no ponto j , S_j^m , depende da quantidade produzida (q^m), do preço obtido no mercado (p^m), do custo de produção (c^m), do custo de transportar uma unidade do produto por unidade de distância (k^m) e da própria distância entre o mercado e o produto, matematicamente expresso como:

$$S_i^m = q^m(p^m - c^m - k^m d_{ij})$$

A interpretação dessa equação pode ser auxiliada pelo gráfico apresentado na citada figura. Note que a função é linear e possui um valor máximo (ponto A), quando a distância ao mercado é zero, e um mínimo (ponto B), onde o lucro é zero, ou seja, quando o custo de transporte é igual à diferença entre o preço de venda e o preço de produção. Depois desse ponto, o custo de produção somado ao custo de transporte excede ao preço de venda no mercado, indicando que esses produtores desistem do mercado i . A

FIGURA Nº 2.0 apresenta, também, o efeito no lucro e no aluguel do solo de uma queda no preço do produto m . Como resultado, a curva de lucro AB irá mudar para $A'B'$, sendo o trecho AA' a queda no preço do produto.

FIGURA Nº 2.0 – MODELO DE VON THÜNEN (ADAPTADO POR DE LA BARRA)



Fonte: De la Barra (1989).

O Modelo de Von Thünen evolui para uma abordagem onde mais de um produto deseja ser vendido no mercado. Nesse caso, os proprietários de terra irão alugar seus solos para aqueles produtores que pagarem o maior aluguel por eles, sendo que cada um deles possui uma curva de consumo de solo distinta, pois ela depende do preço de venda do produto e do custo de transporte envolvido na transação.

A segunda melhoria é que a demanda por um produto começa a ser dependente do preço pelo qual ele é vendido, pois a concorrência por solo entre os produtores fará com que o preço do produto seja modificado e altere, assim, o seu consumo. O consumo do solo também será modificado de acordo com

o preço do solo. Esse processo de dependência é realizado através de funções de elasticidade que, no TRANUS, possuem o seguinte formato:

$$D^m = \min^m + (\max^m - \min^m) \exp^{-\delta X}$$

\min^m – consumo mínimo de m

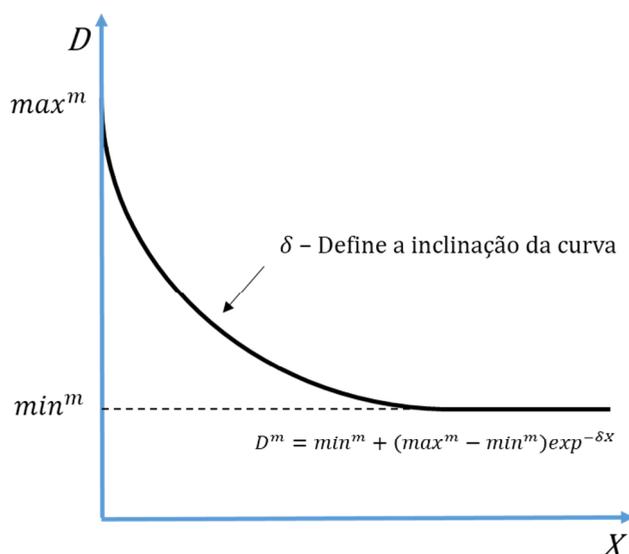
\max^m – consumo máximo de m

X – desutilidade do consumo, por exemplo, o preço.

δ – parâmetro de elasticidade

Graficamente, essa equação é representada pela FIGURA Nº 3.0, a seguir.

FIGURA Nº 3.0 – GRÁFICO DA FUNÇÃO DE ELASTICIDADE NO TRANUS



Fonte: De la Barra (1989).

Para complementar o modelo de Von Thünen, a fim de aplicá-lo em áreas urbanas, Wingo (1961) propôs o princípio da complementaridade entre os custos de transporte e o aluguel da terra, ou seja, que independente da localização de uma residência, uma quantidade fixa de dinheiro será gasta no solo e no transporte, ou seja:

$$K = R_j + c_{ij}$$

K – quantidade a ser gasta por domicílio com solo e transporte

R_j – aluguel no ponto j

c_{ij} – custo de transporte de i para j

No centro, o custo de transporte é zero. Portanto, o aluguel do solo é máximo e igual a K . Na margem, o custo de transporte é máximo e o aluguel é mínimo. Assim como no modelo de Von Thünen, qualquer economia com transporte é transferida para o solo, como forma de aluguel.

Por fim, um dos mais completos modelos microeconômicos é o de Alonso (1964) que possui diversas similaridades com o modelo de Wingo. Ambos são modelos urbanos e compartilham as mesmas suposições, como homogeneidade do solo, um único ponto de emprego e elasticidade para a demanda por solo. A diferença do modelo de Alonso é que os domicílios podem ser de diversos tipos e a restrição de orçamento considera três elementos ao invés de dois, sendo eles: o aluguel do solo, os custos de transporte e um gasto composto, representando todos os outros gastos produzidos pelos domicílios.

A aplicação desses modelos no TRANUS faz uso, principalmente, da suposição existente em todos eles: a definição da localização utiliza custos de transporte e de aluguel de solo.

1.1.2.2. Gravidade e Entropia

Os modelos descritos anteriormente são pertencentes à classe dos modelos desagregados, pois a análise é baseada no comportamento de cada indivíduo. Os modelos gravitacionais, ou de entropia, são modelos de interação espacial agregados, pois fazem uso de categorias discretas de espaço, ou seja, ao invés de analisar pontos particulares do espaço, são definidas zonas que contêm um grande número de atividades.

O modelo gravitacional, proposto por Newton, considera que a força de atração entre dois corpos é proporcional à sua massa e a uma constante gravitacional e inversamente proporcional ao quadrado das distâncias entre esses dois corpos. Os analistas de transportes e os urbanistas começaram, então, a utilizar tal entendimento para explicar quais os destinos das viagens a partir do conhecimento de suas origens ou, ainda, qual a localização do emprego de um indivíduo, uma vez que se conhece a localização da sua residência.

Como a teoria dos modelos gravitacionais não é consistente com o fenômeno analisado, já que o modelo gravitacional foi proposto para um fenômeno natural enquanto os sistemas de transporte e o de atividades são fenômenos sociais, foi necessário buscar teorias que pudessem embasar a utilização de outro método. Wilson, em 1970, adaptou os métodos de maximização da entropia para essa função.

A entropia foi, inicialmente, desenvolvida para a mecânica estatística (Tolman, 1938) e, depois, proposta como uma teoria geral de informação aplicada à maioria dos sistemas. Ela pode ser entendida como a formulação que encontra a situação mais provável de ocorrer. No caso dos transportes (Wilson, 1967), o objetivo é definir a quantidade de viagens entre cada origem e destino que tem a maior probabilidade de ocorrer. Nessa teoria, é necessário conhecer a quantidade total de viagens na cidade e os custos de viagens entre essas origens e destinos. Essas restrições fazem com que a teoria entrópica possua a mesma formulação do modelo gravitacional:

$$T_{ij} = O_i D_j \exp(-\beta c_{ij}) A_i B_j$$

$$A_i = \left[\sum_j B_j D_j \exp(-\beta c_{ij}) \right]^{-1}$$

$$B_j = \left[\sum_i A_i O_i \exp(-\beta c_{ij}) \right]^{-1}$$

T_{ij} – quantidade de viagens entre a origem i e o destino j

O_i – viagens que partem da origem i

D_j – viagens que chegam ao destino j

A_i – operadores iterativos

B_j – operadores iterativos

c_{ij} – custo de transporte entre uma origem i e um destino j

Os operadores iterativos presentes na formulação ajudam a resolver matematicamente o problema. Pode-se observar que um operador depende do outro e, sendo assim, a solução desse problema deve ocorrer de forma iterativa. Num primeiro momento, os A_i são assumidos iguais a um e calculam-se os B_j . Em seguida, os B_j são assumidos iguais a um e calculam-se os A_i . Esse processo se repete até que a quantidade de viagens em cada origem e destino mantenha-se aproximadamente constante e A_i e B_j possuam valores calculados próximos a um.

Um dos primeiros modelos de localização de atividades foi desenvolvido por Hansen (1959) para simular a localização dos residentes em uma área urbana. O modelo assume que existe um incremento populacional (R), e que deve ser localizado em função da acessibilidade de cada zona (V_i), medida por:

$$V_i = \sum_j M_j \exp(-\beta c_{ij})$$

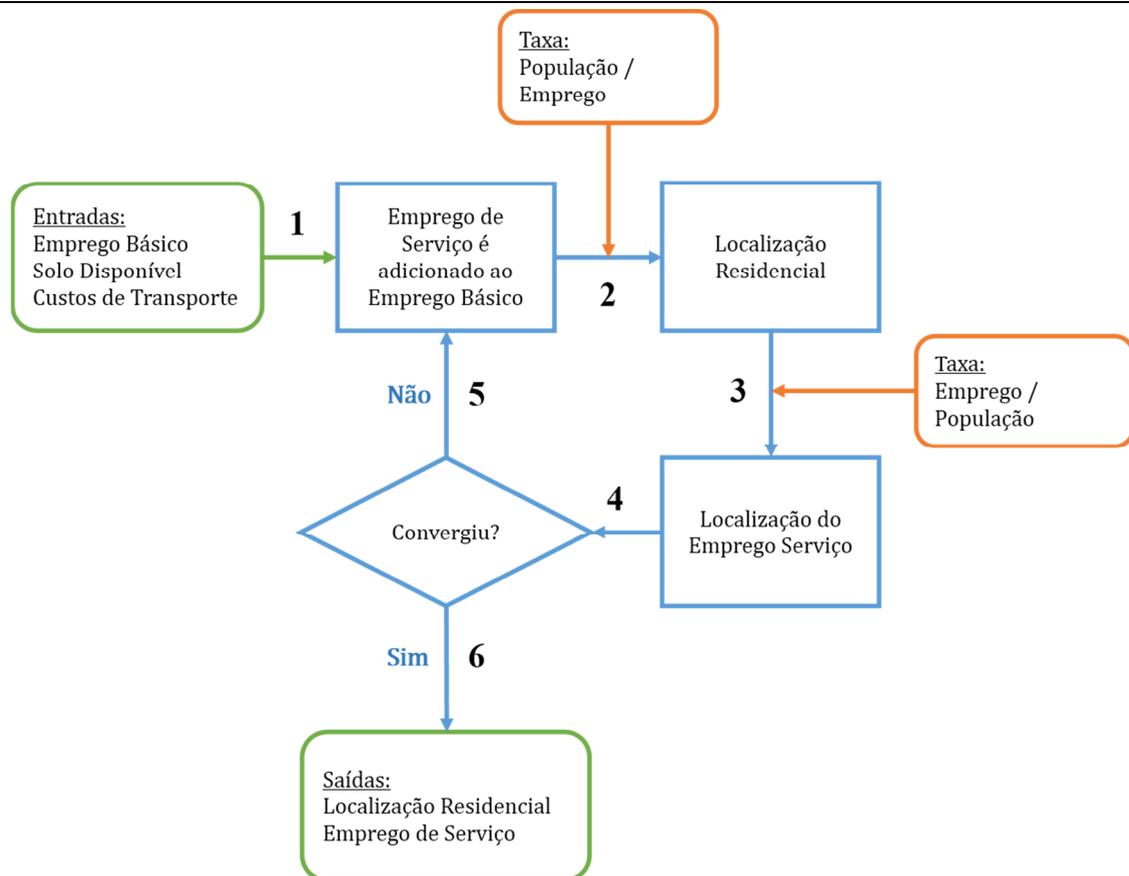
$$R_i = R \frac{L_i V_i}{\sum_j L_j V_j}$$

M_i – representa o número de atividades atratoras da zona i , como o número de emprego

L_i – solo livre disponível na zona i

O Modelo de Hansen é a base para o que foi desenvolvido por Lowry (1964), que possui diversos desses modelos conectados num sistema interativo. A proposta de Lowry pode ser esquematizada pela **FIGURA Nº 4.0**.

FIGURA Nº 4.0 – MODELO DE LOWRY



Fonte: Elaboração própria, adaptado de De la Barra (1989).

O modelo propõe a existência de dois tipos de empregos. O Emprego Básico (bE_i), que é exógeno, e o Emprego de Serviço (sE_i), originado pelo modelo a partir do conhecimento da localização das residências.

Na primeira etapa, o Emprego Básico é adicionado a cada zona. Nesse primeiro momento ainda não existe Emprego de Serviço, então a adição do Emprego de Serviço resulta em apenas Empregos Básicos. Na segunda etapa é definida a quantidade de domicílios gerados pelo total de empregos e também as suas localizações, a partir de uma única formulação:

$$R_{ij} = \frac{E_i u L_j \exp(-\beta^r c_{ij})}{\sum_j L_j \exp(-\beta^r c_{ij})}$$

R_{ij} – número de residentes de j que trabalham em i

u – taxa de população por emprego

β^r – parâmetro que regula o efeito do custo de transporte na distribuição das residências

A terceira etapa ocorre de maneira similar à criação e à localização de domicílios (segunda etapa), com a distinção de que o modelo utilizado não considera o solo disponível como atratividade, mas sim a

quantidade de Empregos de Serviço localizados na zona na iteração anterior (W_j), formando, assim, uma espécie de *cluster* que tais atividades possuem.

$${}^sE_{ij} = \frac{R_i v A_j \exp(-\beta^s c_{ij})}{\sum_j A_j \exp(-\beta^s c_{ij})}$$

${}^sE_{ij}$ – empregos de serviços na zona j , originadas por residências na zona i

v – taxa de emprego por população

β^s – parâmetro que regula o efeito do custo de transporte na distribuição dos empregos

Essa quantidade de empregos gerada é adicionada aos empregos da iteração anterior, reiniciando o ciclo de criação de domicílios e empregos. A cada nova iteração essa quantidade adicionada vai ficando menor, permitindo a convergência após um número razoável de iterações.

O ciclo apresentado na **FIGURA Nº 4.0** é a base para a aplicação no TRANUS. Apesar de ocorrer modificações nos parâmetros de geração de domicílio e de empregos e também no seu método de localização, a metodologia proposta por Lowry (1964) é similar ao que ocorre na plataforma computacional. A localização não é definida apenas pela existência de solo vazio para as residências ou pelos empregos previamente existentes para os Empregos de Serviço, mas sim pela interação entre as diversas atividades urbanas, permitindo a concepção de diversas funções de atratividades.

1.1.2.3. Insumo-Produto

Joaquim Guilhoto (2004), professor da Universidade de São Paulo (USP), analisa os principais pontos do modelo insumo-produto e é sucinto na descrição do modelo, como pode ser visto a seguir:

“Uma economia funciona, em grande parte, para equacionar a demanda e a oferta dentro de uma vasta rede de atividades. O que Leontief conseguiu realizar foi a construção de uma “fotografia econômica” da própria economia; nessa fotografia, ele mostrou como os setores estão relacionados entre si – ou seja, quais setores suprem os outros de serviços e produtos e quais setores compram de quem. O resultado foi uma visão única e compreensível de como a economia funciona – como cada setor se torna mais ou menos dependente dos outros. (...). Enquanto setores compram e vendem uns para os outros, um setor individual interage, tipicamente e diretamente, com um número relativamente pequeno de setores. Entretanto, devido à natureza dessa dependência, pode-se mostrar que todos os setores estão interligados, direta ou indiretamente”.

Essas relações são analisadas a partir da tabela insumo-produto, como a que é expressa na **FIGURA Nº 5.0**, que possui apenas dois setores econômicos.

FIGURA Nº 5.0 – MATRIZ INSUMO-PRODUTO

	Setor 1	Setor 2	Consumo Famílias	Governo	Investimento	Exportações	Total
Setor 1	Z ₁₁	Z ₁₂	C ₁	G ₁	I ₁	E ₁	X ₁
Setor 2	Z ₂₁	Z ₂₂	C ₂	G ₂	I ₂	E ₂	X ₂
Importação	M ₁	M ₂	M _C	M _G	M _I	-	M
Impostos	T ₁	T ₂	T _C	T _G	T _I	T _E	T
Valor Adicionado	W ₁	W ₂	-	-	-	-	W
Total	X ₁	X ₂	C	G	I	E	-

Fonte: Elaboração própria.

Z_{ij} – fluxo monetário entre os setores i e j ;

C_i – consumo das famílias dos produtos do setor i ;

G_i – gasto do governo junto ao setor i ;

I_i – demanda por bens de investimento produzidos no setor i ;

E_i – total exportado pelo setor i ;

X_i – total de produção do setor i ;

T_i – total de impostos indiretos líquidos pagos pelo setor i ;

M_i – importação realizada pelo setor i ;

W_i – valor adicionado gerado pelo setor i .

O somatório de tudo o que é consumido pelas famílias, mais aquilo que é consumido pelo governo e mais os investimentos e as exportações são entendidos como Demanda Final (Y).

$$Y_i = C_i + G_i + I_i + E_i$$

A Demanda Final é responsável pela geração de todos os produtos. Mesmo que algum setor não possua demanda final, apenas demanda intermediária (consumida por outro setor) como, por exemplo, a produção de maquinários, ela apenas existe pela necessidade de se comprar os produtos que, por sua vez, necessitam das máquinas para serem produzidos.

A matriz de insumo-produto são os dados de entrada para o sistema aberto de Leontief. O somatório de tudo o que é produzido é resultado da soma da demanda final com a demanda intermediária, matematicamente expressa por:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + y_i = x_i$$

a_{ij} – coeficiente técnico que indica a quantidade de insumo do setor i necessária para a produção de uma unidade de produto final do setor j

Usualmente, esse modelo é formulado matricialmente, mas como o TRANUS não faz uso de tal formulação ela não será aqui detalhada. A principal informação obtida dessa modelagem são os coeficientes intersetoriais (a_{ij}), responsáveis por orientar a geração de um setor da economia a partir de outro. Obviamente, são necessárias modificações às proposições originais de Leontief, pois ele utiliza valores monetários com unidade para representar atividades, enquanto o TRANUS usará pessoas e empregos como unidade de medida.

1.1.2.4. Utilidade Aleatória

Uma das melhores descrições dessa teoria pode ser obtida no artigo *Discrete Choice Models*, de 1997, elaborado por Michel Bierlaire. Os principais tópicos dessa descrição são apresentados abaixo, mas, para maiores conhecimentos, recomenda-se a utilização de material técnico mais aprofundado.

Esse método emprega pesquisas e processos metodológicos para prever o comportamento dos usuários dos sistemas, o que é um grande desafio, pois os seres humanos são heterogêneos, com diferentes preferências, motivações, experiências e processos de tomada de decisão. Por conta disso, prever a demanda tem provado ser uma tarefa evasiva, com uma longa história de erros. No entanto, ignorá-la nunca foi a resposta, sendo necessário desenvolver ferramentas úteis para modelar o comportamento humano.

A pesquisa comportamental é interdisciplinar por natureza e inclui áreas como economia, psicologia, pesquisa de mercado, planejamento urbano e engenharia de transportes. Neste texto será dado foco nos métodos quantitativos utilizados para analisar o comportamento, o que necessariamente utiliza os métodos de estatísticas e teorias da ciência comportamental.

Embora haja uma variedade de técnicas utilizadas para modelar o comportamento, a técnica mais utilizada é a análise de escolha discreta, ou *Discrete Choice Analysis* (DCA). Esses são instrumentos estatísticos utilizados quando a variável a ser explicada é discreta ou categórica na natureza (ao contrário de regressão, em que a variável dependente é contínua). Eles são aplicáveis para modelar situações comportamentais em que um agente de tomada de decisão (por exemplo, uma pessoa, família ou negócios) está fazendo uma escolha a partir de um conjunto finito de alternativas discretas. Um exemplo clássico é a decisão do modo de transporte de uma pessoa (carro, transporte público, caminhada, bicicleta, etc.) para levá-lo ao trabalho; ou, no marketing, qual produto um indivíduo compra dentro de alguma classe de produto; ou na saúde, qual seguro de saúde é escolhido. Ou seja, DCA é usado em uma ampla gama de disciplinas, tanto que Daniel McFadden foi agraciado com o Prêmio Nobel de Economia em 2000 devido ao seu trabalho pioneiro com essa técnica.

O princípio da maximização da utilidade é frequentemente utilizado para motivar a forma matemática dos modelos de escolha. Resumidamente, um tomador de decisão é modelado assumindo que ele sempre escolhe a alternativa de maior utilidade entre as disponíveis no momento da escolha. Um modelo operacional consiste de funções de utilidade parametrizados em termos de variáveis independentes

observáveis e parâmetros desconhecidos, sendo seus valores estimados a partir de uma amostra de escolhas observadas realizadas por tomadores de decisão quando confrontados com uma situação de escolha. É impossível especificar e estimar um modelo de escolha discreta que sempre será bem-sucedido em prever as alternativas escolhidas por todos os indivíduos, por isso adota-se o conceito de utilidade aleatória, uma ideia que apareceu pela primeira vez em psicologia.

As utilidades das verdadeiras alternativas são consideradas variáveis aleatórias, de modo que a probabilidade de que uma alternativa seja escolhida é definida como a probabilidade de que ele tenha a maior utilidade entre as alternativas disponíveis.

A utilidade (U) de cada alternativa (i), que varia para cada indivíduo (n), é uma função das variáveis explicativas (X), que também variam para cada alternativa e indivíduo, ou seja, podem incluir atributos das alternativas e dos tomadores de decisão. Além dessas variáveis, também serão função de parâmetros () os objetos da estimação. As variáveis explicativas e seus respectivos parâmetros formam o conjunto dos componentes observáveis (V). O último termo presente na construção da utilidade é o componente não observável () e que também pode variar por alternativa e indivíduo. Matematicamente, isso pode ser descrito como:

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}$$

Assumindo a teoria da maximização da utilidade, a probabilidade de que um indivíduo escolha uma dada alternativa é igual à probabilidade de que a utilidade dessa alternativa seja maior do que a utilidade das demais alternativas. Matematicamente:

$$P(i|C_n) = \Pr(V_{in} + \varepsilon_{in} > V_{jn} + \varepsilon_{jn}, \quad j \in C_n)$$

C_n – conjunto de alternativas disponíveis ao indivíduo n.

Reorganizando esta expressão:

$$P(i|C_n) = \Pr(\varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in} < V_{in} - V_{jn}, \quad j \in C_n)$$

Ao assumir uma distribuição cumulativa para os erros é possível encontrar os parâmetros () das funções. Cada suposição para a distribuição dos erros origina um modelo distinto de escolha, mas a saída de cada um deles é a probabilidade de um indivíduo selecionar cada alternativa. O modelo mais utilizado é o *logit*, onde se assume que os erros são independentes e identicamente distribuídos por Valores Extremos, o que gera a seguinte expressão de cálculo de probabilidades:

$$P(i|C_n) = \frac{e^{\mu V_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{\mu V_{jn}}}, \quad j \in C_n$$

μ – parâmetro de escala.

A Teoria da Utilidade Aleatória em união aos Modelos de Escolha Discreta é utilizada na simulação dos três componentes urbanos: no sistema de atividades é utilizada para definir qual tipo de insumo é consumido por cada setor, quando existir competitividade de produtos; no sistema de uso do solo, para definir a localização da residência; e no sistema de transportes define o modo e a rota dos deslocamentos.

1.1.2.5. Modelos de Transporte

Trata-se de modelos que objetivam determinar o conjunto ótimo de rotas, ou caminhos, que ligam pontos de origem e destino de viagens. Nesse sentido, o algoritmo de Dijkstra é um dos mais utilizados em problemas de transportes, onde é necessário determinar o caminho mínimo entre os vértices de uma grafo. Assim, a resposta desse método será um conjunto de links/arcos ótimos na rede de transportes que possibilitam a ligação entre pares de origem e destino. Escrito em português, esse algoritmo tem o seguinte formato:

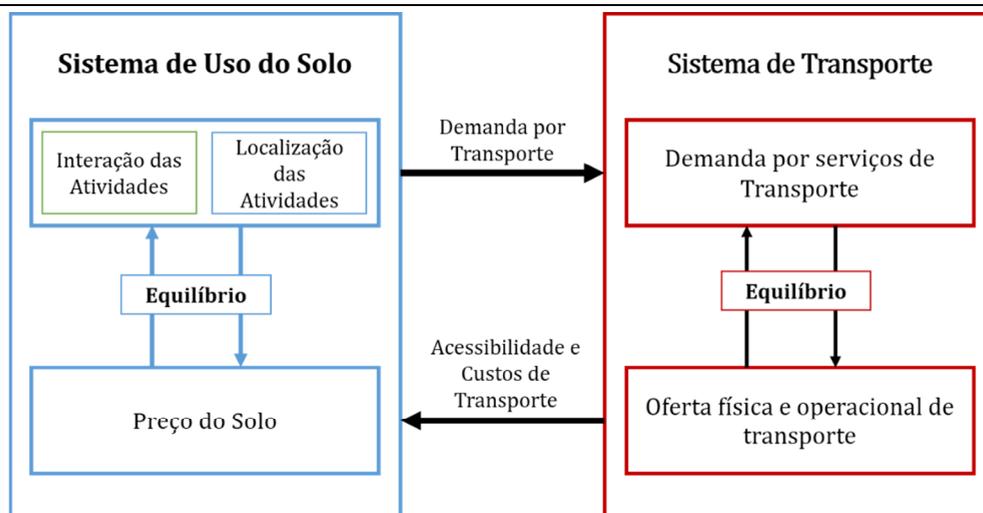
- a. Atribua valor zero à estimativa do custo mínimo do vértice s (a raiz da busca) e infinito às demais estimativas;
- b. Atribua um valor qualquer aos precedentes (o precedente de um vértice t é o vértice que precede t no caminho de custo mínimo de s para t);
- c. Enquanto houver vértice aberto:
 - Seja k um vértice ainda aberto, cuja estimativa seja a menor dentre todos os vértices abertos;
 - Feche o vértice k ;
 - Para todo vértice j ainda aberto que seja sucessor de k :
 - Some a estimativa do vértice k com o custo do arco que une k a j ;
 - Caso essa soma seja melhor que a estimativa anterior para o vértice j , substitua-a e anote k como precedente de j .

Este algoritmo está implementado no TRANUS e é utilizado na definição de quais caminhos serão utilizados para que as viagens ocorram entre uma origem e um destino.

