



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE AO CAMPUS UFPA POR TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

PAULO VICTOR DA SILVA PINTO

BELÉM/PA
DEZEMBRO/2019

PAULO VICTOR DA SILVA PINTO

**ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE AO CAMPUS UFPA POR
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar

BELÉM/PA
DEZEMBRO/2019

PAULO VICTOR DA SILVA PINTO

**ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE AO CAMPUS UFPA POR
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Belém, 03 de Dezembro de 2019.

Examinadores:



Professor Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar

Orientador

Universidade Federal do Pará – UFPA



Professor Dr. André Augusto Azevedo Montenegro Duarte

Membro da banca

Universidade Federal do Pará – UFPA



Professor Dr. Frederico Guilherme Pamplona Moreira

Membro da banca

Universidade Federal do Pará – UFPA

A Deus por abençoar em todos os momentos. A Laurinha, o Tonzinho e o Vô Raimundo *in memoriam*.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por participar de cada momento, por consolar e orientar nas derrotas e partilhar de todas as vitórias.

A minha mãe Paula Lopes e a minha irmã Maria Eduarda pelo apoio e incentivo incondicional. Agradeço a todo apoio da minha família Silva.

A meu pai Geraldo Pinto por me apoiar em todos os momentos mesmo à distância, mas sempre presente de coração e pensamento. E a toda a família Pinto.

A Victoria Corrêa, agradeço por sempre ter palavras de incentivo para superação de obstáculos.

Ao meu orientador Marcelo Massulo, agradeço a dedicação, ensinamentos, conselhos e paciência.

A UFPA e todos meus professores agradeço pelo conhecimento e ensinamento que me proporcionaram, em especial aos professores: André Montenegro, Erico Lisboa, Frederico Moreira, Matheus Oliveira, Rodrigo Souza e Selênio Feio.

Aos amigos de turma pelos mais de cinco anos de convivência, tenho carinho e admiração por todos que fizeram e fazem parte dessa turma, em especial: Adrian Souza, Adriano Santos, Gabriel Ribeiro, Louise Moura, Marcelo Macêdo, Martonio Ribeiro, Mayara Isis, Othoniel Ferreira, Paulo Matheus e Wellington Mercês.

A M4 Engenharia meu agradecimento pela oportunidade e confiança no meu trabalho como estagiário da empresa. Em especial ao Eng. Augusto Mendes, a Ana Valéria e a Dona Gabriela.

Aos amigos de trabalho do INTEGRADATA Amazônia pelo incentivo diário, em especial: Wellington Abreu, Ingridis Corrêa, Luciana Matos, Paula Barbosa e Zingara Capeloni.

A Grande Conquista é o resultado de pequenas vitórias que passam despercebidas.

(Paulo Coelho)

RESUMO

PINTO, P. V. S. **ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE AO CAMPUS UFPA POR TRANSPORTE PÚBLICO URBANO**. 2019. 89 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

O Transporte Público Urbano (TPU) é um importante parâmetro de qualidade de vida de uma população. Entretanto a expansão populacional e demográfica nas cidades brasileiras ocasiona sérios problemas para fornecer um TPU de qualidade. Um importante aspecto para melhorar a qualidade do TPU é a analisar sua acessibilidade (distância de caminhada para embarcar ou desembarcar no transporte urbano). Diante disso, objetivou-se analisar a acessibilidade por transporte público ao campus UFPA, verificando quais áreas dos municípios de Belém, Ananindeua e Marituba estão sendo atendidas de forma satisfatória, ou não, pelas atuais linhas de ônibus. Para tanto utilizou-se ferramentas de geoprocessamento em ambiente SIG, através do *software* Qgis, para confecção do banco de dados composto pelo itinerário das 21 linhas que atendem à universidade nos sentidos de ida (universidade para os bairros) e de volta (bairros para universidade). Em seguida foi aplicado o conceito de acessibilidade de Ferraz e Torres (2004) e calculadas as áreas de boa (< 300 m), regular (300 a 500 m) e ruim (> 500 m) a nível municipal, a nível de bairro e a nível das linhas de transporte público. Os principais resultados evidenciam que: (i) quanto mais distante do campus universitário menor o nível de acessibilidade; (ii) Belém apresenta melhor acessibilidade (33% boa) e (13% regular) na RMB, enquanto Marituba apresenta a pior (91% de acessibilidade ruim); (iii) os bairros de Belém que possuem maior porcentagem de área com boa e regular acessibilidade à UFPA são Batista Campos, Campina, Cidade Velha, Condor e Nazaré e os bairros com menor porcentagem de área com boa e regular acessibilidade à UFPA são Águas Lindas, Aurá, Guanabara, Maracacuera e São Clemente e; (iv) foram identificadas nove grandes áreas na mancha urbana de Belém que não possuem acessibilidade direta à UFPA.

Palavras-chave: Acessibilidade; Transporte Público e Sistema de Informação Geográfica – SIG.

ABSTRACT

PINTO, P. V. S. ANALYSIS OF ACCESSIBILITY TO **UFPA CAMPUS BY URBAN PUBLIC TRANSPORT**. 2019. 90 f. Diplomation Work (Graduation in Civil Engineering) –Civil Engineering College, Universidade Federal do Pará, Belém.

Urban Public Transportation (UPT) is an important parameter of a population's quality of life. However, population and demographic expansion in Brazilian cities cause problems to provide a quality UPT. An important aspect for improving UPT quality is to analyze its accessibility (walking distance for boarding or disembarking in urban transport). Therefore, we aimed to analyze the accessibility by public transportation to the UFPA campus, verifying which areas of the municipalities of Belém, Ananindeua and Marituba are being satisfactorily served or not by the last bus lines. To use geoprocessing tools in the GIS environment, using the Qgis software, to make a database consisting of the itinerary of the 21 lines that serve the university in the directions of the go university (university to neighborhoods) and back (neighborhoods to university). Next, the concept of accessibility of Ferraz and Torres (2004) was applied and calculated as good (<300 m), regular (300 to 500 m) and bad (> 500 m) areas at the municipal level, neighborhood level and of public transport lines. The main results evidenced that: (i) the farther the university campus the lower the level of accessibility; (ii) Belém has better accessibility (33% good) and (13% regular) in RMB, while Marituba has worse (91% poor accessibility); (iii) the neighborhoods of Belém that have the highest percentage of area with regular accessibility to UFPA are Batista Campos, Campina, Cidade Velha, Condor and Nazaré and the neighborhoods with the lowest percentage of area with regular accessibility to UFPA are Águas Lindas, Aurá, Guanabara, Maracacuera and São Clemente and; (iv) nine large areas were identified in the urban area of Belém that do not have direct access to UFPA.

Key words: Accessibility; Public Transportation e Geographic Information System – GIS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Estrutura da monografia.....	18
Figura 2.1 - Estrutura de um SIG.	23
Figura 3.1: Mapa de Localização da RMB e Municípios de Interesse.....	31
Figura 3.2: Interface do QGIS com ferramenta Quickmap service.	35
Figura 3.3: Linhas do transporte urbano por ônibus, limitado ao bairro de São Brás.	36
Figura 3.4: Fluxograma Banco de Dados.....	37
Figura 3.5: Fluxograma Análise de Linhas por Município.....	38
Figura 3.6: Mapa de Espacialização dos Bairros.	40
Figura 3.7: Fluxograma Análise de Linhas por Bairros.....	41
Figura 3.8: Fluxograma Análise de Linhas Específica de cada Bairro.	41
Figura 4.1: Mapa de acessibilidade do TPU para municípios – Sentido ida.....	43
Figura 4.2: Mapa de acessibilidade do TPU para municípios – Sentido volta.	44
Figura 4.3: Mapa de acessibilidade do TPU para os bairros de Belém – Sentido ida.	49
Figura 4.4: Mapa de acessibilidade do TPU para os bairros de Belém – Sentido volta.	52
Figura 4.5: Bairros mais bem atendidos por boa acessibilidade – sentido ida.	55
Figura 4.6: Bairros com maior percentual de acessibilidade boa – sentido ida.	56
Figura 4.7: Bairros mais bem atendidos por boa acessibilidade – sentido volta.	58
Figura 4.8: Bairros com maior percentual de acessibilidade boa – sentido volta.	59
Figura 4.9: Bairros com maior percentual de acessibilidade regular – sentido ida....	63
Figura 4.10: Bairros com maior percentual de acessibilidade regular – sentido volta.	65
Figura 4.11: Bairros de maior acessibilidade ruim – sentido ida.	69
Figura 4.12: Bairros com maior percentual de acessibilidade ruim – sentido volta. ..	71
Figura 4.13: Mapa de Bairros com número de linhas que o atendem no sentido ida.	75
Figura 4.14: Mapa de Bairros com número de linhas que o atendem no sentido volta.	77
Figura 4.15: Mapa de vazios.	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1: Ranking dos 10 Bairros com Maior População.	32
Gráfico 4.1: Nível de Acessibilidade Municípios - Sentido Ida.....	45
Gráfico 4.2: Nível de Acessibilidade Municípios - Sentido Volta.	47
Gráfico 4.3: Bairros com maior área de acessibilidade boa atendida quanto às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido ida).	54
Gráfico 4.4: Bairros com maior área de acessibilidade boa atendida quanto às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido volta).	57
Gráfico 4.5: Bairro com maior número de habitantes com acessibilidade boa às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido ida).	60
Gráfico 4.6: Bairro com maior número de habitantes com acessibilidade boa às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido volta).	61
Gráfico 4.7: Bairros com maior área de acessibilidade regular atendida quanto às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido ida).....	62
Gráfico 4.8: Bairros com maior área de acessibilidade regular atendida quanto às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido volta).	64
Gráfico 4.9: Bairro com maior número de habitantes com acessibilidade regular às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido ida).....	66
Gráfico 4.10: Bairro com maior número de habitantes com acessibilidade regular às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido volta).	67
Gráfico 4.11: Bairros com menor área de acessibilidade atendida quanto às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido ida).	68
Gráfico 4.12: Bairros com menor área de acessibilidade atendida quanto às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido volta).	70
Gráfico 4.13: Bairro com maior número de habitantes com acessibilidade ruim às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido ida).....	72
Gráfico 4.14: Bairro com maior número de habitantes com acessibilidade ruim às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido volta).	73
Gráfico 4.15: Número de linhas que o atendem os bairros – Sentido ida.	76
Gráfico 4.16: Número de linhas que o atendem os bairros – Sentido volta.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Parâmetros de acessibilidade.	22
Tabela 2.2: Comparação entre Qgis e Arcgis.....	26
Tabela 3.1: População da UFPA.	30
Tabela 3.2: Dados dos Municípios.	33
Tabela 3.3: Linhas de Transporte Público por Ônibus.	33
Tabela 3.4: Bairros da Análise de Acessibilidades.....	39
Tabela 4.1: Níveis de Acessibilidade e População Atendida - Sentido Ida.	45
Tabela 4.2: Níveis de Acessibilidade e População Atendida - Sentido Volta.	46
Tabela 4.3: Níveis de Acessibilidade e População Atendida dos Bairros - Sentido Ida.	50
Tabela 4.4: Níveis de Acessibilidade e População Atendida dos Bairros - Sentido volta.	53
Tabela 4.5: Linhas que atendem maior quantidade de bairros.	74
Tabela 4.6: Desempenho das linhas – Sentido ida.	78
Tabela 4.7: Desempenho das linhas – Sentido volta.	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BRT	BUS RAPID TRANSIT
CEPA	CENTRO DE ENSINO E PESQUISA APLICADA
CODEM	COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E ADMINISTRAÇÃO DA ÁREA METROPOLITANA DE BELÉM
DENATRAN	DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO
EAD	ENSINO A DISTÂNCIA
ESRI	ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE
GNU	GENERAL PUBLIC LICENSE
IPK	ÍNDICE DE PASSAGEIROS POR QUILÔMETRO
IPHAN NACIONAL	INSTITUTO DOPATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL
MEC	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
OSGEO	OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION
RMB	REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM
SEMOB	SUPERINTENDÊNCIA EXECUTIVA DE MOBILIDADE URBANA DE BELÉM
SIG	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
SGBD	SISTEMA GERENCIADOR DE BANCO DE DADOS
TPU	TRANSPORTE PÚBLICO URBANO
UTM	UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
USP	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
UFPA	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE GRÁFICOS	10
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	12
1. INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVO.....	16
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
1.3 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA.....	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 TRANSPORTE PÚBLICO URBANO.....	19
2.2 ACESSIBILIDADE.....	20
2.2.1 Classificação da Acessibilidade para o TPU.....	21
2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA – SIG.....	22
2.3.1 Estrutura de Dados Espaciais.....	24
2.3.2 Estrutura de Dados Vetoriais.....	24
2.3.3 Estrutura de dados Matriciais.....	25
2.3.4 <i>Softwares</i> de SIG.....	25
2.4 BREVE DESCRIÇÃO DE PESQUISAS QUE INVESTIGARAM A ACESSIBILIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO.....	27
3. MÉTODO	29
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	29
3.1.1 Universidade Federal do Pará – UFPA.....	29
3.1.2 Região Metropolitana de Belém – RMB.....	30
3.1.3 Linhas que atendem à UFPA.....	33

3.2	MÉTODO	34
3.2.1	Análise da Área de Acessibilidade por Municípios	38
3.2.2	Análise da Área de Acessibilidade por Bairros	38
3.2.3	Análise por Linha	41
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1	ANÁLISE DO NÍVEL DE ACESSIBILIDADE DOS MUNICÍPIOS	42
4.2	ANÁLISE DO NÍVEL DE ACESSIBILIDADE DOS BAIRROS	48
4.2.1	Acessibilidade Boa – Sentido Ida	54
4.2.2	Acessibilidade Boa – Sentido Volta	57
4.2.3	População Bem Atendida – Sentido Ida	60
4.2.4	População Bem Atendida – Sentido Volta	60
4.2.5	Acessibilidade Regular – Sentido Ida	61
4.2.6	Acessibilidade Regular – Sentido Volta	64
4.2.7	População Regularmente Atendida – Sentido Ida	66
4.2.8	População Regularmente Atendida – Sentido Volta	66
4.2.9	Acessibilidade Ruim – Sentido Ida	67
4.2.10	Acessibilidade Ruim – Sentido Volta	70
4.2.11	População Mal Atendida – Sentido Ida	72
4.2.12	População Mal Atendida – Sentido Volta	72
4.3	ANÁLISE DO NÍVEL DE ACESSIBILIDADE DAS LINHAS	73
4.4	VAZIOS DE ACESSIBILIDADE	79
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
5.1	SUGESTÕES PARA CONTINUIDADE DA PESQUISA	84
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

1. INTRODUÇÃO

A expansão urbana das cidades brasileiras ocasiona, em sua maioria, a ocupação desordenada de áreas periféricas. Nestas áreas torna-se imprescindível o uso do Transporte Público Urbano – TPU. Ferraz e Torres (2004) afirmam que o transporte coletivo urbano tem papel social e democrático, uma vez que este representa o único modo motorizado acessível a pessoas com renda baixa, assim como alternativa para um grupo da sociedade que não pode, ou prefere não dirigir, tal como: crianças, adolescentes, idosos, portadores de necessidade especial, dentre outros.

A expansão populacional e demográfica nas cidades do Brasil, tal como Belém, ocasiona sérios problemas para fornecer um TPU de qualidade, principalmente em relação aos habitantes que residem em locais afastados dos polos geradores de tráfego. Conseqüentemente surgem agravantes decorrentes da má qualidade do serviço de TPU, tais como: grandes distâncias de caminhada até o ponto de embarque ou desembarque da viagem, elevado tempo de espera em pontos de ônibus, veículos lotados, entre outros. Estas situações refletem negativamente na qualidade de vida dos usuários.

Um transporte público de boa qualidade confere melhor qualidade de vida à população. Para ter qualidade, dentre outros parâmetros, o TPU precisa oferecer boas acessibilidade à maior parte dos habitantes. Neste sentido surge a ideia de avaliar um dos índices de qualidade do TPU que é a acessibilidade para isso foi utilizado o conceito quantitativo de acessibilidade proposto por Ferraz e Torres (2004) sendo a distância de caminhada no início e no fim da viagem, medido em metros.

Cabe destacar que não foi utilizado o conceito de acessibilidade universal da NBR 9050 que caracteriza a acessibilidade como a possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização com segurança e autonomia de espaços, edificações, mobiliários, equipamentos urbanos ou elemento por pessoa com mobilidade reduzida. (ABNT, 2015)

1.1 OBJETIVO

Objetiva-se nesta monografia analisar, mediante o uso de ferramentas de geoprocessamento e SIG, a acessibilidade por transporte público ao campus universitário da Universidade Federal do Pará – UFPA, verificando quais áreas dos municípios de Belém, Ananindeua e Marituba estão sendo atendidas de forma satisfatória, ou não, pelas atuais linhas de ônibus. Vale ressaltar que a avaliação desta acessibilidade é para quem faz viagem direta para o terminal da UFPA, ou seja, sem integração.

Complementando o objetivo principal, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Construção de banco de dados geográficos com: linhas de ônibus e seus itinerários;
- b) Mapear as áreas com boa e regular acessibilidade à UFPA por TPU, bem como as áreas sem acessibilidade à UFPA por viagem direta; e
- c) Estimar, a partir das áreas dos bairros, o percentual de população com acessibilidade boa, regular e ruim à UFPA por TPU.

1.2 JUSTIFICATIVA

A principal justificativa deste trabalho está pautada em um caráter social para a população brasileira. Uma vez que o artigo 6º da Constituição Federal de 1988, descreve as garantias aos direitos: de moradia, de alimentação, de educação, de saúde, de transporte, dentre outros. O direito ao transporte para população, também está evidenciado no Estatuto das Cidades (Lei 10.257 de 10 de julho 2001) com a regulamentação das políticas urbanas.

De acordo com Krempi (2004), muitas cidades brasileiras não possuem serviço de transporte público urbano com condições adequadas e a acessibilidade é um dos fatores problemáticos. Os mais prejudicados são os moradores das áreas de periferia das cidades, pois devido às grandes distâncias de caminhada e aos precários serviços de transportes, esses usuários acabam dispendendo maior tempo nas viagens.

Do ponto de vista dos usuários de transporte público urbano, a acessibilidade é um dos principais problemas na qualidade do serviço (PILON e XAVIER, 2006).

Para melhorar a percepção de acessibilidade é necessário conhecer e compreender a estrutura do sistema de transporte, neste sentido a cartografia surge como uma ciência de extrema eficácia. De acordo com Tuler e Saraiva (2016, p. 1) “A cartografia é a ciência da concepção, produção, difusão, utilização e análise dos mapas”. A ciência cartográfica define, mediante o mapeamento, assuntos temáticos (transporte, clima, solo, ecologia, pluviometria, entre outros) que quando associados a um SIG possibilitam a gestão otimizada do transporte público.

A universidade federal foi selecionada como estudo de caso de investigação da acessibilidade em virtude de ser um grande polo gerador de viagem e de ser atendida por 21 linhas de TPU.

Por fim, devido à escassez no estudo acerca da acessibilidade (distância de caminhada) ao sistema público de transporte por ônibus na Região Metropolitana de Belém – RMB, os dados e análises originários desta pesquisa contribuem ao meio técnico-científico e a órgãos de jurisdição do transporte local, tal como a SEMOB. A curto prazo, esta pesquisa, pode vir a subsidiar melhorias nos itinerários das viagens, e, ainda, a inserção de novas linhas de ônibus para atender locais com pouca acessibilidade à UFPA pelo sistema de TPU.

1.3 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

Além desta introdução, a presente monografia está dividida em mais quatro capítulos, sendo eles:

- a) Revisão Bibliográfica: Este capítulo contempla as principais referências que embasam teoricamente a pesquisa, sendo elas: Transporte Público Urbano, Acessibilidade e Sistema de informações geográficas. Além disso, apresentam-se pesquisas que expõem resultados semelhantes aos dessa monografia;
- b) Método: Neste capítulo aborda-se a caracterização da área de estudo e se descreve o método aplicado na pesquisa;
- c) Resultados e Discussões: Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos, a partir da aplicação do método descrito, sendo assim foi possível analisar o nível de acessibilidade em três perspectivas: dos municípios (Belém, Ananindeua e Marituba), dos bairros de Belém e das linhas que

atendem a universidade federal. No mais foram analisados os vazios de acessibilidade aos bairros analisados em Belém; e

d) Considerações Finais: Neste capítulo indicam-se as conclusões da pesquisa e as sugestões para continuidade da pesquisa.

Sendo assim essa monografia está estruturada conforme o fluxograma apresentado na Figura 1.1.

Figura 1.1 Estrutura da monografia.



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção são abordadas as temáticas de transporte público por ônibus, acessibilidade ao transporte público e sistema de informação geográfica, com o intuito de consolidar a fundamentação dos procedimentos metodológicos desta pesquisa. Outrossim foram citadas pesquisas semelhantes de modo a embasar a discussão dos resultados.

2.1 TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

Comumente emprega-se o termo transporte para deslocamento de pessoas e/ou mercadorias de um local de origem para outro local de destino. Motivos comuns de deslocamento são: para o trabalho, para a escola, para universidade, para pontos turísticos, para compras, para entregas produtos ou mercadorias. Dentro de uma sociedade o transporte assume papel de suma importância, pelo fato de compor a infraestrutura das cidades, além de possibilitar desenvolvimento das mesmas. (ARAGÃO, 2014). Ferraz e Torres (2004) sugerem que o termo transporte urbano é empregado no deslocamento de pessoas, produtos e cargas realizado no interior das cidades.

O Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada – CEPA afirma que os serviços de deslocamento mecânico de massas afetam de forma direta na qualidade de vida de um aglomerado urbano, uma vez que determinam opções de deslocamento que os habitantes têm a sua disposição, os grupos de atividades de que podem participar e as localizações que podem frequentar. Os tipos de transportes que são disponibilizados aos usuários são o resultado do conjunto de políticas governamentais, da demanda global por transporte em determinada região, da competitividade entre os diversos tipos de transportes e dos recursos disponíveis ao habitante para a compra dos serviços. (CEPA, 2019)

De acordo com Rick (2010) transporte público de passageiros é acessível à maioria dos habitantes pois conta com pagamento de uma única tarifa, ou gratuidade em certos casos, sendo que esses serviços são submetidos à obrigação de:

- a) Explorar de forma contínua uma rede de transportes determinada;
- b) Transportar todos os usuários conforme um horário fixado;

- c) Cobrar tarifas determinadas pelo poder público;
- d) Informar antecipadamente aos usuários o valor dos serviços; e
- e) Executar um transporte social, sem cobrança de tarifa, em alguns casos. Em favor de determinados grupos sociais ou para atender certas regiões.

A praticidade no tráfego de pessoas, que dependem das características do transporte público urbano, é um componente do fator de desenvolvimento econômico e social de uma sociedade. Sua importância é comparada a outros serviços fundamentais a uma cidade, tais como: abastecimento de água, coleta de esgoto, fornecimento de energia elétrica, iluminação pública dentre outros. Essa importância é enfatizada com a possibilidade deslocamento de pessoas para atividades (educacionais, recreativas, comerciais, industriais dentre outras) essenciais no dia a dia de uma cidade. (FERRAZ; TORRES, 2004)

Para determinar a qualidade do TPU é imprescindível considerar o nível de satisfação dos atores que envolvem o sistema: usuário, comunidade, governo, trabalhadores do setor e empresários do ramo. Nesta ótica, os usuários se destacam com os parâmetros inerentes à qualidade do transporte público urbano. Um desses parâmetros é a acessibilidade, que neste contexto caracteriza-se como a distância com que o usuário caminha a pé para ter acesso ao TPU (FERRAZ; TORRES, 2004). O tópico 2.2 aborda os conceitos e a classificação da acessibilidade.

2.2 ACESSIBILIDADE

Do latim *accessibile*, a palavra acessível é um adjetivo que remete a que se pode chegar, a que se pode alcançar, obter ou possuir. É um conceito amplamente utilizado nas áreas da informática, arquitetura, medicina, sociologia, transportes e outras áreas do conhecimento. As adversidades em se edificar este conceito no Brasil estão enraizadas culturalmente e extrapolam os limites dos espaços urbanos e das redes de transporte. Originam-se quando se aborda o acesso aos bens e serviços, públicos e privados, dos diversos setores da sociedade (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

O conceito de acessibilidade amplifica-se e tem sido empregado não apenas para qualificar o ambiente físico, mas também para qualificar o sistema de transporte e os meios de comunicação. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006)

Chaluri (2006) discorre sobre duas abordagens para acessibilidade nos sistemas de transportes: a micro acessibilidade, que é relativa à possibilidade das pessoas, que apresentam alguma limitação física, de acessar os veículos do transporte público coletivo; E a macro acessibilidade que se refere à facilidade das pessoas acessarem as regiões servidas pelo sistema de transporte público. Pode, ainda, ser entendida como o elo entre o território e o sistema de transporte. Nesse ponto de vista, vale salientar que esta pesquisa se limita à análise do conceito de macro acessibilidade.