1.1.3. A REPRESENTAÇÃO CONCEITUAL DA PLATAFORMA DE MODELAGEM

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. Com uma adaptação do modelo de insumo-produto são geradas as demandas por atividades, a partir do conhecimento de uma Demanda Final que, no TRANUS, é chamada de Demanda Exógena. Nessa etapa, as demandas exógenas de alguns setores (atividades) são responsáveis pela produção induzida de outros setores. Essa relação é expressa na FIGURA Nº 6.0 como “Interação das Atividades”.

FIGURA Nº 6.0 – MODELO CONCEITUAL DO TRANUS



Fonte: Elaboração própria, adaptado de Modelistica (2013).

Existe um processo iterativo na geração desses setores, pois os empregos básicos geram domicílios e, 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, ao invés 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.

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 da “desutilidade” de transportes como atributos, assim como elaborado na Microeconomia Espacial. Esse modelo assemelha-se ao proposto por Wilson para a distribuição de viagens, com a possibilidade de utilizar diversos outros parâmetros para representar a atratividade.

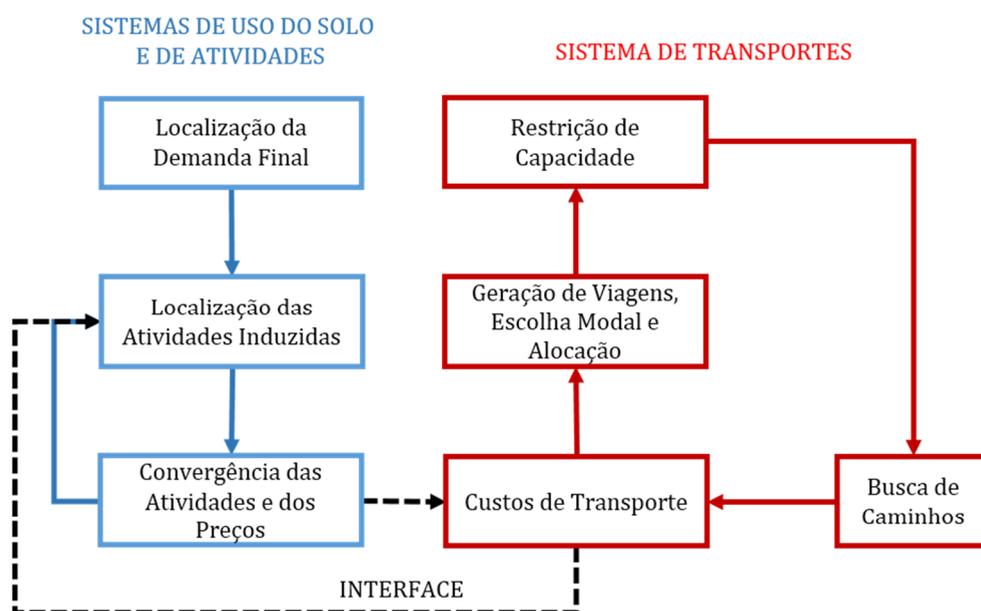
A concorrência entre as diversas atividades por solo fará com que o preço desse insumo seja alterado, modificando o consumo por ele, já que é representado de maneira elástica. A alteração do preço ocorre até que um equilíbrio seja encontrado, encerrando a simulação do sistema de uso do solo e de atividades. Como resultados desse processo, são informadas ao sistema de transporte a localização da produção de cada atividade e 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 através 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 onde ocorre 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. Esses custos são entendidos como a acessibilidade da rede. Todo esse processo também pode ser verificado na **FIGURA Nº 7.0**, que relata as etapas da modelagem fazendo um complemento ao modelo conceitual da plataforma computacional.

FIGURA Nº 7.0 – ETAPAS DA MODELAGEM



Fonte: Elaboração própria, adaptado de Modelística (2013).

Todas as relações que ocorrem no sistema de uso dos solos estão relacionadas com Setores Econômicos. Tais setores podem ser de dois tipos:

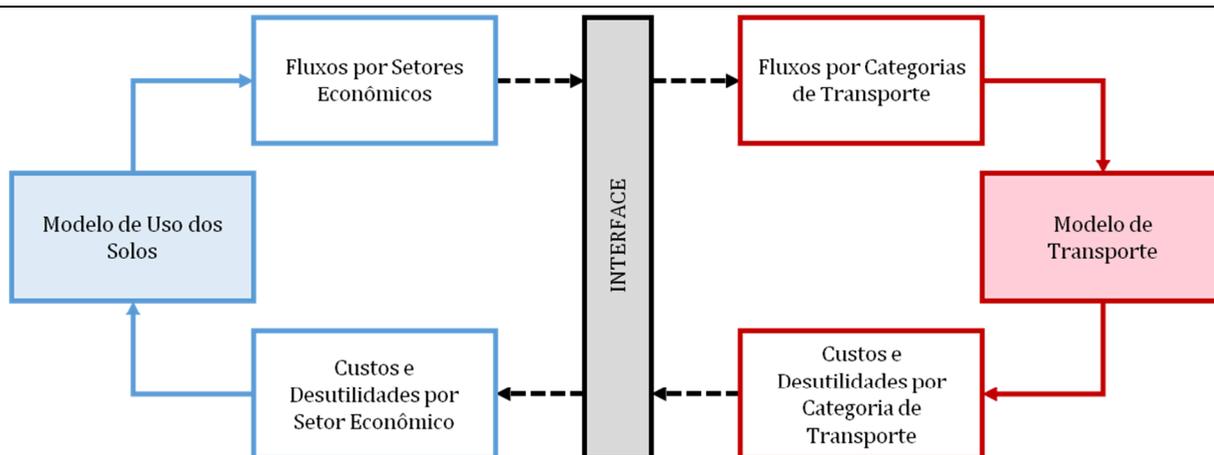
- ✓ **Transportáveis:** são, geralmente, aqueles das atividades da economia, como comércio, serviços, indústrias e também a atividade de residir. Eles são responsáveis pela geração das viagens e são divididos em setores exógenos (que não podem ser consumidos) e induzidos; e
- ✓ **Não transportáveis:** 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 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 essas transformações. Quando a passagem é do Uso do Solo para os 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 Nº 8.0**.

FIGURA Nº 8.0 – A INTERFACE ENTRE OS MODELOS



Fonte: Elaboração própria, adaptado de Modelística (2013).

Apesar das interações entre os sistemas terem sido relatadas como uma sequência direta, os sistemas possuem, na verdade, duração distinta de ciclos. Pela **FIGURA Nº 7.0**, já apresentada, 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 Transporte – por exemplo, o aumento do preço do solo de uma região leva algum tempo para ser assimilado pelos proprietários de solo. Essa demora impacta na venda dos terrenos, única forma de alterar a modificação do seu uso.

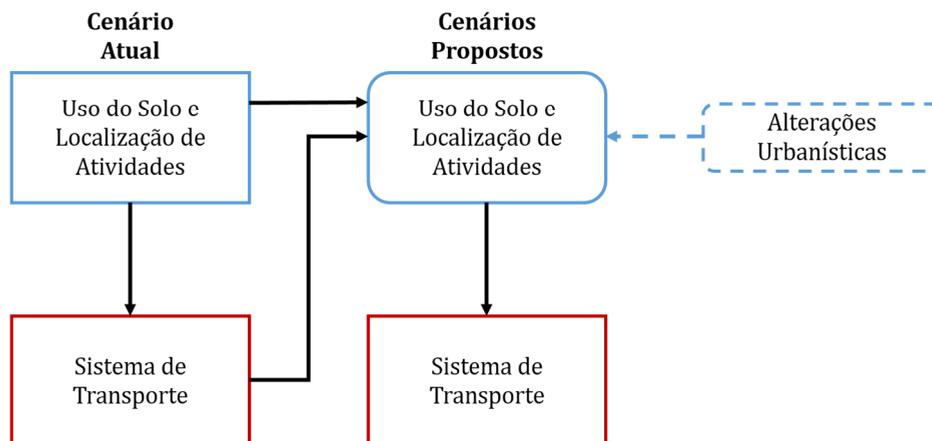
Por fim, o ciclo externo possui dois momentos:

- a. 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 possuíam origem deste local no período da manhã, passarão imediatamente a ter destino a essa localidade; e

- b. O impacto do Sistema de Transportes no Uso do Solo possui 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.

Por conta destas características, foi proposto o modelo temporal do TRANUS descrito na **FIGURA nº 9.0**, onde o Sistema de Transportes apenas impacta no Uso do Solo e as Atividades no tempo seguinte. O tempo seguinte serão os cenários a serem propostos. Como será discutido mais adiante, esses 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.

FIGURA Nº 9.0 – RELAÇÕES TEMPORAIS DO TRANUS



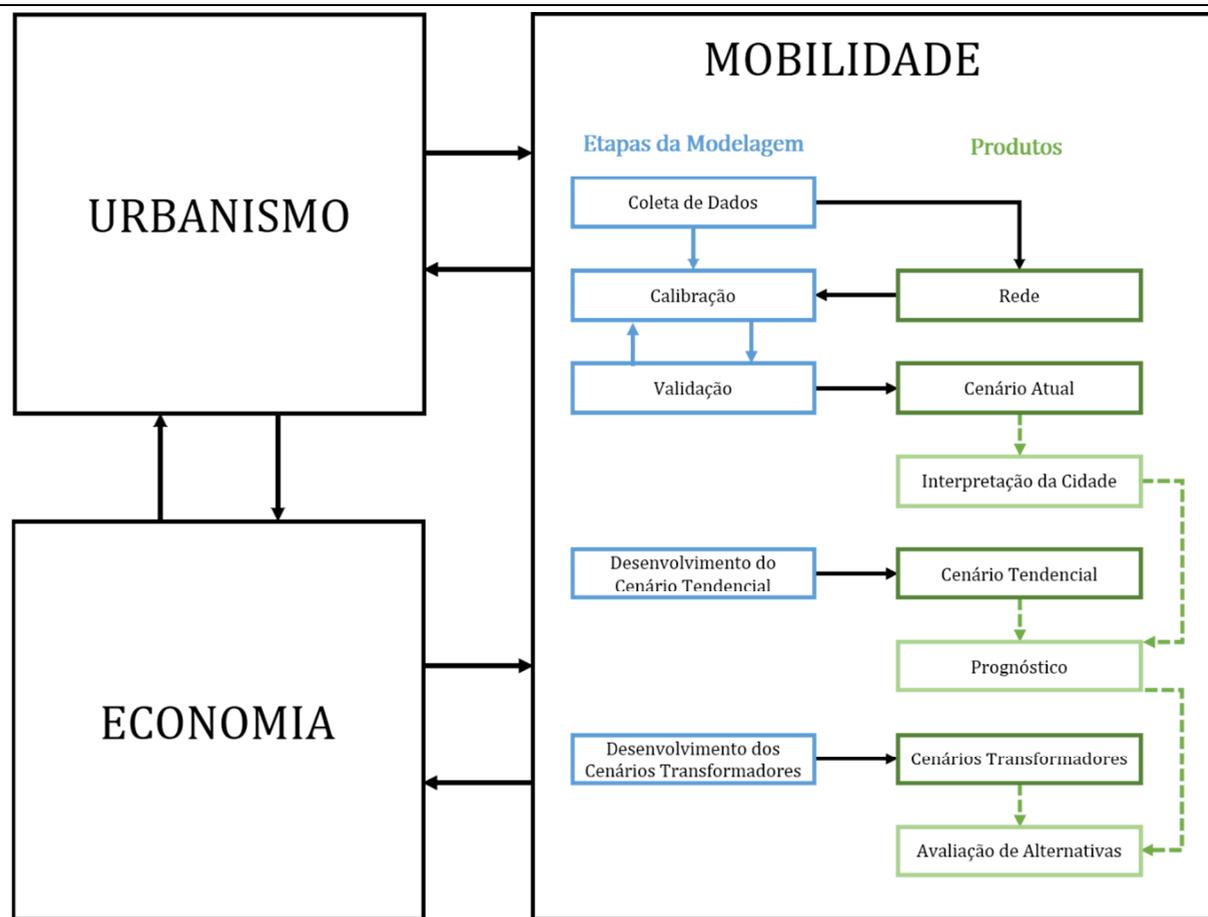
Fonte: Elaboração própria, adaptado de Modelística (2013).

1.1.4. O PROCESSO DE MODELAGEM DA MOVIMENTAÇÃO DE PESSOAS

As etapas da modelagem adotadas pela equipe de Mobilidade são abordadas na **FIGURA Nº 10.0**. Esse processo ocorrerá sempre de forma integrada com as equipes de Urbanismo e de Economia do Projeto Fortaleza 2040, pois, ao longo da aplicação do método, serão necessárias informações provenientes desses outros dois grupos. A interação é mais evidente na criação dos cenários, onde cada equipe realizará as modificações necessárias para criar a cidade mais adequada. Contudo, a sinergia das equipes faz-se presente em todas as etapas.

O esforço de modelagem é iniciado com a **coleta de dados**. São necessárias informações de atividades (empregos e população, por exemplo), de uso do solo (valor do solo, uso do solo, tipos de solos e espaços disponíveis, por exemplo) e de transportes (fluxos e divisão modal, entre outros). Essas variáveis são utilizadas na **calibração**, seja como informações de entrada ou como medidas de desempenho da rede, para que o resultado da simulação possa ser comparado com o observado em campo.

FIGURA Nº 10.0 – O PROCESSO DE MODELAGEM



Fonte: Elaboração própria, adaptado de Modelistica (2013).

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 e que devem ser compatíveis com o processo de planejamento estratégico desejado, como a definição dos setores de atividades a serem modelados, o período do dia para o qual a simulação ocorrerá, o tamanho da rede a ser utilizada e a definição das zonas de tráfego a serem modeladas. Todas essas definições são tomadas em comum acordo com as demais equipes do Projeto Fortaleza 2040.

Com a rede finalizada e os modelos calibrados, parte-se para um processo de **validação**, onde a rede e 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, esse 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, esse 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 originarem informações que subsidiem a **interpretação atual da cidade**, que tem como um de seus objetivos a caracterização da problemática. A ligação entre o cenário atual e a interpretação possui uma linha tracejada para informar que a última 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**. Esse cenário segue a orientação do caderno de referência para a elaboração de Plano de Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades (2015). Esse cenário assume que nenhuma modificação será realizada e a cidade continuará evoluindo de forma espontânea, como ocorre hoje. Dessa maneira, será possível verificar o quanto cada um dos problemas observados e caracterizados na interpretação atual da cidade irá evoluir até o ano de 2040, alvo do presente projeto. 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. Nessa etapa, as equipes de Economia e de Urbanismo informam à equipe de Mobilidade suas expectativas e também as proposições para a cidade. Essas intervenções serão modeladas pela equipe de Mobilidade para que seja possível a criação dos **Cenários Transformadores**, onde cada um deles possuirá diferentes alternativas de mobilidade que supram as necessidades do uso e ocupação do solo proposto.

Para exemplificar, supõe-se uma proposta de adensamento urbano ao longo de uma avenida. Tal solução de urbanismo sugere a implantação de um sistema de transporte de massa para essa região. Dessa maneira, 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 adequa à cidade concebida.

As soluções não serão avaliadas apenas no cenário de 2040, pois cada uma delas possuirá cenários intermediários que auxiliarão na identificação dos seus impactos com o passar dos anos, até que se chegue ao ano de 2040. Por exemplo: em uma região foi permitida uma ocupação de 200 pessoas por hectare, porém, no cenário de 2040, verifica-se que o adensamento da região atingiu 100 pessoas por hectare. Com os cenários intermediários, será possível identificar até qual ano a densidade continua aumentando e os fatores que a levam a uma estagnação. Nessa situação, pode-se intervir nos cenários intermediários para que as condições urbanas atraiam uma maior população para a região.

Ainda é necessário decidir qual o período de avaliação intermediária que se deseja. Entretanto, nesse momento, é provável que esses períodos sejam a cada 10 anos, ou seja, serão construídos os cenários de 2015, 2025, 2035 e 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:

- a. **Pessimista:** onde a cada ano a aplicação das propostas será lenta, com baixa aceitabilidade da população;
- b. **Realista:** onde a administração municipal se comprometerá com a realização das intervenções necessárias nos prazos correspondentes e a população possuirá uma aceitação às intervenções similar à que hoje ocorre; e
- c. **Otimista:** onde tudo ocorre melhor do que é esperado.

A intenção desses três cenários é verificar qual o nível de modificação na problemática urbana, pois, apesar das 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.

A partir da modelagem será possível conhecer indicadores que auxiliem na avaliação de alternativas, como as variáveis de transporte (fluxos nas vias, velocidades média, demanda pelo transporte público, acessibilidade e mobilidade); 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). Ao comparar tais informações no ano de 2040 com a situação esperada pelo prognóstico, será possível avaliar se as diversas soluções propostas contribuirão para a redução ou não da problemática no ano horizonte.

A interação de soluções das três equipes do Projeto Fortaleza 2040, unida ao potencial de avaliação e simulação da ferramenta, permitirá constantes adaptações e melhorias das proposições até que a solução mais adequada financeiramente, socialmente e ambientalmente possa ser encontrada.

1.2. MODELAGEM DA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

1.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE CARGAS URBANAS

Os problemas de mobilidade urbana nas cidades brasileiras estão relacionados, dentre outros, ao sistema de atividades, à distribuição espacial das atividades (representada pelo uso e ocupação do solo urbano), ao crescimento expressivo do uso do automóvel – associado a um sistema deficiente de transporte público – e à ocorrência de impactos negativos provocados pelas atividades de movimentação de cargas.

O programa europeu de avaliação da circulação e distribuição de mercadorias em núcleos urbanos – *Best Urban Freight Solutions* (BESTUFS) – afirma que a relevância do Transporte Urbano de Cargas (TUC) pode ser avaliada através de sua influência na eficiência de uma determinada economia. Nesse sentido, a movimentação de cargas possui funções importantíssimas na manutenção das atividades industriais e comerciais, motivando a criação de empregos e a competitividade entre as indústrias, bem

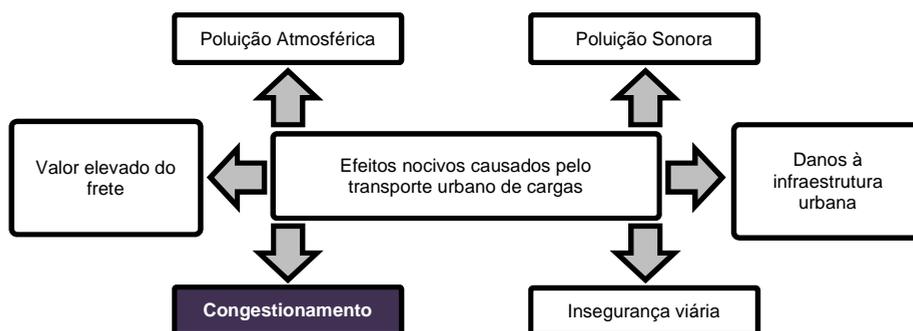
como garantindo a manutenção do estilo de vida da população urbana atual. A concentração populacional nas cidades confere aos centros urbanos papel de núcleos de consumo, que devem ser abastecidos continuamente a partir de fluxos de natureza e origem muito diversas. Nesse campo, o TUC é de fundamental importância. Apesar de tamanha relevância, a discussão sobre distribuição de carga em área urbana tem ocupado lugar secundário dentre as prioridades de planejamento conduzidas pelas autoridades ao redor do mundo. Embora seja igualmente importante no contexto urbano, o enfoque costumeiro está direcionado, majoritariamente, para o transporte de passageiros, resultando em um erro estratégico, haja vista que os transportes de cargas e de pessoas estão intimamente relacionados.

A distribuição de produtos em áreas urbanas impõe uma importante regra no desenvolvimento sustentável dos núcleos urbanos não apenas em termos de circulação viária, mas também em relação a custos e, de forma derivada, na concentração de emprego. Os principais impactos causados pelo transporte de mercadorias em áreas urbanas podem ser agrupados em três dimensões de sustentabilidade, conforme proposto por Melo (2011):

- a. **Sustentabilidade ambiental:** que engloba a poluição atmosférica, os ruídos, o consumo de combustíveis fósseis;
- b. **Sustentabilidade social:** busca avaliar a segurança viária e o aumento do tráfego; e
- c. **Sustentabilidade econômica:** relacionada com a jornada de trabalho, os atrasos nas entregas, a compra e a manutenção de veículos.

Cada vez mais, o que se observa são fluxos individualizados por falta de uma regulamentação e atuação do setor público e, em virtude disso, surgem conflitos entre a cidade e suas cargas e entre as cargas e as pessoas. Portanto, o transporte de cargas, ao mesmo tempo em que sustenta a economia nas cidades, contribui significativamente para a degradação do meio ambiente (FIGURA Nº 11.0), o que, por si só, merece especial destaque quando da proposição de planos diretores e de mobilidade urbana.

FIGURA Nº 11.0 – EFEITOS NOCIVOS PERTINENTES À ATIVIDADE DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS EM MEIO URBANO



Fonte: Elaboração própria, adaptado de Quispel (2002).

Estima-se que o transporte de mercadorias seja responsável por 25% do tráfego em áreas urbanas (tomaram-se, como base, estudos desenvolvidos nos principais centros urbanos mundiais). O TUC

apresenta alto impacto na ocupação viária, com reflexo nos altos índices de congestionamento e, conseqüentemente, na piora gradativa da utilização dos espaços da cidade e nas condições de mobilidade geral. Tais fatos têm levado a proposição de medidas restritivas à circulação dos veículos transportadores de cargas em áreas urbanas, inclusive impondo essas ações a realizar um exaustivo processo de planejamento. O fato é que tais medidas, principalmente aquelas propostas inadequadamente, impactam diretamente no desenvolvimento econômico e social de uma cidade.

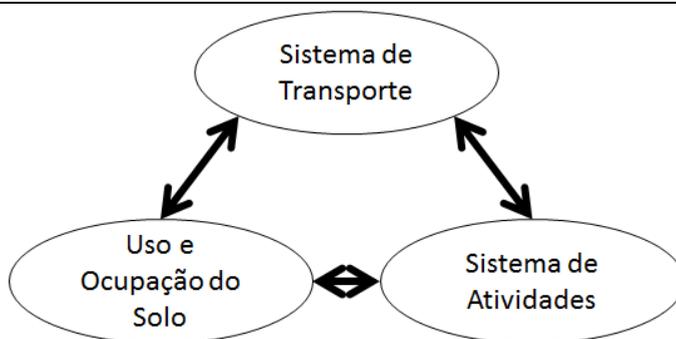
É imprescindível que o processo de planejamento para o TUC esteja associado ao processo de planejamento do transporte de pessoas (público e privado), pois a presença de um gera influência na ocorrência do outro e é nesse ponto que o Projeto Fortaleza 2040 apresenta grande destaque, pois está buscando lidar (no campo da mobilidade) com o **transporte de pessoas e de cargas**, destacando suas principais relações na busca de uma mobilidade urbana sustentável.

Diante dos problemas ligados à mobilidade nas grandes cidades, é necessário um esforço sistemático para explorar questões relativas à mobilidade urbana sustentável, de bens e pessoas, que convirjam para:

- a. Soluções relacionadas à infraestrutura pública;
- b. Soluções relacionadas à gestão do uso do solo (atividades);
- c. Soluções relacionadas às condições de acesso; e
- d. Soluções relacionadas à gestão do tráfego.

Nesse sentido, o planejamento de transportes tem evoluído para o planejamento urbano integrado, entre os sistemas de transportes, uso do solo e de atividades. Portanto, assume-se 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, influenciam os padrões de viagens, como destacado na **FIGURA Nº 12.0**. O planejamento estratégico de Fortaleza, por meio do Projeto Fortaleza 2040, é um esforço de planejamento integrado, composto por três setores: o urbanismo, as atividades (socioeconomia) e os transportes, e que busca, em termos de mobilidade, compreender a problemática e propor soluções adequadas quanto à sustentabilidade, tanto para o transporte de pessoas, quanto para o de cargas.

FIGURA Nº 12.0 – MODELO CONCEITUAL DO PLANEJAMENTO INTEGRADO



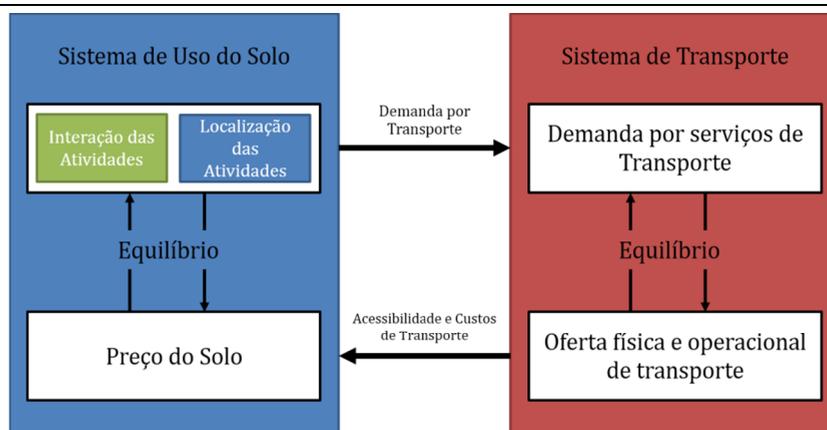
Costumeiramente, as ações propostas, visando à melhoria da qualidade de vida e da economia da cidade, baseiam muitas de suas decisões na solução para as questões sociais, tomando como problema principal os efeitos nocivos do congestionamento do tráfego nos grandes centros urbanos, o que direciona a atuação do planejamento de transporte.

Por mais que sejam percebidos os efeitos nocivos do TUC no ambiente – como, por exemplo, a emissão de poluentes, a influência na redução da capacidade e da velocidade média e, com isso, o aumento do número e tempos de parada, atrasos, dentre outros – estes podem ser justificados em consonância a um planejamento ineficiente, pautado em ações regulamentares, resultantes da prática restritiva à circulação de veículos em áreas urbanas, implicando na consolidação de novas impedâncias da rede. Tal fato é agravado quando o planejamento de transporte não contempla a relação tripartite entre Transporte + Uso do Solo + Sistema de Atividades e, também, quando o planejamento de transporte considera de forma dissociada **Pessoas e Cargas**.

No caso particular do transporte de carga, deve-se levar em conta que se trata de uma atividade econômica que envolve um conjunto amplo de atores, reunidos em dois grupos: *i*. Transportador; e *ii*. Poder público. O transportador realiza seu planejamento buscando maximizar seus resultados, minimizando a influência das externalidades no processo e, com isso, o uso mínimo dos seus recursos, embora, quando não é possível, repassa os custos no valor do frete, que irá impactar no valor final do produto a ser cobrado do consumidor final. Já o agente público, ao planejar, busca favorecer o interesse da população em seus deslocamentos, promovendo a manutenção da qualidade de vida e da economia da sociedade. Nesse ponto, é possível que os interesses não sejam consoantes, gerando desequilíbrio, e caberá à população ficar com o ônus do planejamento equivocado.

De maneira geral, a proposta de modelagem a ser empregada na compreensão da problemática e na avaliação de alternativas destinadas ao transporte urbano de cargas no Projeto Fortaleza 2040 é expressa pela **FIGURA Nº 13.0**. Tem-se aí uma proposta que busca a integração e, principalmente, assumir a integração entre Transporte + Uso do Solo + Sistema de Atividades e que existe, ainda, integração na abordagem Transporte de Carga + Transporte de Pessoas.

FIGURA Nº 13.0 – MODELO CONCEITUAL PAAR REPRESENTAR A RELAÇÃO TRANSPORTE X USO DO SOLO



Assim, o objetivo desta proposta é desenvolver um processo adequado de planejamento do Transporte Urbano de Carga para a cidade de Fortaleza. Para tal, o esforço estará dividido em duas grandes etapas: i. Compreensão da situação atual; e ii. Avaliação de cenários futuros.

Na compreensão da situação atual serão empregados esforços que consistirão na coleta e interpretação de informações disponíveis sobre o TUC atualmente. Tais informações estarão agrupadas em dois conjuntos: **Demanda** e **Oferta**. Os dados referentes à demanda serão importantes para investigar e quantificar a realização e a forma como as viagens do TUC ocorrem em Fortaleza, como por exemplo, definindo os principais eixos de deslocamento, as principais áreas de produção e atração de mercadorias e a relação entre o uso do solo e as viagens. As informações de demanda serão provenientes da base de dados de documentos fiscais, obtidos junto à Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (SEFAZ / CE), e de coletas de dados complementares. Já os dados de oferta possibilitarão quantificar e investigar as solicitações feitas ao sistema de transportes, possibilitando averiguar como o sistema está se relacionando com a demanda. Para tal, serão averiguados os tipos de veículos, os locais de carga e descarga, a localização dos principais centros de distribuição e as principais vias e regiões por onde circulam de forma mais intensa os veículos. Em todas essas fases, será avaliada a influência do transporte de pessoas (público e privado) no transporte de cargas, sendo a principal relação mensurável pelo tempo de deslocamento. As cargas serão avaliadas em função de três setores econômicos: i. Comércio; ii. Indústria; e iii. Serviços. Estima-se que comércio e indústria sejam responsáveis por 90% da circulação e da distribuição de mercadorias em área urbana.

Quanto à etapa de avaliação de cenários futuros, esta consistirá em fazer projeções sobre as relações de demanda e oferta do TUC, considerando o horizonte do projeto. Tal esforço será possível com o uso de modelagem, na qual serão representadas: a demanda por transportes, a oferta de transportes e a relação existente entre demanda e oferta. Apenas com o uso de modelagem será possível fazer as previsões sobre os cenários futuros. Contudo, a construção dos modelos será feita com base nas informações existentes no cenário atual. Por exemplo, será assumido que a relação atual entre demanda e uso do solo será mantida no futuro, ou seja, se hoje “X” metros quadrados de solo “A” consomem “Y” toneladas de mercadoria do setor “A”, no futuro essa relação também será mantida.

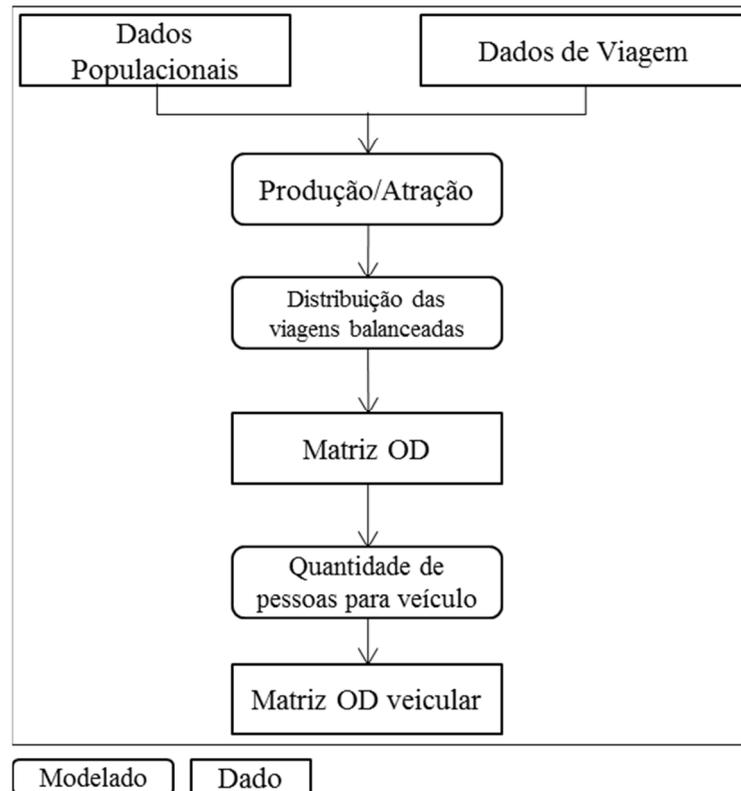
Na sequência de itens, buscar-se-á explicar as relações que envolvem o processo de modelagem com ênfase nos modelos aplicados para a modelagem do Transporte Urbano de Carga, em particular como serão consideradas as modelagens da demanda, da oferta e da relação entre demanda e oferta. Saliencia-se que o processo de modelagem será importante para possibilitar uma compreensão ampla do sistema, bem como para permitir a avaliação de cenários de intervenção.

1.2.2. O PROCESSO DE MODELAGEM DA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

Compreender o comportamento do sistema de transportes e o seu desempenho, em termos de demanda, constitui elemento chave para o planejamento estratégico, tático e operacional. O conhecimento do padrão de deslocamentos de pessoas ou cargas, traduzido por uma matriz OD

(Origem-Destino), é parte essencial na análise de sistemas de transportes urbanos ou regionais. Porém, a obtenção de matrizes OD diretamente de observações *in loco* não constitui tarefa fácil, além de depender quantidade significativa de recursos, levando à necessidade do uso de modelos. O procedimento comumente empregado na modelagem da demanda por transporte está sintetizado na FIGURA Nº 14.0.

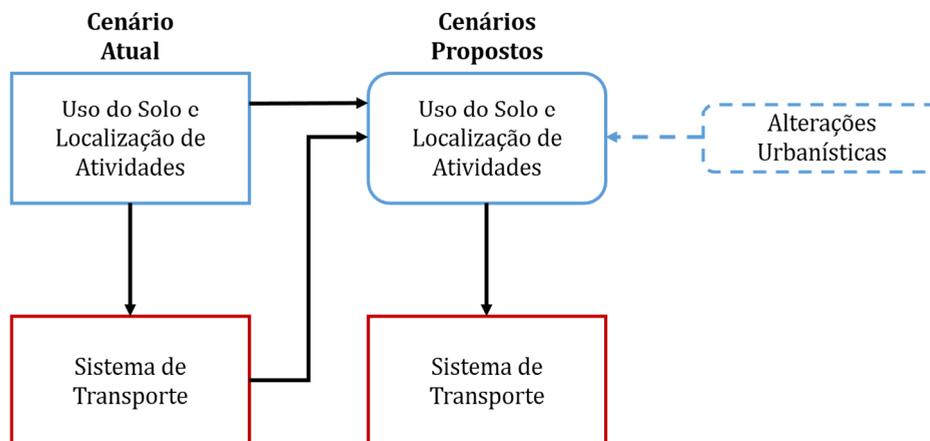
FIGURA Nº 14.0 – ESTRUTURA DE MODELAGEM DA DEMANDA NO TRANSPORTE DE PASSAGEIROS



Fonte: Elaboração própria.

A estimativa quantitativa dos fluxos de transporte e, implicitamente, da demanda por transporte sempre introduz incógnitas relacionadas com as condições operacionais da rede. Por exemplo, no caso do transporte de passageiros, o tempo de viagem é tomado como impedância para a determinação do fluxo. Porém, o tempo de viagem é dependente da rede, ou melhor, das características de uso e ocupação do solo, além da tecnologia operacional adotada. Assim, um bom modelo de previsão de demanda deve ser capaz de captar tais relações, sendo minimamente dependente das características de abastecimento em si, porém deve buscar refletir o sistema no qual está inserido. A correlação da demanda de suprimentos, através de seu caráter dinâmico e dada pelo sistema de atividades ou pela sua distribuição espacial configurada em uso e ocupação do solo, influencia diretamente na demanda por transporte, somando-se a isso os padrões de consumo de um núcleo urbano. Ou seja, o uso e a ocupação do solo implicam modificações na demanda e, conseqüentemente, no desempenho da rede de transportes, resultando em um novo perfil. Tal abordagem é análoga à adotada no processo de modelagem do transporte de passageiros e é expressa na FIGURA Nº 15.0.

FIGURA Nº 15.0 – RELAÇÕES TEMPORAIS DO TRANUS



Fonte: Elaboração própria, adaptado de Modelística (2013).

Por sua vez, a motivação para o transporte de mercadorias possui caráter puramente econômico: a demanda por transporte de mercadorias é derivada dos desejos dos indivíduos por produtos. Assim, o grande desafio está em propor um modelo capaz de explicar tais desejos e, então, relacioná-lo ao transporte de mercadorias. A necessidade de compreender o transporte urbano de carga e de propor alternativas que possibilitem mobilidade sustentável serve de estímulo para proposição de estratégias de modelagem da demanda. Pode-se dizer que existem três abordagens básicas na análise da demanda por transporte de cargas:

- Abordagem microeconômica:** considera que a demanda por transporte de carga é um bem consumível, necessário para se atingir um fim;
- Modelo de iteração espacial:** possui natureza agregada, pondera que as mercadorias e os locais de consumo estão distribuídos em uma rede. Os locais com alta produção atendem aos locais com alto consumo; e
- Abordagem macroeconômica:** são observadas as relações entre setores da economia, sendo que grande parte das aplicações derivam do modelo insumo-produto.

Existem derivações resultantes da combinação dessas abordagens. Os fluxos de mercadorias em áreas urbanas, diferentemente do transporte regional de bens, são ocasionados por componentes relacionados com compras (envolvem questões mercadológicas e econômicas) e população. Assim, compreender esses elementos e suas relações é importante para a previsão da demanda por mercadorias e, conseqüentemente, por transporte urbano de carga. Nesse sentido, existem modelos com estrutura sequencial que são variados e classificam-se conforme o elemento de análise. Nesse tipo de contexto, torna-se fundamental analisar a “mobilidade das compras” como um componente da “mobilidade das mercadorias”, além de considerar que ações sobre o tráfego podem trazer impacto sobre os consumidores finais e, invariavelmente, sobre as compras, formando-se um ciclo capaz de interferir nos fluxos da rede de transportes. Observa-se, nesse aspecto, uma relação entre transporte de passageiros

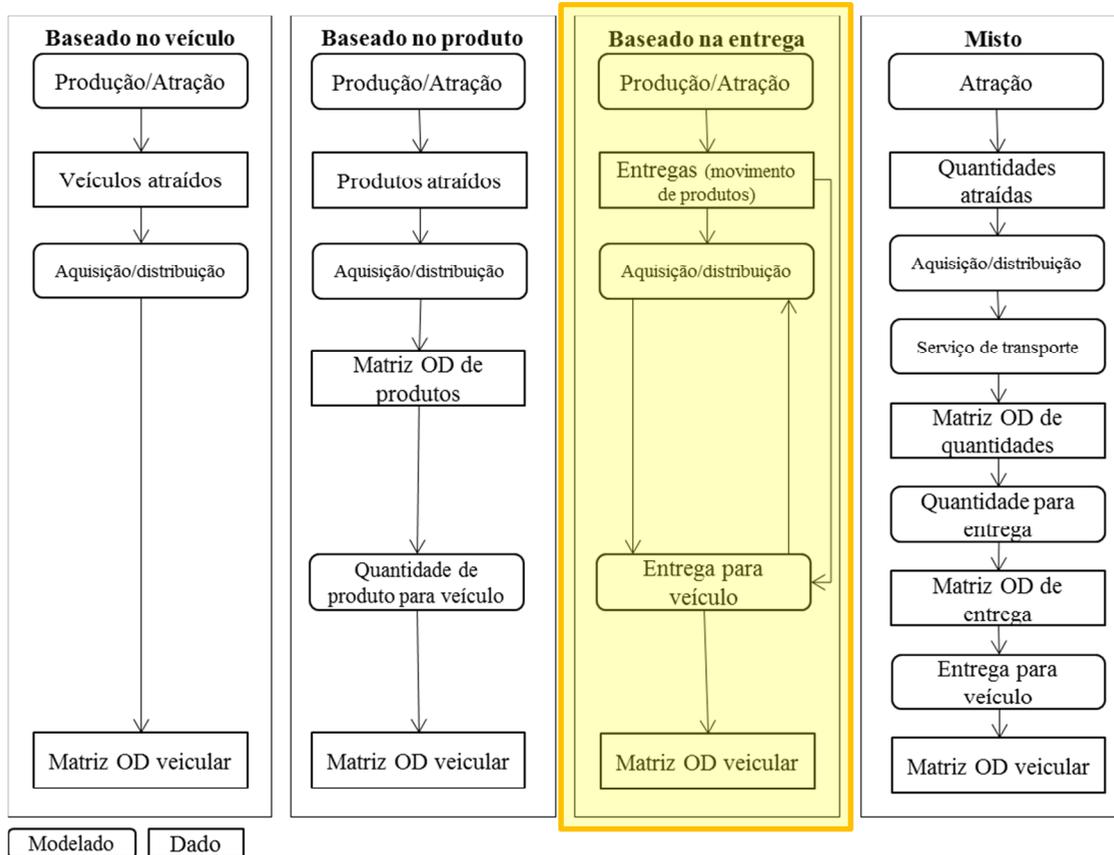
e de mercadorias, reforçando a necessidade de se considerar tais componentes ao ser desenvolvida uma proposta para o planejamento urbano de transportes.

Sob esse prisma, alguns estudos recentes buscam estabelecer uma modelagem conjunta, a partir de propostas que consideram explicitamente o aumento do fluxo de mercadorias gerado para satisfazer à demanda imposta pelo consumidor final. Os modelos mais utilizados possuem enfoque multi-estágios e utilizam, como variáveis explicativas, três categorias: *i.* Veículos; *ii.* Mercadorias; e *iii.* Entregas – de forma integrada ou não. Ou seja, o caso *i* é assumido quando o desejo é avaliar a quantidade de veículos que circulam pela malha viária urbana e, eventualmente, o impacto que isso trará sobre o sistema de transportes. No caso *ii*, busca-se definir o fluxo de produtos, independentemente do veículo, de forma a definir “interesses” ou eixos prioritários de demanda, não se preocupando com o carregamento direto da rede de transportes – uma abordagem mais adequada ao planejamento estratégico, quando se deseja avaliar o sistema urbano de forma global. Já no caso *iii*, busca-se quantificar os totais de produtos distribuídos em uma determinada faixa horária, o que seria mais adequado para análises operacionais do sistema de transporte, como por exemplo, definição de rotas prioritárias, zonas de carga e descarga, dentre outros.

Acredita-se que o caso *ii*, em que se busca modelar os fluxos de produtos, seja mais adequado ao planejamento estratégico definido pelo Projeto Fortaleza 2040. Assim, a proposta de modelagem levará em consideração alguns fatores relacionados ao consumidor final e ao uso e ocupação do solo, na tentativa de explicar e representar os fluxos de mercadorias em áreas urbanas. No modelo, são inseridos *inputs* como localização das atividades, tipo de produto, necessidade pelo produto e acessibilidade. O método proposto é dividido em quatro blocos: *i.* Estimação da matriz que representa o total de produtos gerados / disponibilizados; *ii.* Estimação da matriz que corresponde ao abastecimento de produtos; *iii.* Estimação da matriz com a quantidade de produtos entregues; e *iv.* Estimação da matriz veicular, correspondendo ao número de veículos responsáveis pelas entregas. Na **FIGURA Nº 16.0** é apresentada uma estrutura geral sobre a modelagem da demanda por transporte de carga.

Modelos baseados no veículo são divididos em duas etapas. Na primeira estima-se o número de veículos gerado (produzido / atraído) por determinada zona de tráfego. O passo seguinte consiste em determinar a distribuição das viagens a partir de conhecimento prévio dos fluxos. A dificuldade desses modelos é que eles são altamente vinculados às zonas de tráfego em que foram concebidos, não possibilitando transferências. Embora os modelos baseados em veículos estimem diretamente os fluxos dos veículos transportadores de carga, o que é importante, por exemplo, em termos da simulação da operação viária, dificilmente poderão ser aplicados na análise de previsão da demanda futura. Modelos baseados em veículos têm como vantagem a facilidade de coleta, mas não são capazes de explicar adequadamente mudanças na geração de demanda. Outra dificuldade dos modelos baseados em veículos relaciona-se com o tratamento de situações em que outros tipos de veículo possam ser considerados para concluir determinada viagem como, por exemplo, mercadorias sendo transportadas por mais de um modal.

FIGURA Nº 16.0 – ESTRUTURA DE MODELAGEM DA DEMANDA NO TRANSPORTE DE CARGA



Fonte: Elaboração própria, adaptado de Comi et al (2012).

Modelos baseados no produto consideram, como referência, a unidade de bem transportado. O processo para obtenção deste tipo de matriz OD segue uma sequência de modelos:

- a. **Atração:** Indica a quantidade de produtos atraídos para uma zona em função de dados socioeconômicos;
- b. **Produção:** Determina as zonas onde o produto se origina; e
- c. **Quantidade de veículos:** Os fluxos de produtos, ao serem convertidos em fluxos OD, são agrupados conforme o veículo.

Diferentemente do transporte de pessoas, o primeiro passo é avaliar a atração e não a produção. Tal fato se explica porque o foco está no fluxo de produtos que podem chegar a determinada área. Após determinar as zonas de origem e destino, é necessário converter os fluxos em quantidade de veículos, devendo-se considerar diversos fatores que podem influenciar em seu carregamento. Destaca-se que as matrizes OD de veículos são diferentes das de produtos, tendo em vista que um mesmo veículo leva diferentes produtos para diversos destinos ao longo de uma mesma jornada.

A escolha de modelagem da demanda por transporte de carga assumida para o Projeto Fortaleza 2040 é a de um modelo baseado em entregas, cujo foco está no movimento, sendo que é considerada a

existência de uma ligação direta entre produtores e os operadores de transporte, tendo uma relação muito forte entre Transporte + Uso do Solo + Atividades. Tais modelos são apropriados para planejamentos estratégicos e buscam relacionar as produções e atrações com a estrutura urbana em questão. Costumeiramente, tais modelos consistem em uma sequência de modelos baseados em estatística descritiva. Destaca-se o modelo FRETURB, ferramenta desenvolvida na França, que é tido como o primeiro esforço de modelagem baseado em entregas e possui estrutura análoga ao TRANUS, com a diferença de que o FRETURB é uma ferramenta paga e adaptada para uso exclusivo no território francês.

Buscar-se-á, no Projeto Fortaleza 2040, utilizar dados oriundos de documentos fiscais (Nota Fiscal Eletrônica – NFe), disponibilizadas pela Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (SEFAZ / CE), seguindo uma estrutura análoga à proposta por Huguin-Veras (2012), no qual se busca recuperar a matriz de deslocamentos a partir dos totais de notas fiscais expedidas em um município. É importante destacar que a base de dados fornecida pela SEFAZ / CE preserva o sigilo fiscal do indivíduo, não possibilitando identificar os emissores das NFe. As informações estão agregadas conforme classificação CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) e por bairros. Tem-se aí todo o quantitativo de NFe expedidas, tendo os bairros de Fortaleza com destino e como origem e considerando todos os bairros dos municípios brasileiros. Tal informação deve ser complementada com pesquisas de campo que indicam o padrão de veículos e a taxa média de carregamento, o que possibilitará converter a matriz de notas fiscais expedidas em matriz de veículos de transporte de carga, em especial quando se objetiva desenvolver planejamento de curto e médio prazos. A obtenção de matrizes origem-destino a partir de dados fiscais é importante quando se quer avaliar os intercâmbios de viagem entre as zonas de tráfego, como forma de avaliar os potenciais carregamentos que ocorrem entre zonas e a relação desses com a estrutura urbana, traduzida pela associação entre o uso do solo e o sistema de atividades. O escopo da modelagem no Projeto Fortaleza 2040 estará baseado na modelagem da matriz OD a partir de dados fiscais.

O conjunto de informações válidas para construção de um modelo que representa a demanda por transporte de carga é dividido em dois grupos: *i*. Informações primárias e *ii*. Informações secundárias. Uma adequada combinação dessas informações pode levar à construção de um modelo representativo. Assim, as informações que serão empregadas na construção do modelo de demanda do Projeto Fortaleza 2040 são:

- a. **Primárias:** tipo de veículo empregado para o transporte urbano de carga; contagens volumétricas de tráfego em algumas vias representativas da cidade; quantidade de notas fiscais emitidas de acordo com a classificação CNAE; entrevistas com transportadores para definir o número médio de entregas diárias e a taxa de aproveitamento do veículo; e
- b. **Secundárias:** dados populacionais por zona; localização dos pontos comerciais e industriais no cenário atual; estratificação dos setores de atividade; número de veículos licenciados e autorizados para o transporte de carga em Fortaleza.

O processo de modelagem será executado utilizando, conjuntamente:

- O **TRANUS**, que fornecerá os resultados do transporte de pessoas, em especial resultados que impactem na rede de transportes, como tempo de viagem, ou na forma urbana, como rearranjo de setores de atividades;
- **Programa do tipo SIG ou GIS (QGIS)**, que possibilitará tratar os dados de uso e ocupação do solo e da socioeconomia da cidade;
- **Planilhas eletrônicas**, que permitirão correlacionar os dados capturados e, conseqüentemente, desenvolver os modelos; e
- **TransCAD**, que se trata de uma ferramenta SIG-T, ou seja, um banco de dados georreferenciado e que possui habilitações para transportes (informações ou modelos que costumeiramente são aplicados em transportes), como: escolha de rotas, alocação de tráfego e localização de facilidades (algo a ser utilizado na avaliação de cenários de intervenção, como por exemplo, a descentralização de terminais de transporte de carga).

Após a geração da matriz OD, por meio da combinação SIG + Planilha Eletrônica, os resultados serão inseridos no TransCAD para avaliação dos cenários, lembrando que os resultados provenientes do TRANUS, em termos de tempo nos links, serão inseridos no TransCAD, possibilitando com que o desempenho da rede de transportes seja medido de forma global (pessoas e cargas).

Para avaliar o processo, limitando a análise ao transporte de mercadorias, deve-se observar que a medida mais simples e tradicional associada à demanda é a que resulta da assimilação com o volume de serviço (NFe) e o tempo de viagem, sendo esse último associado ao tempo de deslocamento na rede incluindo o transporte de pessoas. Outro indicador, para mostrar a eficiência do sistema, será a tonelada líquida por quilômetro. Também se buscará avaliar os indicadores de sustentabilidade: totais de emissões, congestionamento e tempo global de viagem.

A oferta de transporte de carga configura o conjunto de facilidades que possibilitam a ocorrência do transporte (veículos, vias, terminais, comércios, vagas de carga e descarga, dentre outros). A ideia é que esse conjunto de facilidades seja catalogado e inserido na base GIS, possibilitando contribuir para o processo de compreensão da problemática. O foco dessa análise será com base nos arquivos disponibilizados pelos órgãos públicos e na legislação urbana pertinente.

Quanto à modelagem da relação entre demanda e oferta, essa ação constitui a análise de como a demanda está ocorrendo na cidade de Fortaleza e como a oferta de transportes está correspondendo a tal demanda, possibilitando quantificar indicadores de desempenho desse sistema, tais como número médio de viagens diárias, tempo de deslocamento, quilometragem percorrida e custo logístico.

1.2.3. ESTRUTURA PROPOSTA PARA O PROCESSO DE MODELAGEM DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA

Este item busca apresentar a síntese da proposta metodológica adotada para o processo de análise e avaliação do transporte urbano de carga no âmbito do Projeto Fortaleza 2040.

O processo de modelagem ao TUC terá por objetivo a geração de medidas de desempenho que possibilitem contribuir para avaliação do cenário atual de transporte de carga e para avaliação dos cenários futuros a serem propostos. As medidas de desempenho corresponderão a um conjunto de indicadores de mobilidade que possibilitarão “mensurar” o estado do TUC na cidade de Fortaleza, contribuindo para o processo de planejamento. O **QUADRO Nº 1.0** apresenta os indicadores de mobilidade sustentável que possibilitarão caracterizar o TUC em Fortaleza.