Para Ferraz e Torres (2004), a acessibilidade é um dos doze fatores que caracterizam a qualidade do transporte público urbano na ótica dos usuários. Os demais são: frequência de atendimento; tempo de viagem; lotação; confiabilidade; segurança; característica dos veículos; características dos locais de parada; sistema de informação; conectividade; comportamento dos operadores; e estado das vias.

Usualmente utiliza-se o modo de transporte a pé nos deslocamentos entre a origem e o ponto de embarque do TPU, bem como do ponto de desembarque ao destino final.

Para que uma cidade tenha um bom desempenho de acessibilidade, com autonomia e segurança a seus habitantes, é necessário um sistema de transporte acessível e uma infraestrutura adequada, reduzindo as dificuldades de se chegar a um destino, estimulando as oportunidades de usufruir a cidade e facilitando o acesso ao trabalho, escola, lazer e saúde e etc. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006)

2.2.1 Classificação da Acessibilidade para o TPU

Para Ferraz e Torres (2004), o nível de qualidade do transporte público em relação à acessibilidade, na ótica dos usuários, é classificado de acordo com a distância de caminhada a pé do ponto de partida até o local de embarque, e do local de desembarque até o destino final. Os parâmetros de classificação do nível de acessibilidade propostos pelos autores são apresentados na Tabela 2.1

Tabela 2.1: Parâmetros de acessibilidade.

Parâmetros de avaliação	Bom	Regular	Ruim
Distância de caminhada no início e no fim da viagem (m) Avaliação objetiva	< 300 m	300 a 500 m	> 500 m
Declividade não exagerada dos percursos em grande distância, passeios revestidos e em bom estado, segurança na travessia das ruas, iluminação noturna, etc. Avaliação subjetiva	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório

Fonte: Adaptado de Ferraz e Torres (2004).

Esta pesquisa concentrou-se na distância de caminhada no início e no fim da viagem, ou seja, foi realizada apenas a avaliação objetiva, conforme Tabela 2.1, não sendo avaliadas as declividades, larguras das calçadas, segurança, dentre outros fatores que intervêm na qualidade de uma caminhada.

2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA – SIG

Para se ter um melhor entendimento conceitual de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), deve-se definir o Geoprocessamento, sendo este, de acordo com Silva (2006) “...um conjunto de tecnologias que tem como objetivo coletar e tratar informações espaciais para um fim específico. Cada aplicação de geoprocessamento é executada por um sistema específico, que recebe o nome de Sistema de Informação Geográfica (SIG).”

Neste sentido o conceito de geoprocessamento significa a disciplina do conhecimento que utiliza métodos matemáticos e computacionais para o tratamento da informação geográfica aplicada de maneira crescente a diversas áreas, tais como: cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional. (Câmara et al. 2001).

Conforme Longley et al. (2013) “O campo dos sistemas de informação geográfica, preocupa-se com a descrição, explanação e predição de padrões e processos em escalas geográficas”. Estes sistemas têm a interação entre características, eventos e atividades vinculadas a uma localização geográfica.

Antes mesmo do surgimento dos recursos tecnológicos já se pensava em uma forma de integrar e analisar dados com características espaciais. Nos Estados Unidos e na Inglaterra buscava-se uma forma de reduzir custos com produção e manutenção de mapas, entretanto a limitação tecnológica tornava-se o maior empecilho. Durante a década de 60 se iniciou o primeiro projeto de SIG para análises de um inventário de recursos naturais, a partir de um programa criado pelo Governo do Canadá, porém considerava-se um software caro, com mão de obra ainda mais cara, além dos recursos tecnológicos extremamente limitados (Davis e Câmara, 2001).

Ainda de acordo com os autores o SIG passou a ter seu crescimento consolidado em conjunto com o avanço tecnológico a partir da década de 80 e 90.

Strauch e Souza (1998) destacam que o SIG é uma ferramenta acessível por meio de software específico que utiliza um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), no que implica dizer que é possível receber dados advindos de diversos locais e temas, tais como: dados ambientais, dados socioeconômicos, dados geográficos, dados estruturais, etc. A partir da integração, análise, correção e interpretação desses dados, torna-se mais prática a geração de um resultado mais claro e objetivo para o usuário. As ações geradas sobre os dados inseridos no sistema podem ser manipuladas de duas maneiras, através de uma tabela de atributos ou a partir da sua espacialização, a Figura 2.1 demonstra a estrutura que compõe o SIG.

Figura 2.1 - Estrutura de um SIG.



Fonte: Barros (2019).

Para a manipulação e aperfeiçoamento de um sistema de informação são necessários profissionais de áreas da tecnologia da informação e áreas afins para manipulação do banco de dados e profissionais geomensores para a manipulação do georreferenciamento dos dados, além dos usuários específicos que o estão utilizando para suas próprias finalidades (FERREIRA, 2006).

Para determinação de dados de entrada no SIG é necessário o conhecimento da estrutura de dados que o compõem, além de sua aplicabilidade através de *softwares*.

2.3.1 Estrutura de Dados Espaciais

Davis (1996) destaca que os dados no ambiente SIG podem se dar de duas maneiras: o formato de entrada vetorial (geometria) e o formato de entrada *raster* ou matricial (imagem). Nos princípios de estudos em SIG havia somente a possibilidade de trabalhar com uma das estruturas de dados. Atualmente é possível fazer a integração entre as duas maneiras, sendo levadas em consideração a especificidade e finalidade do problema. Grande parte dos usuários de SIG acredita que uma estrutura possa complementar a outra. Nesta monografia foram utilizadas as duas formas de dados espaciais.

2.3.2 Estrutura de Dados Vetoriais

A estrutura de dados vetoriais pode ser formada por três formas: pontos, linhas e polígonos. Formas essas que são caracterizadas por suas propriedades e são representadas coordenadas geométricas. A estrutura considerada primitiva é o ponto, formado por um par de coordenadas X e Y locados a um sistema de referência, a estrutura de linhas são vários pontos interligados entre si por retas, já a estrutura de polígonos consiste na formação de várias linhas iniciadas em um ponto de partida e finalizadas no mesmo ponto de partida, formando um objeto bidimensional. Numa estrutura vetorial as formas são estáticas e seus limites são determinados, havendo a possibilidade da sobreposição de dados e análise da tipologia (CAVALCANTE, 2019). Silva (2007) caracteriza como uma grande qualificação da estrutura vetorial a possibilidade de a mesma ser interligada com uma tabela, sendo atribuídos valores e informações que possam caracterizar a forma e o espaço que ela representa. Davis

(1996) afirma que as estruturas vetoriais apresentam acurácia superior em relação aos dados matriciais, devido possuir formas bem definidas e apresentar o dado como um mapa real.

Silva (2007) qualifica a aquisição de um vetor, que pode se dar de duas maneiras:

- a) Vetorização Manual: Consiste na vetorização sob um plano de fundo, geralmente constituído de uma imagem, e cabe ao operador realizar o contorno sobre as formas presentes na imagem.
- b) Vetorização Automática: Consiste na implementação de condições e instruções ao computador, de modo em que possa haver a interpretação de uma imagem e posteriormente a extração do vetor sem que haja interferência do operador. Esse método de vetorização é constituído por técnicas de programação.

2.3.3 Estrutura de dados Matriciais

Davis (1996) diz que uma estrutura de dados matriciais é composta de várias células igualmente espaçadas, o espaçamento entre essas células define sua resolução espacial, e cada célula presente nas linhas e colunas representa uma informação, ou seja, cada célula representa um pixel presente na imagem. Os pixels possuem em si uma caracterização representada por um valor digital, podendo esse valor representar um dado qualitativo ou quantitativo, ou mesmo um atributo.

Em uma estrutura matricial seus atributos e suas representações gráficas estão integrados em uma única camada, portanto para a realização de uma análise sobre dados matriciais que represente aspectos de determinada região, há a necessidade de se utilizar várias camadas matriciais, onde cada célula possui sua característica (SILVA, 2007).

2.3.4 Softwares de SIG

Diversos *softwares* de SIG foram criados desde sua implementação como ferramenta de análise de dados geoespaciais, entretanto, dois ganham mais destaque a nível nacional e global: Arcgis produzido e disponibilizado pela empresa ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) e Qgis produzido e disponibilizado pela OSGeo (*Open Source Geospatial Foundation*) e licenciado por *General Public License*

(GNU). Ambos possuem a mesma finalidade, e possuem diversas ferramentas em comum, a grande diferença entre os dois *softwares* é quanto a disponibilização, uma vez que o Arcgis necessita de uma chave de instalação por ser um *software* particular, já o Qgis possui como grande vantagem o rótulo de software livre e é disponibilizado de forma gratuita (LAMBIAZZI E PAMBOUKIAN, 2019).

A título de comparação entre os *softwares* de SIG com maior destaque no mercado nacional tem-se a Tabela 2.2 com parâmetros que embasam as escolhas dos usuários dos *softwares*.

Tabela 2.2: Comparação entre Qgis e Arcgis.

Parâmetro	Qgis	Arcgis
Custo	Gratuito	Pago
Licenciamento	<i>Download</i> em qualquer computador	Chave de acesso
Processos de desenvolvimento	Usuários voluntários	Empresa ESRI
Plataforma	Windows, Linux e Mac	Windows, Linux e Mac
Tempo de carregamento (iniciação)	Rápido	Lento
Suporte	Sites	Fóruns e sistema de suporte técnico
Adoção	Crescente, porém menor	Maior adesão no mercado através de agências governamentais e comerciais
Análise espacial	Menos robusta	Mais robusta e difundida através da funcionalidade <i>Spatial Analyst</i>
Mapas para impressão	Layout manual e em evolução	Layout consolidado

Fonte: CLICKGEO (2019).

Ambos possuem vantagens e desvantagens um sobre o outro, a escolha entre eles depende da demanda dos usuários. Nesta pesquisa foi utilizado *software* Qgis, em virtude de ser gratuito. Cabe destacar que as restrições de processamento de análise espacial do *software* não constituíram restrições ao seu uso, e o Qgis foi capaz de fazer todas as análises pertinentes ao trabalho.

2.4 BREVE DESCRIÇÃO DE PESQUISAS QUE INVESTIGARAM A ACESSIBILIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO

A dissertação de Pianucci (2011) aborda o seguinte tema: “Análise da acessibilidade do sistema de transporte público urbano. Estudo de caso na cidade de São Carlos – SP”. Os resultados apontaram que o município de São Carlos possui boa acessibilidade ao transporte público por ônibus, levando em consideração a distância de caminhada do usuário até o ponto de ônibus mais próximo, utilizando como parâmetro os níveis de acessibilidade definidos por Ferraz e Torres (2004).

Os principais resultados obtidos a partir desta dissertação estão listados abaixo:

- i. Na maioria das zonas do município de São Carlos-SP os usuários de ônibus necessitam se deslocar por no máximo 300 metros até acessarem um ponto de ônibus; e
- ii. 90% dos pontos de parada de ônibus distanciam-se, em média, entre 200 e 300 metros.

Moraes et al. investigaram, mediante aplicação de questionários, a qualidade do TPU na RMB. Nesta pesquisa foram estabelecidos critérios de avaliação da qualidade do TPU a partir dos parâmetros propostos por Ferraz e Torres (2004) na ótica dos usuários por meio de entrevistas a usuários aleatórios do TPU. O resultado obtido foi de que o TPU necessita de melhorias para os usuários, o indicador com maior índice de reclamações foi a superlotação.

Outro trabalho correlacionado ao tema, gira em torno da monografia de Barroso e Marques (2012) sobre a “análise da acessibilidade ao transporte público. Estudo de caso: Tucuruí-PA”. Mais uma vez foi utilizada a referência de Ferraz e Torres (2004) para avaliação do fator de acessibilidade. Os resultados atestam que a cidade de Tucuruí apresentou boa acessibilidade ao TPU, uma vez que 90% das áreas de maior densidade populacional eram bem atendidas.

Além disso a área urbana de Tucuruí apresentou apenas cerca de 23% de área não atendida por acessibilidade ao sistema de TPU. Esta carência de atendimento foi encontrada em maior proporção em zonas com menor densidade populacional.

Cabe destacar que os três estudos aqui referenciados avaliaram a acessibilidade em âmbito geral da cidade, envolvendo todas as linhas de ônibus.

3. MÉTODO

Neste capítulo apresentam-se a caracterização da área de estudo, contemplando a Universidade Federal do Pará; a Região Metropolitana de Belém (com destaque aos municípios que tem linhas direta ao campus universitário, sendo eles Ananindeua, Belém e Marituba); e as linhas de transporte por ônibus.

Somado a isso tem-se a exposição dos procedimentos metodológicos da pesquisa, onde são descritos a confecção do banco de dados, a aplicação do conceito de acessibilidade boa e regular através do *buffer* de 300 e 500 metros e os procedimentos aplicados para obter os três níveis de análise, sendo eles: por município, por bairro e por linha.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A UFPA é um grande polo gerador de tráfego de Belém, pois oferta vários cursos de graduação e pós-graduação, além de serviços diversos dentro do campus como biblioteca, bancos e hospital universitário, funcionando desde a manhã até a noite. Para atender a essa demanda, há 21 linhas de transporte público por ônibus cujo ponto final é o terminal da universidade. A UFPA está localizada no município de Belém (maior quantidade de linhas que atendem ao terminal universitário), porém os municípios de Ananindeua e Marituba também contribuem com viagens diárias para a universidade.

Neste subtópico foram caracterizados a UFPA, a região metropolitana de Belém (com ênfase nos três municípios supramencionados) e a linhas de transporte por ônibus.

3.1.1 Universidade Federal do Pará – UFPA

A Universidade Federal do Pará foi criada há 62 anos no dia 2 de julho de 1957 pela Lei nº 3.191, sancionada pelo então presidente da república Juscelino Kubitschek. Foram agrupadas sete faculdades federais, uma estadual e uma privada existentes em Belém, sendo elas: Medicina, Direito, Farmácia, Engenharia, Odontologia, Filosofia, Ciências, Contábeis e Atuariais (UFPA 2019a)

É uma instituição federal de ensino superior associada ao Ministério da Educação (MEC). Tem como princípio fundamental a integração das funções de ensino, pesquisa e extensão. (UFPA 2019a)

A UFPA tem sua sede na Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto, localizada na Rua Augusto Corrêa, nº 01, Bairro do Guamá, município de Belém. Em sua totalidade apresenta 588 cursos (regulares, Parfor e Ensino a Distância – EAD), desse total 261 são cursos regulares (Graduação e Pós-graduação).

A cidade universitária do Guamá tem área territorial de aproximadamente 3.328.655,80 m² e área edificada de aproximadamente 204.930,90 m². Quanto a população, a Tabela 3.1 apresenta o quantitativo de pessoas que frequenta a cidade universitária, classificados quanto ao tipo (Estudantes, Docentes, Técnicos / Administrativos e Visitantes) e quantidade. Sendo que aproximadamente 50.000 pessoas frequentam diariamente a cidade universitária.

Tabela 3.1: População da UFPA.

Tipo	Quantidade
Estudante	44.504
Docentes	2.197
Técnicos / Administrativos	2.050
Visitantes	800
Total	49.551

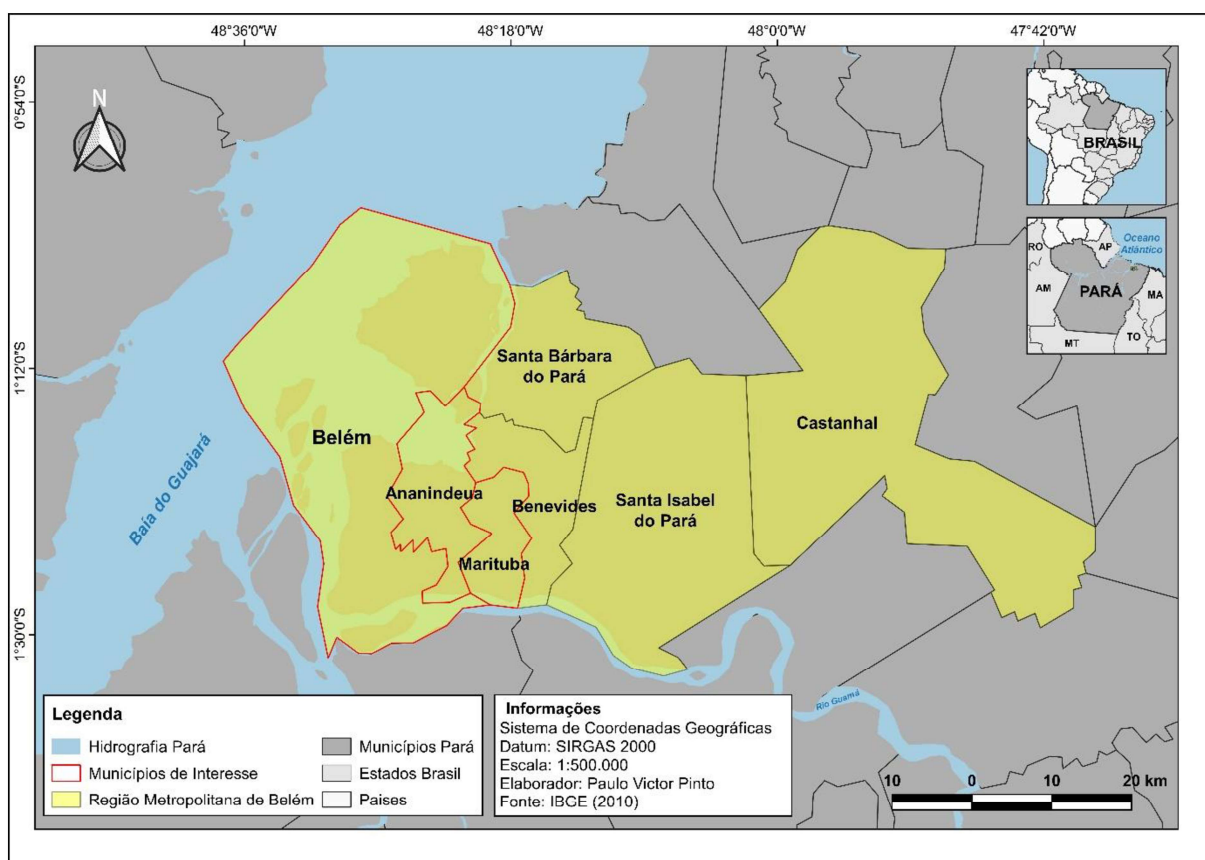
Fonte: UFPA (2019a).

3.1.2 Região Metropolitana de Belém – RMB

A Região Metropolitana de Belém, segundo a Lei 076 de 28 de dezembro de 2011, é composta por sete municípios (Ananindeua, Belém, Benevides, Castanhal, Marituba, Santa Bárbara, Santa Izabel do Pará), cuja população é de 2.491.052 pessoas segundo estimativa do IBGE de 2019.

A Figura 3.1 apresenta o mapa de localização da RMB com destaque para os três municípios que são atendidos pelas linhas de transporte público por ônibus com destino à UFPA, Ananindeua, Belém e Marituba.

Figura 3.1: Mapa de Localização da RMB e Municípios de Interesse.

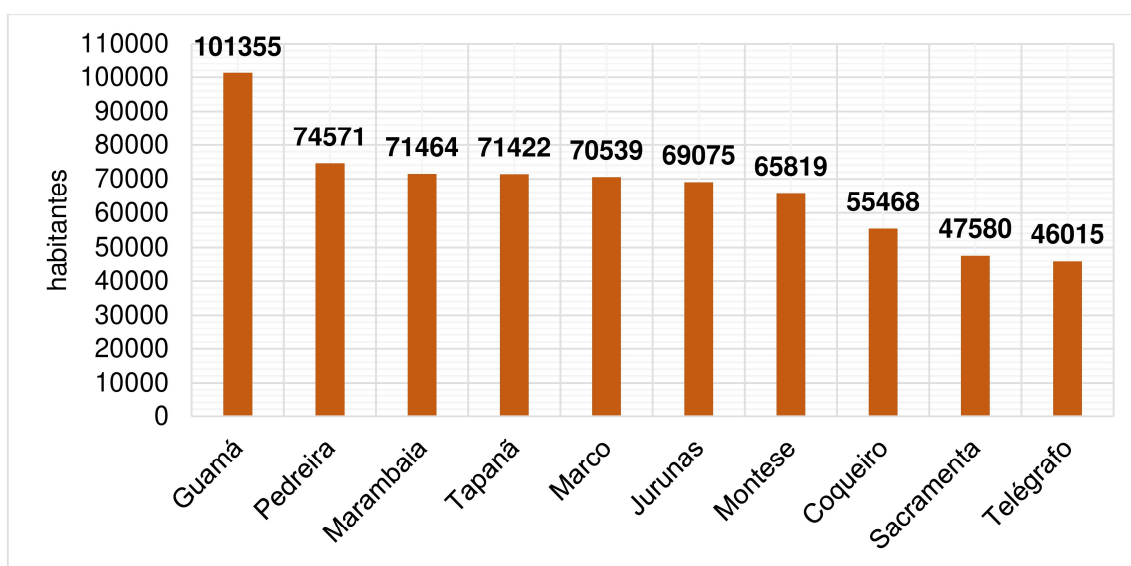


O município de Belém foi fundado no ano de 1616 por Francisco Caldeira Castelo Branco, intitulada de Santa Maria de Belém do Grão Pará, tinha por objetivo ser um ponto estratégico para conquista do território amazônico pelos portugueses (TAVARES, 2008).

Belém apresenta uma área territorial de 1.059,458 Km², uma estimativa de população, segundo o IBGE (IBGE, 2019a), de 1.492.745 habitantes e Produto Interno Bruto – PIB de R\$ 20.350,00 para o ano de 2016. Além disso, o município é o mais populoso do estado do Pará e 11º mais populoso do país. Apresenta uma densidade demográfica de 1.409,03 habitantes por Km² segundo dados do IBGE. A frota veicular do município é de 451.776 veículos, com frota de ônibus de 3.814 veículos segundo o Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN ano de 2018.

Belém é composta por 71 bairros conforme a Lei 7.806 de 30 de julho de 1996. O Gráfico 3.1 apresenta os 10 bairros mais populosos da capital paraense conforme a estimativa do IBGE para o ano de 2019.

Gráfico 3.1: Ranking dos 10 Bairros com Maior População.



Fonte: IBGE (2019a).

O município de Ananindeua foi criado no ano de 1943, desmembrado da área territorial do município de Belém, nasce em torno da Estrada de Ferro Belém-Bragança (TAVARES, 2008). Abrange uma área de 190,451 Km², com estimativa de população de 530.598 habitantes segundo IBGE para o ano de 2019 e um PIB per capita de R\$ 13.137,13 (ano base 2016). Ademais, é o segundo município mais populoso do estado do Pará, têm uma densidade demográfica de 2.785,25 habitantes por Km² conforme dados do IBGE. Quanto a frota de veículos tem-se a quantidade de 138.239 veículos, e a frota de ônibus de 1.650 veículos, conforme dados do DENATRAN ano 2018.

Em 22 de abril de 1994 foi criado pela lei nº 5.857 o município de Marituba, desmembrado do município de Benevides (TAVARES, 2008). Possui uma área de 103,343 km², uma população de 131.521 habitantes (estimativa populacional do IBGE ano 2019) e um PIB per capita de R\$ 13.781,36 (ano base 2016). É o 9º município mais populoso do estado do Pará, apresenta uma densidade demográfica de 1.272,66 habitantes por Km² (dados oriundos do IBGE). No que diz respeito a frota veicular, contém 25.309 veículos, com frota de ônibus de 580 veículos conforme dados do ano de 2018 do DENATRAN.

A Tabela 3.2 apresenta o resumo dos dados dos municípios supra mencionados: área em km² oriundas do banco de dados geográfico do IBGE do ano de 2018; população estimada para o ano de 2019 pelo IBGE com base no Censo

2010; a densidade demográfica em habitantes por Km² (estimada de acordo com a evolução do crescimento populacional de 2010 para 2019); o PIB per capita ano 2016 (IBGE); e a frota veicular proveniente do DENATRAN ano base 2018.

Tabela 3.2: Dados dos Municípios.