QUADRO Nº 1.0 – INDICADORES PARA AVALIAR A MOBILIDADE DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA (TUC)

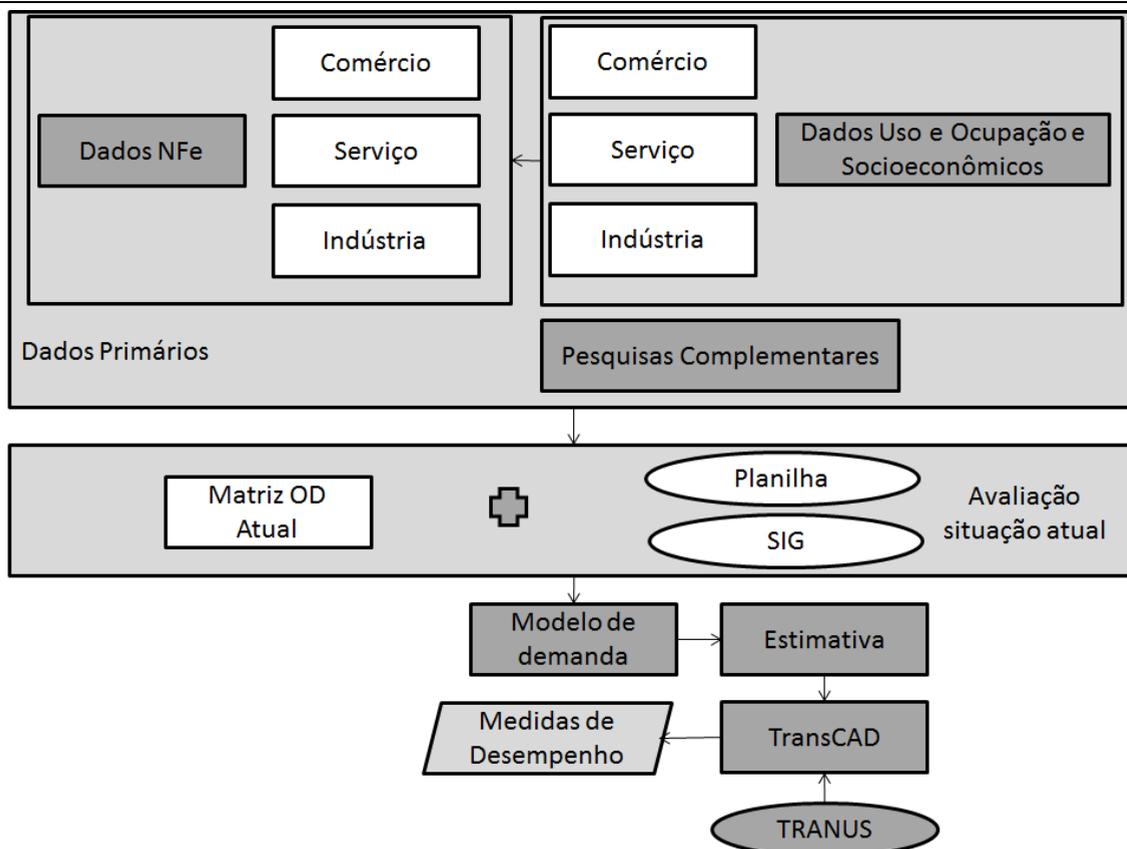
Indicadores	Fonte de Informações	Método de Medição
Volume de tráfego em corredores chave	Autoridades Locais / Pesquisas de campo	Estudos / Contagens
Número de acidentes	Autoridades Locais	Pesquisas de campo / Boletins de ocorrência
Espaços Comerciais	Autoridades Locais / Associação Comercial	Pesquisas
Volume de vendas	Associação Comercial	Pesquisas
Taxa de renovação	Associação Comercial	Pesquisas
Número de veículos / tonelada / quilômetro	Transportadores	Pesquisas
Tempo de Viagem	Pesquisa de Campo	Pesquisas
Número de obstáculos em rota	Pesquisa de Campo	Pesquisas
Congestionamento/Fila	Pesquisa de Campo / Autoridades Locais	Pesquisas
Taxa de ocupação média dos veículos	Pesquisa / Transportadores	Pesquisas

Fonte: Elaboração própria.

Deve-se observar que haverá um plano estratégico, sem a preocupação com detalhes microscópicos, operacionais como, por exemplo, o atraso médio proveniente de uma interseção semaforizada ou a localização com endereço para vaga de carga e descarga. Assim, os indicadores extraídos serão globais. Para tal, o uso conjunto das ferramentas selecionadas será imprescindível.

Na **FIGURA Nº 17.0** é apresentado um fluxograma que reflete a sequência de atividades a ser desenvolvidas na modelagem do TUC. A primeira etapa (dados primários) consistirá em obtenção, tratamento e análise dos dados provenientes das pesquisas de campo e de obtenção de Banco de Dados com as autoridades públicas. Basicamente, haverá aí um tratamento dos dados provenientes das Notas Fiscais Eletrônicas fornecidas pela Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (SEFAZ / CE), dados sobre uso e ocupação do solo fornecidos pela Secretaria Municipal de Finanças (SEFIN / PMF), dados socioeconômicos obtidos de pesquisas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) e pesquisas complementares (tipo de veículo, ocupação do veículo – tonelada / veículo –, contagens de tráfego, etc.).

FIGURA Nº 17.0 – PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A MODELAGEM DO TRANSPORTE URBANO DE CARGA (TUC)



Fonte: Elaboração própria.

Os dados primários serão analisados e trabalhados de forma a resultar em uma Matriz Origem-Destino (OD) para a situação atual. Tal fato ocorrerá com auxílio de planilhas eletrônicas e ferramentas SIG. A Matriz OD atual é fonte importante de informação para avaliar a movimentação de cargas em Fortaleza, possibilitando identificar quais as principais regiões produtoras e quais as regiões atraidoras de carga. Os dados da Matriz OD atual e do uso e ocupação do solo possibilitarão empreender um esforço de modelagem, que buscará representar, matematicamente, como as viagens ocorrem na cidade, o que permitirá fazer projeções e estimativas para cenários futuros. Os dados dessa estimativa serão avaliados utilizando o TransCAD e o TRANUS, de forma a observar como se dará a relação demanda-oferta de transporte de carga. O TRANUS possibilitará a obtenção de informações sobre o uso e a ocupação do solo e sobre o transporte de pessoas. Ao final, espera-se que todas as análises sejam convertidas em indicadores que permitirão fornecer medidas de desempenho sobre o sistema em estudo.

Dessa forma, espera-se trabalhar com os dados referentes ao Transporte Urbano de Cargas e contribuir para o processo de planejamento da mobilidade urbana sustentável no âmbito do Projeto Fortaleza 2040.

2.0. DADOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

2.0. DADOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Conforme já descrito, as informações de uso e ocupação do solo fazem parte de um conjunto de elementos que determinam o padrão de viagens urbanas. Contudo, também são importantes para as questões urbanísticas da cidade. A seguir, serão apresentadas as informações que serão utilizadas na interpretação da forma urbana, nas modelagens de transporte, bem como nos projetos de intervenção urbana que serão propostos para cenários futuros.

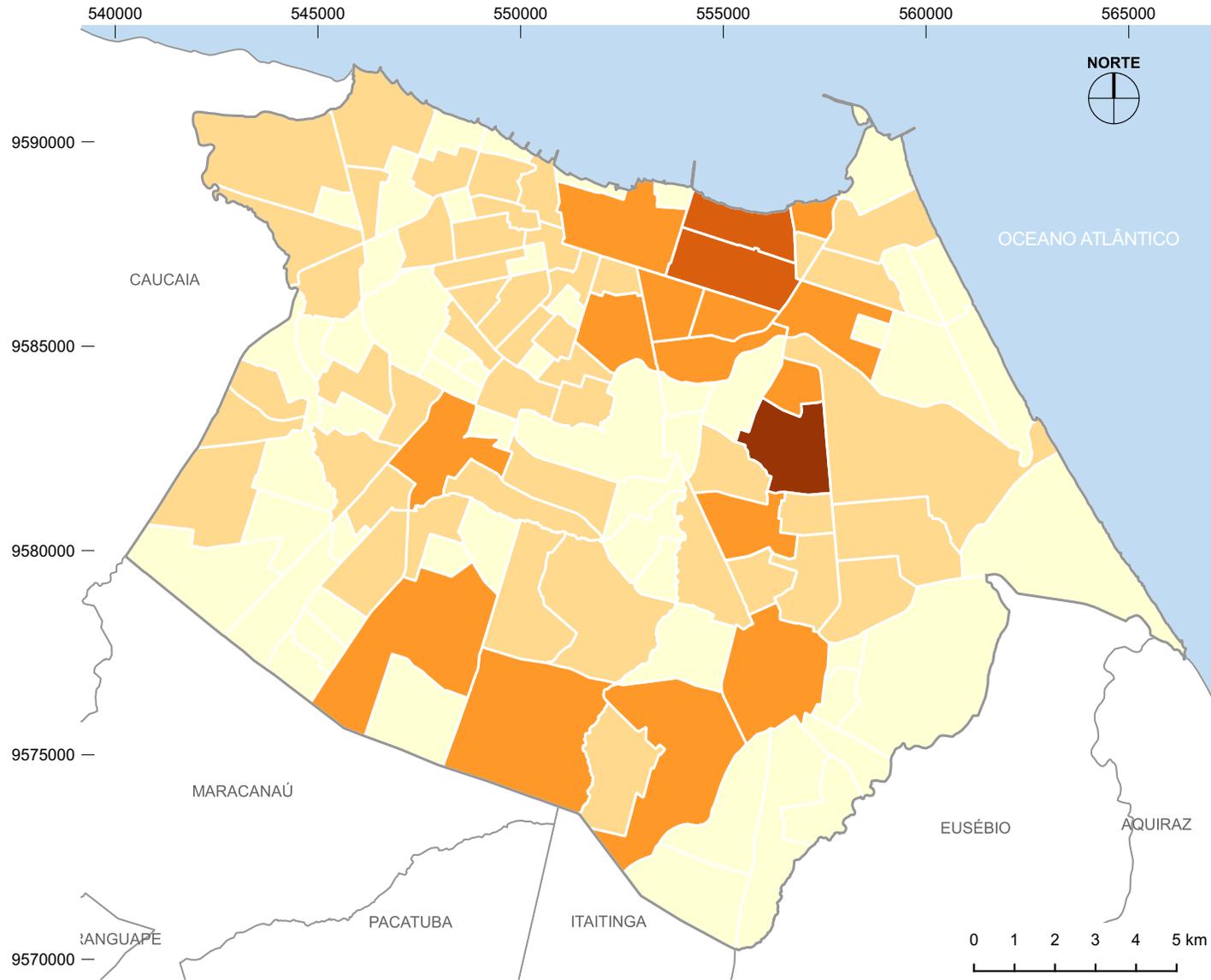
2.1. DADOS PARA A MODELAGEM DE TRANSPORTES

As informações de uso e ocupação do solo que serão utilizadas na modelagem são relacionadas com as intensidades de usos por tipo e por zona da cidade, sendo que, neste caso, a agregação utilizada foi o limite dos bairros. Dessa forma, são apresentados a seguir mapas contendo informações relativas a:

- Área edificada de uso residencial – MAPA Nº 1.0;
- Área edificada de uso comercial – MAPA Nº 2.0;
- Área edificada de uso de prestação de serviços – MAPA Nº 3.0;
- Área edificada de uso industrial – MAPA Nº 4.0;
- Valor do solo territorial por metro quadrado – MAPA Nº 5.0;
- Valor de edificação de uso residencial por metro quadrado – MAPA Nº 6.0;
- Valor de edificação de uso comercial por metro quadrado – MAPA Nº 7.0;
- Valor de edificação de uso de prestação de serviços por metro quadrado – MAPA Nº 8.0; e
- Movimentação de Mercadorias – MAPA Nº 9.0.



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

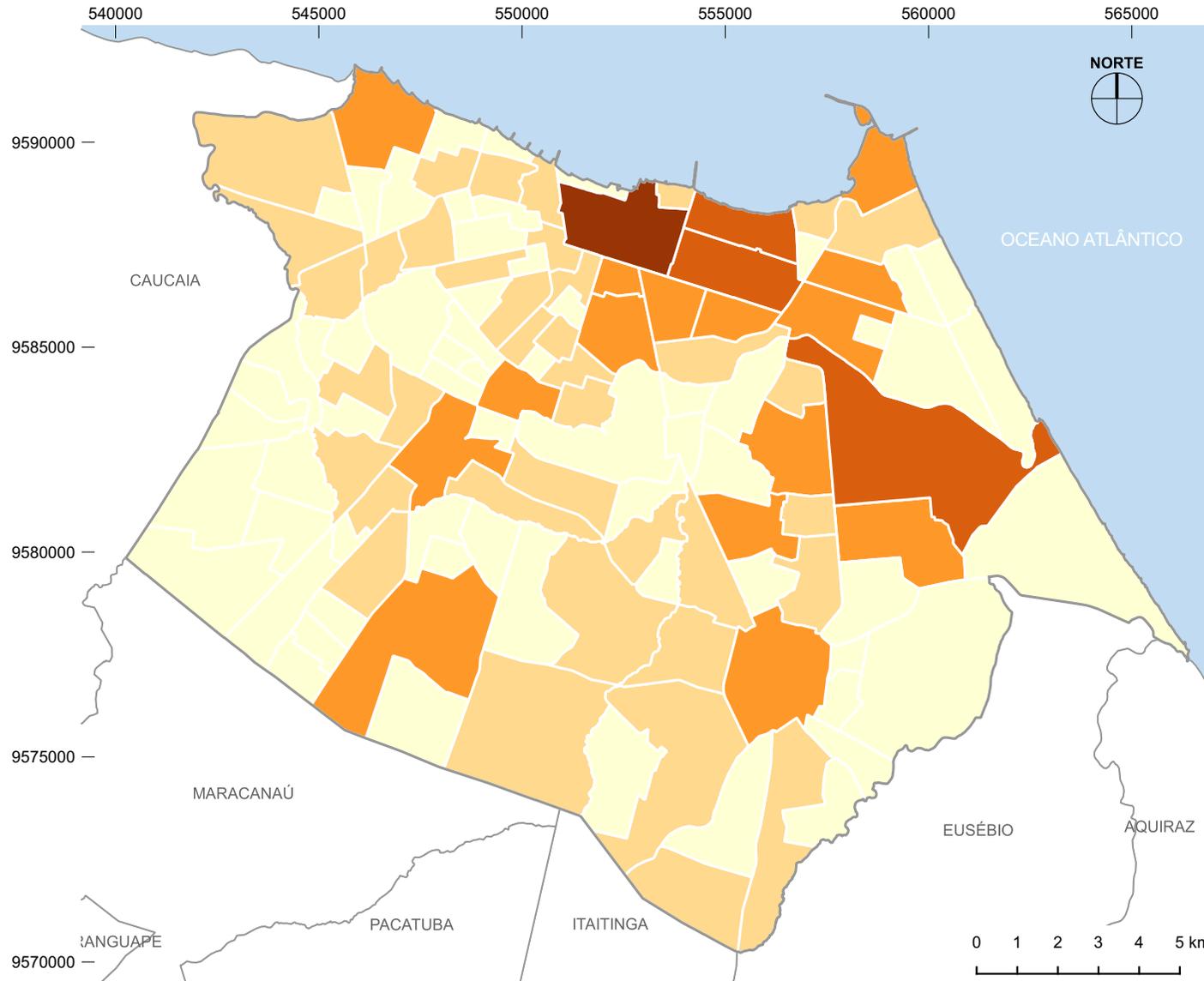
Área Edificada de Uso Residencial (m²)

- 4.814 a 266.016
- 266.017 a 635.557
- 635.558 a 1.525.268
- 1.525.269 a 3.849.005
- 3.849.006 a 6.655.010

Fonte: SEFIN / PMF
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

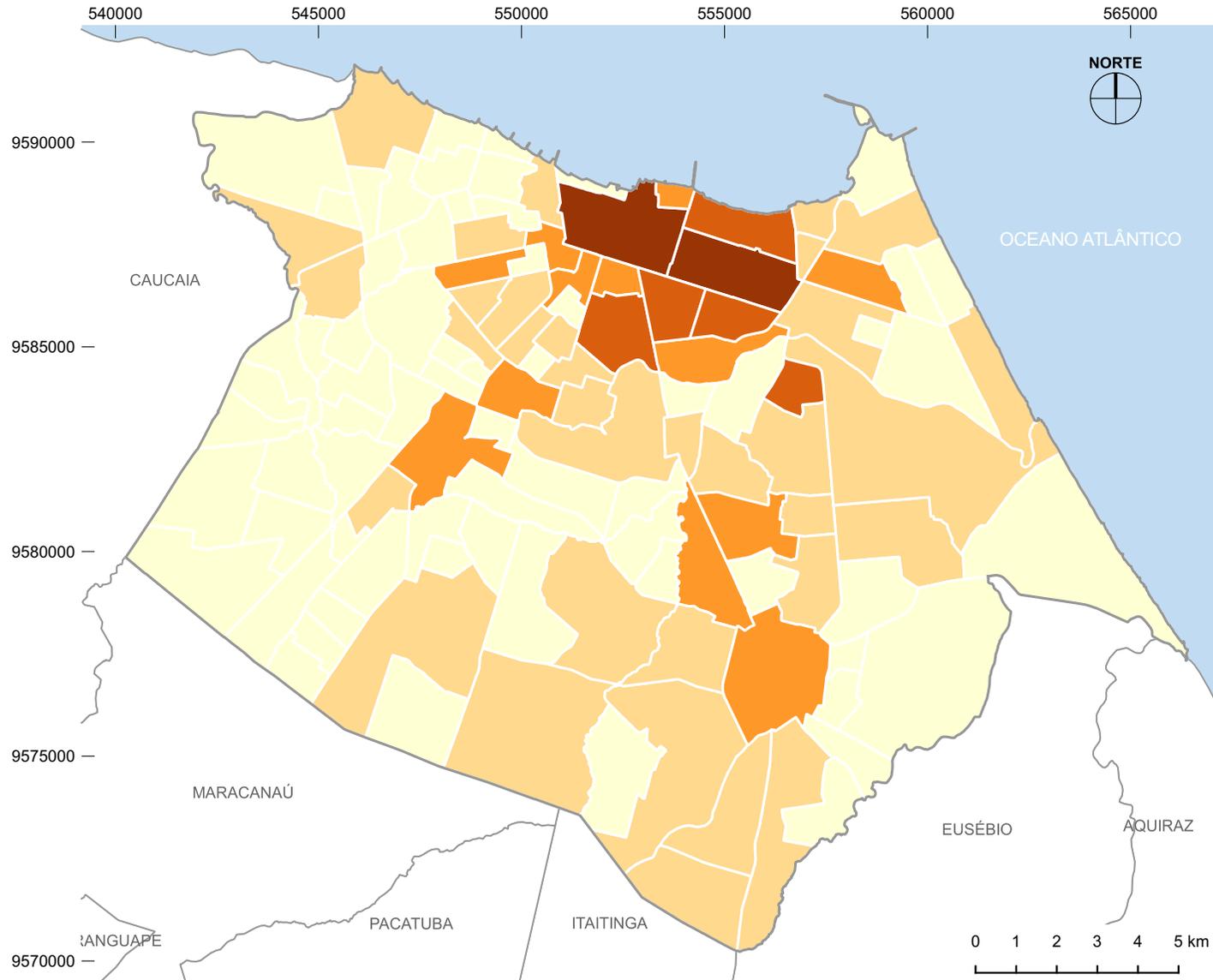
Área Edificada de Uso Comercial (m²)

- 3.382 a 92.076
- 92.077 a 192.447
- 192.448 a 345.721
- 345.722 a 1.082.242
- 1.082.243 a 2.104.132

Fonte: SEFIN / PMF
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

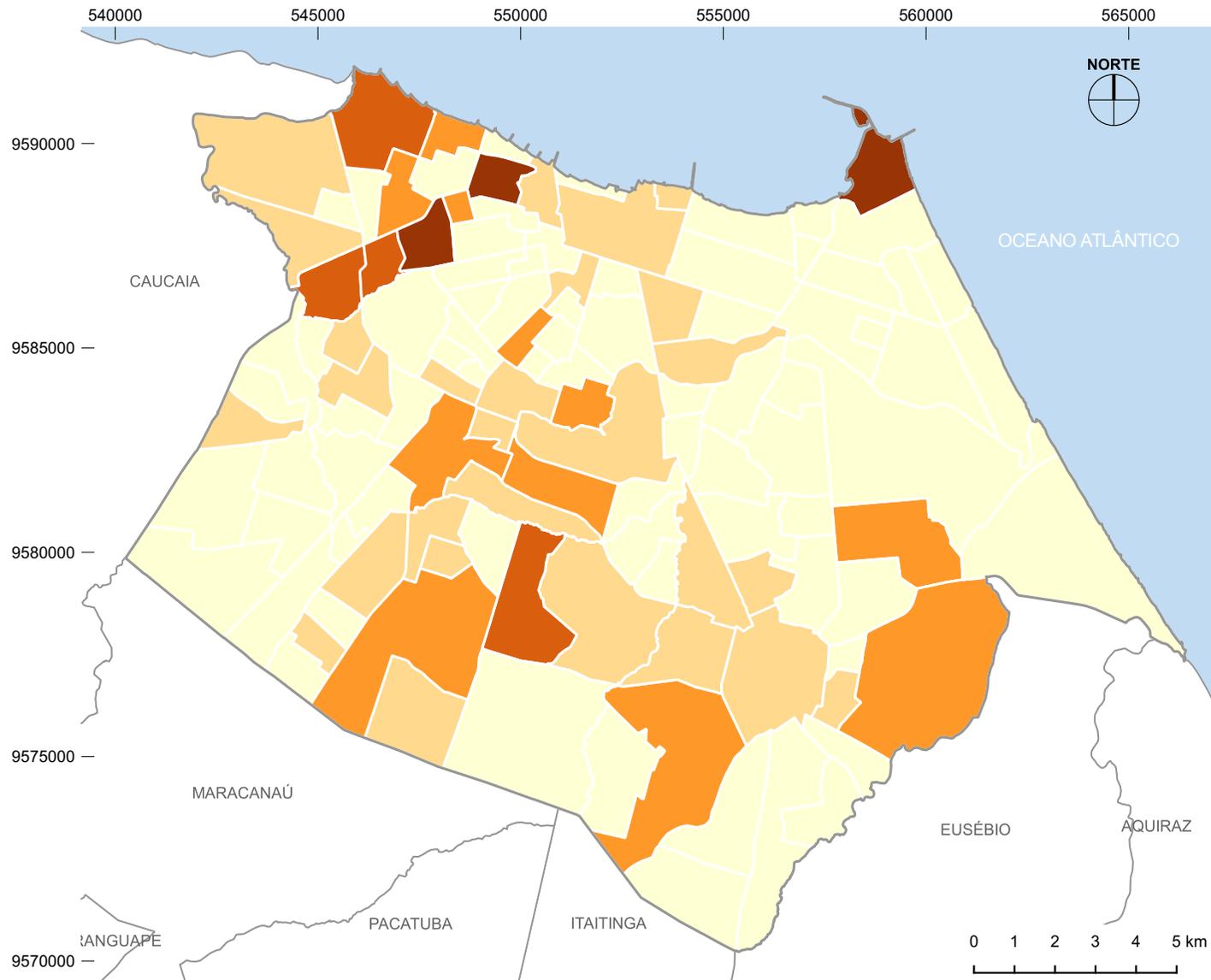
Área Edificada de Uso de Serviços (m²)

- 37 a 6.135
- 6.136 a 14.852
- 14.853 a 29.184
- 29.185 a 51.854
- 51.855 a 201.915

Fonte: SEFIN / PMF
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

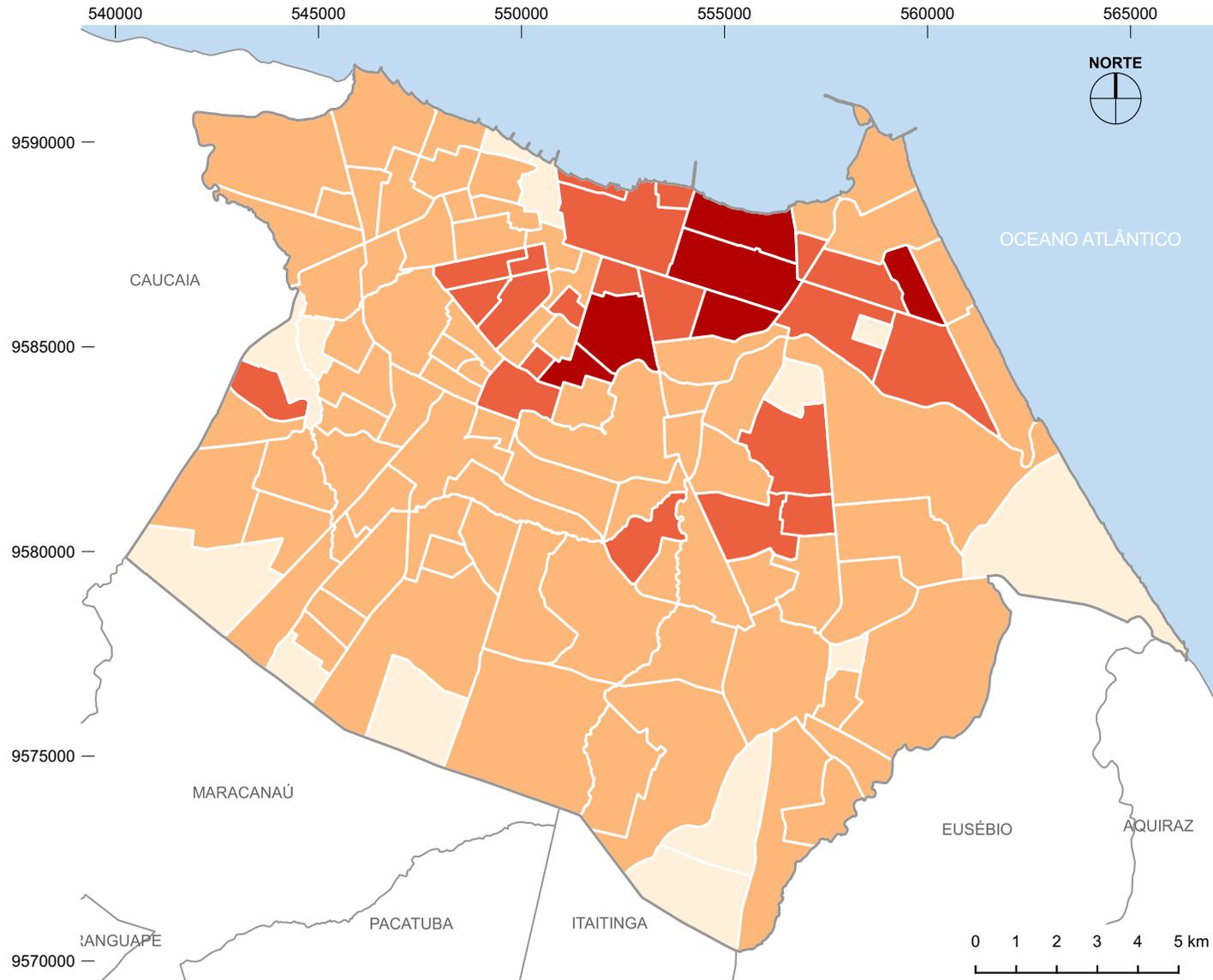
Área Edificada de Uso Industrial (m²)

- 0 a 3.713
- 3.714 a 12.181
- 12.182 a 35.662
- 35.663 a 59.992
- 59.993 a 80.588