Município	Área (Km ²)	População	Densidade Demográfica (hab/km ²)	PIB (R\$)	Frota Veículos	Frota de Ônibus
Ananindeua	190,451	530.598	2.785,25	13.137,13	138.239	1.650
Belém	1.059,458	1.492.745	1.409,03	20.350,00	451.776	3.814
Marituba	103,343	131.521	1.272,66	13.781,36	25.309	580

3.1.3 Linhas que atendem à UFPA

Dentro da RMB apenas Ananindeua, Belém e Marituba tem linhas de ônibus para o campus sede da UFPA. Segundo dados de itinerários disponibilizados pela Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana de Belém – SEMOB para atender a este polo gerador de tráfego há 21 linhas indicadas na Tabela 3.3. Considerando o terminal rodoviário da UFPA como ponto de partida tem-se a convenção de ida (partida da universidade em direção aos bairros) e volta (partindo dos bairros em direção à universidade).

Tabela 3.3: Linhas de Transporte Público por Ônibus.

Nº	LINHA	EXT. (km) IDA	EXT. (km) VOLTA	EXT. TOTAL (km)
1	113 - Cremação I - Estrada Nova	9,27	11,28	20,55
2	114 - Cremação II - Alcindo Cacela	11,33	10,07	21,40
3	305 - UFPA - Icoaraci	29,92	29,87	59,78
4	306 - UFPA - Pedreira	11,50	12,26	23,75
6	307 - UFPA - Padre Eutíquio	7,33	11,32	18,64
7	308 - UFPA - Alcindo Cacela	12,24	7,16	19,40
5	309 - UFPA - Ver-o-Peso	10,24	8,09	18,32
8	310 - UFPA - Presidente Vargas	11,84	8,10	19,94
9	311 - Guamá - Conselheiro	7,78	7,24	15,02
10	312 - Guamá - Montepio	11,57	11,52	23,09
11	315 - UFPA - Centro Histórico	8,30	7,45	15,76
12	316 - Guamá - Presidente Vargas	11,94	8,47	20,41
13	317 - Guamá - Pátio Belém	9,48	9,51	18,98
14	320 - UFPA - Tamoios	14,68	18,75	33,43

(Continuação)

Nº	LINHA	EXT. (km) IDA	EXT. (km) VOLTA	EXT. TOTAL (km)
15	321 - UFPA - Cidade Nova VI	21,05	28,89	49,94
16	417 - Alcindo Cacela (Via José Malcher)	14,78	15,35	30,13
17	643 - Pratinha - UFPA	25,80	25,59	51,39
18	768 - Satélite - UFPA	20,22	21,25	41,47
19	860 - Tapanã - UFPA	27,65	25,16	52,81
20	914 - Marituba - UFPA	24,82	25,38	50,20
21	999 - Curuçambá - UFPA	23,43	25,18	48,62

As linhas que atendem a universidade tem como característica de acesso diversos motivos, sendo eles: trabalho, estudo, lazer e saúde.

3.2 MÉTODO

Iniciou-se o método desta pesquisa com a elaboração do banco de dados em ambiente SIG. Para isso, foi utilizado o *software* de análise, edição, criação e visualização de informações geoespaciais QGIS. Nesta etapa inicial a principal ferramenta do *software* utilizada foi a *Quickmap service*, ela proporcionou a utilização do mosaico de imagens de satélite e imagens aéreas (obtidas pela técnica de fotogrametria) disponibilizada pela empresa estadunidense Google. O intuito desta aplicabilidade é a visualização do arruamento para vetorização manual das rotas do transporte público por ônibus. A Figura 3.2 apresenta um recorte da interface do QGIS limitada ao bairro da Campina no município de Belém.

Figura 3.2: Interface do QGIS com ferramenta *Quickmap service*.



As linhas de TPU que atendem a UFPA foram traçadas manualmente. Para auxiliar na vetorização manual das linhas de transporte por ônibus que partem e chegam no terminal do campus UFPA, utilizou-se a lista de itinerários disponibilizada no site da SEMOB (SEMOB, 2019). Outra forma de auxílio para a mesma finalidade, foi a utilização do aplicativo MOOVIT que disponibiliza o trajeto das linhas de ônibus.

Dentro da interface do programa QGIS foi necessário a predeterminação de parâmetros cartográficos para criação do banco de dados, sendo eles:

- ✓ Datum: SIRGAS 2000
- ✓ Sistema de Coordenadas: Universal Transversa de Mercator – UTM;
- ✓ Fuso: 22;
- ✓ Hemisfério: Sul;
- ✓ Escala: 1:1.250; e
- ✓ Unidade: Metro.

Descreve-se a confecção do banco de dados com a ativação da ferramenta *Quickmap service*, fixação da escala pré-definida, criação de *shapfiles* do tipo linhas e vetorização manual das rotas de ônibus, comparando-as com os dados da SEMOB e do aplicativo MOOVIT. Vale ressaltar que foi utilizado como convenção o sentido de

ida a partida do terminal da universidade em direção aos bairros e o sentido de volta parte dos bairros em direção ao terminal da UFPA. A Figura 3.3 apresenta o banco de dados com a representação das linhas de transporte público urbano por ônibus limitadas ao bairro de São Brás.

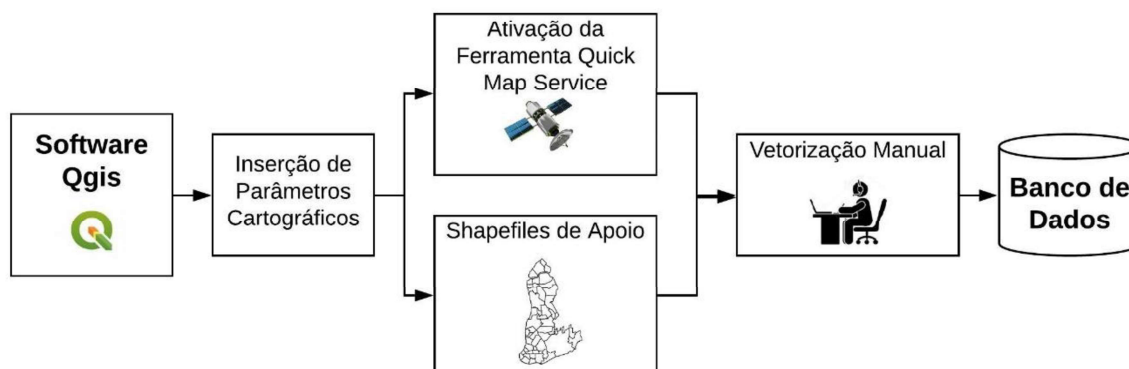
Figura 3.3: Linhas do transporte urbano por ônibus, limitado ao bairro de São Brás.



Outra fonte que compõem o banco de dados são os arquivos *shapefile*. O polígono do limite político-administrativo dos municípios brasileiros é disponibilizado pelo IBGE (IBGE, 2019b). O polígono com limites dos Bairros de Belém foi disponibilizado pela Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém – CODEM, fornecido mediante ofício.

A Figura 3.4 expressa em forma de fluxograma a confecção do banco de dados para análise de acessibilidade aos ônibus que atendem à UFPA.

Figura 3.4: Fluxograma Banco de Dados.



De posse do banco de dados foi utilizada a ferramenta de geoprocessamento *buffer* nas 21 linhas (nos sentidos de ida e de volta) de transporte por ônibus, primeiramente com distância pré-estabelecida de 300 metros, e posteriormente com a distância de 500 metros, conforme classificação de acessibilidade proposta por Ferraz e Torres (2004): acessibilidade boa (< 300 metros) e acessibilidade regular (300 a 500 metros).

Cabe destacar que, como a UFPA dispõe de serviço gratuito de transporte por ônibus dentro do campus, considerou-se que basta uma linha de TPU atender qualquer ponto de acesso à Cidade Universitária, para que ela atenda todo o campus, mediante integração gratuita com o serviço de ônibus circular.

A partir do cálculo da área do *buffer* de 300 e 500 metros foi possível determinar as porcentagens de acessibilidade em comparação ao município (Equação 3.1) e ao bairro (Equação 3.2), além da porcentagem específica de cada linha utilizando, também, a Equação 3.2. Esses dados foram computados em planilha Excel acrescentado a população de cada bairro disponível no anuário de 2011 da Prefeitura Municipal de Belém. Vale ressaltar que os dados demográficos foram atualizados segundo estimativa do IBGE para o ano de 2019.

$$Acess (\%) = \frac{A_{buffer} * 100}{A_{município}} \quad (3.1)$$

$$Acess (\%) = \frac{A_{buffer} * 100}{A_{bairro}} \quad (3.2)$$

De posse do banco de dados e da geração dos *buffers* de 300 e 500 metros foram desenvolvidas três etapas detalhadas nos próximos itens:

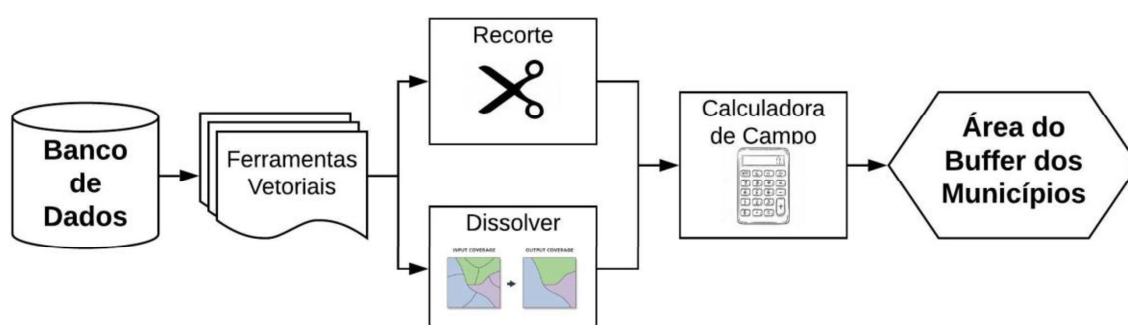
3.2.1 Análise da Área de Acessibilidade por Municípios

O método aplicado para análise das linhas e de seus respectivos *buffers* que incidem sobre a área dos municípios deu-se apenas sobre a mancha urbana (área continental) de Ananindeua, Belém e Marituba, ou seja, foi desconsiderada a área de ilhas e a hidrografia presente.

Aplicando o geoprocessamento do *software* QGIS, foram utilizadas as ferramentas vetoriais: “recorte” onde foi delimitado o *buffer* das linhas que incidem em cada um dos três municípios e “dissolver” união dos *buffers* recortados dessas linhas em um único polígono para cálculo da área. De posse desses polígonos foi utilizada a calculadora de campo (disponibilizada na tabela de atributo dos *shapefile*) para calcular a área de *buffer* em hectare de cada município.

De posse das áreas calculadas de *buffer* por município, foi criada uma tabela com as porcentagens atendidas com acessibilidade boa, regular e ruim, além da quantidade de população atendida em cada classificação de acessibilidade. A Figura 3.5 sintetiza o fluxograma dos procedimentos para análise de linhas por município.

Figura 3.5: Fluxograma Análise de Linhas por Município.



3.2.2 Análise da Área de Acessibilidade por Bairros

A análise de acessibilidade por bairros e de seus respectivos *buffers* se deu apenas no município de Belém, uma vez que durante o desenvolvimento desta

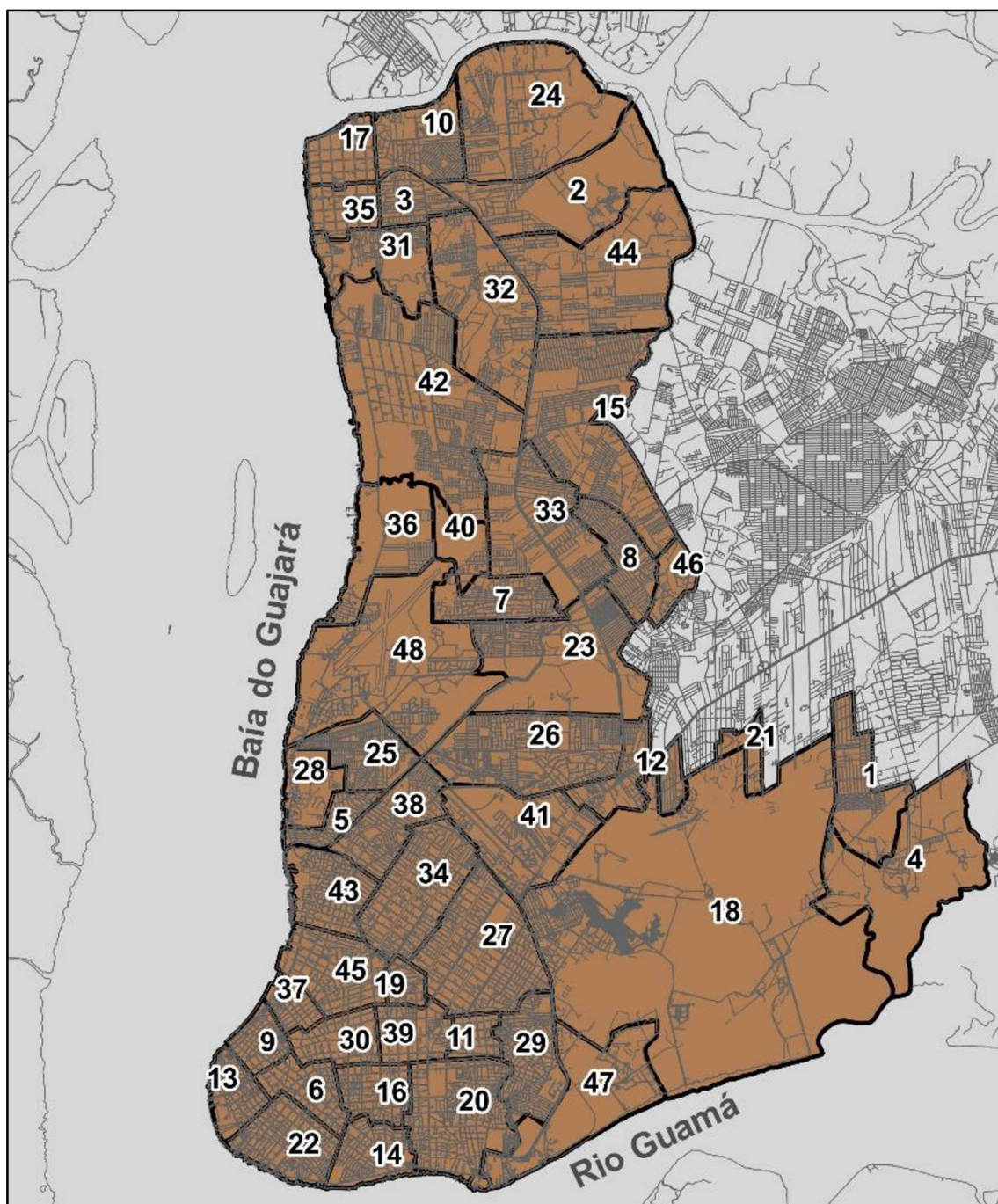
pesquisa não foi possível acessar a base cartográfica urbana dos municípios de Ananindeua e Marituba. Além disso apenas duas linhas atendem Ananindeua (321 – UFPA Cidade Nova IV e 999 – Curuçambá UFPA), já no município de Marituba apenas uma linha o atende (914 – Marituba UFPA).

Em Belém, foram desconsiderados os bairros presentes nas ilhas de Mosqueiro e de Outeiro, que não são atendidas por linhas de ônibus que passam na UFPA. Desta forma, dos 71 bairros que compõem o município foram considerados somente 48 como discriminado na Tabela 3.4 e representado na Figura 3.6.

Tabela 3.4: Bairros da Análise de Acessibilidades.

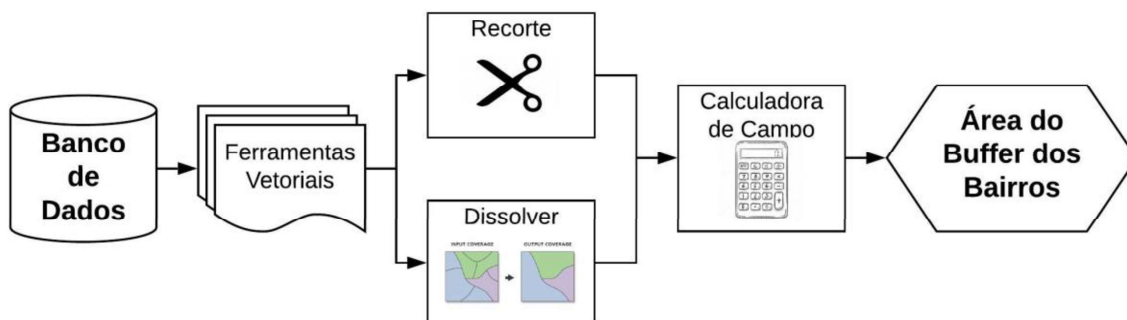
Nº	Bairro	Nº	Bairro
1	Águas Lindas	25	Maracangalha
2	Águas Negras	26	Marambaia
3	Agulha	27	Marco
4	Aura	28	Miramar
5	Barreiro	29	Montese (Terra Firme)
6	Batista Campos	30	Nazaré
7	Bengui	31	Paracuri
8	Cabanagem	32	Parque Guajará
9	Campina	33	Parque Verde
10	Campina de Icoaraci	34	Pedreira
11	Canudos	35	Pontagrossa
12	Castanheira	36	Pratinha
13	Cidade velha	37	Reduto
14	Condor	38	Sacramenta
15	Coqueiro	39	São Brás
16	Cremação	40	São Clemente
17	Cruzeiro	41	Souza
18	Curió-Utinga	42	Tapanã
19	Fátima	43	Telegrafo
20	Guamá	44	Tenoné
21	Guanabara	45	Umarizal
22	Jurunas	46	Una
23	Mangueirão	47	Universitário
24	Maracacuera	48	Val de Cães

Figura 3.6: Mapa de Espacialização dos Bairros.



Repetiram-se os procedimentos aplicados no item 3.2.1, ou seja, ferramentas “recorte” e “dissolver”, depois “calculadora de campo” para determinar a área dos *buffers* nos bairros. A Figura 3.7 sintetiza o fluxograma dos procedimentos para análise de linhas por bairros.

Figura 3.7: Fluxograma Análise de Linhas por Bairros.



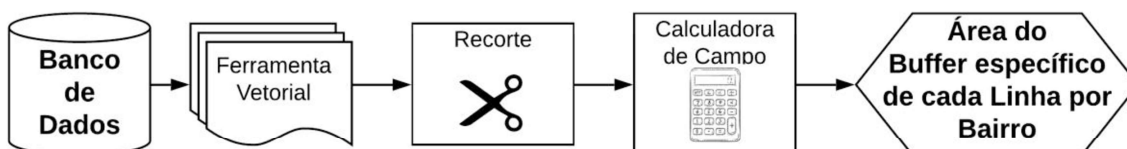
3.2.3 Análise por Linha

Para obtenção da análise de acessibilidade específica de cada linha e de seus respectivos *buffers* considerou-se apenas as que incidem sobre o município de Belém, especificamente nos mesmos bairros expostos no item 3.2.2.

Procedeu-se, nesta terceira aplicação com a utilização da ferramenta vetorial de recorte em cada uma das 21 linhas sentido ida e 21 linhas sentido volta, tendo como limitante para o recorte os bairros. De posse desses polígonos foi utilizada a calculadora de campo (disponibilizada na tabela de atributo dos *shapefile*) para calcular a área de *buffer* em hectare de cada linha por bairro.

Assim como nos itens 3.2.1 e 3.2.2 tendo posse das áreas calculadas de buffer de linhas por bairros, foi criada uma tabela com as porcentagens atendidas com acessibilidade boa, regular e ruim. Além da quantidade de população atendida em cada classificação de acessibilidade. A Figura 3.8 sintetiza o fluxograma dos procedimentos aplicados para análise de 42 linhas por bairros.

Figura 3.8: Fluxograma Análise de Linhas Específica de cada Bairro.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo foram apresentados e analisados os resultados alcançados com a aplicação das ferramentas de geoprocessamento e SIG na análise de acessibilidade do transporte público urbano por ônibus com destino a UFPA. Com base nisso, houve a possibilidade de apresentar: Análise do nível de acessibilidade por município; Análise do nível de acessibilidade dos bairros; Análise do Nível de acessibilidade das linhas; e Vazios de acessibilidade.

4.1 ANÁLISE DO NÍVEL DE ACESSIBILIDADE DOS MUNICÍPIOS

Os níveis de acessibilidade sobre a estrutura urbana dos municípios de Ananindeua, Belém e Marituba estão espacializados na Figura 4.1 (sentido ida) e Figura 4.2 (sentido volta) através da classificação de acessibilidade proposta por Ferraz e Torres (2004) em boa (< 300 m), regular (300 a 500 m) e ruim (> 500 m). O padrão de cores utilizados para representação foram:

- a) Ananindeua, acessibilidade boa, cor verde escuro;
- b) Ananindeua, acessibilidade regular, cor vermelho;
- c) Belém, acessibilidade boa, cor azul;
- d) Belém, acessibilidade regular, cor amarelo;
- e) Marituba, acessibilidade boa, cor laranja; e
- f) Marituba, acessibilidade regular, cor verde claro.

É perceptível que Belém tem o maior percentual de abrangência em acessibilidade boa e regular em comparação aos outros dois municípios. Vale ressaltar que a mancha urbana sem qualquer tipo de preenchimento se caracteriza como acessibilidade ruim.

Figura 4.1: Mapa de acessibilidade do TPU para municípios – Sentido ida.

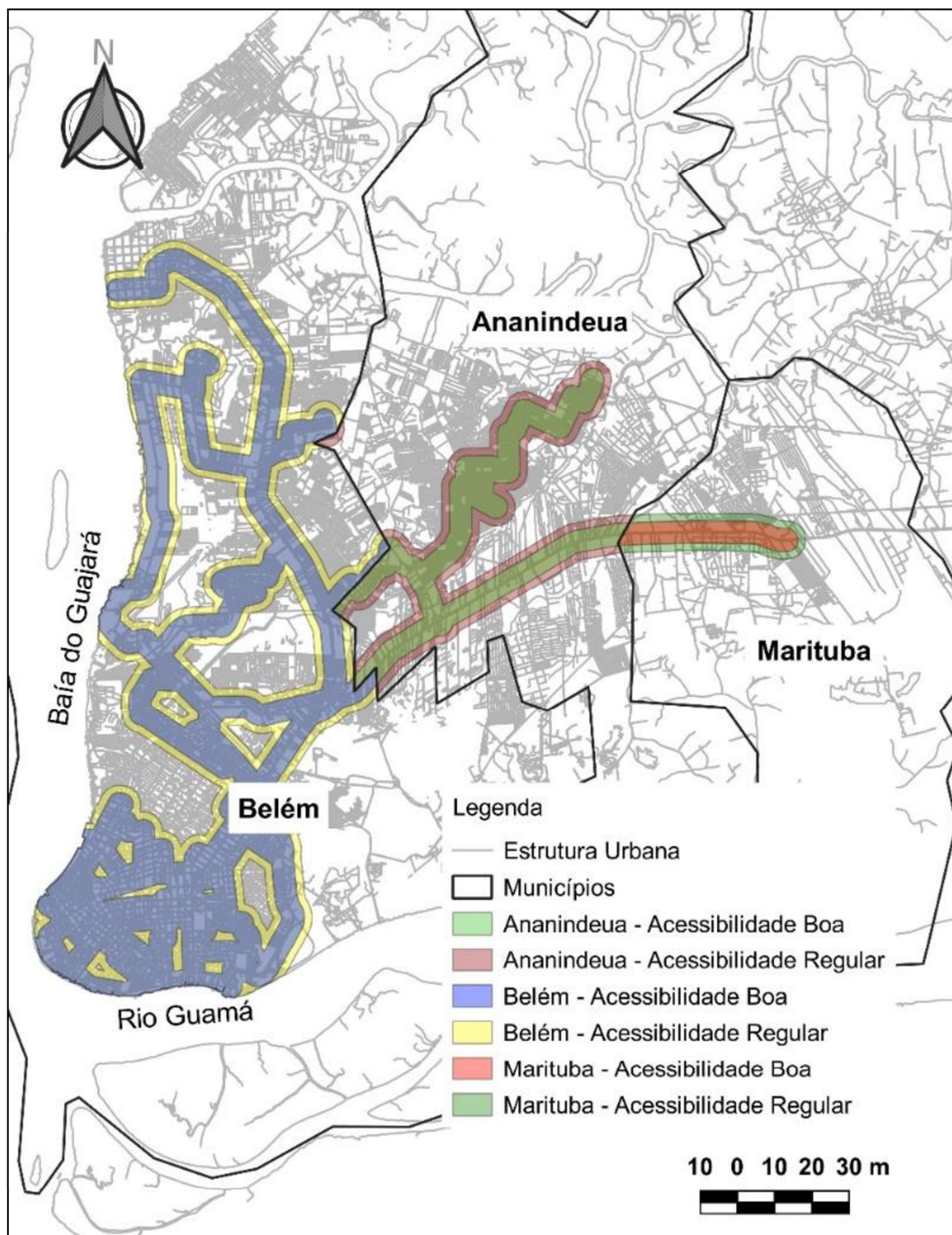
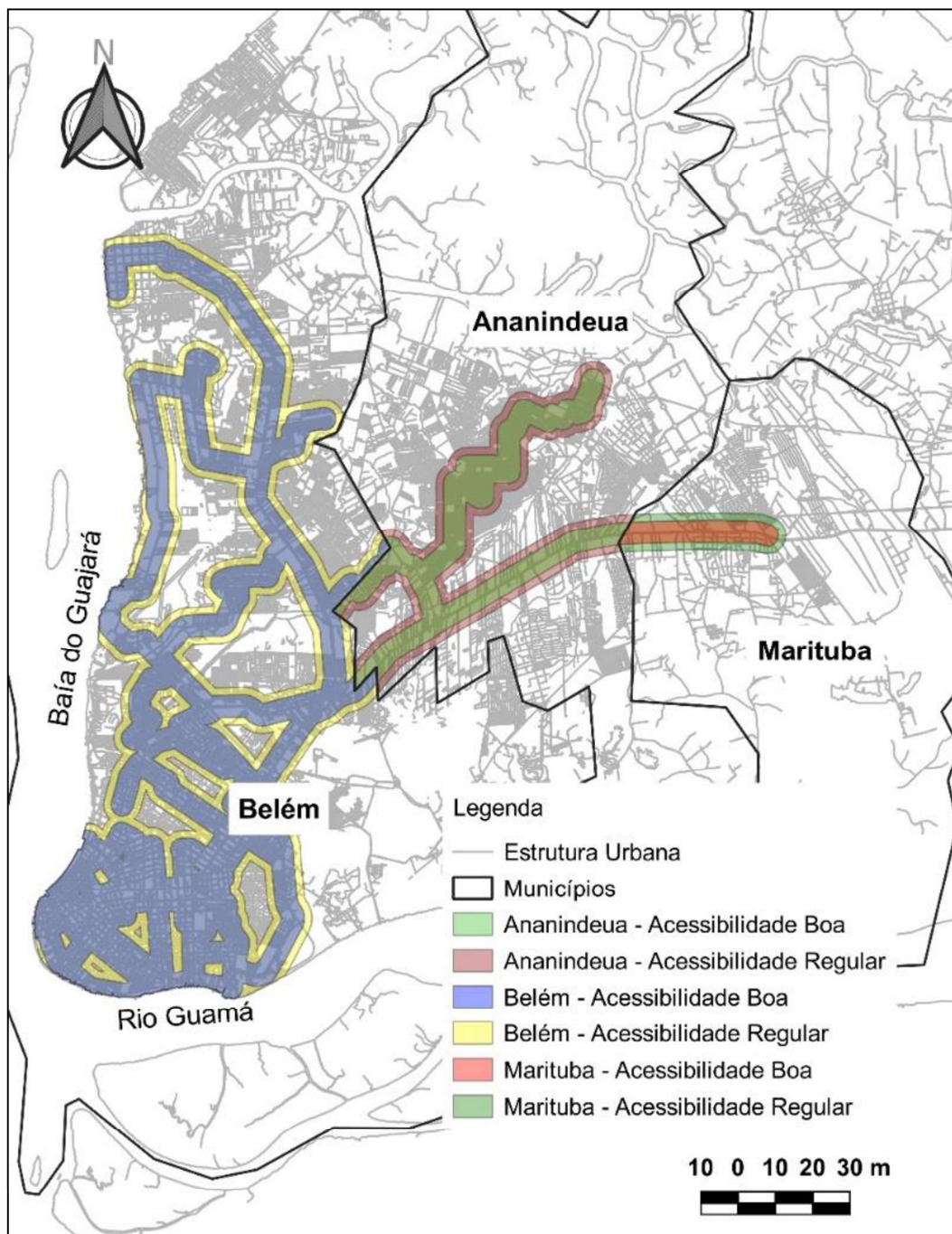


Figura 4.2: Mapa de acessibilidade do TPU para municípios – Sentido volta.



Discorrendo sobre a análise da acessibilidade a nível municipal, no sentido de ida, destaca-se a Tabela 4.1 contendo valores numéricos (em porcentagem) dos níveis de acessibilidade. Vale ressaltar que a área considerada é a área continental, ou seja, desconsiderando as ilhas. Mais uma vez destaca-se Belém com o maior índice de acessibilidade boa 32,78% e com maior índice de acessibilidade regular 12,67%. O município de Marituba apresentou o maior índice de acessibilidade ruim

com 90,47%. Considerando a somatória dos três municípios tem-se a porcentagem de boa, regular e ruim, respectivamente de 22,87%, 32,91% e 44,22%.

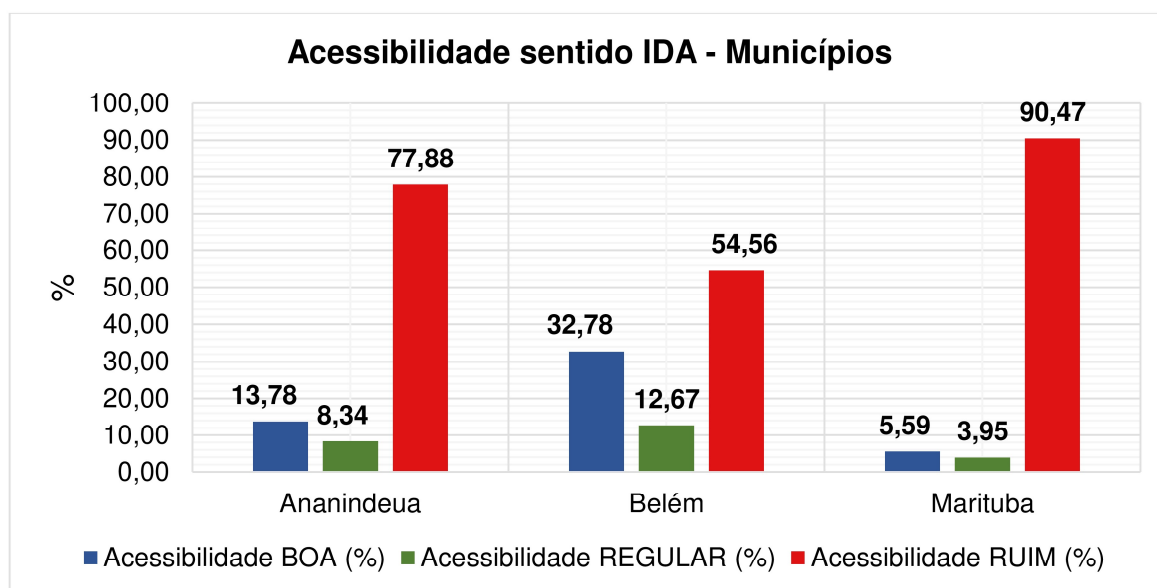
Além disso, na Tabela 4.1 também consta a quantidade de população atendida pelos níveis de acessibilidade (UFPA em direção aos bairros). Belém tem a quantidade de 463.205 habitantes bem atendidos, 179.561 pessoas regularmente atendidos. Marituba destaca-se negativamente com 118.981 pessoas (do total de 131.521) atendidas insatisfatoriamente, ou seja, com acessibilidade ruim. No total (população de 2.077.768 habitantes), os três municípios são responsáveis por atender 543.662 habitantes (26,17%) com acessibilidade boa, 229.029 habitantes (11,02%) com acessibilidade regular e 1.305.077 habitantes (62,81%) com acessibilidade ruim.

Tabela 4.1: Níveis de Acessibilidade e População Atendida - Sentido Ida.

Município	Área (ha)	Boa (%)	Regular (%)	Ruim (%)	Pop.	Pop. Acess. Boa	Pop. Acess. Regular	Pop. Acess. Ruim
Ananindeua	9.584,7165	13,78	8,34	77,88	530.598	73.111	44.274	413.213
Belém	17.702,7423	32,78	12,67	54,56	1.415.649	463.205	179.561	772.883
Marituba	5.044,0160	5,59	3,95	90,47	131.521	7.346	5.194	118.981
TOTAL	32.331,4748	22,87	32,91	44,22	2.077.768	543.662	229.029	1.305.077

Representando graficamente estes resultados tem-se o Gráfico 4.1 com as porcentagens de área representando à acessibilidade, neste gráfico o azul equivale a boa, o verde a regular e o vermelho a ruim.

Gráfico 4.1: Nível de Acessibilidade Municípios - Sentido Ida.



Explanando acerca da análise da acessibilidade a nível municipal, no sentido de volta, remete-se a Tabela 4.2 contendo valores numéricos (em porcentagem) dos níveis de acessibilidade. Destaca-se positivamente o município de Belém com o maior índice em acessibilidade boa 33,97% e com maior índice de acessibilidade regular 13,43%. Quanto ao maior índice de acessibilidade ruim, o município de Marituba apresentou 91,65%. Ao se analisar os três municípios em conjunto tem-se 23,37% (acessibilidade boa), 15,05% (acessibilidade regular) e 61,58% (acessibilidade ruim).

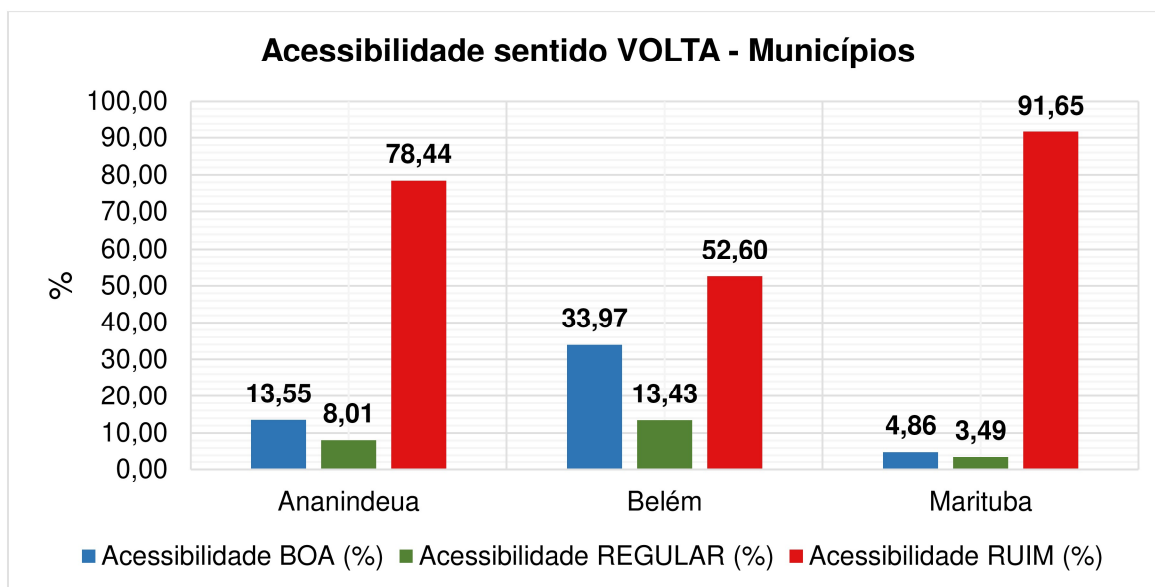
Ademais, na Tabela 4.2, foi relacionado a classificação de acessibilidade os quantitativos de habitantes atendidos. No que se diz respeito a maior quantidade, Belém tem 480.930 pessoas atendidas pelo nível de boa acessibilidade, 190.182 habitantes atendidos por acessibilidade regular e Marituba tem 120.542 pessoas (do total de 131.521) com acessibilidade ruim. O total de 2.077.768 compõe a população dos três municípios, desse total 559.191 pessoas, ou seja 26,91%, são atendidas com acessibilidade boa, 237.292 pessoas, isto é 11,42%, são atendidas com acessibilidade regular e 1.281.285, ou melhor 61,66%, pessoas não são bem atendidas.

Tabela 4.2: Níveis de Acessibilidade e População Atendida - Sentido Volta.

Município	Área (ha)	Boa (%)	Regular (%)	Ruim (%)	Pop.	Pop. Acess. Boa	Pop. Acess. Regular	Pop. Acess. Ruim
Ananindeua	9.584,7165	13,55	8,01	78,44	530.598	71.874	42.518	416.206
Belém	17.702,7423	33,97	13,43	52,59	1.415.649	480.930	190.182	744.537
Marituba	5.044,0160	4,86	3,49	91,65	131.521	6.387	4.592	120.542
TOTAL	32.331,4748	23,37	15,05	61,58	2.077.768	559.191	237.292	1.281.285

O Gráfico 4.2 expõe as áreas em porcentagens dos três municípios analisados na Região Metropolitana de Belém em acessibilidades boa (azul), verde (regular) e vermelho (ruim).

Gráfico 4.2: Nível de Acessibilidade Municípios - Sentido Volta.



Comparando as análises de acessibilidade efetuadas no tópico 2.4 a dissertação de Pianucci (2011) concluiu que cerca de 90% do município de São Carlos-SP apresentou boa acessibilidade (distância máxima de 300 metros de caminhada até o ponto de ônibus), enquanto que na atual pesquisa, o maior índice de boa acessibilidade foi de apenas 30%, na cidade de Belém.

A monografia de Barroso e Marques analisou o nível de acessibilidade para a cidade de Tucuruí no sudeste paraense. Os resultados levantados foram que em torno de 23% da área urbana do município não era atendida por TPU. A presente pesquisa detectou que 50%, 80% e 90% das áreas de Belém, Ananindeua e Marituba, respectivamente, possuíam acessibilidade ruim, ou seja, percentuais significativamente maiores que Tucuruí.

Estes resultados são coerentes posto que os trabalhos que investigaram a acessibilidade da cidade inteira (São Carlos e Tucuruí), considerando todas as linhas, apresentarem maiores índices de boa acessibilidade quando comparado a esta pesquisa, uma vez que esta avaliação de acessibilidade é referente a um polo específico e das linhas de ônibus que o atendem.

Segundo Moraes et. al. (2018), de um modo geral, todos os parâmetros de qualidade do TPU da RMB não satisfazem a população, inclusive os de acessibilidade. Tal resultado foi aqui corroborado pois se detectou que grande parte da população da RMB (cerca de 60%, nos dois sentidos) não tem acesso direto ao grande polo gerador de tráfego que é a UFPA.

4.2 ANÁLISE DO NÍVEL DE ACESSIBILIDADE DOS BAIRROS

No sentido de ida das linhas que atendem ao terminal da UFPA tem-se a Figura 4.3 com a espacialização (representada em mapa composto pela estrutura urbana, as linhas e as áreas de acessibilidade) dos níveis de acessibilidade bom e regular, com preenchimento azul e amarelo, respectivamente. Os espaços sem preenchimento representam o nível ruim de acessibilidade. A numeração representa os bairros caracterizados no item 3.2.2

Visualmente percebe-se que a primeira légua patrimonial do município é satisfatoriamente atendida por acessibilidade de nível boa e regular, conforme o distanciamento do centro começam a aparecer vazios classificados como acessibilidade ruim que serão mais bem discutidos no subitem 4.5 deste capítulo.

Os três níveis de acessibilidade, no sentido ida, dos 48 bairros considerados nessa estão dispostos na Tabela 4.3, além disso tem-se o quantitativo de população atendida por bairro.

Figura 4.3: Mapa de acessibilidade do TPU para os bairros de Belém – Sentido ida.

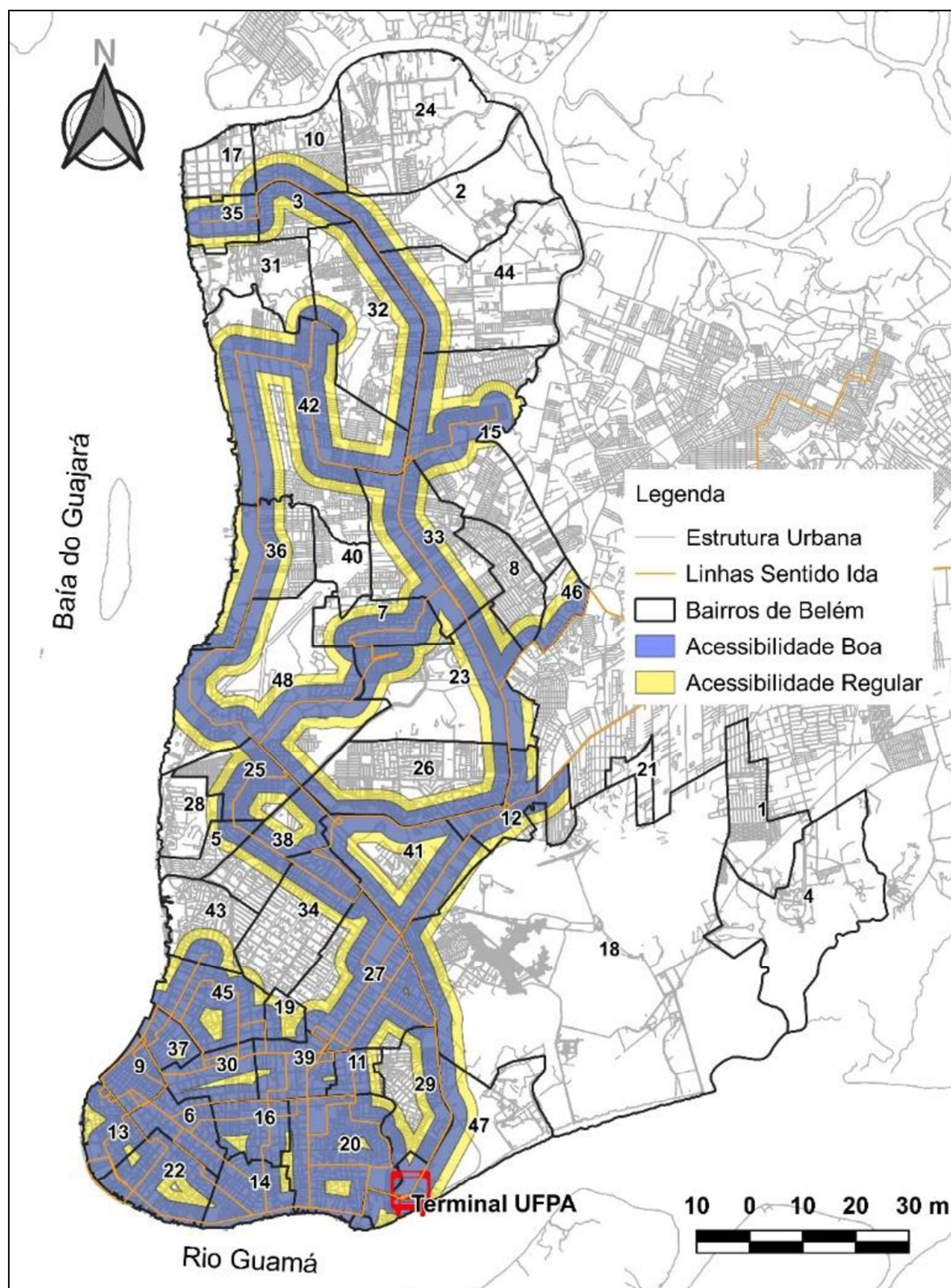


Tabela 4.3: Níveis de Acessibilidade e População Atendida dos Bairros - Sentido Ida.

Bairro	Área (ha)	Boa (%)	Reg. (%)	Ruim (%)	Pop.	Pop. com boa acess.	Pop. com acess. regular	Pop. com acess. ruim
Águas Lindas	280,4145	0,00	0,00	100,00	18769	0	0	18.769
Águas Negras	500,4226	10,62	5,60	83,78	7381	784	413	6.184
Agulha	128,4700	52,27	29,77	17,96	21117	11.037	6.287	3.793
Aura	673,6620	0,00	0,00	100,00	1.957	0	0	1.957
Barreiro	95,1859	27,95	15,90	56,15	27.857	7.787	4.428	15.642
Batista Campos	144,1979	100,00	0,00	0,00	20.500	20.500	0	0
Bengui	198,7987	57,53	23,72	18,75	31.474	18.106	7.465	5.903
Cabanagem	185,5372	6,88	7,30	85,81	29.762	2.049	2.173	25.540
Campina	101,7455	100,00	0,00	0,00	6.595	6.595	0	0
Campina de Icoaraci	238,6225	19,65	15,97	64,37	28.627	5.626	4.572	18.428
Canudos	78,2591	72,92	21,41	5,67	14.788	10.783	3.166	838
Castanheira	213,1331	62,92	19,59	17,49	26.165	16.463	5.125	4.577
Cidade velha	129,4186	84,86	14,33	0,81	12.993	11.026	1.862	105
Condor	171,5086	94,58	5,42	0,00	45.807	43.326	2.481	0
Coqueiro	680,7696	28,83	14,14	57,03	55.468	15.992	7.841	31.635
Cremação	147,2360	90,89	9,11	0,00	33.493	30.443	3.050	0
Cruzeiro	152,4332	5,22	11,33	83,45	12.474	651	1.413	10.410
Curió-Utinga	3.043,0938	2,98	2,76	94,26	17.829	531	493	16.805
Fátima	61,8878	43,38	42,97	13,65	13.268	5.755	5.701	1.811
Guamá	416,9545	89,15	10,84	0,01	101.355	90.359	10.987	10
Guanabara	68,5448	0,00	0,00	100,00	1.701	0	0	1.701
Jurunas	236,5145	81,49	17,82	0,69	69.075	56.290	12.310	475
Mangueirão	609,5498	37,59	18,65	43,76	38.807	14.588	7.238	16.981
Maracacuera	679,7178	0,00	0,53	99,47	14.656	0	78	14.578
Maracangalha	198,7090	56,71	22,02	21,27	32.711	18.549	7.203	6.959
Marambaia	497,0087	28,19	17,43	54,38	71.464	20.148	12.457	38.859
Marco	490,0423	70,45	14,64	14,91	70.539	49.698	10.324	10.517
Miramar	148,6468	3,29	7,04	89,67	552	18	39	495
Montese	250,8125	43,92	25,88	30,20	65.819	28.906	17.035	19.878
Nazaré	153,0996	89,53	10,47	0,00	21.966	19.666	2.300	0
Paracuri	265,5746	3,04	8,71	88,24	10.642	324	927	9.391
Parque Guajará	534,3717	26,45	21,17	52,38	37.258	9.854	7.887	19.517
Parque Verde	493,9156	45,53	23,54	30,93	41.916	19.085	9.867	12.964
Pedreira	369,2642	29,05	9,81	61,15	74.571	21.659	7.315	45.597
Pontagrossa	128,4975	65,15	30,79	4,06	14.189	9.244	4.368	576
Pratinha	321,3621	47,32	25,09	27,60	24.200	11.450	6.071	6.678
Reduto	81,5634	91,64	8,36	0,00	6.827	6.256	571	0
Sacramenta	239,8954	40,38	23,03	36,59	47.580	19.212	10.957	17.411
São Brás	161,2466	96,65	3,35	0,00	21.357	20.641	716	0
São Clemente	120,3845	0,00	1,17	98,83	8.264	0	97	8.167
Souza	408,8875	62,52	25,97	11,50	14.130	8.835	3.670	1.625
Tapanã	1.013,3872	48,03	23,72	28,26	71.422	34.303	16.939	20.180
Telegrafo	223,1611	13,05	16,12	70,83	46.015	6.003	7.420	32.593
Tenoné	667,9750	10,35	6,55	83,10	32.599	3.374	2.134	27.091
Umarizal	261,0095	83,26	16,52	0,23	32.235	26.838	5.324	73
Una	92,7791	50,65	25,19	24,16	7.203	3.648	1.815	1.740
Universitário	464,7698	33,39	14,49	52,12	2.739	915	397	1.428
Val de Cães	880,3006	41,79	23,02	35,20	7.533	3.148	1.734	2.651
TOTAL	17.702,7423	32,78	12,67	54,56	1.415.649	463.990	179.350	772.309

Do total de 17.702,7423 hectares de área dos bairros da capital paraense 32,78% tem acessibilidade boa, 12,67% tem acessibilidade regular e 54,56% tem acessibilidade ruim quanto ao sentido ida. Quanto a população total dos bairros, de 1.415.649 habitantes 463.990 são bem atendidos, 179.350 são regularmente atendidos e 772.309 são mal atendidos.