Fonte: SEFIN / PMF
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

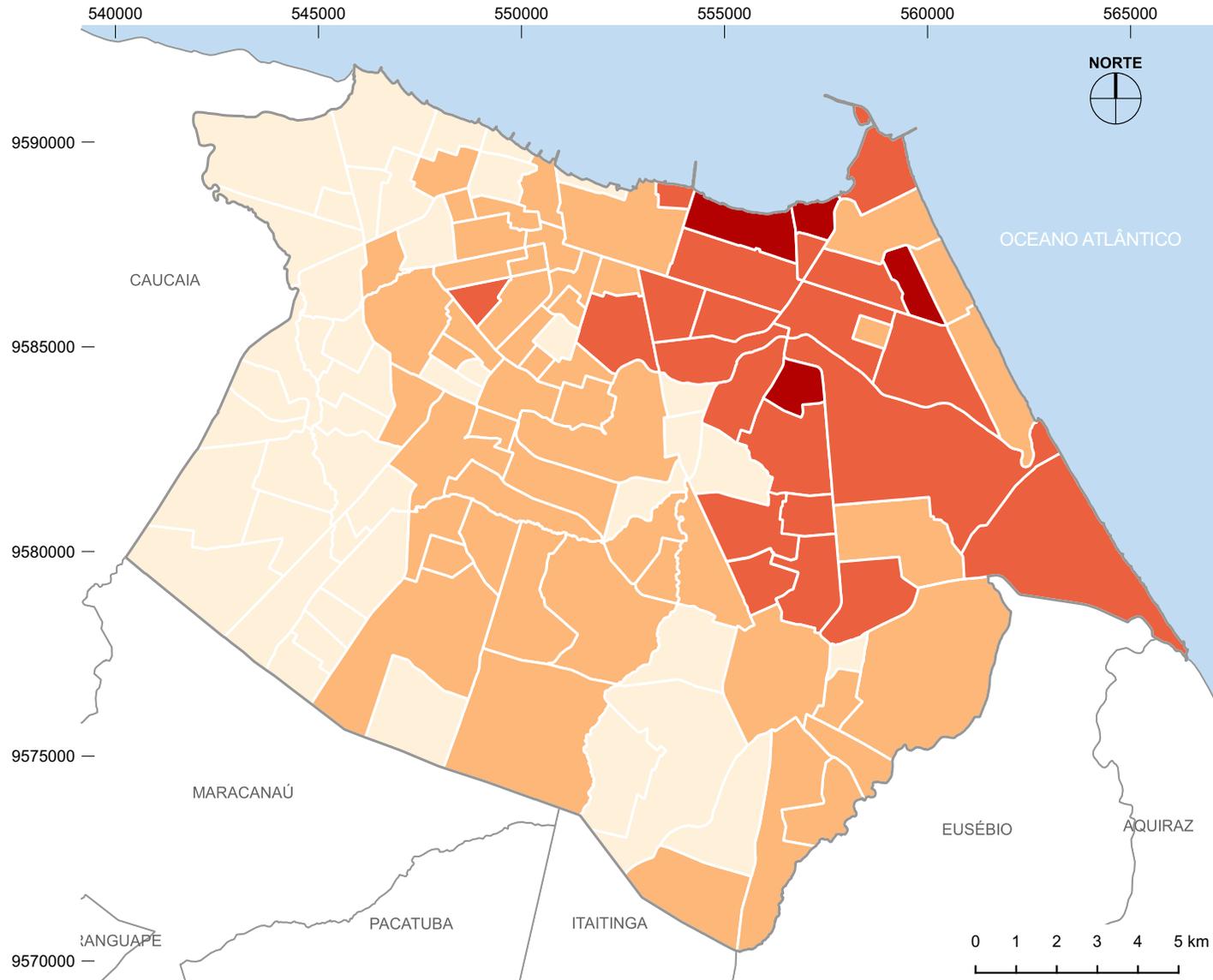
Valores do Solo - Territorial (R\$ / m²)

- 0 a 165
- 166 a 312
- 313 a 545
- 546 a 967

Fonte: SEFIN / PMF
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

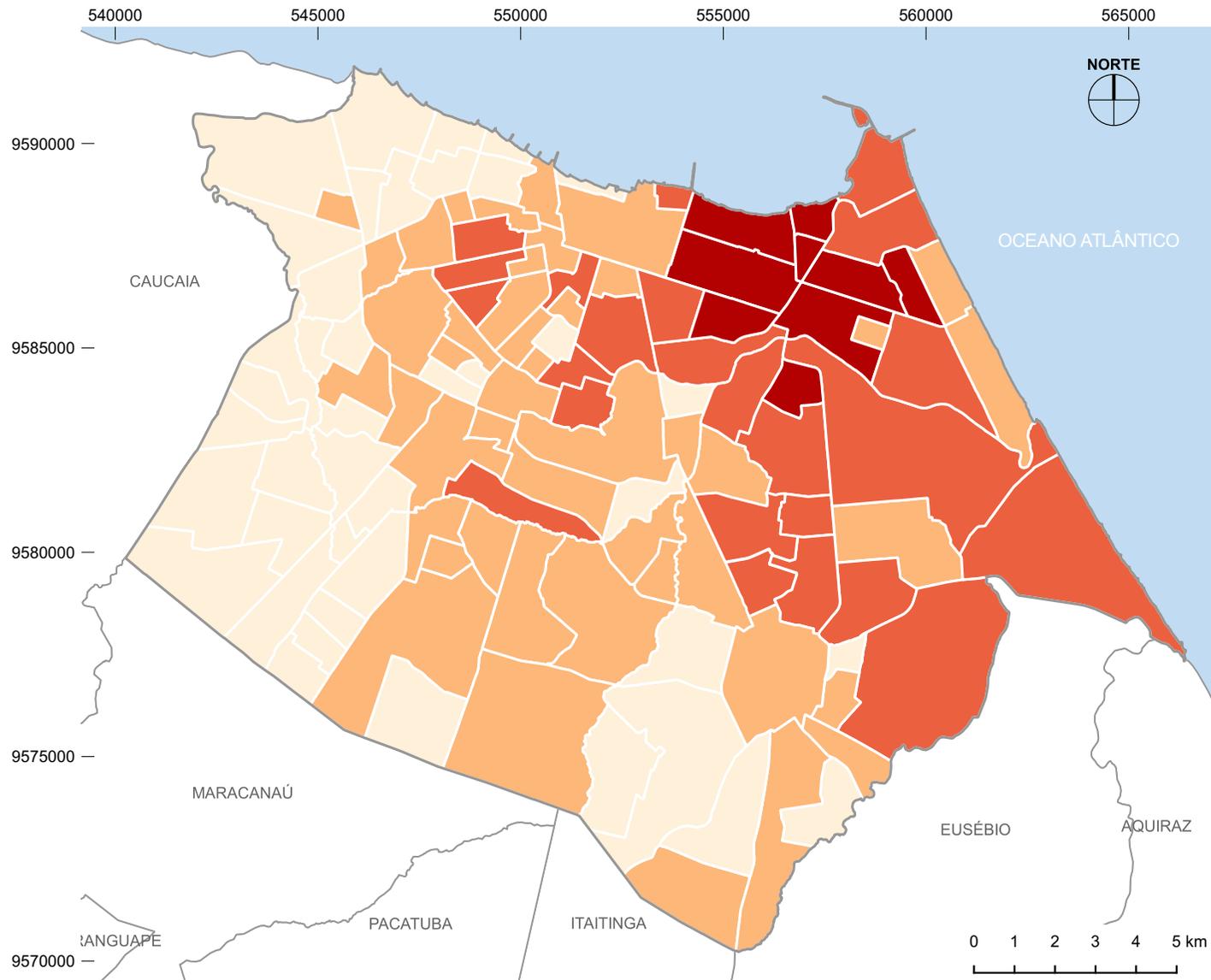
Valores do Solo - Uso Residencial (R\$ / m²)

- 861 a 1908
- 1909 a 2570
- 2571 a 3319
- 3320 a 4495

Fonte: SEFIN / PMF
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

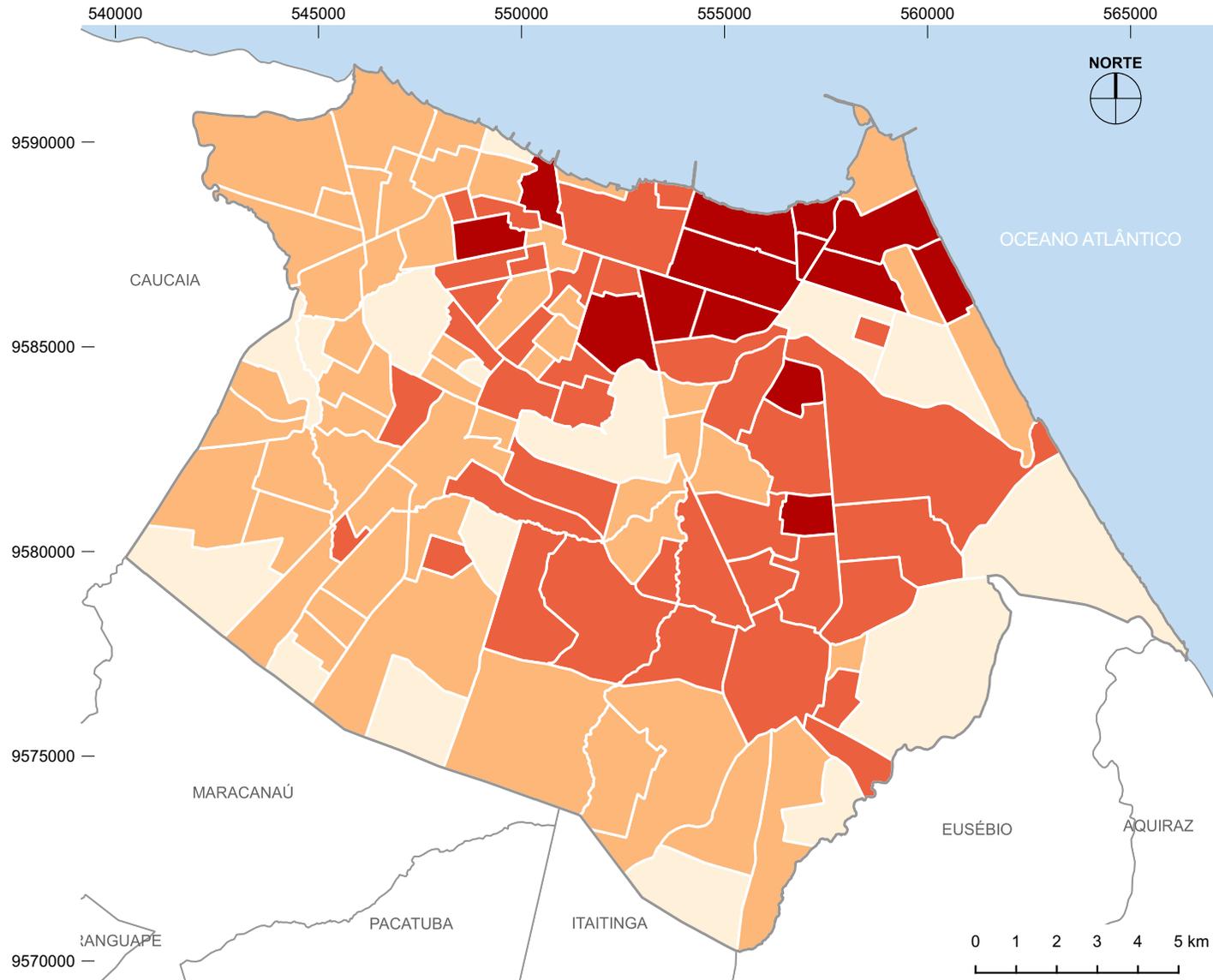
Valores do Solo - Uso Comercial (R\$ / m²)

- 846 a 1.922
- 1.922 a 2.555
- 2.556 a 3.503
- 3.503 a 4.613

Fonte: SEFIN / PMF
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

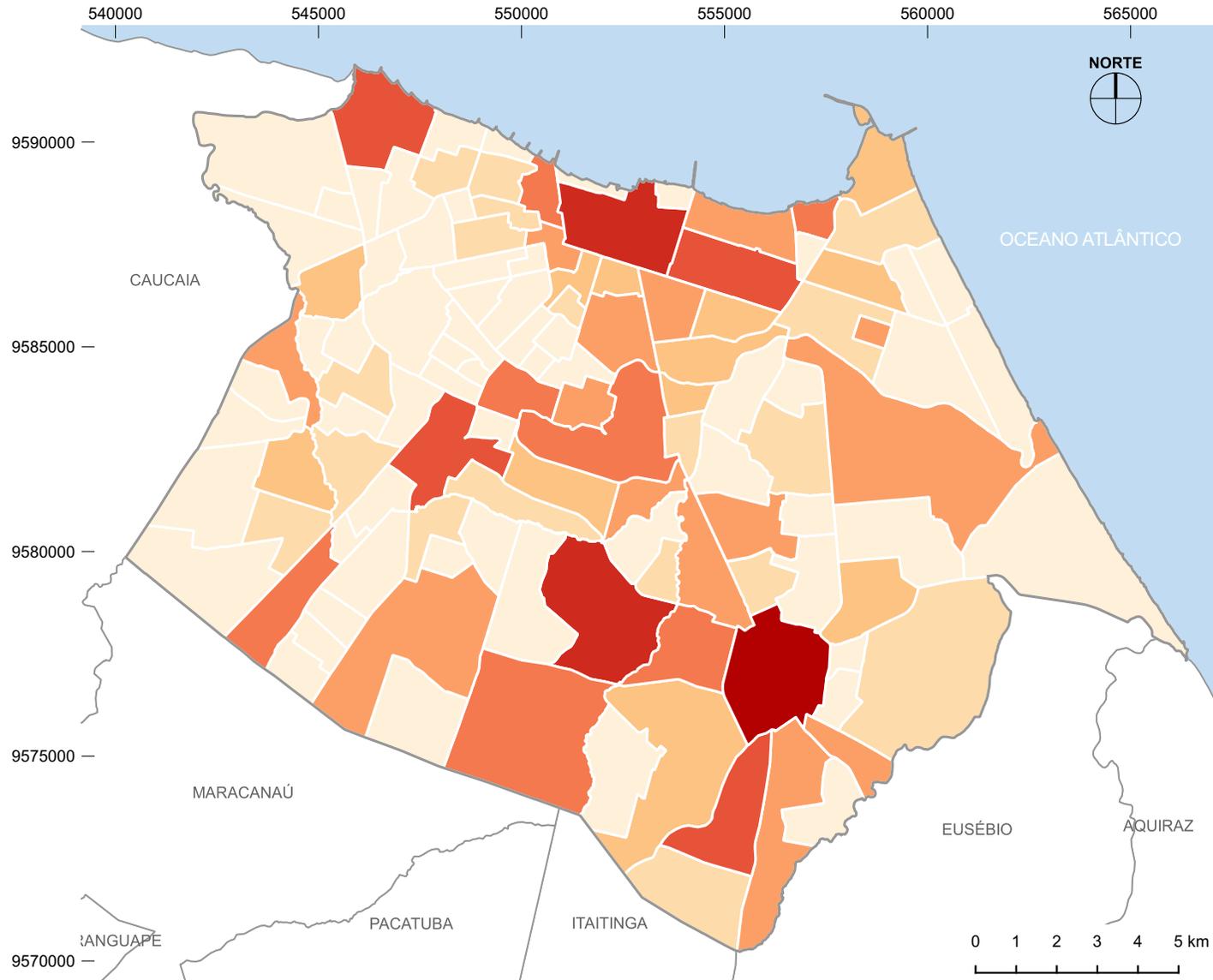
Valores do Solo - Uso de Serviços (R\$ / m²)

- 0 a 892
- 893 a 2.187
- 2.188 a 3.364
- 3.365 a 5.685

Fonte: SEFIN / PMF
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

Carga por Bairro (Notas Fiscais Eletrônicas)

- 0 a 954
- 954 a 2.251
- 2.252 a 4.958
- 4.959 a 8.125
- 8.126 a 14.512
- 14.513 a 22.567
- 22.568 a 73.188
- 73.189 a 79.520

Fonte: SEFIN / PMF
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S

3.0. DADOS SOCIOECONÔMICOS

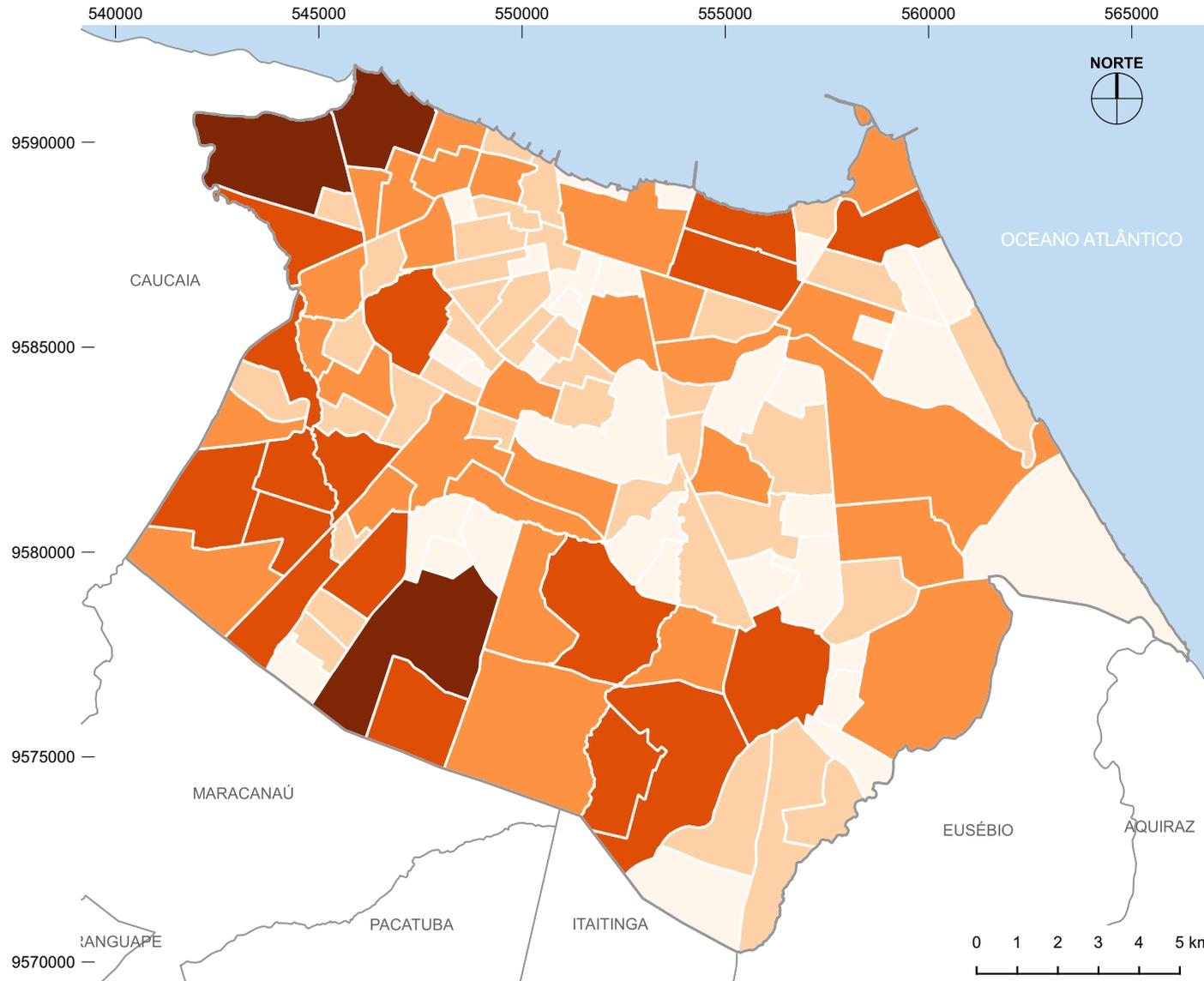
3.0. DADOS SOCIOECONÔMICOS

As informações socioeconômicas que serão utilizadas na modelagem são relacionadas com as intensidades populacionais e a localização de empregos por zona da cidade. A agregação utilizada também foi o limite dos bairros. Dessa forma, são apresentados a seguir mapas contendo informações relativas a:

- Dados populacionais – MAPA Nº 10.0;
- Dados de empregos do setor comercial – MAPA Nº 11.0;
- Dados de empregos do setor de prestação de serviços – MAPA Nº 12.0;
- Dados de empregos do setor primário – MAPA Nº 13.0;
- Dados de empregos do setor industrial – MAPA Nº 14.0; e
- Dados de empregos do setor público – MAPA Nº 15.0.



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

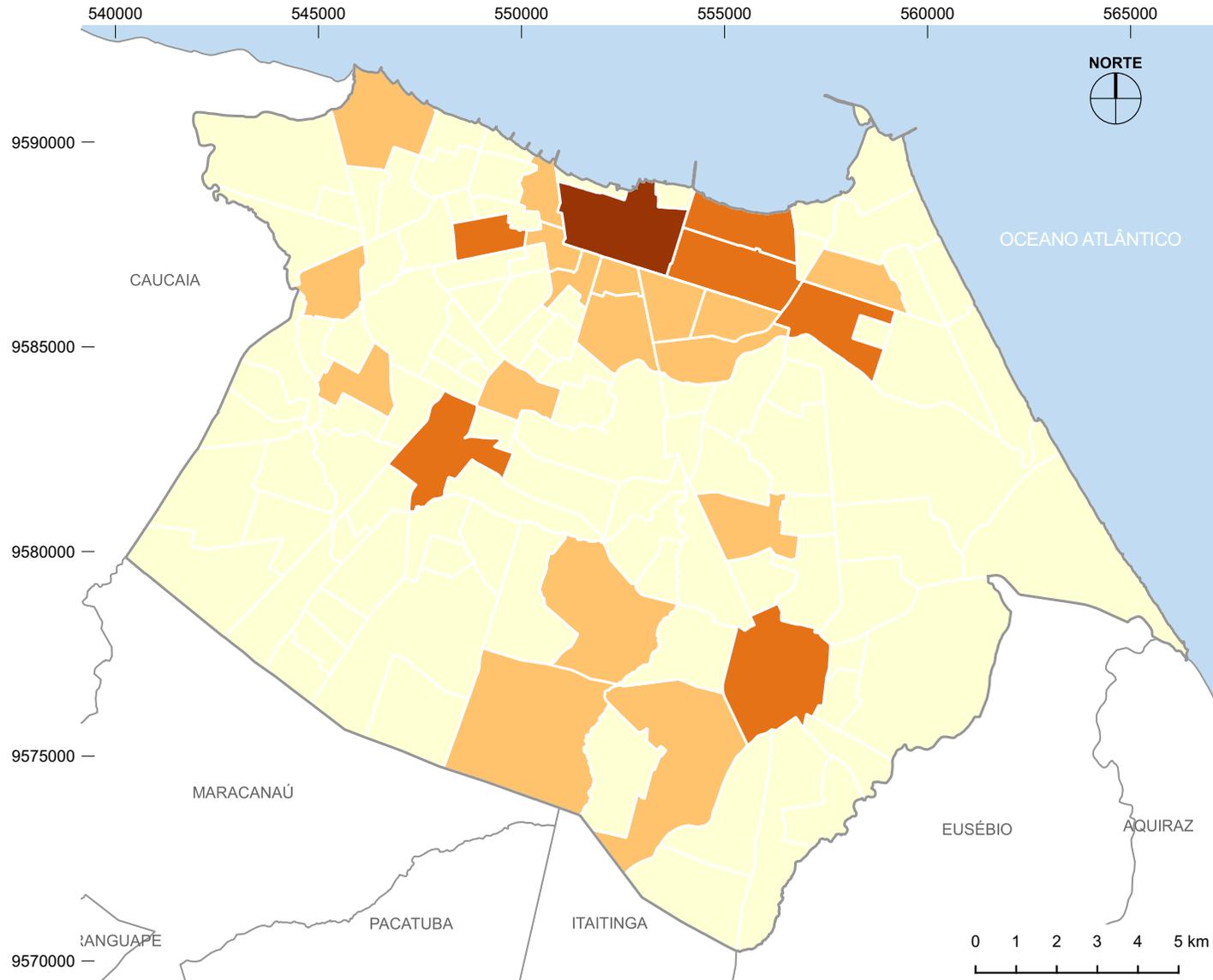
População por Bairro

- 1.342 a 10.148
- 10.149 a 19.934
- 19.935 a 33.612
- 33.613 a 52.000
- 52.001 a 75.963