Do mesmo modo, no sentido de volta das linhas que partem dos bairros em direção ao terminal da UFPA, tem-se a Figura 4.4 com a espacialização dos níveis de acessibilidade bom e regular. Assim como no sentido oposto os bairros próximos a universidade, são mais bem atendidos em comparação aos bairros que estão se distanciando.

A fim de analisar esses dados numericamente tem-se a Tabela 4.4 contempla os 48 bairros acrescido de um quantitativo de populacional segundo cada classificação do nível de acessibilidade.

Figura 4.4: Mapa de acessibilidade do TPU para os bairros de Belém – Sentido volta.

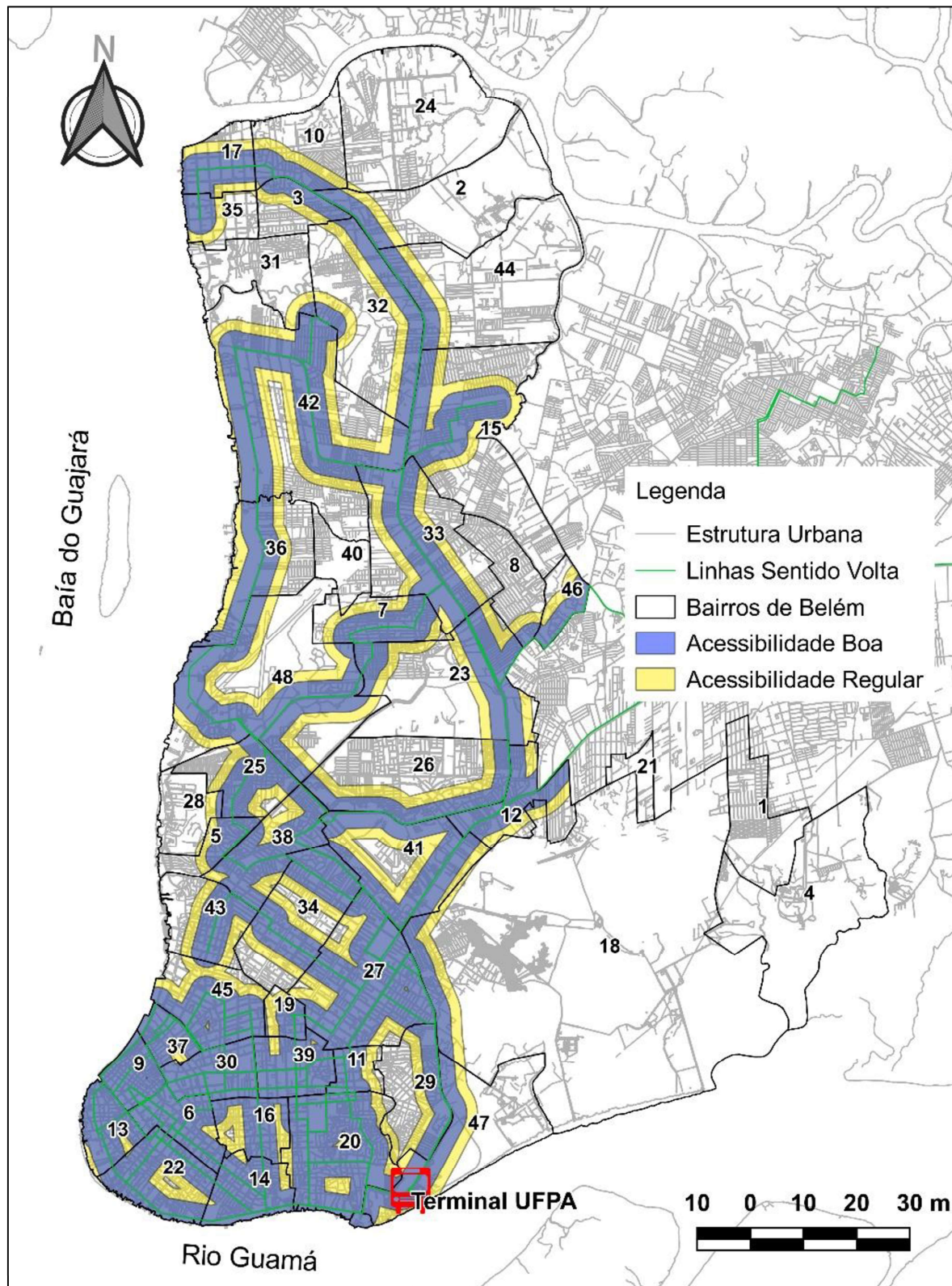


Tabela 4.4: Níveis de Acessibilidade e População Atendida dos Bairros - Sentido volta.

Bairro	Área (ha)	Boa (%)	Reg. (%)	Ruim (%)	Pop.	Pop. com boa acess.	Pop. com acess. regular	Pop. com acess. ruim
Águas Lindas	280,4145	0,00	0,00	100,00	18.769	0	0	18.769
Águas Negras	500,4226	10,16	5,69	84,15	7.381	750	420	6.184
Agulha	128,4700	37,77	22,54	39,69	21.117	7.976	4.759	3.793
Aura	673,6620	0,00	0,00	100,00	1.957	0	0	1.957
Barreiro	95,1859	49,07	21,66	29,27	27.857	13.669	6.035	15.642
Batista Campos	144,1979	95,80	4,20	0,00	20.500	19.638	862	0
Bengui	198,7987	57,86	23,84	18,31	31.474	18.210	7.502	5.903
Cabanagem	185,5372	7,03	7,31	85,66	29.762	2.092	2.176	25.540
Campina	101,7455	99,98	0,02	0,00	6.595	6.593	2	0
Campina de Icoaraci	238,6225	23,83	16,77	59,40	28.627	6.823	4.799	18.428
Canudos	78,2591	66,89	24,59	8,52	14.788	9.891	3.637	838
Castanheira	213,1331	60,90	20,20	18,89	26.165	15.935	5.286	4.577
Cidade velha	129,4186	91,24	8,76	0,00	12.993	11.855	1.138	105
Condor	171,5086	92,05	7,95	0,00	45.807	42.165	3.642	0
Coqueiro	680,7696	29,01	15,64	55,35	55.468	16.090	8.676	31.635
Cremação	147,2360	65,39	32,89	1,72	33.493	21.901	11.015	0
Cruzeiro	152,4332	58,97	26,56	14,47	12.474	7.356	3.313	10.410
Curió-Utinga	3.043,0938	2,78	2,66	94,56	17.829	495	475	16.805
Fátima	61,8878	62,22	33,93	3,85	13.268	8.255	4.502	1.811
Guamá	416,9545	86,62	12,13	1,25	101.355	87.796	12.294	10
Guanabara	68,5448	0,00	0,00	100,00	1.701	0	0	1.701
Jurunas	236,5145	81,49	17,64	0,87	69.075	56.292	12.185	475
Mangueirão	609,5498	34,28	19,11	46,61	38.807	13.304	7.417	16.981
Maracacuera	679,7178	0,00	0,43	99,57	14.656	0	63	14.578
Maracangalha	198,7090	56,27	22,55	21,19	32.711	18.406	7.375	6.959
Marambaia	497,0087	29,34	17,35	53,31	71.464	20.967	12.400	38.859
Marco	490,0423	80,72	15,94	3,34	70.539	56.940	11.241	10.517
Miramar	148,6468	3,65	8,87	87,48	552	20	49	495
Montese	250,8125	34,98	25,51	39,51	65.819	23.026	16.788	19.878
Nazaré	153,0996	99,75	0,25	0,00	21.966	21.911	55	0
Paracuri	265,5746	3,13	6,93	89,94	10.642	333	738	9.391
Parque Guajará	534,3717	27,80	21,12	51,08	37.258	10.357	7.869	19.517
Parque Verde	493,9156	45,46	23,52	31,02	41.916	19.055	9.857	12.964
Pedreira	369,2642	53,38	23,02	23,60	74.571	39.803	17.167	45.597
Pontagrossa	128,4975	31,74	21,68	46,58	14.189	4.503	3.077	576
Pratinha	321,3621	47,50	24,58	27,92	24.200	11.495	5.948	6.678
Reduto	81,5634	90,08	9,92	0,00	6.827	6.150	677	0
Sacramenta	239,8954	78,27	19,55	2,18	47.580	37.242	9.303	17.411
São Brás	161,2466	95,68	4,32	0,00	21.357	20.434	923	0
São Clemente	120,3845	0,00	1,28	98,72	8.264	0	106	8.167
Souza	408,8875	59,67	28,19	12,14	14.130	8.432	3.984	1.625
Tapanã	1.013,3872	48,33	23,66	28,01	71.422	34.517	16.898	20.180
Telegrafo	223,1611	42,18	23,40	34,41	46.015	19.411	10.769	32.593
Tenoné	667,9750	9,78	6,54	83,68	32.599	3.187	2.132	27.091
Umarizal	261,0095	67,66	22,16	10,17	32.235	21.812	7.144	73
Una	92,7791	51,39	25,12	23,48	7.203	3.702	1.809	1.740
Universitário	464,7698	31,33	15,94	52,73	2.739	858	437	1.428
Val de Cães	880,3006	41,57	22,84	35,59	7.533	3.131	1.721	2.651
TOTAL	17.702,7423	33,97	13,43	52,59	1.415.649	480.930	190.182	744.537

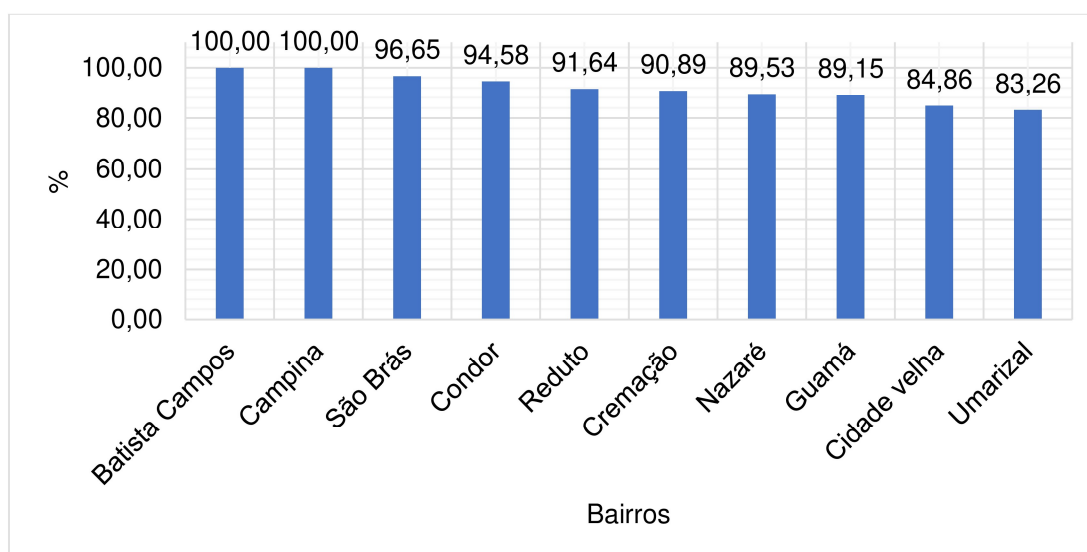
No sentido de volta à cidade de Belém é atendida por 33,97% de acessibilidade boa, 13,43% de acessibilidade regular e 52,59% de acessibilidade ruim. No que diz respeito a população total dos bairros, de 1.415.649 habitantes 480.930 são bem atendidos, 190.182 são regularmente atendidos e 744.537 são mal atendidos.

A sequência desta análise abordada os níveis de acessibilidade e o grau de atendimento aos habitantes para os dois sentidos das linhas de TPU.

4.2.1 Acessibilidade Boa – Sentido Ida

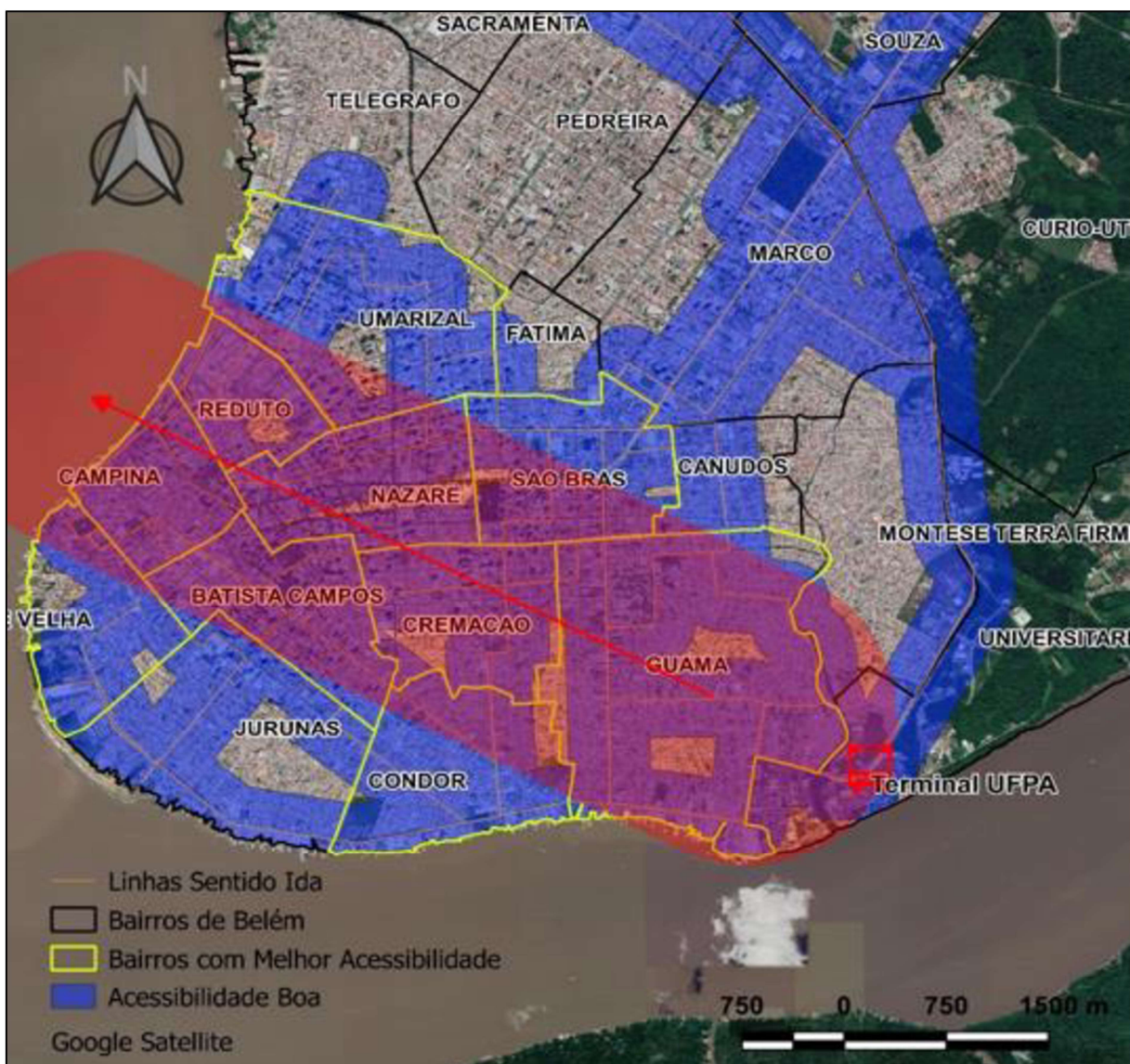
Os 10 principais bairros atendidos com o melhor nível de acessibilidade estão dispostos na representação do Gráfico 4.3. Com destaque aos bairros de Batista Campos e Campina totalmente atendidos.

Gráfico 4.3: Bairros com maior área de acessibilidade boa atendida quanto às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido ida).



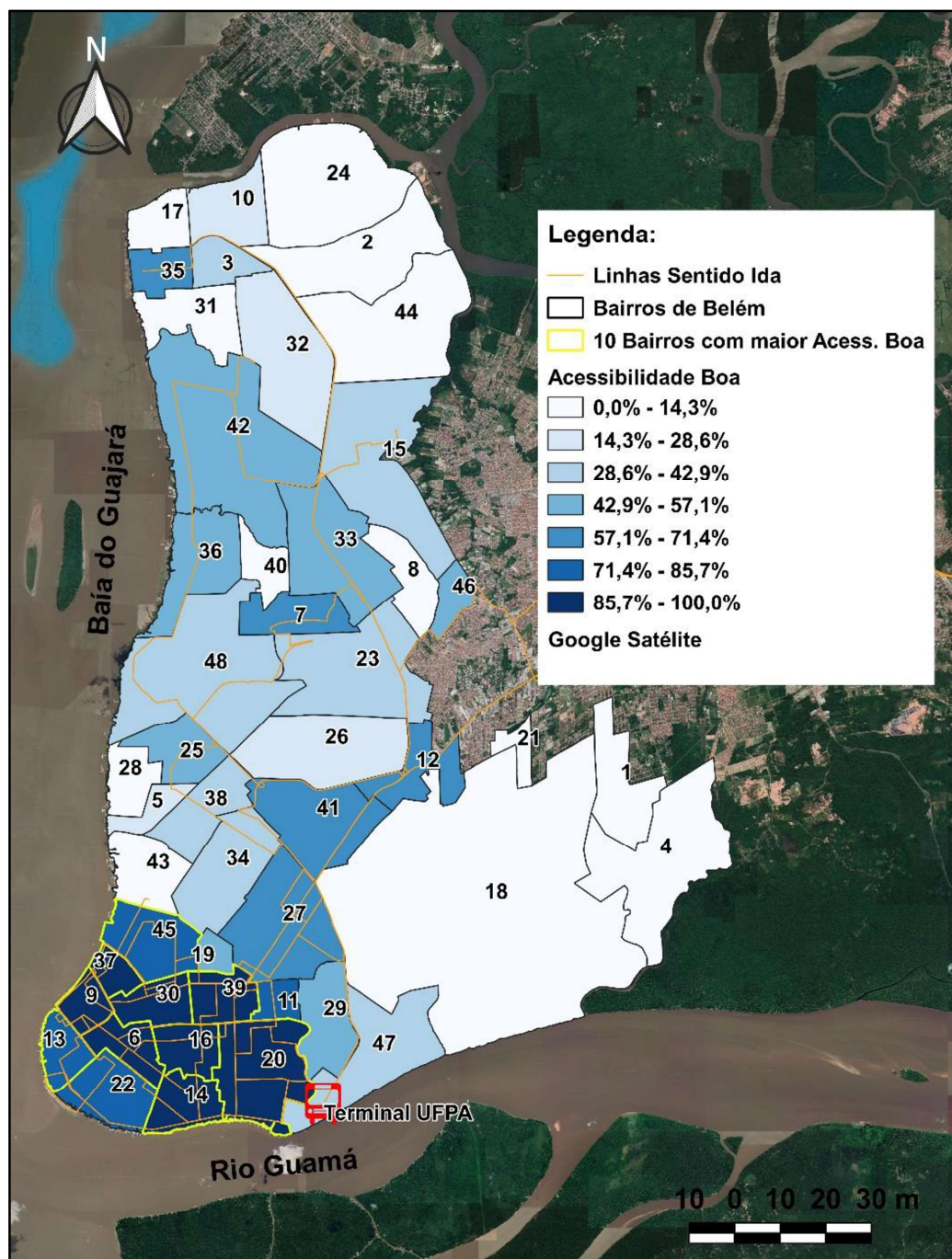
A Figura 4.5 concentra os bairros com maior boa acessibilidade na cidade de Belém, ao se projetar uma linha contínua do bairro do Guamá em direção ao centro da capital paraense se destaca que em torno da seta projetada uma mancha urbana contínua de bom atendimento para quem parte da universidade em direção aos bairros.

Figura 4.5: Bairros mais bem atendidos por boa acessibilidade – sentido ida.



Ainda sobre a representação da boa acessibilidade sentido UFPA para os bairros tem-se a representação em forma temática (Figura 4.6) dos 48 bairros de Belém, foram divididos em 7 classes nas tonalidades do azul, menos intenso menor porcentagem de área atendida por boa acessibilidade, e o mais intenso maior proporção de acessibilidade boa.

Figura 4.6: Bairros com maior percentual de acessibilidade boa – sentido ida.



Este resultado é coerente uma vez que todos os bairros melhor atendidos estão abrangendo a primeira légua patrimonial de Belém, esta região foi historicamente a primeira a ser urbanizada na capital paraense. Além disso esses bairros apresentam o centro histórico da capital, sendo ele composto pelos bairros da Cidade Velha e da Campina tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN

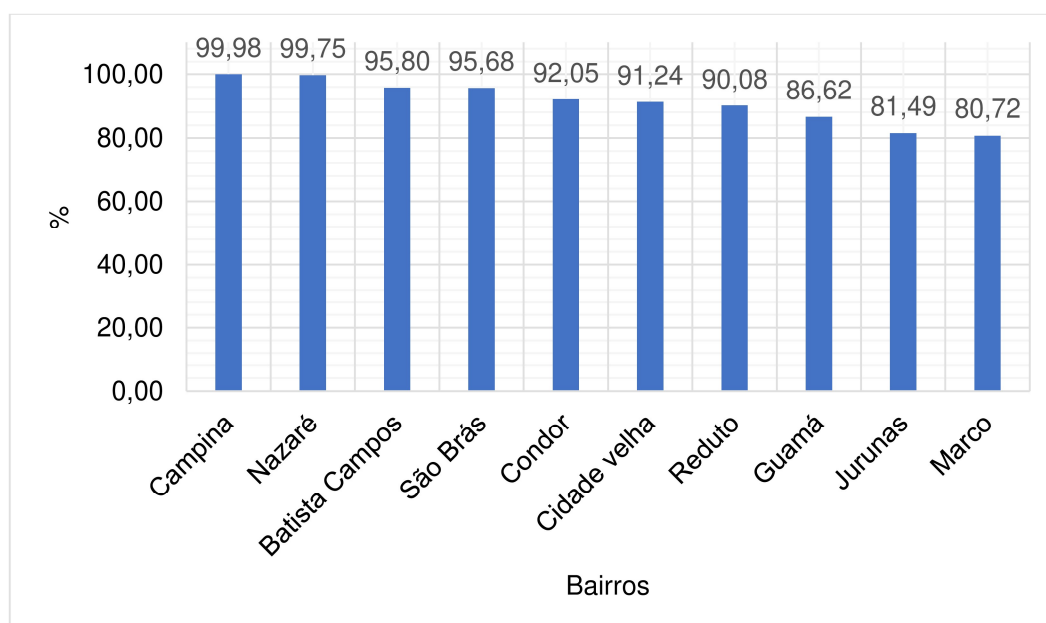
em 2012¹ vale ressaltar que a região comercial de Belém também está localizada nesta região.

O bairro do Guamá é destaque pois é o mais populoso e é rota de entrada e saída da universidade federal, sendo assim das 21 linhas analisadas 9 utilizam do trajeto Avenida Perimetral – Rua Augusto Corrêa – Avenida Bernardo Sayão; outras 5 linha utilizam o trajeto Avenida Perimetral – Rua Augusto Corrêa – Rua Barão de Igarapé Miri; as outras 7 linhas seguem a Avenida Perimetral sentido Rodovia Br-316.

4.2.2 Acessibilidade Boa – Sentido Volta

A lista com os 10 melhores bairros atendidos com o nível bom de acessibilidade encontra-se disposto no Gráfico 4.4. Destaca-se a abrangência de cerca de 100% por parte dos bairros da Campina e de Nazaré.

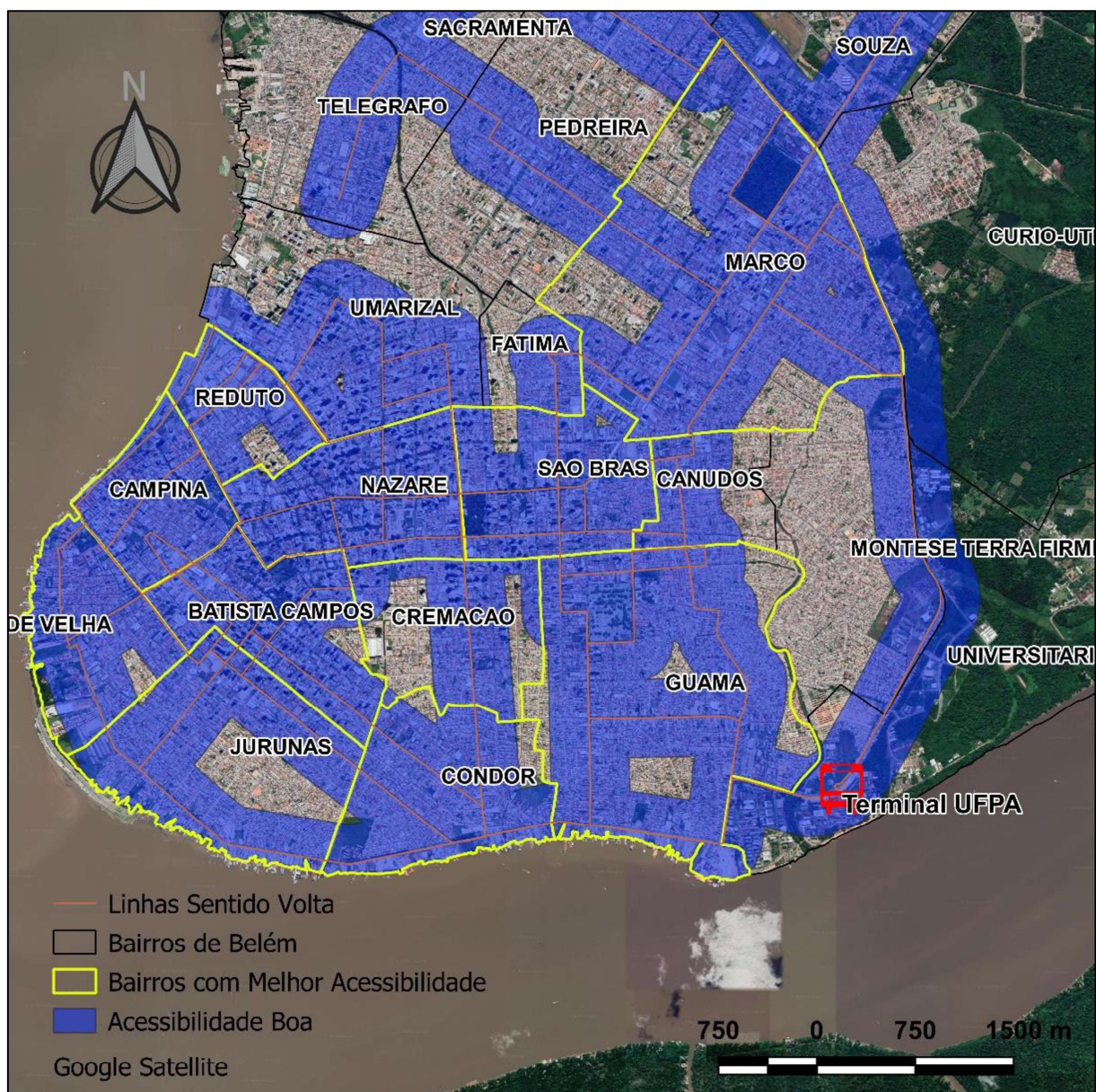
Gráfico 4.4: Bairros com maior área de acessibilidade boa atendida quanto às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido volta).



A Figura 4.7 agrupa os bairros com maior boa acessibilidade em Belém, e mais uma vez concentraram-se no centro e nas proximidades da cidade.

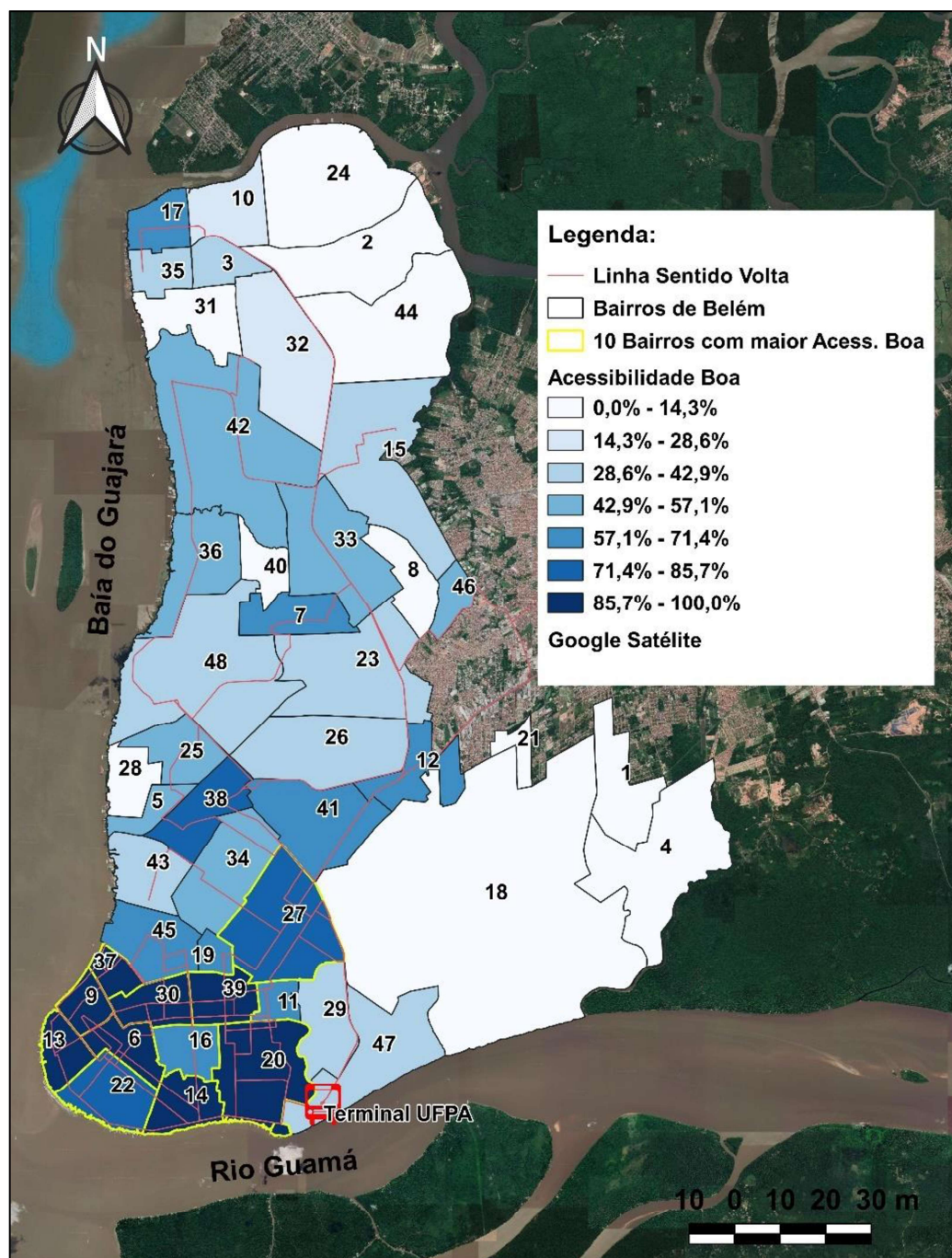
¹ O IPHAN, através da Portaria MINC 54-2012 - DOU 90 - 10 maio 2012, tombou o conjunto arquitetônico dos bairros da Campina e Cidade Velha (regiões históricas do município de Belém).

Figura 4.7: Bairros mais bem atendidos por boa acessibilidade – sentido volta.



Nos mesmos moldes do tópico anterior foi elaborada a Figura 4.8 tratando-se de uma representação temática (em tons de azul) a fim de expressar a porcentagem de áreas de boa acessibilidade no sentido de volta, dividindo os bairros em sete classes de portagem de boa acessibilidade.

Figura 4.8: Bairros com maior percentual de acessibilidade boa – sentido volta.

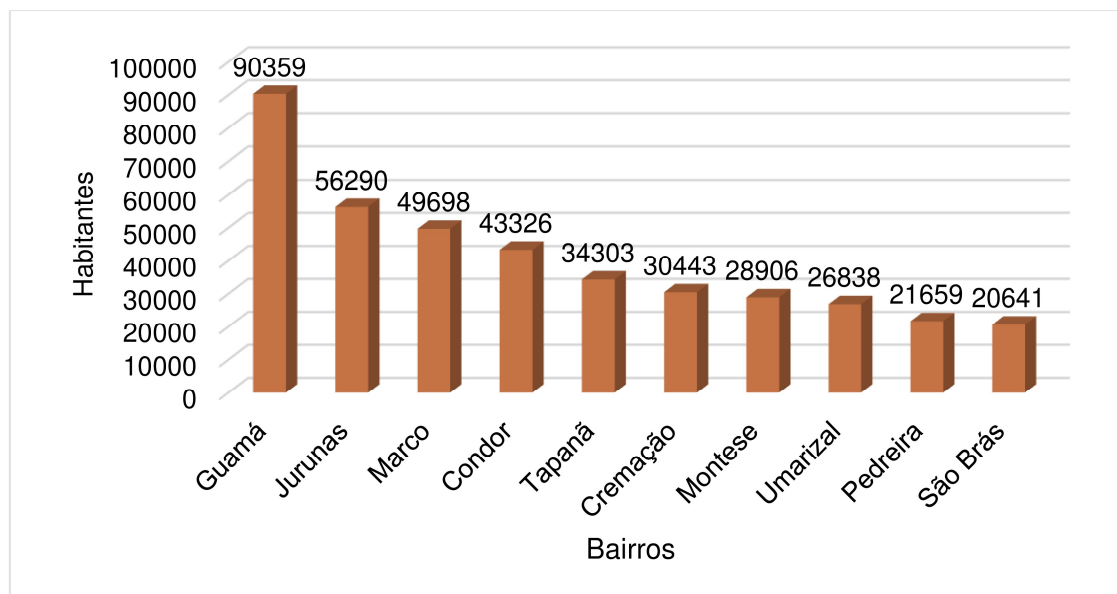


Uma vez mais, os resultados concentrados no centro da cidade e próximos ao terminal de ônibus da UFPA foram esperados na análise de acessibilidade para quem está a caminho da universidade.

4.2.3 População Bem Atendida – Sentido Ida

Os dez bairros mais bem atendidos por acessibilidade estão dispostos no Gráfico 4.5, onde o valor das ordenadas representa a quantidade de habitantes.

Gráfico 4.5: Bairro com maior número de habitantes com acessibilidade boa às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido ida).



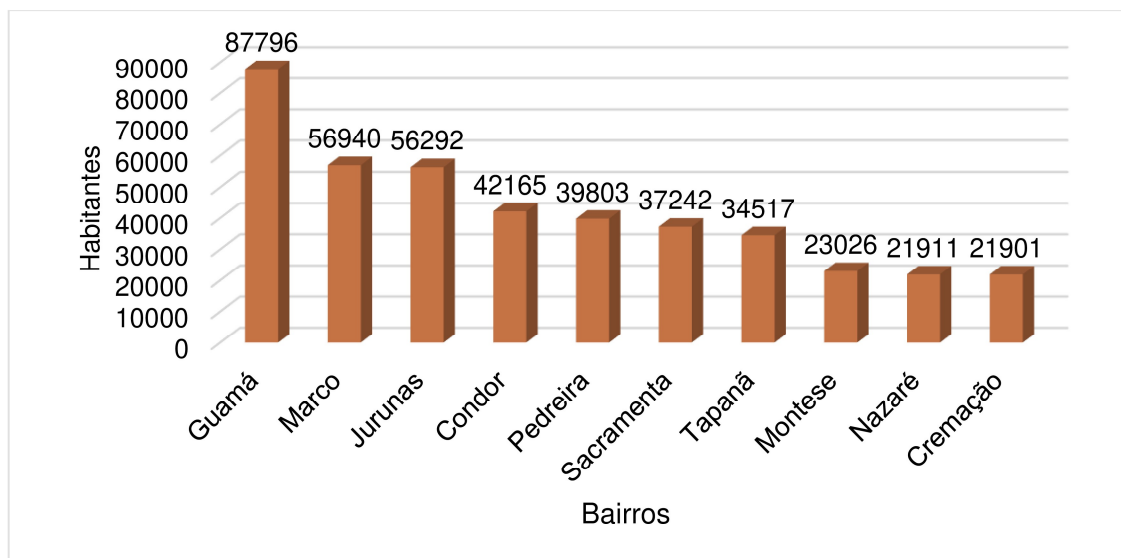
Dos dez bairros mais populosos de Belém apresentados no Gráfico 3.1 seis deles são coincidentes no Gráfico 4.5 (Guamá, Jurunas, Marco, Montese, Pedreira e Tapanã) com isso tem-se desempenho satisfatório das rotas que partem da UFPA em direção aos bairros.

Embora os bairros da Batista Campos, Campina, Cidade Velha, Nazaré e Reduto apresentarem quase que 100% de área atendida, por serem pouco populosos não entram na lista dos bairros mais bem atendidos, em termo de número de habitantes.

4.2.4 População Bem Atendida – Sentido Volta

A listagem dos dez bairros mais bem atendidos estão dispostos no Gráfico 4.6.

Gráfico 4.6: Bairro com maior número de habitantes com acessibilidade boa às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido volta).



No sentido volta, 70% dos bairros com melhor acessibilidade coincidem com os dez bairros mais populosos de Belém apresentados no Gráfico 3, sendo eles: Guamá, Jurunas, Marco, Montese, Pedreira, Sacramento e Tapanã. Neste sentido, quando comparado ao sentido de ida (Gráfico 4.5), foi acrescentado o bairro da Sacramento devido ao atendimento proporcionado pela linha 306 – UFPA Pedreira que cobre maior área do bairro da Sacramento.

Assim como no sentido de ida, apesar dos bairros da Batista Campos, Campina, Cidade Velha e Reduto apresentarem quase que 100% de área atendida, por serem pouco populosos não entram na lista dos bairros mais bem atendidos, em termo de número de habitantes.

4.2.5 Acessibilidade Regular – Sentido Ida

Os dez bairros com a melhor acessibilidade regular estão apresentados no Gráfico 4.7. Acrescentado a isso, tem-se a representação da acessibilidade regular no sentido UFPA para os bairros de forma temática (Figura 4.9) os 48 bairros de Belém, foram divididos em 7 classes nas tonalidades do verde.

Gráfico 4.7: Bairros com maior área de acessibilidade regular atendida quanto às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido ida).

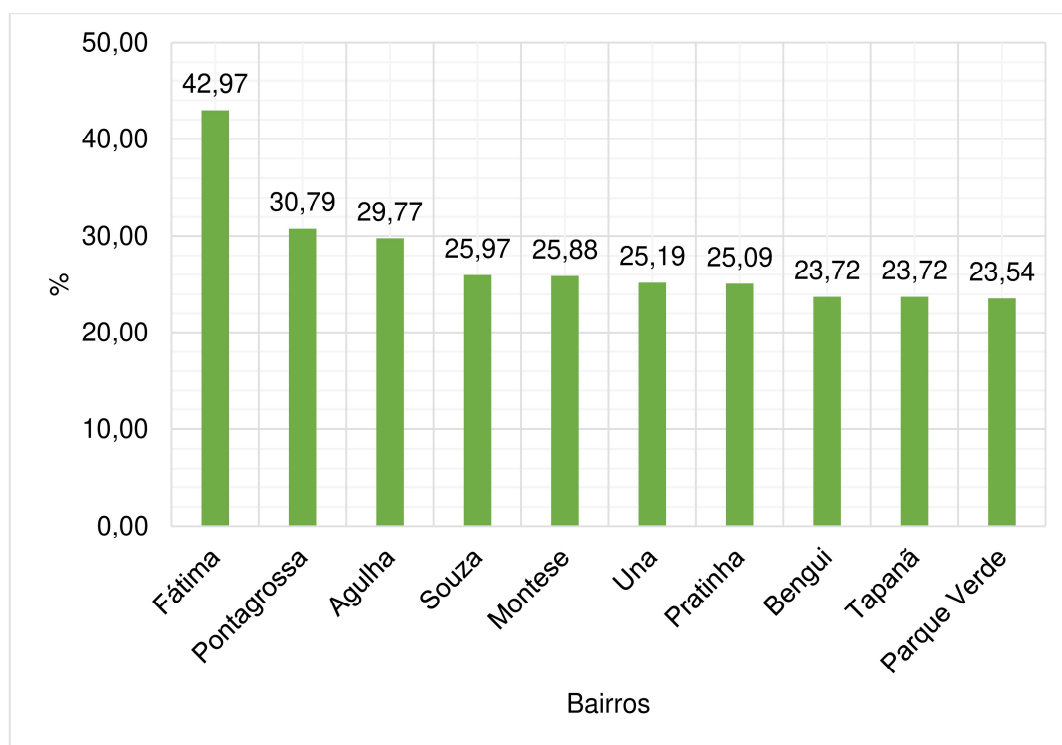
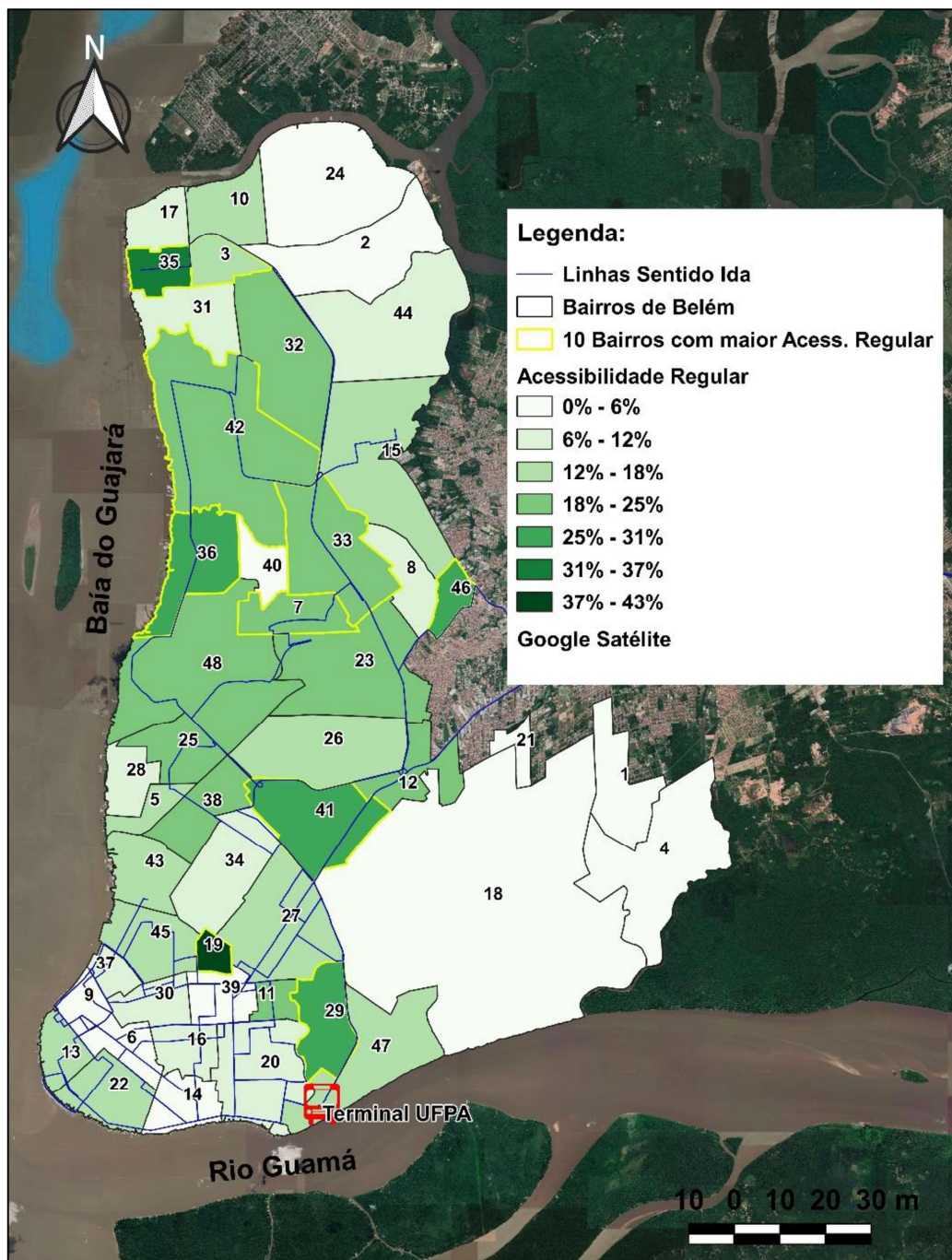


Figura 4.9: Bairros com maior percentual de acessibilidade regular – sentido ida.

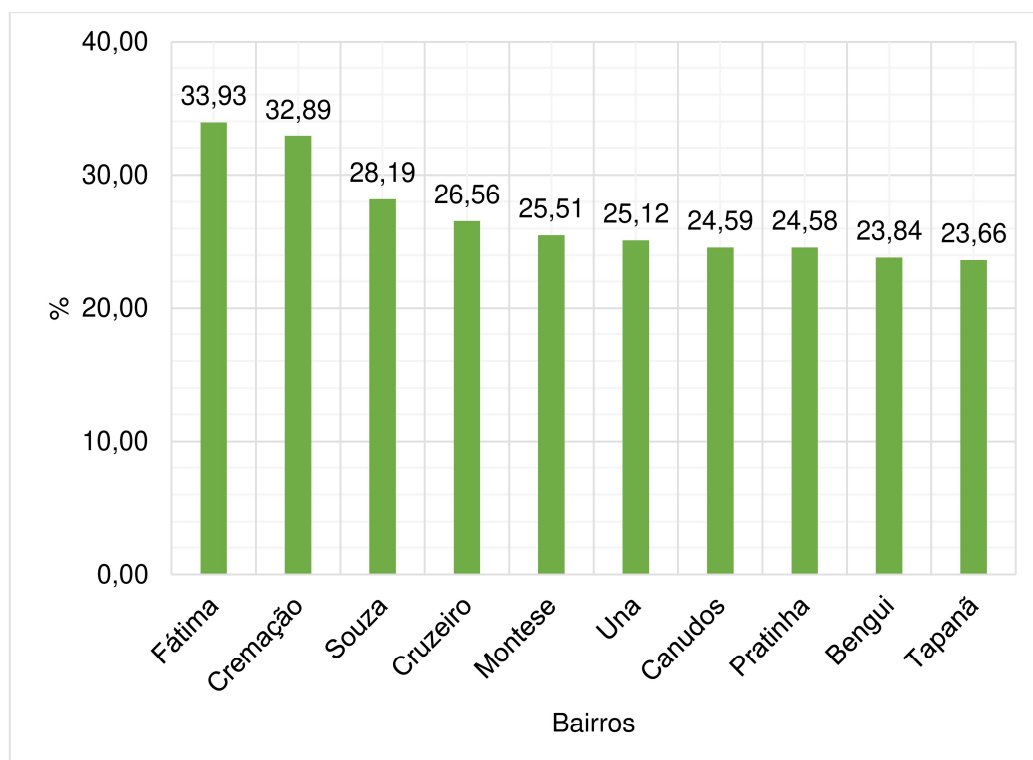


Não se percebe um padrão de região agrupada como foi observado na análise de boa acessibilidade (subitem 4.2.1). Dos bairros mais bem atendidos regularmente destacam-se um pequeno aglomerado dos bairros Bengui, Parque Verde, Pratinha e Tapanã.