Fonte: IBGE
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

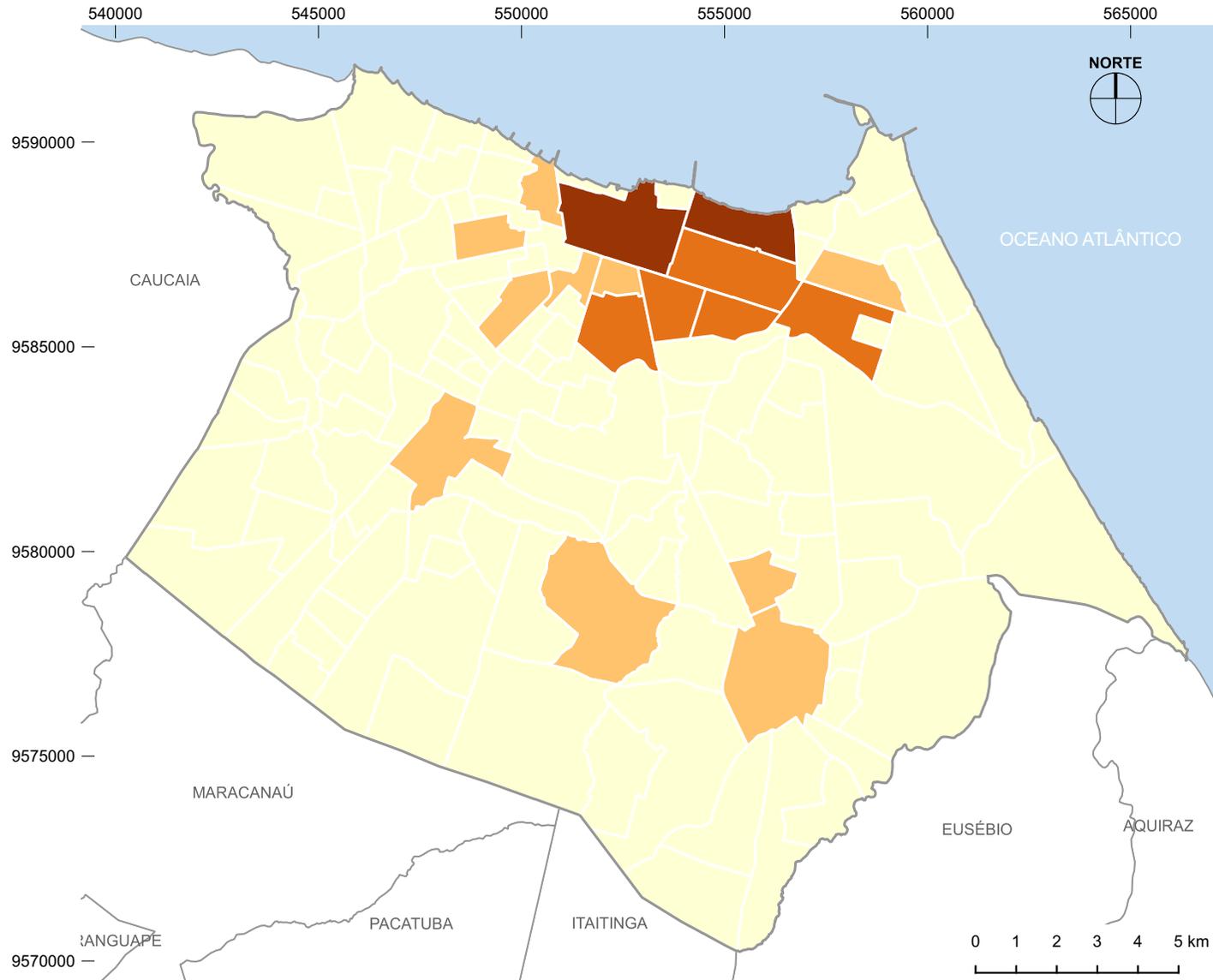
Empregos por Bairro - Comércio

- 0 a 902
- 902 a 2.961
- 2.961 a 6.461
- 6.461 a 29.903

Fonte: IBGE
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

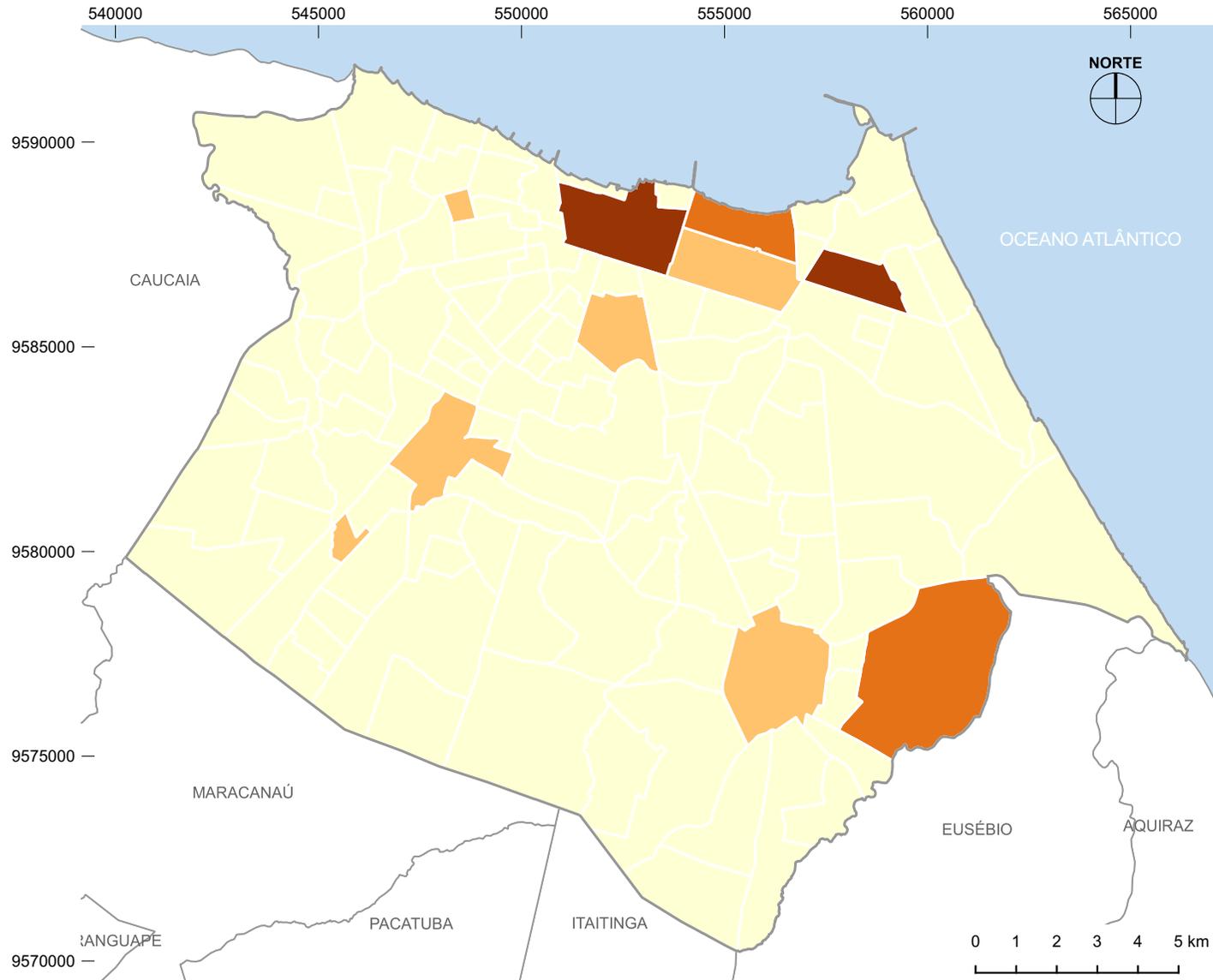
Empregos por Bairro - Serviços

- 0 a 2.320
- 2.320 a 7.593
- 7.593 a 23.561
- 23.561 a 43.659

Fonte: IBGE
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

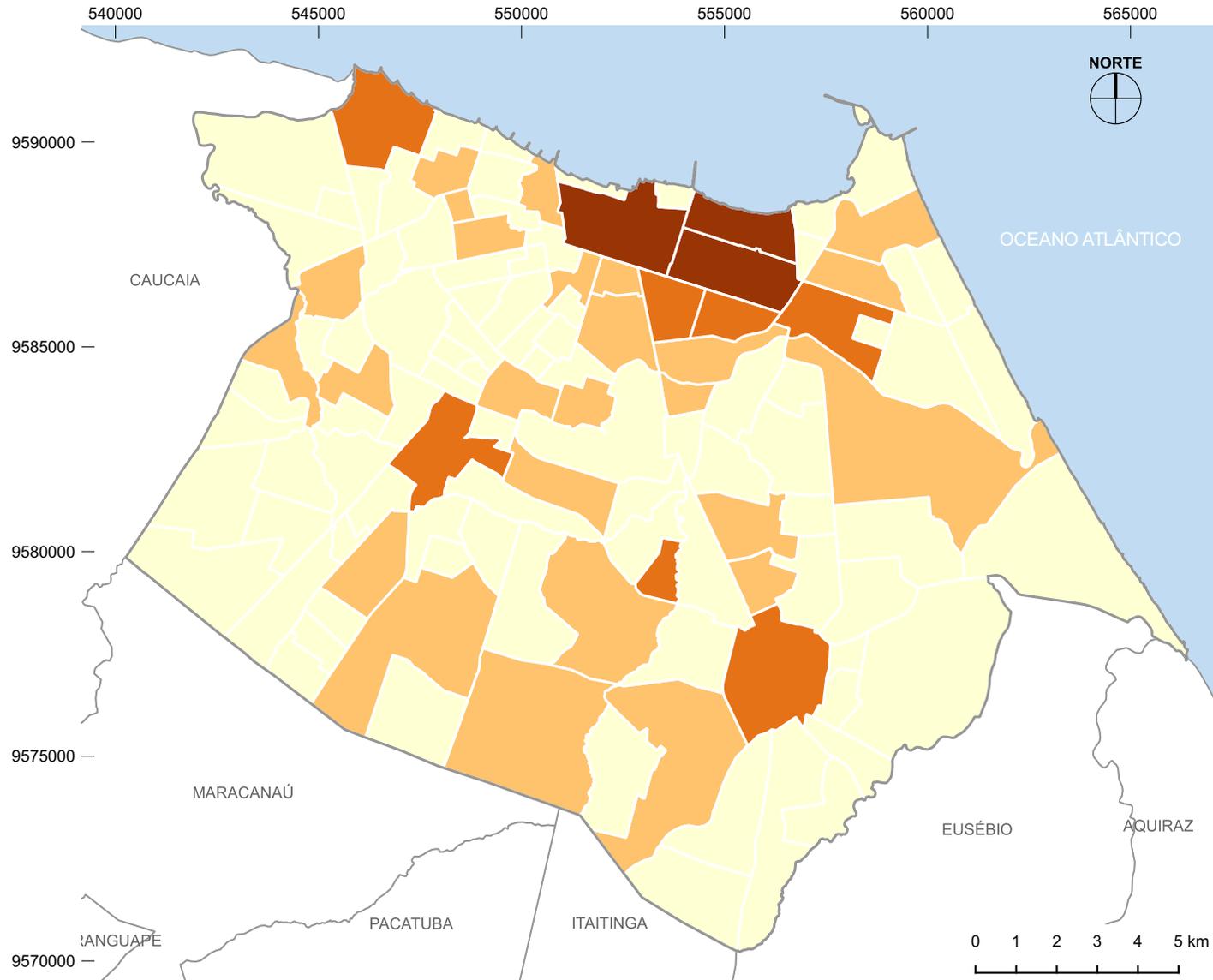
Empregos por Bairro - Setor Primário

- 0 a 21
- 21 a 84
- 84 a 163
- 163 a 216

Fonte: IBGE
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: **FORTALEZA 2040**
FORTALEZA 2040



LEGENDA

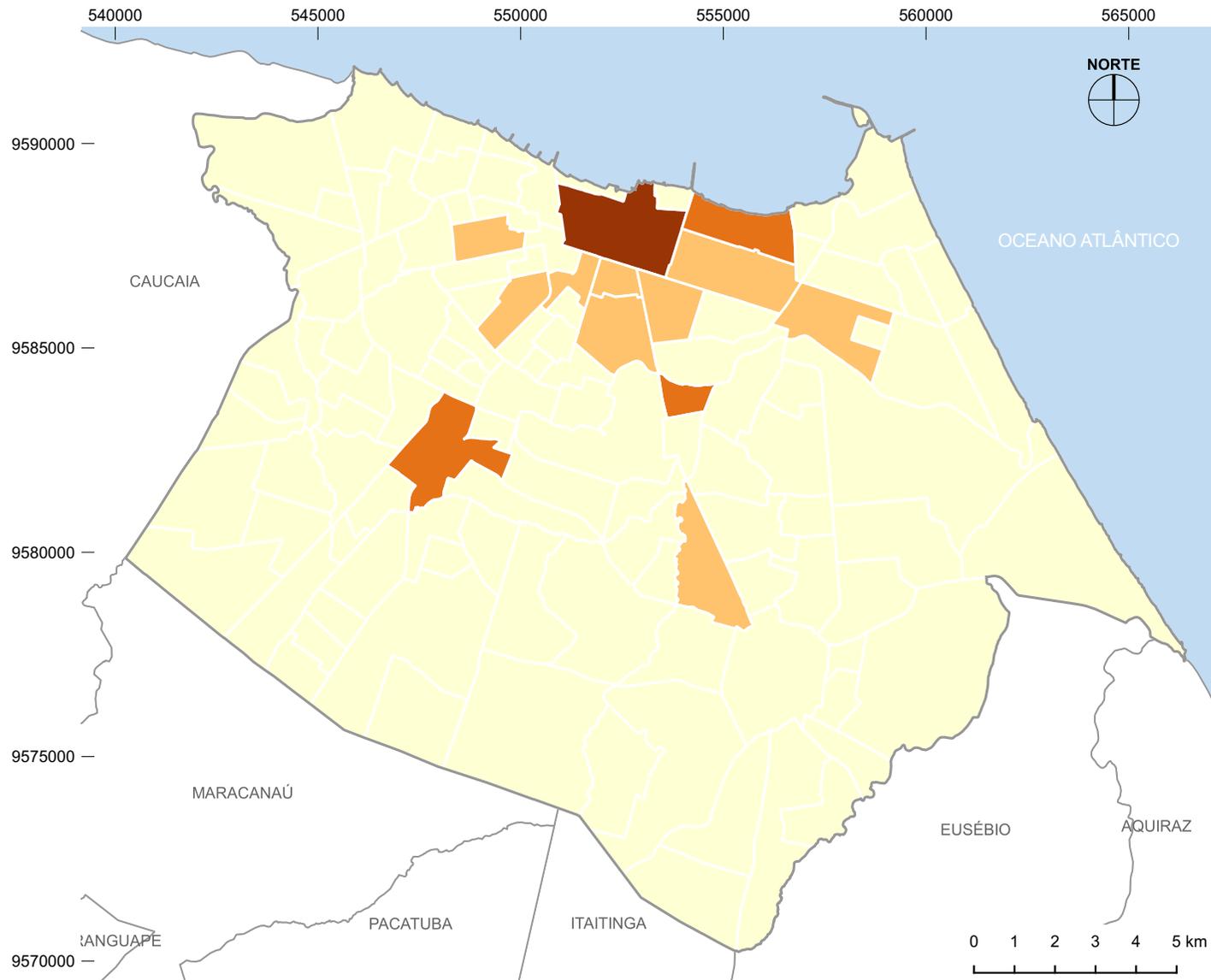
Empregos por Bairro - Indústria

- 0 a 677
- 677 a 2.800
- 2.800 a 6.800
- 6.800 a 11.769

Fonte: IBGE
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



PROJETO: FORTALEZA 2040



LEGENDA

Empregos por Bairro - Administração Pública

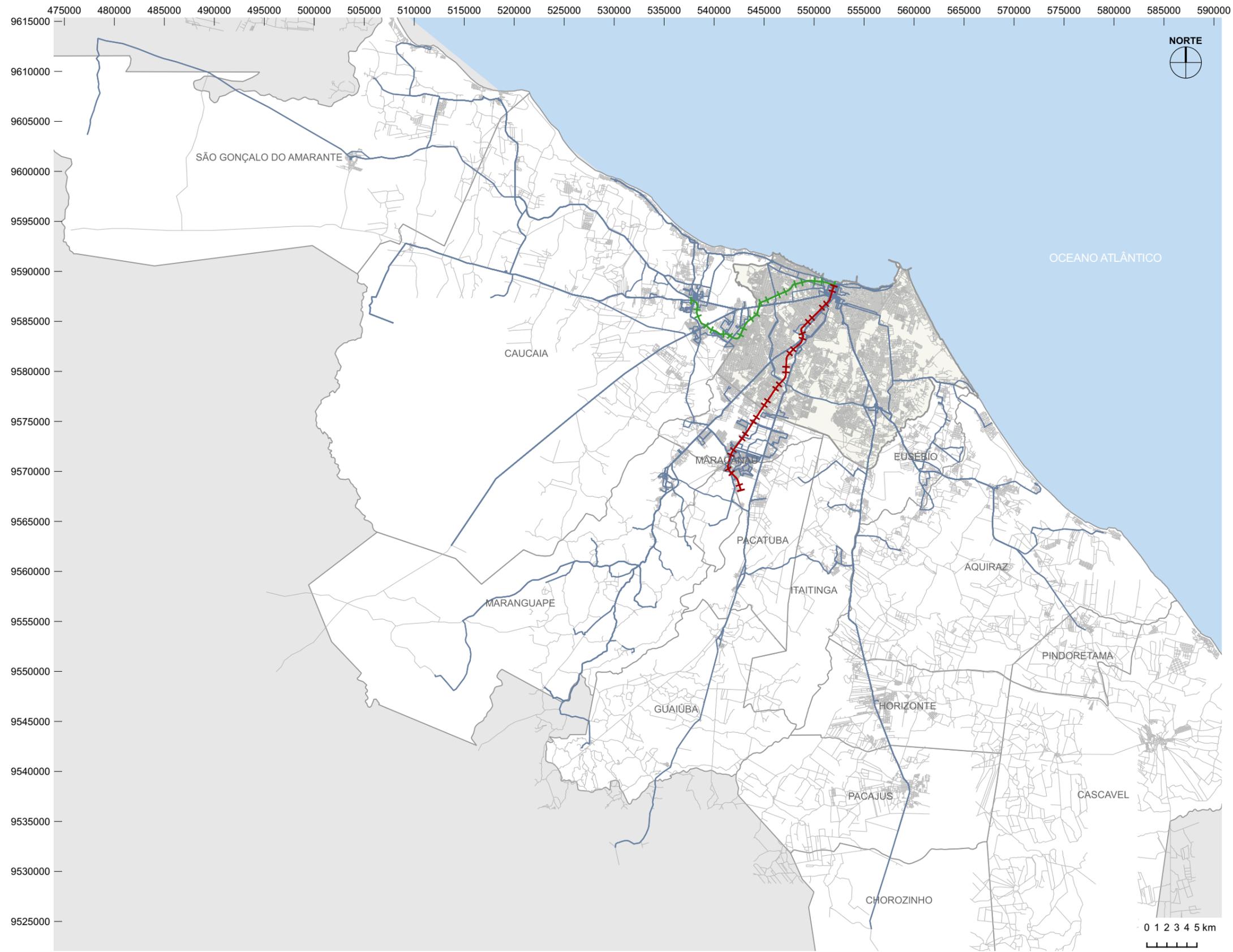
- 0 a 633
- 633 a 2.893
- 2.893 a 16.120
- 16.120 a 33.466

Fonte: IBGE
Especificações:
Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S

4.0. DADOS DE OFERTA DE TRANSPORTE PÚBLICO

4.0. DADOS DE OFERTA DE TRANSPORTE PÚBLICO

Os dados de oferta de transporte também serão utilizados na modelagem, juntamente com os dados de uso e ocupação do solo e os dados socioeconômicos, caracterizando, assim, um conjunto de informações necessárias para a realização de uma modelagem integrada. Dessa forma, são apresentados, a seguir, um conjunto mapas (MAPA Nº 16.0 ao MAPA Nº 23.0, contendo os itinerários) e os quadros (QUADRO Nº 2.0 e QUADRO Nº 3.0, contendo os demais dados operacionais) sobre as linhas de transporte público de Fortaleza e da sua Região Metropolitana, a saber, as linhas de ônibus e de vans urbanas e metropolitanas, bem como as ofertas de transporte sobre trilhos (trem e metrô).



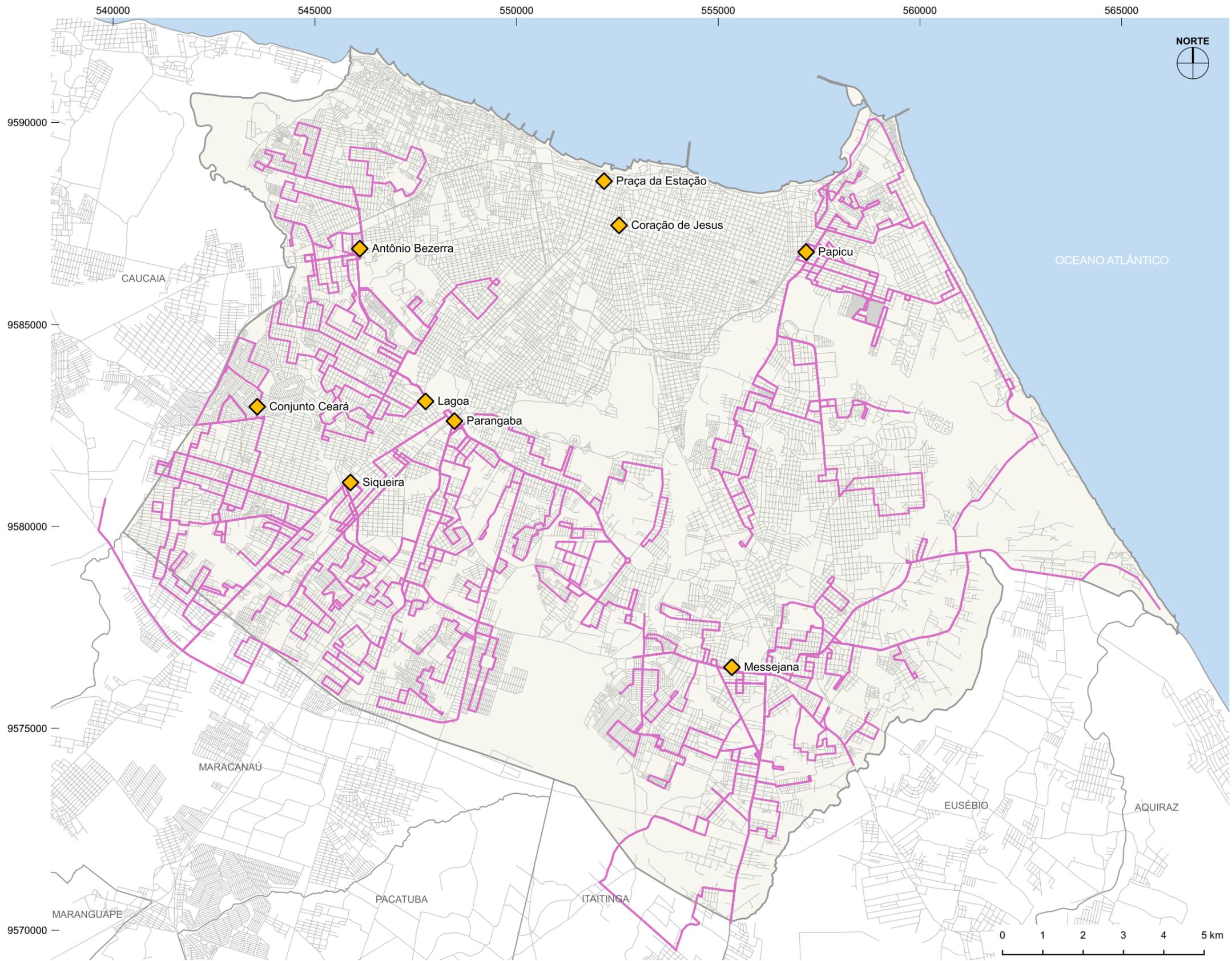
LEGENDA

- Município de Fortaleza
- Sistema Viário
- Metrô**
- Linha Oeste
- Linha Sul
- Transporte Público**
- Linha Metropolitana

Fonte: ETUFOR / PMF
 Especificações:
 Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



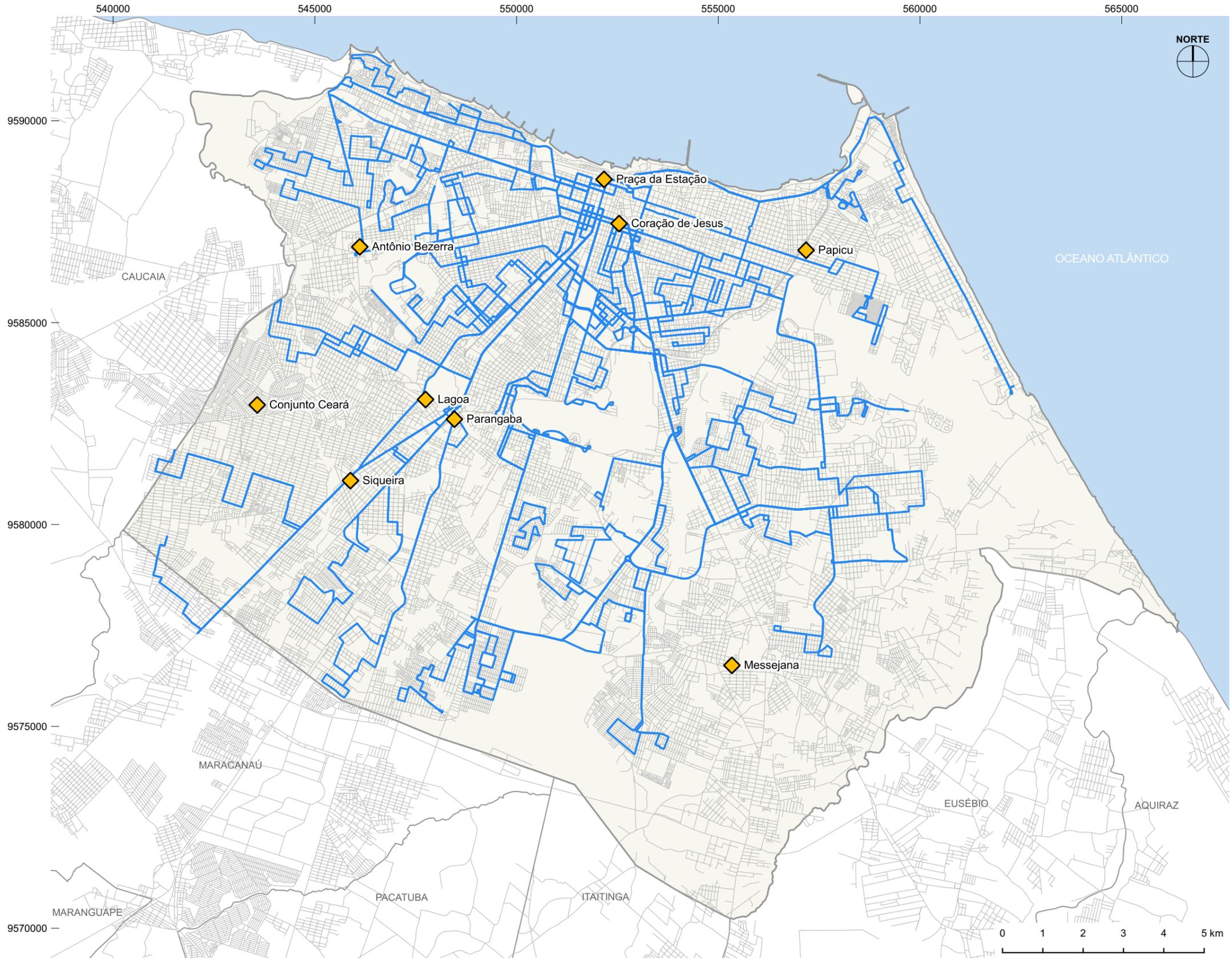
PROJETO: **FORTALEZA 2040**
FORTALEZA 2040



LEGENDA

- Município de Fortaleza
- Sistema Viário
- Transporte Público**
- Linha Alimentadora
- Terminal de Ônibus

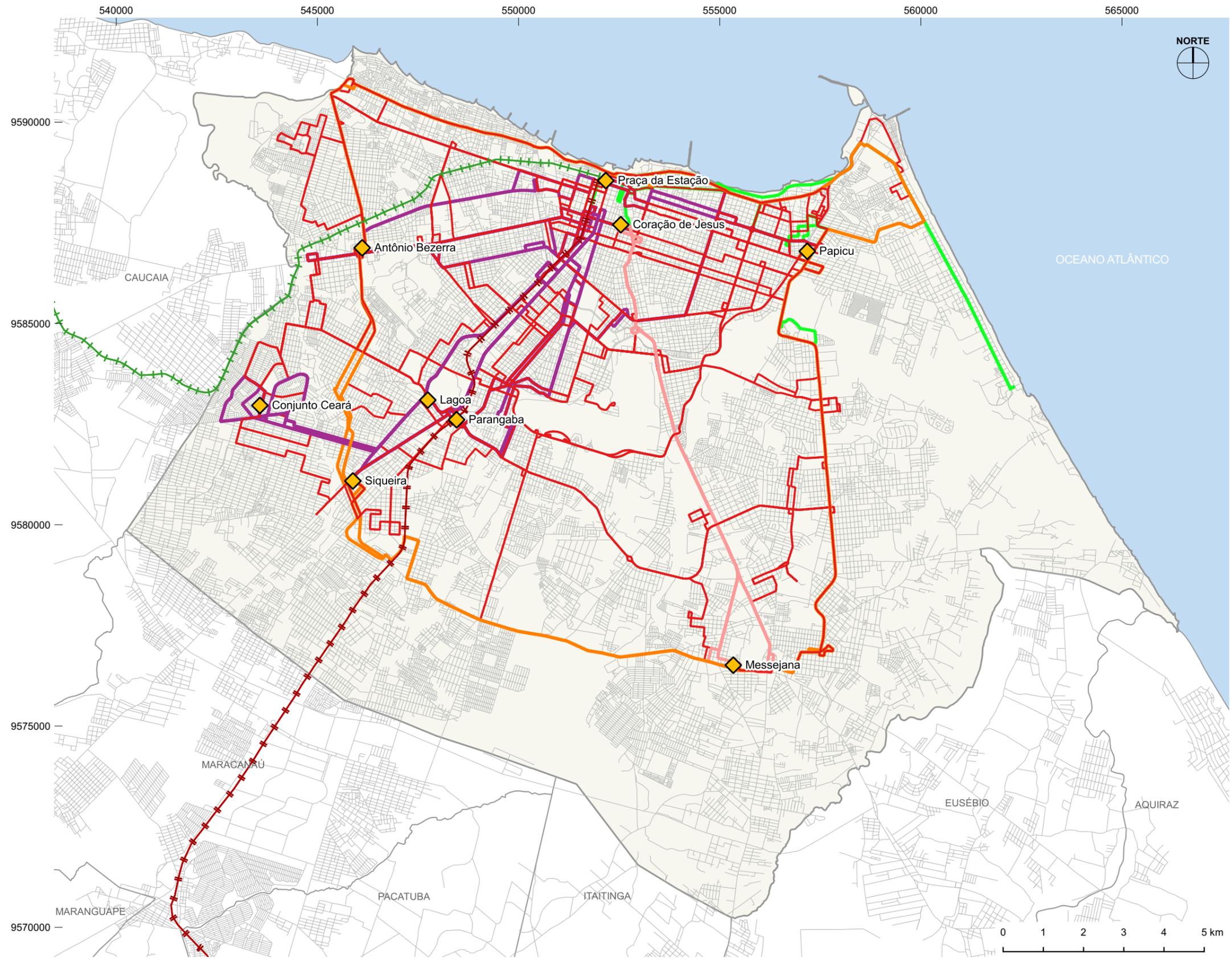
Fonte: ETUFOR / PMF
 Especificações:
 Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



LEGENDA

- Município de Fortaleza
- Sistema Viário
- Transporte Público**
- Linha Convencional
- Terminal de Ônibus

Fonte: ETUFOR / PMF
 Especificações:
 Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



LEGENDA

- Município de Fortaleza
- Sistema Viário
- Metrô**
- Linha Oeste
- Linha Sul
- Transporte Público**
- Linha Troncal Sul
- Linha Troncal Oeste
- Linha Troncal Norte
- Linha Troncal Circular
- Linha Complementar
- Terminal de Ônibus

Fonte: ETUFOR / PMF
 Especificações:
 Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



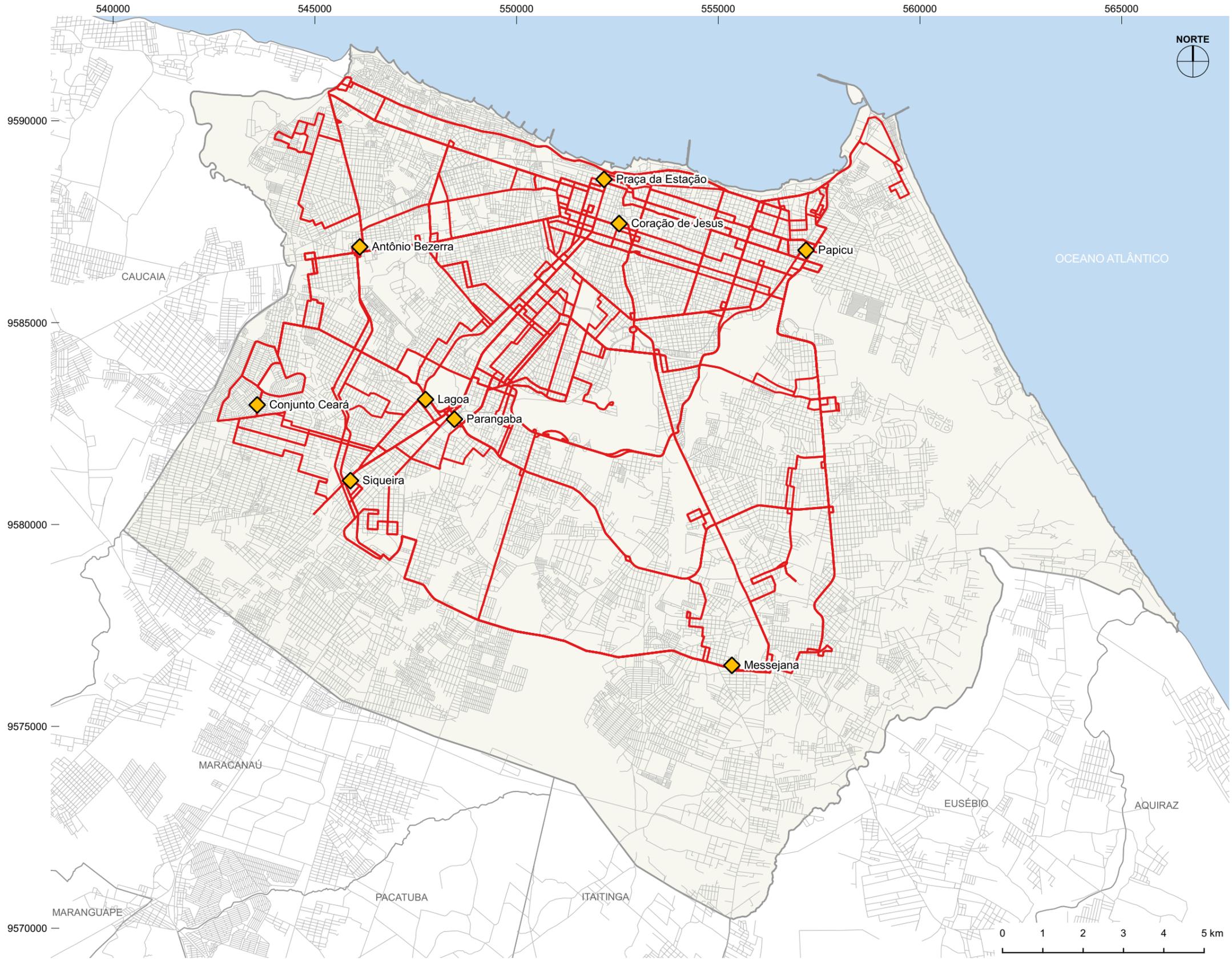
LEGENDA

- Município de Fortaleza
- Sistema Viário

Transporte Público

- Linha Troncal Circular
- Linha Circular
- Terminal de Ônibus

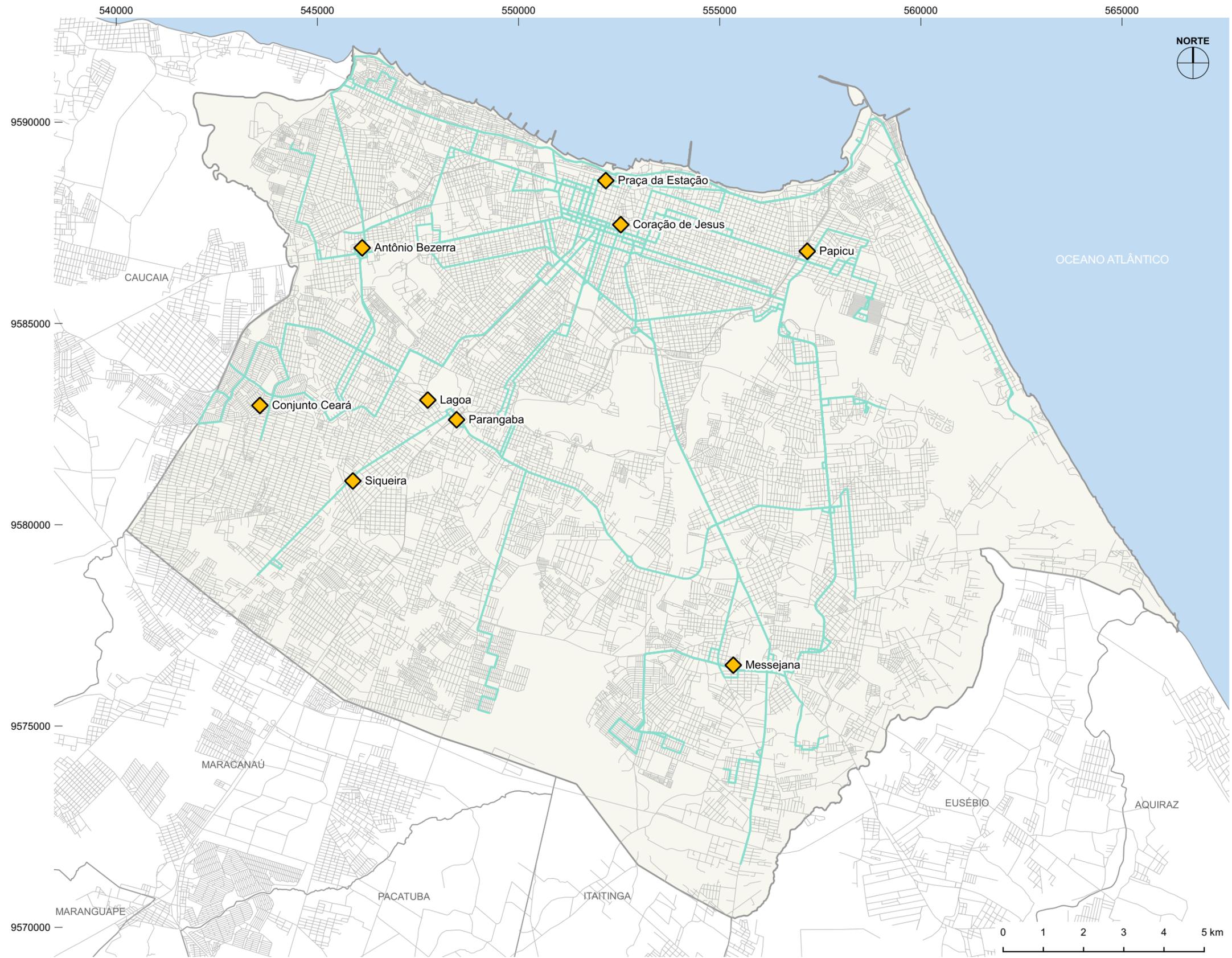
Fonte: ETUFOR / PMF
 Especificações:
 Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



LEGENDA

- Município de Fortaleza
- Sistema Viário
- Transporte Público**
- Linha Complementar
- Terminal de Ônibus

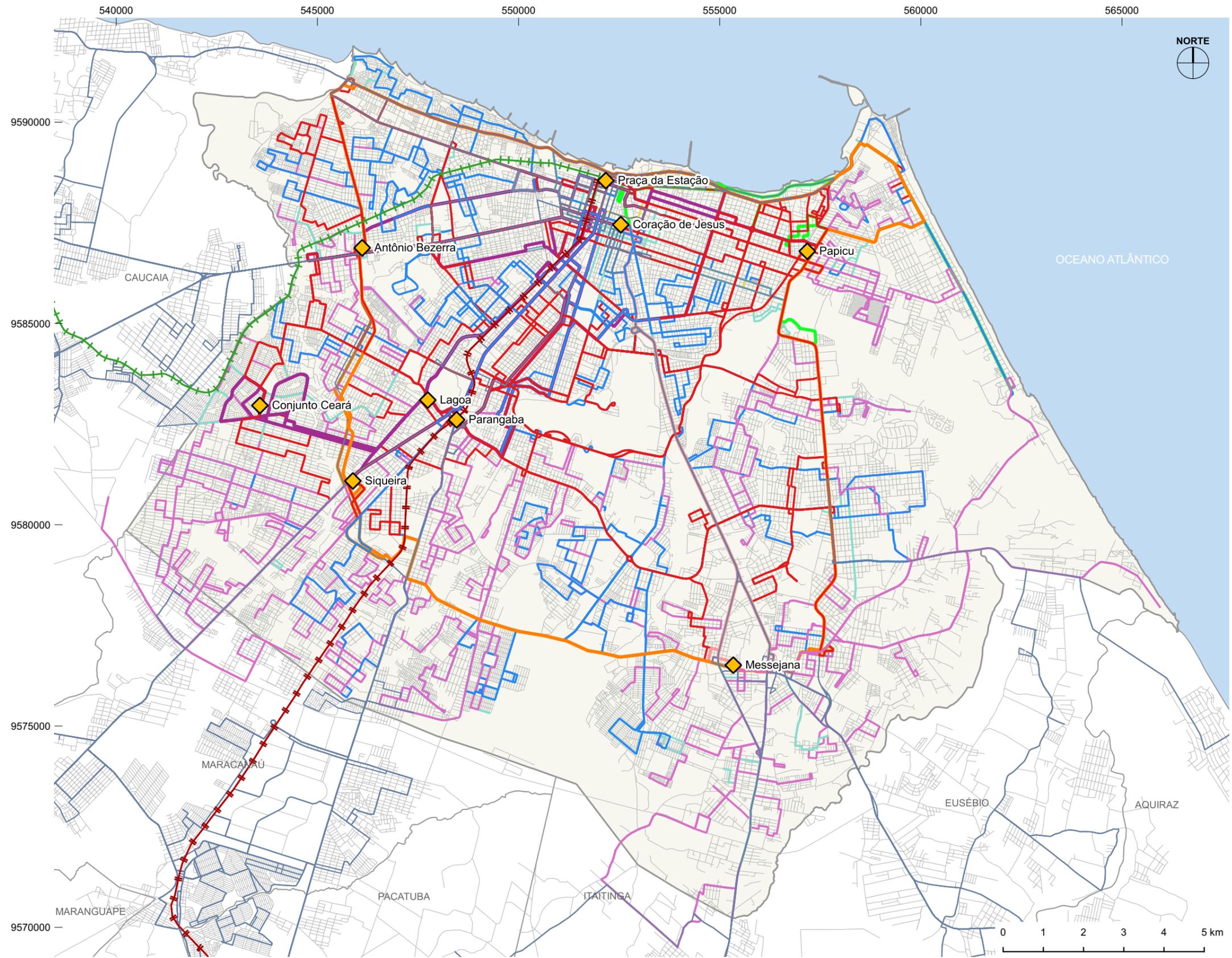
Fonte: ETUFOR / PMF
 Especificações:
 Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



LEGENDA

- Município de Fortaleza
- Sistema Viário
- Transporte Público**
- Vans / Microônibus
- Terminal de Ônibus

Fonte: ETUFOR / PMF
 Especificações:
 Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S



LEGENDA

- Município de Fortaleza
- Sistema Viário

Metrô

- Linha Oeste
- Linha Sul

Transporte Público

- Linha Troncal Sul
- Linha Troncal Oeste
- Linha Troncal Norte
- Linha Troncal Circular
- Linha Alimentadora
- Vans / Microônibus
- Linha Circular
- Linha Complementar
- Linha Convencional
- Linha Metropolitana
- Terminal de Ônibus



Fonte: ETUFOR / PMF
 Especificações:
 Sistema de Projeção UTM - DATUM SIRGAS 2000 - 24S

QUADRO Nº 2.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS METROPOLITANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
2000	Metrô linha Sul	Metrô Sul	6	20000	24,57	42,1
1000	Metrô linha Oeste	Trem Oeste	45	2500	19,30	49,8
024	Acaracuzinho / Fortaleza	Troncal	60	70	20,33	60,4
00199	Água Verde / Redenção / Fortaleza	Troncal	60	210	64,83	115,8
00081	Ancuri / Fortaleza	Troncal	120	70	28,80	59,2
00129	Aquiraz / Fortaleza	Troncal	24	250	28,93	63,3
041	Aquiraz / Fortaleza (via Porto das Dunas)	Troncal	120	50	29,23	69,1
10333	Araturi – Rota 1	Troncal	8	900	16,61	45,1
20333	Araturi – Rota 2	Troncal	24	350	16,34	44,1
30333	Araturi – Rota 3	Troncal	15	450	18,29	47,0
013	Araturi / Fortaleza	Troncal	30	140	16,85	48,6
00223	Arueira / Fortaleza	Troncal	120	50	38,71	77,0
10180	Barra do Ceará / Ceasa	Troncal	30	280	19,42	41,4
042	Beach Park / Fortaleza	Troncal	20	210	14,81	38,0
00263	Bom Princípio	Troncal	120	70	52,16	92,1
004	Bom Princípio / Fortaleza	Troncal	120	35	51,83	93,8
00039	Capuan / Genipabu	Troncal	30	280	25,82	64,9
00107	Caracanga / Fortaleza	Troncal	120	70	27,52	55,3
00061	Caracara / Fortaleza (via Batoque)	Troncal	120	50	47,22	92,3
10038	Caucaia	Troncal	20	420	16,52	41,9
20038	Caucaia – Rota 2 (via Vicente Arruda)	Troncal	12	700	21,59	51,7
005	Caucaia / Fortaleza (via Bom Jesus)	Troncal	60	70	20,95	51,7
00082	Chorozinho / Fortaleza	Troncal	120	70	67,43	105,6

QUADRO Nº 2.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS METROPOLITANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
00371	Cidade Nova	Troncal	60	140	19,50	60,3
007	Coité / Fortaleza	Troncal	60	70	54,34	112,1
00140	Coité / Matões	Troncal	60	140	53,63	116,1
00324	Conjunto Acaracuzinho / Fortaleza	Troncal	9	950	22,60	67,5
00151	Conjunto Industrial / Fortaleza	Troncal	15	560	16,68	54,0
10332r	Conjunto Metropolitano	Troncal	20	420	16,72	42,1
016	Conjunto Nova Metrópole / Fortaleza	Troncal	30	140	15,18	40,1
00350	Conjunto Novo Maracanaú / Fortaleza	Troncal	9	930	25,75	72,8
00179	Conjunto Pajuçara / Fortaleza	Troncal	20	420	25,32	68,8
10331	Conjunto Senador Carlos Jereissati – Rota 1	Troncal	9	933	28,53	75,9
20331	Conjunto Senador Carlos Jereissati – Rota 2	Troncal	8	1350	30,48	80,6
00326	Conjunto Timbó / Fortaleza	Troncal	12	700	22,79	63,4
00366	Cumbuco – Beira Mar (via Barra do Ceará)	Troncal	0		30,03	68,9
00366mh	Cumbuco – Beira Mar (via Mister Hull)	Troncal	120	70	37,28	86,4
009	Cumbuco / Fortaleza	Troncal	40	105	30,33	72,8
00363	Cumbuco (via Mister Hull)	Troncal	60	140	32,52	72,8
00347	Euzébio / Fortaleza	Troncal	0		19,87	47,6
00284	Fortaleza / Telha / Fortaleza	Troncal	120	70	31,14	59,1
00207	Fortaleza / Tipuiu / Mangabeira	Troncal	120	70	37,54	82,5
00199	Guaiuba / Fortaleza	Troncal	120	210	39,35	86,5
025	Guaiuba / Fortaleza	Troncal	80	52	38,69	84,7
037	Horizonte / Fortaleza	Troncal	8	525	46,52	84,8
039	Horizonte / Pacajus	Troncal	10	420	18,97	30,0

QUADRO Nº 2.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS METROPOLITANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
00080	Horizonte / Fortaleza	Troncal	120	70	42,59	72,8
010	Icaraí / Fortaleza (via Barra do Ceará)	Troncal	30	140	21,50	59,5
00363r	Icaraí via Barra do Ceará	Troncal	17	494	21,60	54,8
00045	Iguape via Aquiraz / Fortaleza	Troncal	30	320	47,32	92,3
00325	Itacima / Fortaleza	Troncal	60	140	62,62	125,7
031	Itaitinga / Fortaleza	Troncal	13	250	34,11	66,3
020	Jereissati / Fortaleza – Rota 1	Troncal	40	105	26,97	76,2
021	Jereissati / Fortaleza – Rota 2	Troncal	40	105	27,06	74,5
00043	Jubaia / Fortaleza	Troncal	120	70	38,64	92,2
00142	Jurema	Troncal	13	646	14,70	38,9
20303	Mangabeira / Ceasa (via Messejana)	Troncal	120	70	29,61	71,2
00373	Maracanaú / Maranguape	Troncal	60	140	24,17	55,1
00064	Maranguape – Fortaleza	Troncal	12	700	28,14	74,9
00374	Maranguape – Parque Luzardo Viana	Troncal	30	280	8,42	21,0
00338	Maranguape / Ceasa	Troncal	24	300	32,50	68,7
00067	Maranguape / Fortaleza	Troncal	20	380	27,02	70,7
10332	Metrópole 1	Troncal	7	1200	18,38	46,7
20338	Metrópole 2	Troncal	5	1400	17,62	45,0
00372	Mucunã / Maranguape	Troncal	120	70	10,20	20,7
019	Novo Maracanaú / Fortaleza	Troncal	40	105	27,21	77,7
036	Pacajus / Fortaleza	Troncal	7	350	51,94	87,4
00075	Pacajus / Fortaleza	Troncal	20	300	53,20	89,7
00204	Pacatuba / Fortaleza	Troncal	120	70	33,41	78,1

QUADRO Nº 2.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS METROPOLITANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
00368	Parque Albano	Troncal	15	560	13,27	42,4
10364	Parque Potira 1	Troncal	6	1400	13,75	37,8
20364	Parque Potira 2	Troncal	20	420	15,01	41,7
017	Parque Potira / Fortaleza	Troncal	40	105	12,85	34,8
00099	Pavuna / Fortaleza	Troncal	60	140	25,69	65,6
00066	Pecém / Fortaleza	Troncal	120	70	64,64	110,4
00060	Pitaguary / Fortaleza	Troncal	24	350	33,14	86,6
10348	Planalto Caucaia	Troncal	7	1200	17,22	43,5
20348	Planalto Caucaia – Rota 2	Troncal	30	280	19,62	48,9
014	Planalto Caucaia / Fortaleza	Troncal	15	280	18,49	49,5
00367	Porto das Dunas / Fortaleza	Troncal	120	70	20,77	61,8
00046	Prainha / Porto das Dunas / Fortaleza	Troncal	60	150	35,36	70,4
00274	São Bento via Itaitinga / Fortaleza	Troncal	60	140	46,48	79,6
00030	São Gonçalo / Pecém / Fortaleza	Troncal	120	70	70,16	116,9
00044	Sapupara / Fortaleza	Troncal	120	70	30,97	79,6
00065	Serrote / Fortaleza	Troncal	120	70	97,45	150,9
00040	Sítios Novos	Troncal	60	140	58,06	116,9
011	Sítios Novos / Fortaleza	Troncal	120	35	57,19	112,6
00228	Tabapuá	Troncal	30	280	12,96	33,9
015	Tabapuá / Fortaleza	Troncal	50	84	9,56	27,7
00235	Taíba / Fortaleza	Troncal	30	280	70,37	118,4
00211	Tanques / Fortaleza	Troncal	60	140	57,45	120,8
00108	Tapuio / Fortaleza	Troncal	60	140	31,66	63,8

QUADRO Nº 2.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS METROPOLITANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
00092	Taquara / Fortaleza	Troncal	60	140	24,91	61,7
026	Timbó / Fortaleza	Troncal	60	70	21,97	60,9
00122	Tito / Fortaleza	Troncal	120	70	34,43	85,5

Fonte: Elaboração própria.