4.2.6 Acessibilidade Regular – Sentido Volta

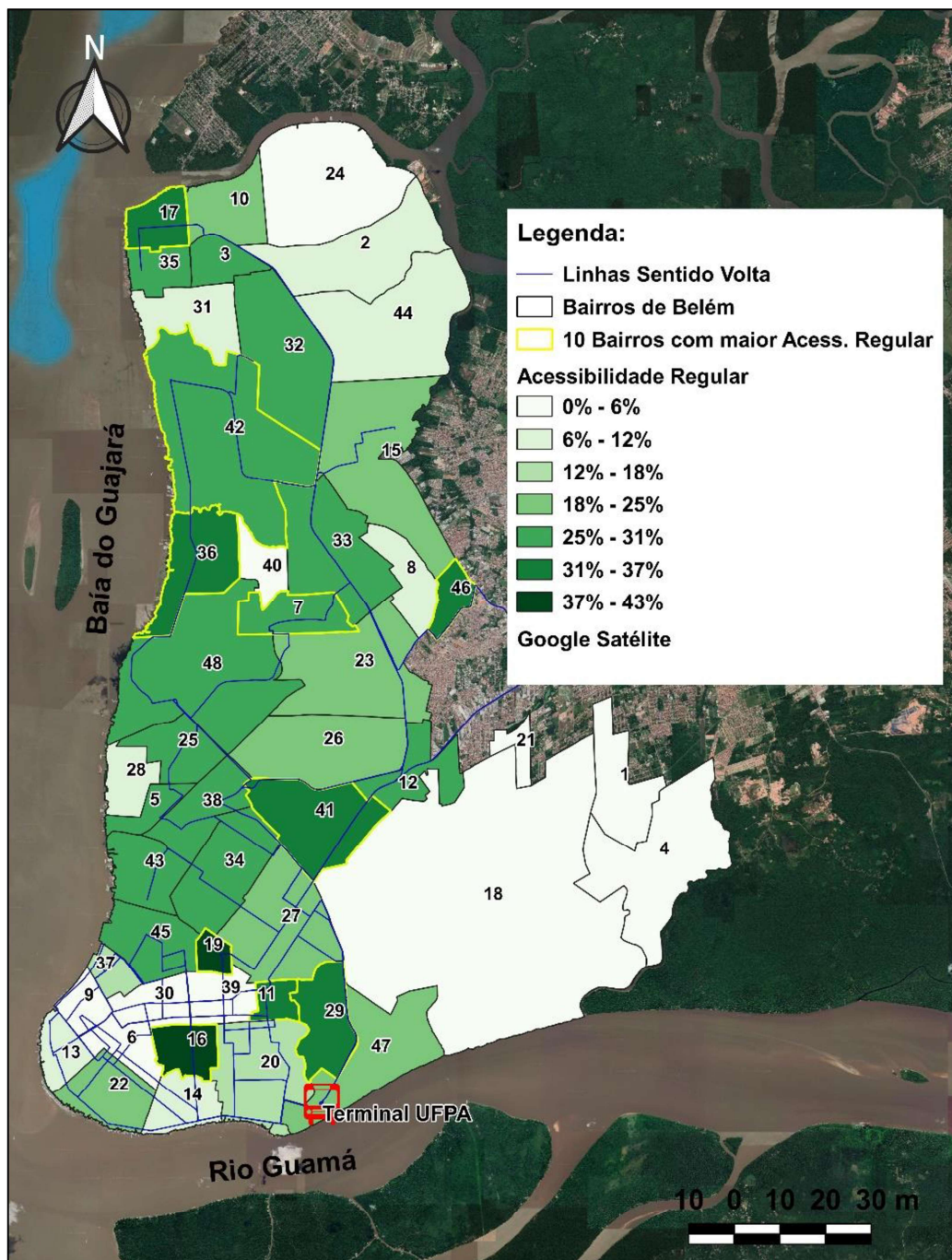
Os dez bairros com maior área atendido por acessibilidade regular estão apresentados no Gráfico 4.8.

Gráfico 4.8: Bairros com maior área de acessibilidade regular atendida quanto às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido volta).



A representação temática da acessibilidade regular está especializada na Figura 4.10. Os 48 bairros estão tematizados em 7 classes (com intervalos de porcentagem de atendimento) em tons de verde.

Figura 4.10: Bairros com maior percentual de acessibilidade regular – sentido volta.

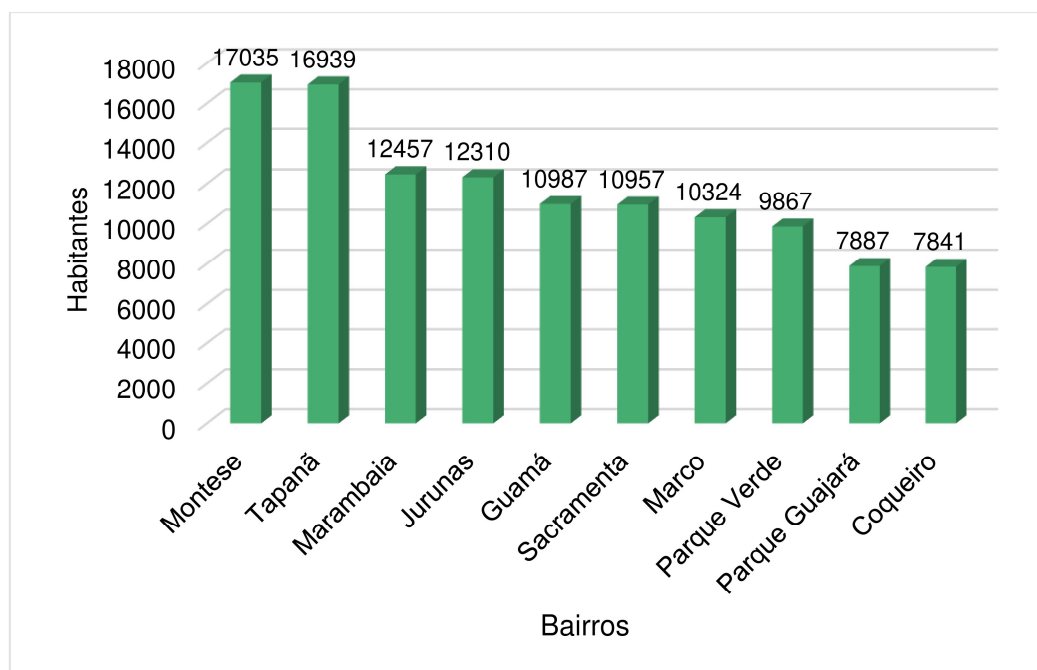


Uma vez mais, não foi observado um padrão agrupado dos bairros mais bem atendidos por acessibilidade regular no sentido bairro em direção a UFPA. Porém 50% dos bairros com maior acessibilidade regular estão localizados na área de influência da Rodovia Augusto Montenegro.

4.2.7 População Regularmente Atendida – Sentido Ida

O Gráfico 4.9 exibe os dez bairros mais bem atendidos por acessibilidade regular, quanto aos seus habitantes.

Gráfico 4.9: Bairro com maior número de habitantes com acessibilidade regular às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido ida).

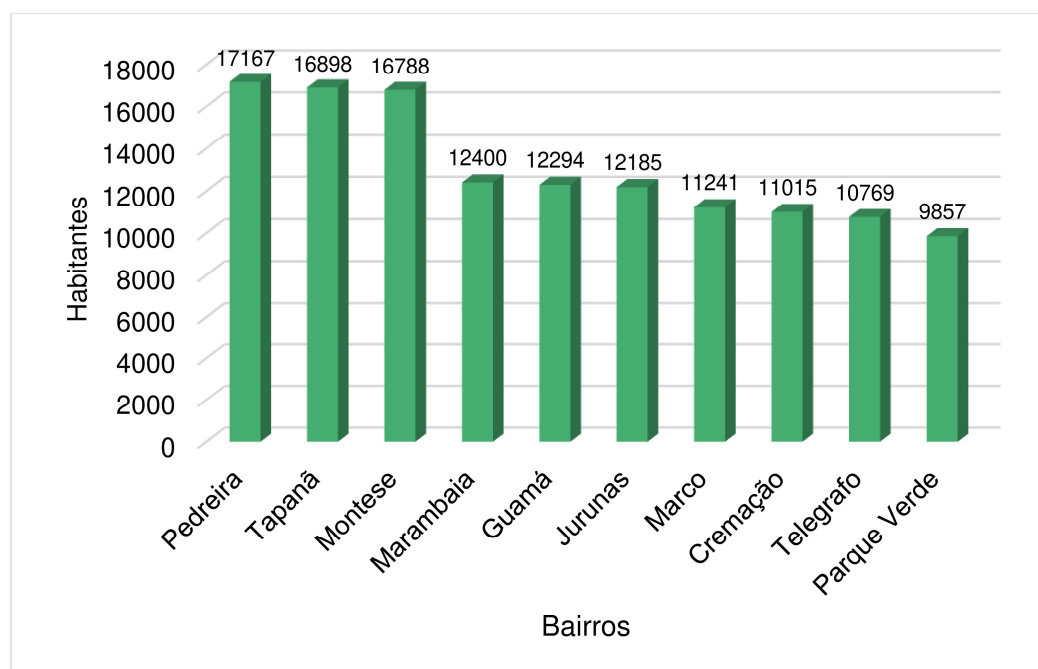


Dos dez bairros mais populosos de Belém apresentados no Gráfico 3.1 80% coincidem com os bairros do Gráfico 4.9 (Coqueiro, Guamá, Jurunas, Marambaia, Marco, Montese ou Terra Firme, Sacramento e Tapanã) com isso tem-se desempenho satisfatório das rotas que partem da UFPA em direção aos bairros.

4.2.8 População Regularmente Atendida – Sentido Volta

O Gráfico 4.10 apresenta os dez bairros mais bem atendidos por acessibilidade regular, quanto à sua população.

Gráfico 4.10: Bairro com maior número de habitantes com acessibilidade regular às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido volta).



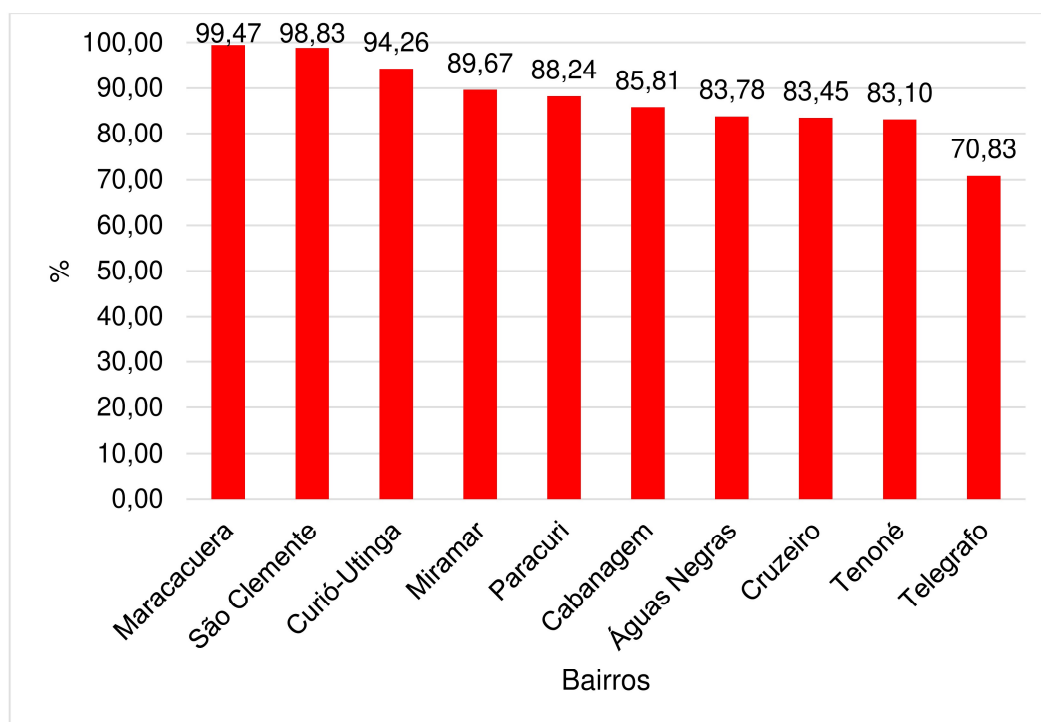
Dos dez bairros mais populosos de Belém apresentados no Gráfico 3.1 80% coincidem com os bairros do Gráfico 4.10 (Guamá, Jurunas, Marambaia, Marco, Montese ou Terra Firme, Pedreira, Tapanã e Telegrafo) caracterizando-se como satisfatório o desempenho das rotas que partem dos bairros em direção a universidade.

4.2.9 Acessibilidade Ruim – Sentido Ida

Os bairros de Águas Lindas, Aurá e Guanabara não apresentam nenhuma porcentagem de acessibilidade boa ou regular, por consequência apresentam 100% de acessibilidade ruim.

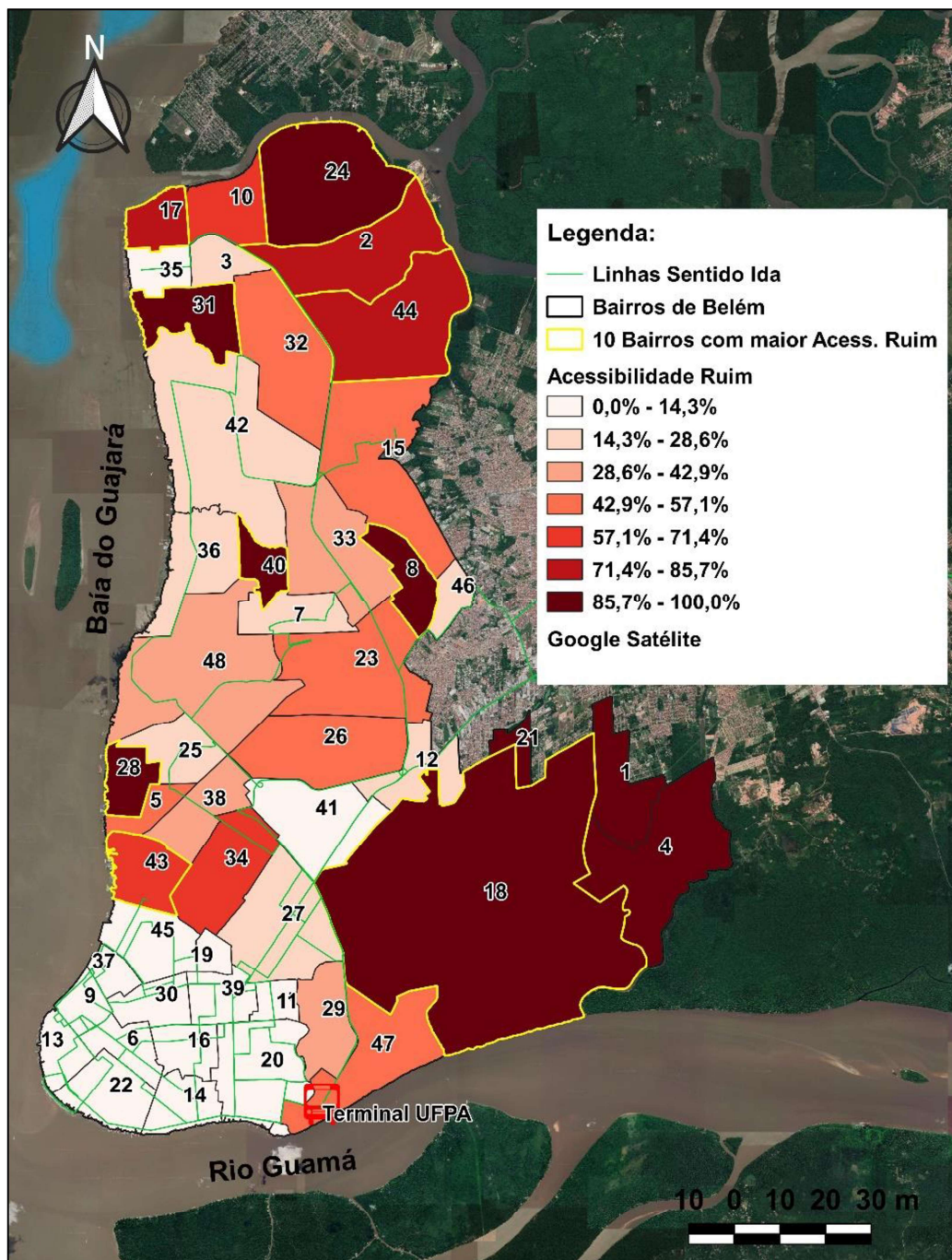
Mesmo desconsiderando os três bairros citados acima, observou-se nesta pesquisa relevantes porcentagens de falta de acessibilidade. Diante disso tem-se o ranking dos dez principais bairros com acessibilidade ruim dispostos no Gráfico 4.11.

Gráfico 4.11: Bairros com menor área de acessibilidade atendida quanto às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido ida).



Os bairros acima citados estão melhor representados na Figura 4.11 onde pode-se comparar todos os 48 bairros analisados, esta análise deu-se através da descrição estatística em 7 classes variando de 0 a 100% de acessibilidade ruim. Os bairros destacados com borda em amarelo compõem o ranking acima citado, vale ressaltar que os bairros de número 1, 4 e 21 (Águas Lindas, Aura e Guanabara) não entraram nos bairros destacados uma vez que eles apresentam 100% de acessibilidade ruim.

Figura 4.11: Bairros de maior acessibilidade ruim – sentido ida.



Destaca-se que ao se afastar do campus universitário a porcentagem de área não atendida aumenta. Além disso, quando se diminui a faixa de influência das principais vias de Belém (Avenida Almirante Barroso e Rodovia Augusto Montenegro) aumenta o nível de acessibilidade ruim. A exemplo tem-se o bairro de São Clemente e da Cabanagem, ambos estão localizados próximo a zona de influência da Rodovia Augusto Montenegro, porém por estarem geograficamente mais afastados e não

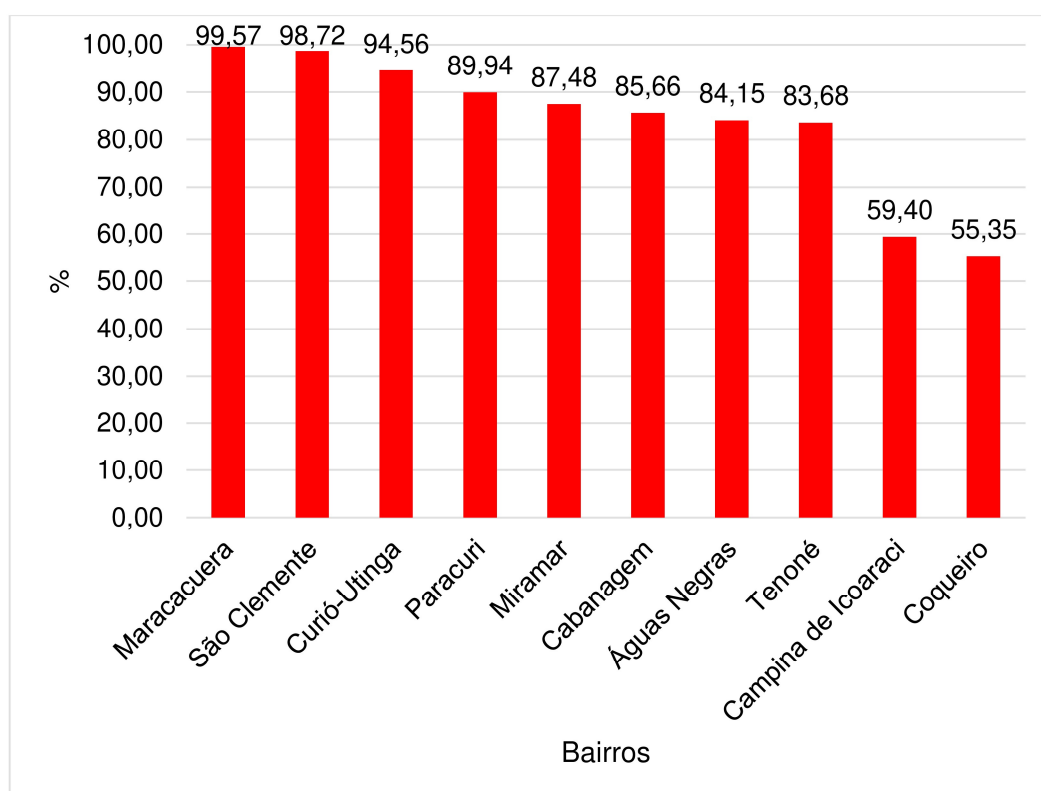
serem contemplados por uma linha específica apresentam índice negativo de acessibilidade.

4.2.10 Acessibilidade Ruim – Sentido Volta

Mais uma vez os bairros de Águas Lindas, Aurá e Guanabara não apresentam nenhuma porcentagem de acessibilidade boa ou regular, conseqüentemente apresentam 100% de acessibilidade ruim.

Subtraindo da análise os três bairros citados acima tem-se o ranking dos dez principais bairros com acessibilidade ruim dispostos no Gráfico 4.12.

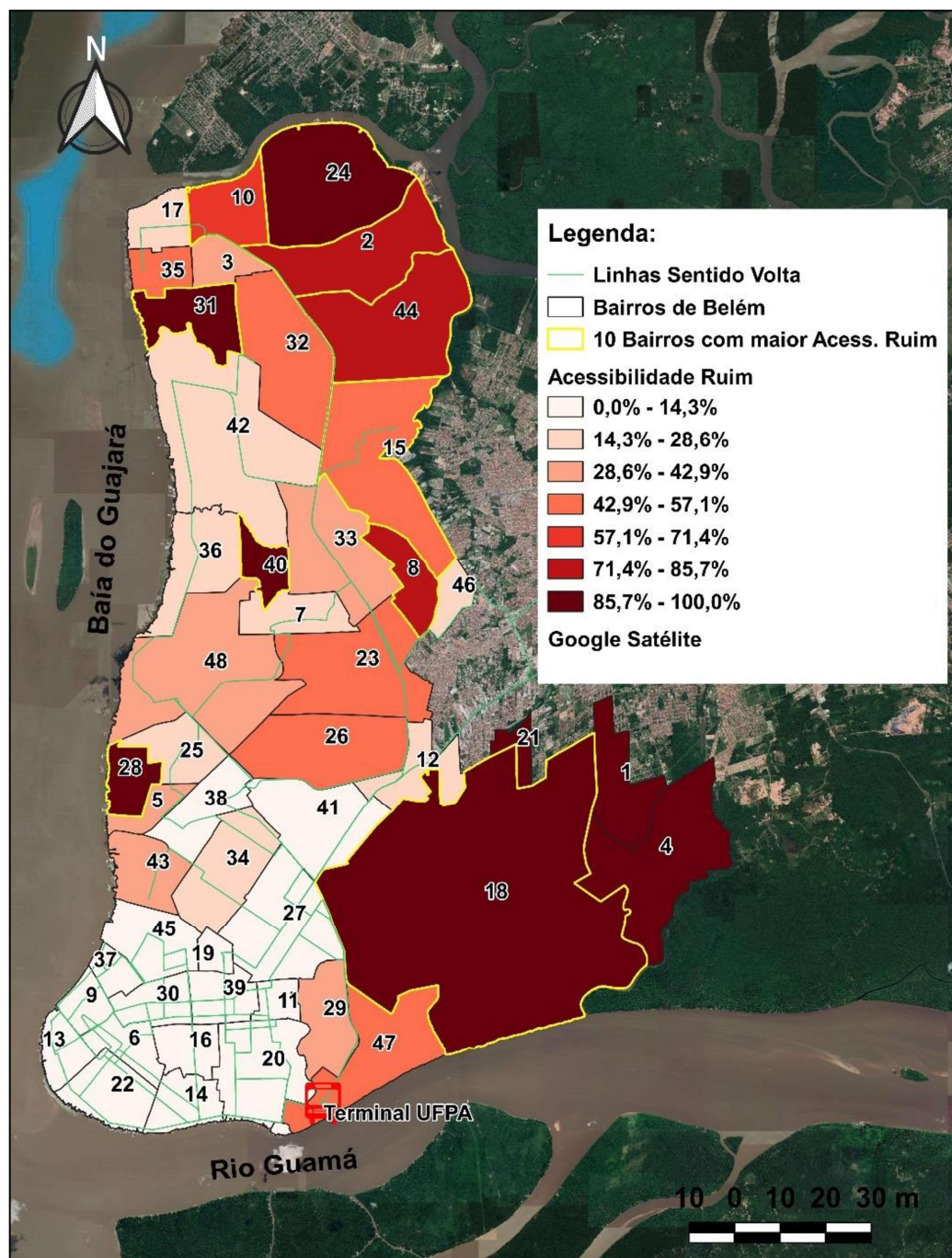
Gráfico 4.12: Bairros com menor área de acessibilidade atendida quanto às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido volta).



A Figura 4.12 exhibe os bairros ranqueados acima, nesta análise deu-se através da descrição estatística em 7 classes variando de 0 a 100% de acessibilidade ruim. Os bairros destacados com borda em amarelo compõem o ranking acima citado, vale ressaltar que os bairros de número 1, 4 e 21 (Águas Lindas, Aura e Guanabara) não

entraram nos bairros destacados uma vez que eles apresentam 100% de acessibilidade ruim.

Figura 4.12: Bairros com maior percentual de acessibilidade ruim – sentido volta.