QUADRO Nº 3.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS URBANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
324	1ª Etapa	Alimentadora	19	442	3,16	7,6
327	4ª Etapa	Alimentadora	6	1354	3,64	8,7
804	Aldeota	Alimentadora	7	1253	4,57	11,6
632	Alto Alegre / Messejana	Alimentadora	24	350	4,27	9,2
216	Antônio Bezerra	Alimentadora	7	1292	3,91	9,1
122	Antônio Bezerra / Álvaro Weyne	Alimentadora	10	857	5,95	14,3
375	Aracapé / Parangaba I	Alimentadora	7	1235	12,17	29,9
375	Aracapé / Parangaba II	Alimentadora	7	1235	9,78	24,2
466	Arvoredo / Parangaba	Alimentadora	9	903	9,56	24,8
215	Autran Nunes	Alimentadora	6	1400	3,67	8,3
318	Av. Lineu Machado	Alimentadora	10	815	4,83	12,5
643	Barroso Circular	Alimentadora	15	560	3,93	9,7
304	Bela Vista / Lagoa	Alimentadora	15	549	6,69	17,0
335	Bom Jardim I	Alimentadora	8	1050	7,18	16,5
366	Bom Jardim II	Alimentadora	10	857	6,83	15,8
338	Canindezinho	Alimentadora	8	1063	7,60	13,9
378	Canindezinho / Urucutuba	Alimentadora	32	260	10,50	18,9
631	Carlos Albuquerque	Alimentadora	24	350	7,37	12,7
311	Castelão / Parangaba	Alimentadora	12	688	10,85	30,5
825	Cidade dos Funcionários / Papicu / Jardim das Oliveiras	Alimentadora	20	415	11,27	28,8
815	Cidade dos Funcionários / Papicu / Tancredo Neves	Alimentadora	15	579	10,89	27,7
317	Cidade Nova / Parangaba	Alimentadora	8	1012	12,53	29,3
367	Conjunto Ceará / Bom Jardim	Alimentadora	16	525	7,77	18,7

QUADRO Nº 3.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS URBANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
357	Conjunto Ceará / Granja Lisboa	Alimentadora	15	556	7,07	17,0
379	Conjunto Esperança / Parangaba	Alimentadora	7	1150	8,10	20,0
330	Conjunto Esperança / Siqueira	Alimentadora	9	913	5,91	13,2
340	Conjunto Itapery	Alimentadora	13	631	6,56	17,7
377	Conjunto José Walter / Parangaba / Av. J	Alimentadora	13	656	9,54	23,5
347	Conjunto José Walter / Parangaba / Av. L	Alimentadora	13	672	10,01	24,7
637	Conjunto Maria Tomásia / Santa Filomena (Sábado)	Alimentadora	22	381	7,45	16,3
629	Conjunto Palmeiras / Perimetral	Alimentadora	5	1555	6,76	16,4
636	Conjunto Palmeiras / Santa Maria	Alimentadora	16	535	9,09	19,9
309	Conjunto Sumaré / Parangaba	Alimentadora	15	560	7,13	20,5
635	Conjunto Tamandaré	Alimentadora	19	442	6,17	15,0
339	Conjunto Veneza Tropical I / Parangaba	Alimentadora	27	311	4,77	13,9
349	Conjunto Veneza Tropical II / Parangaba	Alimentadora	29	294	7,16	19,5
676	Curió	Alimentadora	9	943	6,08	16,3
312	Dias Macedo / Parangaba	Alimentadora	16	538	9,16	24,9
205	Dom Lustosa	Alimentadora	11	763	4,63	11,0
806	Edson Queiroz / Papicu	Alimentadora	7	1150	9,60	28,1
214	Estação / Pio Saraiva I	Alimentadora	6	1312	3,89	9,7
217	Estação / Pio Saraiva II	Alimentadora	18	466	4,85	11,1
356	Genibaú / Lagoa	Alimentadora	13	646	4,82	12,5
641	Guajeru I	Alimentadora	21	403	11,72	29,7
841	HGF / Papicu	Alimentadora	8	1090	2,44	6,0
630	Itamaraty / Elizabeth II	Alimentadora	17	497	6,78	13,6

QUADRO Nº 3.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS URBANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
346	Jardim Fluminense	Alimentadora	13	636	5,67	13,4
212	Jardim Guanabara / Nova Assunção I	Alimentadora	7	1150	5,31	12,7
213	Jardim Guanabara / Nova Assunção II	Alimentadora	7	1135	4,02	9,6
337	Jardim Jatobá / Siqueira I	Alimentadora	14	600	8,61	17,7
397	Jardim Jatobá / Siqueira II	Alimentadora	17	506	9,47	20,3
321	Jardim União / Parangaba	Alimentadora	11	763	10,73	30,4
225	João Arruda	Alimentadora	12	700	4,18	9,4
645	João Paulo II	Alimentadora	22	381	2,55	6,3
323	João XXIII / Lagoa	Alimentadora	12	700	2,90	8,6
351	Jóquei / Bonsucesso	Alimentadora	9	933	6,09	16,1
616	Lagoa Redonda I	Alimentadora	18	466	6,90	17,6
626	Lagoa Redonda II	Alimentadora	18	466	8,37	19,6
617	Lagoa Redonda / Abreulândia	Alimentadora	33	254	13,36	31,6
021	Luciano Cavalcante / Papicu	Alimentadora	14	600	12,77	37,2
656	Messejana / Sabiaguaba	Alimentadora	40	210	13,54	31,1
334	Mondubim Siqueira I	Alimentadora	12	730	3,69	8,0
334	Mondubim / Siqueira II	Alimentadora	12	730	3,23	6,9
920	Papicu / Caça e Pesca	Alimentadora	10	840	8,50	19,8
814	Papicu / Castelo Encantado	Alimentadora	18	466	3,82	10,2
832	Papicu / Cidade 2000	Alimentadora	8	1090	6,77	17,0
820	Papicu / Conjunto Alvorada	Alimentadora	8	1063	10,31	30,7
831	Papicu / H Geral / Cidade 2000 (Dom)	Alimentadora	7	1200	6,10	14,8
810	Papicu / Praia do Futuro (Dias úteis – Sábado)	Alimentadora	8	1024	7,07	17,7

QUADRO Nº 3.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS URBANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
913	Papicu / Serviluz / Varjota	Alimentadora	7	1200	4,36	12,3
313	Parangaba / Alto da Paz	Alimentadora	14	600	6,65	16,8
353	Parangaba / Parque Veras	Alimentadora	13	661	4,91	12,7
382	Parque Jerusalém	Alimentadora	11	777	3,52	7,0
369	Parque Presidente Vargas	Alimentadora	13	646	8,91	22,4
336	Parque Santa Cecília I	Alimentadora	9	893	5,65	12,8
376	Parque Santa Cecília II	Alimentadora	9	943	5,52	12,5
618	Parque Santa Rosa	Alimentadora	13	672	7,06	16,0
329	Parque Santa Rosa / Siqueira	Alimentadora	9	933	5,01	11,7
384	Parque Santana	Alimentadora	15	560	5,71	12,7
383	Parque São João / Siqueira	Alimentadora	34	247	9,38	19,9
319	Parque São Jose / Osório Paiva	Alimentadora	8	1037	5,95	15,2
342	Parque São Vicente	Alimentadora	11	763	5,16	11,5
243	Parque Universitários / Antônio Bezerra	Alimentadora	12	700	5,23	12,2
394	Parque Universitários / Lagoa I	Alimentadora	20	420	5,56	14,2
394	Parque Universitários / Lagoa II	Alimentadora	20	420	4,26	11,1
655	Passaré / Messejana	Alimentadora	22	381	6,45	15,7
391	Passaré / Parangaba	Alimentadora	10	857	7,34	21,2
619	Paupina	Alimentadora	20	420	5,91	14,9
621	Pedras I	Alimentadora	23	370	11,03	19,1
622	Pedras II	Alimentadora	23	371	12,37	22,9
456	Planalto Ayrton Senna / Parangaba	Alimentadora	7	1183	12,50	31,9
386	Planalto Granja Lisboa I	Alimentadora	7	1166	5,63	12,8

QUADRO Nº 3.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS URBANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
386	Planalto Granja Lisboa II	Alimentadora	7	1166	4,20	9,3
210	Quintino Cunha / Antônio Bezerra	Alimentadora	9	954	3,83	9,2
623	Santa Fé	Alimentadora	24	352	5,65	11,5
381	Santa Maria / Siqueira	Alimentadora	8	1090	8,27	15,9
359	Santa Tereza	Alimentadora	10	840	5,79	14,5
686	São Bernardo	Alimentadora	41	206	5,77	15,1
646	São Cristóvão	Alimentadora	15	579	3,69	9,0
395	Sítio Córrego / Parangaba	Alimentadora	19	435	6,13	16,0
628	Sítio São João / Santa Maria	Alimentadora	18	469	7,28	16,2
344	Vila Betânia / Parangaba	Alimentadora	16	525	5,14	14,4
011	Circular I	Circular	6	1333	16,92	66,3
061	Linha Central	Circular	15	579	4,08	18,4
088	Antônio Bezerra / Albert Sabin	Complementar	10	857	10,41	32,2
042	Antônio Bezerra / Francisco Sá / Papicu	Complementar	5	1584	18,48	55,2
024	Antônio Bezerra / Lagoa / UNIFOR	Complementar	7	1272	22,77	67,4
026	Antônio Bezerra / Messejana	Complementar	7	1272	21,39	58,0
082	Antônio Bezerra / Messejana / Perimetral	Complementar	10	840	20,61	45,9
071	Antônio Bezerra / Mucuripe	Complementar	16	538	15,99	50,9
079	Antônio Bezerra / Náutico	Complementar	10	807	14,47	52,3
028	Antônio Bezerra / Papicu	Complementar	4	1909	14,40	49,7
092	Antônio Bezerra / Papicu / Praia de Iracema	Complementar	7	1253	19,71	53,7
072	Antônio Bezerra / Parangaba	Complementar	5	1555	6,54	17,8
097	Antônio Bezerra / Siqueira	Complementar	8	1037	7,33	16,0

QUADRO Nº 3.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS URBANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
074	Antônio Bezerra / UNIFOR	Complementar	7	1292	17,30	64,5
031	Av. Borges de Melo I	Complementar	10	875	29,96	94,9
613	Barroso / Jardim Violeta	Complementar	18	459	15,53	38,3
086	Bezerra de Menezes / Santos Dumont	Complementar	6	1377	14,69	52,8
076	Conjunto Ceará / Aldeota	Complementar	7	1200	21,53	70,7
015	Conjunto Ceará / Antônio Bezerra I	Complementar	7	1217	8,39	19,6
081	Conjunto Ceará / Antônio Bezerra II	Complementar	13	636	7,76	18,1
083	Conjunto Ceará / Lagoa / Augusto dos Anjos	Complementar	11	750	5,79	16,8
043	Conjunto Ceará / Lagoa / Fernandes Távora	Complementar	9	943	9,26	23,1
045	Conjunto Ceará / Papicu / Montese	Complementar	5	1584	22,81	72,9
345	Conjunto Ceará / Siqueira	Complementar	6	1333	7,27	16,7
114	Conjunto Nova Assunção / Francisco Sá	Complementar	9	954	18,50	45,9
016	Cuca Barra / Papicu	Complementar	11	763	15,57	44,4
070	Cuca Barra / Parangaba / Centro	Complementar	10	865	16,59	47,6
308	Demócrito Rocha	Complementar	13	631	8,48	27,9
087	Expresso / Siqueira / Papicu	Complementar	7	1200	19,89	49,9
080	Francisco Sá / Parangaba	Complementar	12	724	14,12	38,6
322	Granja Portugal / Lagoa	Complementar	11	763	7,73	21,3
307	Itaoca / Jardim América	Complementar	12	724	8,19	29,8
320	João XXIII / Centro	Complementar	15	552	10,50	39,5
067	Lagoa / Albert Sabin	Complementar	10	840	7,75	26,1
085	Lagoa / Aldeota	Complementar	12	705	14,93	49,0
068	Messejana / Papicu / Cambeba	Complementar	10	807	18,28	51,0

QUADRO Nº 3.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS URBANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
053	Messejana / Papicu / Washington Soares	Complementar	6	1448	16,07	45,7
315	Messejana / Parangaba	Complementar	10	875	12,79	32,7
025	Opaia / Lagoa	Complementar	27	313	7,40	23,9
413	Parangaba / Expedicionários (Dias úteis)	Complementar	10	823	8,01	26,2
040	Parangaba / Lagoa	Complementar	5	1680	1,41	5,5
077	Parangaba / Mucuripe	Complementar	10	840	17,29	62,1
029	Parangaba / Náutico	Complementar	6	1333	13,55	51,7
041	Parangaba / Oliveira Paiva / Papicu	Complementar	6	1400	21,10	66,8
038	Parangaba / Papicu	Complementar	8	1037	13,71	54,0
066	Parangaba / Papicu / Aeroporto	Complementar	12	717	19,03	52,2
044	Parangaba / Papicu / Montese	Complementar	7	1135	13,81	50,4
060	Parquelândia / Parangaba	Complementar	10	884	9,36	28,4
332	Siqueira / Lagoa	Complementar	8	1000	3,37	11,1
084	Siqueira / Messejana / Perimetral	Complementar	8	1076	13,93	31,6
361	Siqueira / Osório de Paiva / Parangaba	Complementar	5	1615	3,46	9,1
030	Siqueira / Papicu / 13 de Maio	Complementar	6	1473	16,80	59,4
027	Siqueira / Papicu / Aeroporto	Complementar	8	1063	18,27	49,2
050	Siqueira / Papicu / Washington Soares	Complementar	7	1253	29,89	77,7
073	Siqueira / Praia de Iracema (Dias úteis)	Complementar	6	1500	15,86	52,6
362	Siqueira / Vila Manoel Sátiro / Parangaba	Complementar	8	1090	7,79	19,5
903	Varjota	Complementar	14	613	9,78	36,9
069	Via Expressa / Lagoa	Complementar	11	736	15,42	48,2
601	Aerolândia I	Convencional	7	1235	6,50	21,4

QUADRO Nº 3.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS URBANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
404	Aeroporto / Benfica	Convencional	16	525	10,32	30,6
013	Aguanambi I	Convencional	14	608	12,99	46,6
112	Álvaro Weyne / Centro	Convencional	10	865	7,87	21,6
374	Aracapé / Centro	Convencional	15	560	19,15	58,1
503	Av. 13 de Maio I	Convencional	14	600	6,24	22,3
504	Av. 13 de Maio II	Convencional	12	700	4,94	21,3
702	Av. Antônio Sales / Dionísio Torres	Convencional	12	700	4,21	16,9
501	Bairro de Fátima	Convencional	12	700	4,69	17,1
101	Beira Rio	Convencional	6	1448	9,82	26,9
305	Bela Vista / Humberto Monte	Convencional	20	420	7,73	25,1
365	Bela Vista / Viriato Ribeiro	Convencional	20	420	7,83	25,3
201	Bezerra Menezes / Bairro Ellery	Convencional	10	807	5,39	15,4
333	Bom Jardim / Centro / Expresso	Convencional	11	777	19,36	55,7
906	Caça e Pesca / Serviluz / Centro	Convencional	6	1333	16,70	44,7
020	Campus do Pici	Convencional	6	1473	2,07	4,1
075	Campus do Pici / UNIFOR	Convencional	8	1105	17,14	60,3
310	Campus Universitários / Pan Americano	Convencional	21	400	8,79	28,2
907	Castelo Encantado	Convencional	15	575	7,86	27,3
833	Cidade 2000 / Centro	Convencional	13	661	12,28	40,2
610	Cidade dos Funcionários / Conjunto Alvorada	Convencional	18	469	13,90	38,9
611	Cidade dos Funcionários / COFECO / Lago Jacarey	Convencional	35	240	18,80	50,8
609	Cidade dos Funcionários / Sítio São José	Convencional	12	724	18,48	49,5
331	Conjunto Esperança / Centro	Convencional	11	763	14,73	45,3

QUADRO Nº 3.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS URBANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
605	Conjunto José Walter / BR-116 / Av. I	Convencional	17	497	17,43	52,0
606	Conjunto José Walter / BR-116 / Av. N	Convencional	17	497	19,12	55,3
407	Conjunto José Walter / Expedicionários	Convencional	11	800	15,59	47,5
660	Conjunto Palmeiras / Centro / Expresso	Convencional	8	1050	16,64	46,7
612	Conjunto Tancredo Neves / Lagamar	Convencional	10	840	10,61	28,8
604	Dias Macedo / Centro	Convencional	15	563	11,74	31,3
816	Edson Queiroz / Centro	Convencional	9	943	12,31	41,5
316	Genibaú / Centro	Convencional	15	549	13,38	39,4
314	Henrique Jorge	Convencional	11	736	11,40	37,5
303	Igreja São Raimundo	Convencional	16	512	6,54	20,9
666	Jardim Castelão	Convencional	16	525	16,39	44,0
022	Jardim das Oliveiras / Centro	Convencional	14	622	12,53	34,5
115	Jardim Guanabara / Francisco Sá	Convencional	10	865	13,96	34,9
111	Jardim Iracema	Convencional	7	1166	9,20	24,4
387	Jardim Jatobá / Centro / Expresso	Convencional	14	604	18,08	49,7
603	Jardim União / Centro	Convencional	8	1090	15,16	43,7
905	Meireles	Convencional	15	575	8,22	27,8
206	Padre Andrade	Convencional	13	636	15,50	42,7
701	Parque Americano	Convencional	14	608	5,66	20,9
405	Parque Dois Irmãos / Expedicionários	Convencional	10	857	15,31	46,2
625	Parque Manibura / Borges Melo	Convencional	35	237	15,01	42,0
602	Parque Pio XII / Ana Goncalves	Convencional	8	1024	6,25	22,9
633	Passaré / Centro	Convencional	24	344	13,18	35,0

QUADRO Nº 3.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS URBANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
406	Planalto Ayrton Senna / Expedicionários	Convencional	12	700	17,82	52,8
110	Planalto das Goiabeiras	Convencional	15	567	13,46	36,1
240	Quintino Cunha / Centro	Convencional	15	560	10,57	32,0
202	Rodolfo Teófilo / Bezerra Menezes	Convencional	20	420	4,88	17,7
302	Rodolfo Teófilo / José Bastos	Convencional	20	420	5,91	21,6
108	Santa Maria / Bezerra Menezes	Convencional	7	1183	8,01	25,0
363	Vila Manoel Sátiro / Centro	Convencional	14	587	11,77	38,6
102	Vila Santo Antônio / Nossa Senhora das Graças	Convencional	8	1000	6,79	19,9
502	Vila União	Convencional	8	1050	10,20	32,7
051	Grande Circular I	Troncal circular	10	875	63,06	163,5
017	Aldeota / Centro I (TopBus)	Troncal Norte	15	560	10,36	36,2
049	Caça e Pesca / Centro / Beira Mar (TopBus)	Troncal Norte	15	560	15,58	38,8
350	Av. José Bastos	Troncal Oeste	8	1090	7,34	28,1
220	Av. Sargento Hermínio	Troncal Oeste	6	1354	7,45	24,6
251	Bezerra de Menezes / Coração de Jesus	Troncal Oeste	6	1400	10,37	32,5
341	Conjunto Ceará I	Troncal Oeste	12	700	14,78	47,1
343	Conjunto Ceará II	Troncal Oeste	12	700	15,36	49,5
385	Conjunto Ceará / Centro	Troncal Oeste	11	792	12,14	40,7
901	Dom Luís	Troncal Oeste	10	857	8,57	32,6
389	Jovita Feitosa	Troncal Oeste	8	1120	8,80	27,2
411	Montese / Lagoa	Troncal Oeste	10	884	8,37	34,6
401	Montese / Parangaba	Troncal Oeste	6	1448	7,15	29,8
403	Parangaba / Centro / Expedicionários	Troncal Oeste	13	666	9,74	34,4

QUADRO Nº 3.0 – INFORMAÇÕES DAS LINHAS URBANAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA (CONTINUAÇÃO)

Código	Nome	Tipo	Intervalo (min)	Capacidade / hora	Extensão (km)	Tempo de Viagem (min)
390	Parangaba / João Pessoa	Troncal Oeste	6	1473	6,90	27,6
371	Parangaba / José Bastos	Troncal Oeste	8	1037	8,43	32,2
360	Siqueira / João Pessoa	Troncal Oeste	5	1787	9,68	33,2
355	Siqueira / José Bastos	Troncal Oeste	3	2800	9,80	34,7
099	Siqueira / Mucuripe / Br. de Studart	Troncal Oeste	9	933	20,57	64,8
650	Messejana / Centro / BR Nova / Expresso	Troncal Sul	3	2470	12,84	35,4
600	Messejana / Centro / Frei Cirilo	Troncal Sul	9	913	14,14	39,7
11	Barra do Ceará / Cais do Porto (STPC)	Vans / Micro	15	560	17,47	43,7
52	Caça e Pesca / Centro (STPC)	Vans / Micro	15	560	20,61	59,8
05	Canindezinho / Iguatemi (STPC)	Vans / Micro	15	560	25,06	72,2
53	Cidade 2000 / Sargento Herminio (STPC)	Vans / Micro	15	560	18,36	61,9
10	Conjunto Ceará / Bonsucesso / Centro (STPC)	Vans / Micro	15	560	17,57	53,7
09	Conjunto Ceará / Centro (STPC)	Vans / Micro	15	560	14,10	44,7
59	Conj. Palmeiras / Centro (STPC)	Vans / Micro	15	560	21,55	56,5
55	Conjunto Alvorada / North Shopping (STPC)	Vans / Micro	15	560	20,27	66,7
12	Conjunto Palmeiras / Papicu (STPC)	Vans / Micro	15	560	24,61	67,5
06	Edson Queiroz / Barra do Ceará (STPC)	Vans / Micro	15	560	27,41	84,6
54	Granja Lisboa / Goiabeiras (STPC)	Vans / Micro	15	560	20,97	62,7
28	José Walter / Centro (STPC)	Vans / Micro	15	560	15,52	48,5
25	Parque Santa Maria / Liceu (STPC)	Vans / Micro	15	560	24,29	63,4
03	Paupina / Pici (STPC)	Vans / Micro	15	560	25,84	84,8
13	Santos Dumont / Perimetral (STPC)	Vans / Micro	15	560	18,01	59,3
57	Vila Velha / Centro (STPC)	Vans / Micro	15	560	11,53	32,5

Fonte: Elaboração própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das informações apresentadas, o modelo integrado de planejamento da mobilidade urbana será elaborado – tanto para pessoas quanto para cargas – calibrado e validado para o cenário existente. Esse cenário será utilizado para auxiliar na caracterização do próprio cenário existente e será a base para a elaboração de cenários futuros, que poderão ser avaliados de forma bem abrangente, permitindo avaliar inúmeras possibilidades de intervenções urbanísticas, associadas a uma nova economia voltada para as necessidades locais, bem como para as inovações do século XXI e, obviamente, integradas a uma nova oferta de transporte projetada especificamente para esse novo ambiente.

Entende-se que essa proposta vem para preencher as deficiências identificadas em processos de planejamento outrora realizados, contribuindo para a formação de uma sociedade com maior acessibilidade e, conseqüentemente, com maior qualidade de vida, tornando Fortaleza uma cidade mais justa e sustentável nesses aspectos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PESSOAS

BIERLAIRE, M. **Discrete choice models. Operations Research and Decision Aid Methodologies in Traffic and Transportation Management**, 203–227, 1997.

DE LA BARRA, T. **Integrated land use and transport modelling: Decision chains and hierarchies**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana**. Brasil, 2015.

MODELÍSTICA. **TRANUS: Sistema Integrado de Simulação da Localização das Atividades, Usos do Solo e Transportes**. 2011.

MODELÍSTICA. **Formulación Matemática de TRANUS**. Caracas, 2013.

GUILHOTO, M. J. J. **Análise de Insumo-Produto: Teoria e Fundamentos**. 2004.

SOARES, F. D. P. **Proposta metodológica de compreensão da problemática das relações entre uso do solo e transportes no planejamento urbano integrado**. Universidade Federal do Ceará, 2014.

VAN WEE, B.; ANNEMA, J. A. e BANISTER, D. **The transport system and transport policy**. Northampton: Edward Elgar Publishing Limited, 2013.

CARGAS

ALLEN, J.; BROWNE, M. Sustainability Strategies for City Logistics. In: MCKINNON, A.; CULLINANE, S.; BROWNE, M.; WHITEING, A. **Green Logistics – Improving the Environmental Sustainability of Logistics**. London: Kogan Page, 2010.

BATTEN, D.F., BOYCE, D.E. Spatial Interaction, Transportation, and Interregional Commodity Shipment Models. In: NIJKAMP, P. **Handbook of Regional and Urban Economics**. Amsterdam: North-Holland, 1986.

BROWNE, M.; NEMOTO, T.; VISSER, J.; WHITEING, T. **Urban Freight Movements and Public-Private Partnership. Logistics Systems for Sustainable Cities. Proceedings of the 3rd International Conference on City Logistics**. Madeira, 2003.

CASCETTA, E. **Transportation Systems Analysis: Models and Applications (Springer Optimization and Its Applications)**. New York: Springer, 2009.

COMI, A.; SITE, P. D.; FILIPPI F.; NUZZOLO A. **Urban Freight Transport Demand Modelling: a State of the Art**. Università di Roma, 2012.

DABLANC, L. Goods Transport in Large European Cities: Difficult to Organize, Difficult to Modernize. In: **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, London: Elsevier, 2007.

HOLGUÍN-VERAS, J.; JALLER, M. (2012) Comprehensive Freight Demand Data Collection Framework for Large Urban Areas. In: **Proceedings of 91st Annual Meeting of Transportation Research Board (TRB)**. Washington, 2012.

JIANG, L. e MAHMASSANI, H. S. City Logistics: Freight Management with Time-Dependent Travel Times and Application to Large-Scale Networks. In: **Transportation Research Board 92nd Annual Meeting**. Washington, 2013.

LIMA JR, O. F. Análise e Avaliação do Desempenho dos Serviços de Transporte de Carga. In: CAIXETA-FILHO, J. V.; MARTINS, R. S. **Gestão Logística do Transporte de Cargas**. São Paulo: Atlas, 2003.

MELO, S. Evaluation of Urban Goods Distribution Initiatives: An Empirical Overview in the Portuguese Context. In: MACHARIS, C.; MELO, S. **City Distribution and Urban Freight Transport: Multiple Perspectives**. Cheltenham: Edward Elgar, 2011.

MUÑUZURI, J.; LARRAÑETA, J.; ONIEVA, L.; CORTÉS, P. Solutions Applicable by Local Administrations for Urban Logistics Improvement. In: **Cities**, v. 22, 2005.

NUZZOLO, A.; COMI, A. City Logistics Planning: Demand Modelling Requirements for Direct Effect Forecasting. In: **Procedia – Social and Behavioral Sciences n. 125**. London: Elsevier, 2014.

ORTÚZAR, J. D.; WILLUNSEN, L. G. **Modelling Transport**. Chinchester: Jonh Wiley & Sons, 2011.

TAMIM, O.; WILLUMSEN, L. **Freight Demand Model Estimation from Traffic Counts. Proceeding PTCR Summer Annual Meeting**. London: PTCR Education and Research Services Limited, 1988.

TANIGUCHI, E.; JAMES, J.; BARBER, R.; IMANASHI, Y.; DEBAUCHE, W. **Public Sector Governance of Urban Freight Transport**. 2012.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; YAMADA, T. (2014) Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics. In: **Procedia – Social and Behavioral Sciences n. 125**. London: Elsevier, 2014.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R.; YAMADA, T.; VAN DUIN, R. **City Logistics – Network Modeling and Intelligent Transport Systems**. Amsterdam: Elsevier, 2001.