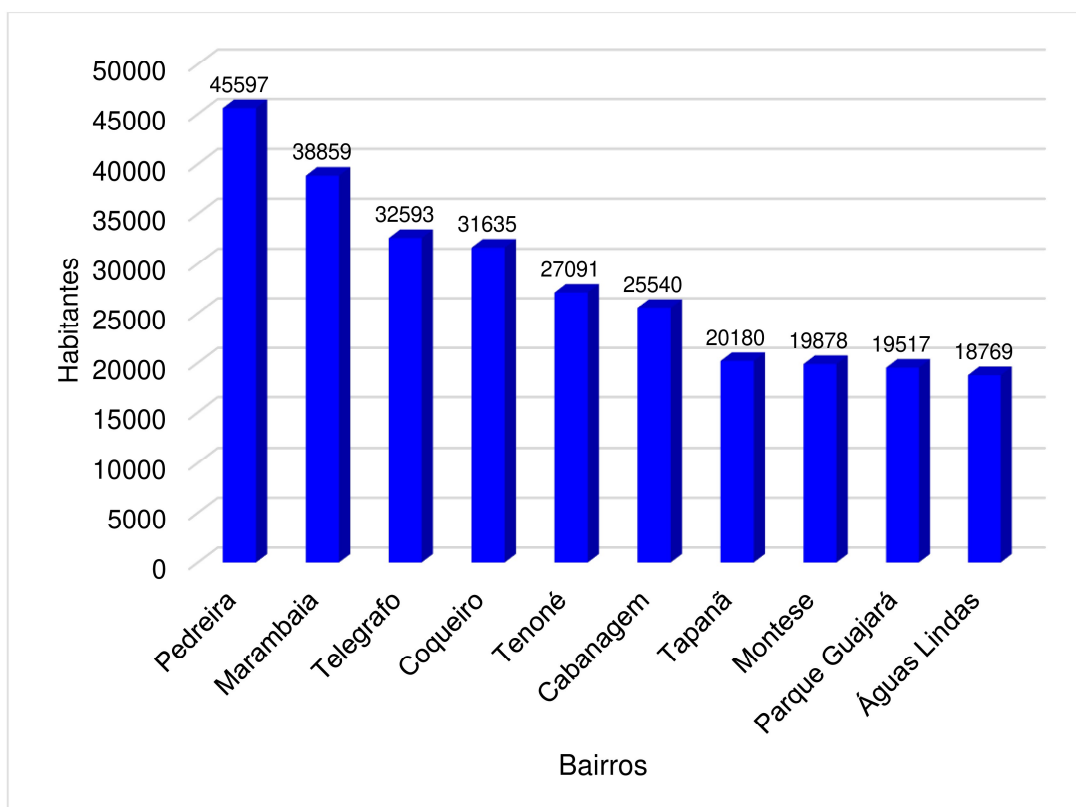


Quando se compara a Figura 11 (sentido ida) com a Figura 12 (sentido volta) o bairro de número 17 (Cruzeiro) regride em percentual de área má atendida. Este fato dar-se pelo itinerário da linha 305 – UFPA Icoaraci.

4.2.11 População Mal Atendida – Sentido Ida

Os dez bairros com menor percentual de atendimento à população estão dispostos no Gráfico 4.13.

Gráfico 4.13: Bairro com maior número de habitantes com acessibilidade ruim às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido ida).

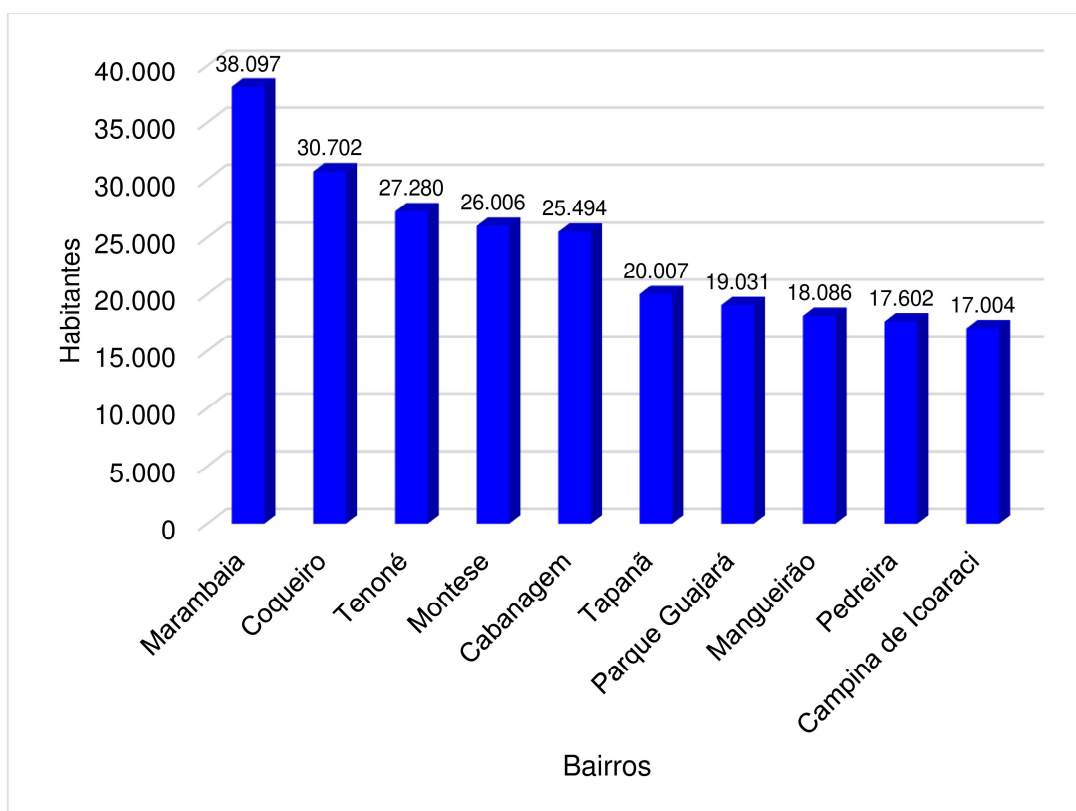


Os bairros da Cabanagem, Telégrafo e Tenoné são coincidentes entre maior quantidade população mal atendida e maior porcentagem de área de acessibilidade ruim. Vale ressaltar que os outros bairros não coincidem devido a distribuição populacional variada dentro dos bairros da capital paraense.

4.2.12 População Mal Atendida – Sentido Volta

O Gráfico 4.14 apresenta os bairros que tem menor índice de população atendida por acessibilidade.

Gráfico 4.14: Bairro com maior número de habitantes com acessibilidade ruim às linhas de TPU que atendem à UFPA (sentido volta).



Os bairros da Cabanagem, Telégrafo e Tenoné coincidem entre maior quantidade população mal atendida e maior porcentagem de área de acessibilidade ruim.

4.3 ANÁLISE DO NÍVEL DE ACESSIBILIDADE DAS LINHAS

As 42 linhas (21 no sentido de ida e 21 no sentido de volta) foram analisadas, segundo método referenciado por Ferraz e Torres (2004) e descrito no item 3.2.3. Analisando as linhas que atendem os bairros com acessibilidades boa e regular tanto no sentido de ida, quanto no sentido de volta apresenta-se a Tabela 4.5 com as linhas que atendem maior quantidade de bairros nos dois sentidos.

Tabela 4.5: Linhas que atendem maior quantidade de bairros.

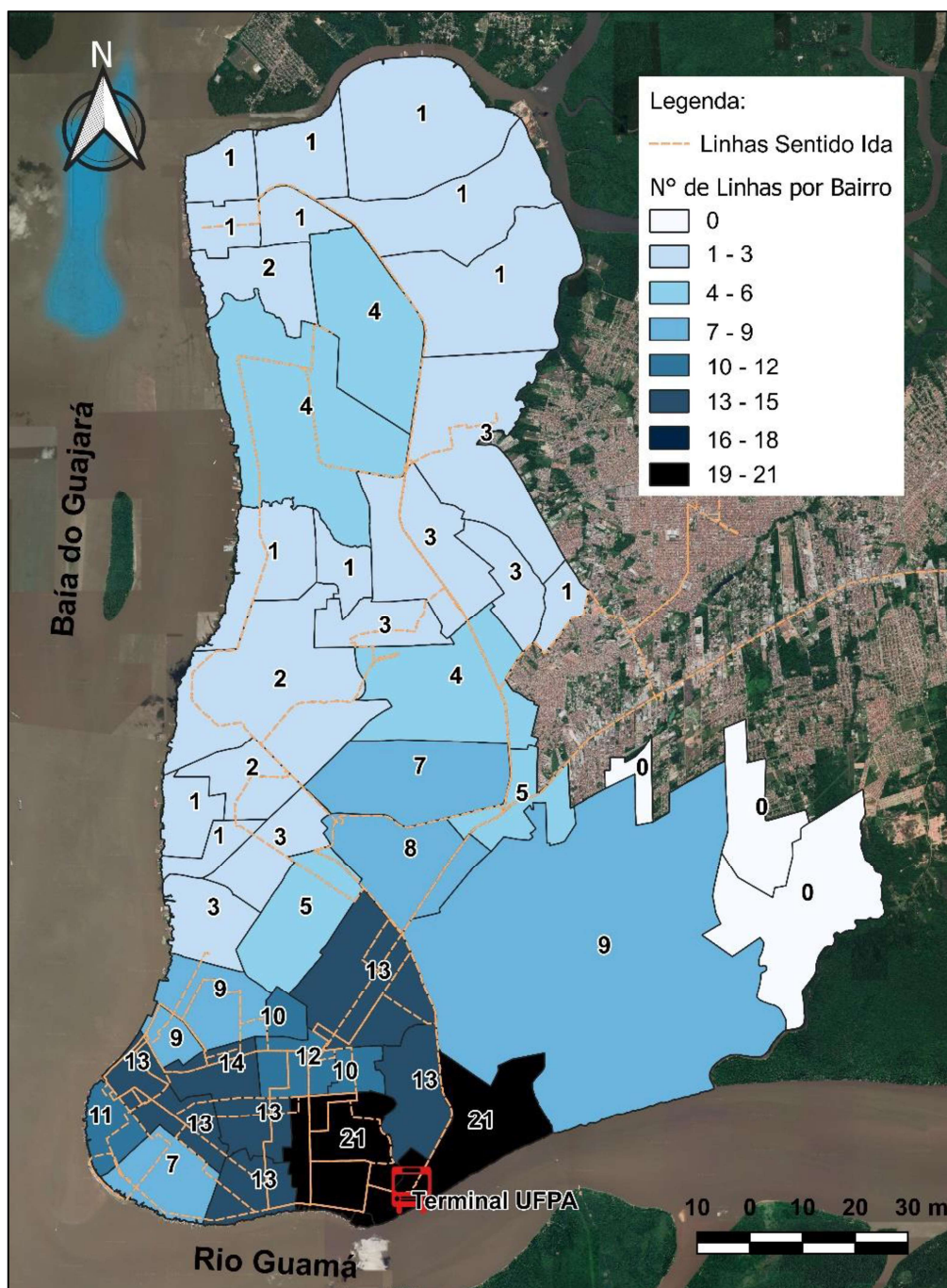
Linha	Nº de bairros atendidos no sentido "ida"	Nº de bairros atendidos no sentido "volta"
305 – UFPA Icoaraci	24	24
768 – Satélite UFPA	20	21
860 – Tapanã UFPA	18	17
643 – Pratinha UFPA	17	17
320 – UFPA Tamoios	16	15
417 – Alcindo Cacela	16	17

A linha que atende mais bairros nos dois sentidos é 305 – UFPA Icoaraci, atendendo 24 bairros, este fato é justificado pela distância do distrito de Icoaraci para a universidade federal, ocasionando maior percurso pela linha de TPU. Outra linha que se destaca na quantidade de bairros atendidos é a 768 – Satélite UFPA com 20 linha sentido ida e 21 sentido volta.

É válido destacar que no sentido ida as linhas que atendem menor quantidade de bairros são: 113 – Cremação I Estrada Nova e 999 – Curuçambá UFPA com apenas 8 bairros. No sentido de volta, o menor atendimento também é de 8 bairros nas linhas: 114 – Cremação II Alcindo Cacela; 308 – UFPA Alcindo Cacela; 309 – UFPA Ver-o-Peso; e 999 – Curuçambá UFPA. A linha 999 apresenta uma particularidade ela possui grande extensão por atender também ao município de Ananindeua, porém esta análise foi efetuada somente para o município de Belém.

A quantidade de linhas com acessibilidade boa ou regular que atendem cada bairro, no sentido de ida, estão exibidas na Figura 4.13, neste mapa estão associadas as informações de linhas e classificação de 7 classes de intervalo de 3 três linhas e 1 classe compondo o valor nulo. Considerando o intervalo de 9 a 21 linhas tem-se a concentração da quantidade de linhas na primeira légua patrimonial e região comercial de Belém. Vale destacar que o número presente no mapa da Figura 4.13 corresponde a quantidade de linhas de ônibus que o atendem, em acessibilidade (boa e regular).

Figura 4.13: Mapa de Bairros com número de linhas que o atendem no sentido ida.

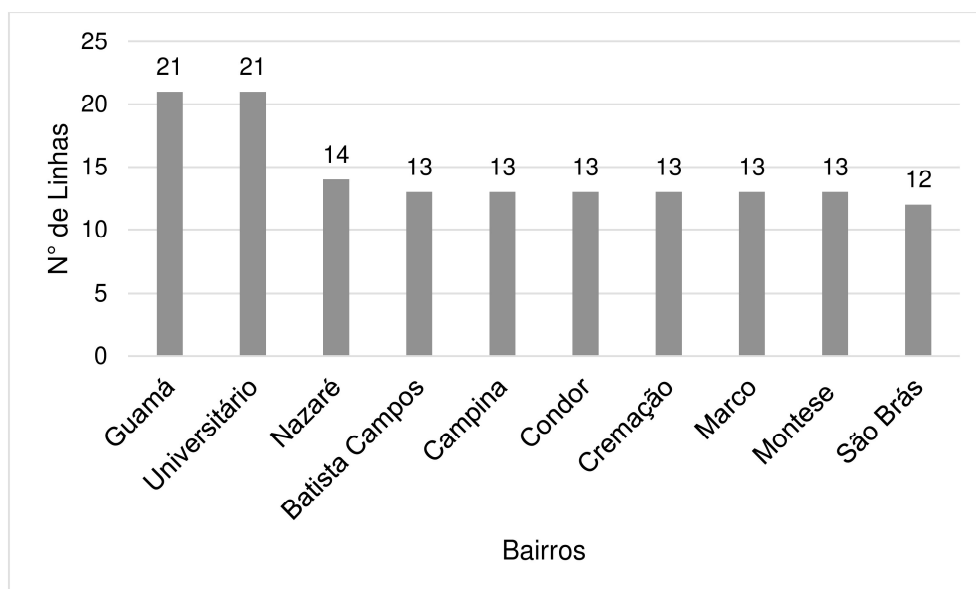


A Figura 4.13 os três bairros que apresentam, em sua totalidade, acessibilidade ruim (número 0 de linhas). Exibe, também, os doze bairros que apresentam somente uma linha o atendendo. Além disso mais uma vez este mapa permite a visualização de que os bairros próximos ao campus universitário são atendidos por mais linhas enquanto que, conforme o distanciamento, essa quantidade regride.

O Gráfico 4.15 aborda o ranking de dez bairros mais bem atendidos em quantidade de linhas no sentido ida com destaque aos bairros do Universitário e do

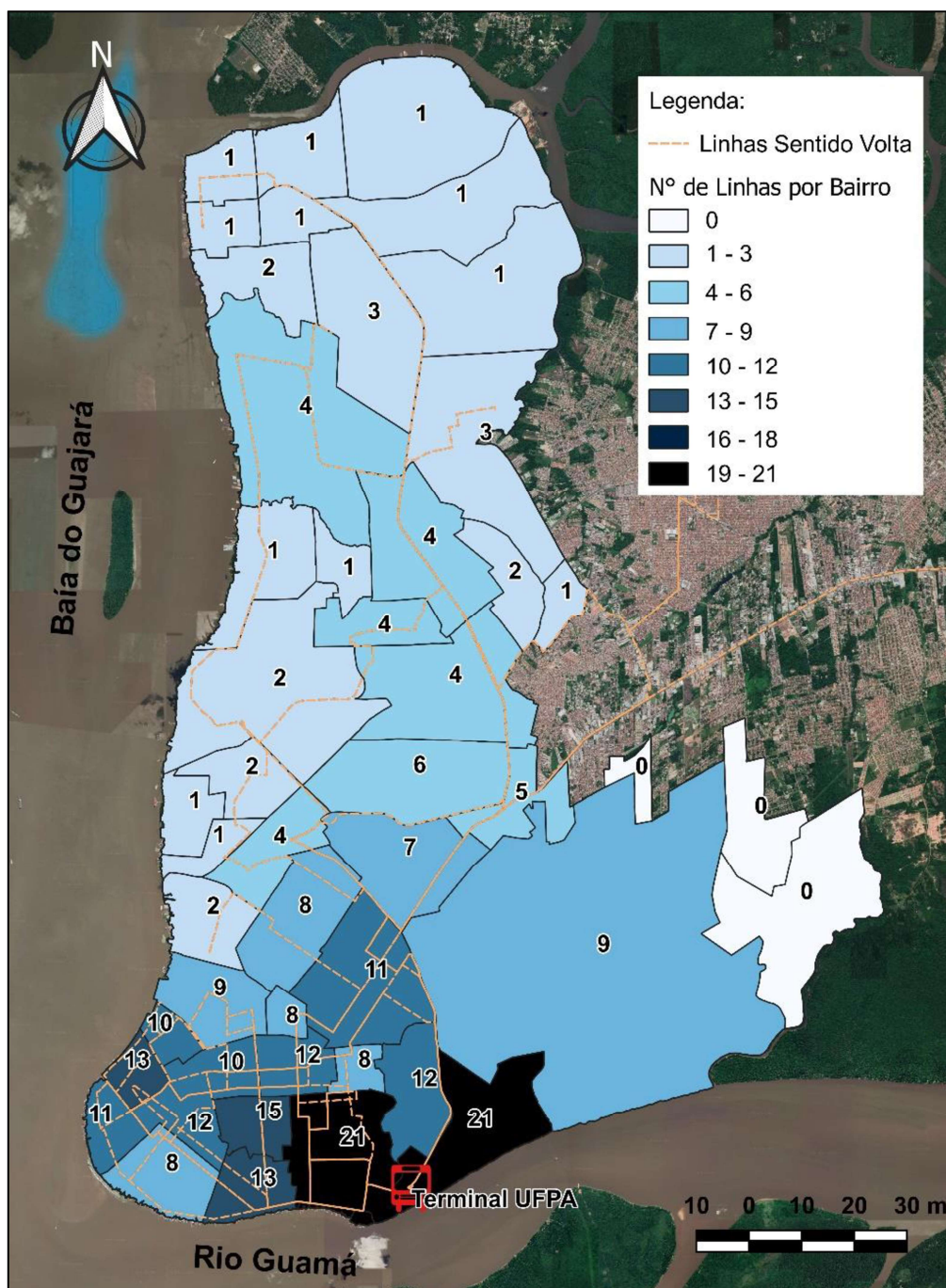
Guamá que são atendidos por todas as linhas. Destaca-se que é normal os bairros mais próximos ao terminal apresentarem maior quantidade de linhas trafegando sobre sua área.

Gráfico 4.15: Número de linhas que o atendem os bairros – Sentido ida.



No sentido de volta, tem-se o comportamento semelhante. Nos mesmos moldes da Figura 4.13 tem-se a Figura 4.14. Vale ressaltar que a numeração presente no mapa temático equivale a quantidade de linha que atendem (de maneira boa e regular) o bairro.

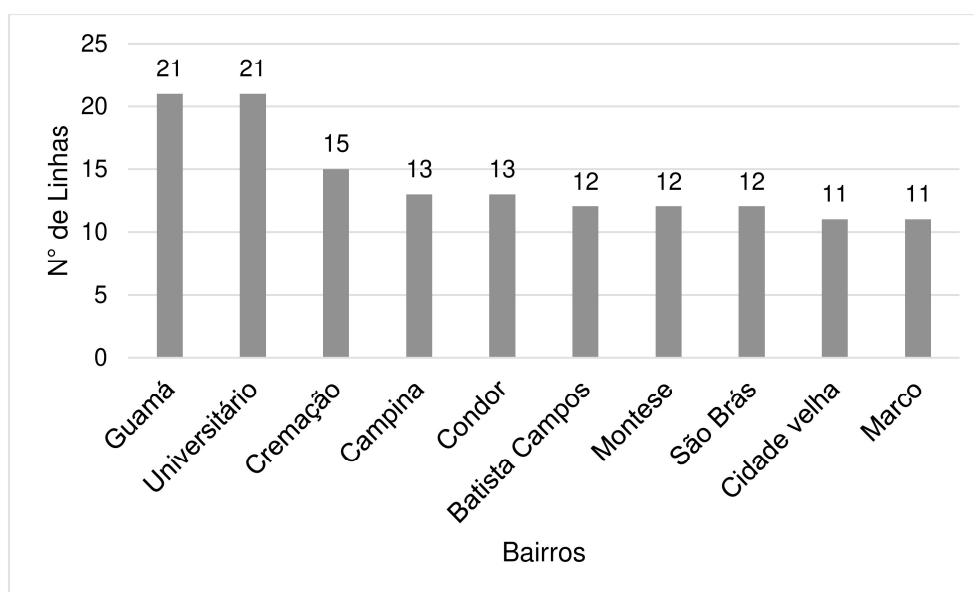
Figura 4.14: Mapa de Bairros com número de linhas que o atendem no sentido volta.



A Figura 4.14 ilustra que 12 bairros de Belém são atendidos somente por uma linha de TPU. Os bairros próximos a universidade apresentam o mínimo de oito linhas que contribuem de forma boa ou regular para a acessibilidade do bairro. Os bairros mais afastados do terminal universitário apresentam no máximo quatro linhas de TPU atendendo os seus limites físicos.

O Gráfico 4.16 aborda o ranking de dez bairros mais bem atendidos em quantidade de linhas no sentido de volta.

Gráfico 4.16: Número de linhas que o atendem os bairros – Sentido volta.



Destaca-se o crescimento de linhas que atendem o bairro da cremação, no sentido de ida são 13 linhas enquanto no sentido de volta são 15, neste último sentido é acrescido as linhas 320 – UFPA Tamoios e 417 – Alcindo Cacela José Malcher. Em contrapartida o bairro de Nazaré apresentou uma redução de 4 linhas sendo elas: 309 – UFPA Ver-o-Peso, 308 – UFPA Alcindo Cacela; 306 – UFPA Pedreira e 114 – Cremação II Alcindo Cacela.

Comparando os dois sentidos, evidencia-se o melhor atendimento aos usuários que partem do bairro da Pedreira em direção ao terminal da UFPA, uma vez que no sentido de ida apresenta cinco linhas e no sentido de volta apresenta oito linhas.

A Tabela 4.6 apresenta as cinco linhas que desempenham melhor acessibilidade (soma de boa mais regular) por bairro no sentido universidade – bairro.

Tabela 4.6: Desempenho das linhas – Sentido ida.

Linha	Bairro	Desempenho
320 – UFPA – UFPA Tamoios	Campina	99,76%
310 - UFPA - Presidente Vargas 316 – Guamá Presidente Vargas	Reduto	98,46%
305 - UFPA - Icoaraci	Pontagrossa	95,94%
307 - UFPA - Padre Eutíquio	Batista Campos	94,11%
417 – Alcindo Cacela José Malcher	Umarizal	90,84%

Por apresentarem mesma rota, as linhas 310 e 316 ocupam mesmo desempenho. A linha 305 atende cerca de 96% do bairro da Pontagrossa uma vez que este bairro tem menor área (em comparação aos demais) e é o bairro que se localiza a última parada do itinerário, no sentido de ida, desta linha.

As cinco linhas que desempenham melhor acessibilidade (soma de boa mais regular) por bairro no sentido de volta estão presentes na Tabela 4.7.

Tabela 4.7: Desempenho das linhas – Sentido volta.

Linha	Bairro	Desempenho
317 – Guamá Pátio Belém 417 – Alcindo Cacela José Malcher	Reduto	100,00%
310 - UFPA - Presidente Vargas	Nazaré	96,12%
417 – Alcindo Cacela José Malcher	São Brás	94,86%
317 – Guamá Pátio Belém	Campina	92,61%
114 – Cremação II Alcindo Cacela	Cidade Velha	89,63%

Duas linhas se destacam tendo maior desempenho em dois bairros diferentes, sendo elas: 317 (reduto e Campina) e 417 (Reduto e São Brás).

Na análise das Tabelas 4.6 e 4.7, observou-se que os bairros da Campina e do Reduto são coincidentes, em termo de desempenho, nos dois sentidos, vale destacar que as linhas desses dois bairros não coincidiram, caracterizando que mais de uma linha os abrange satisfatoriamente.

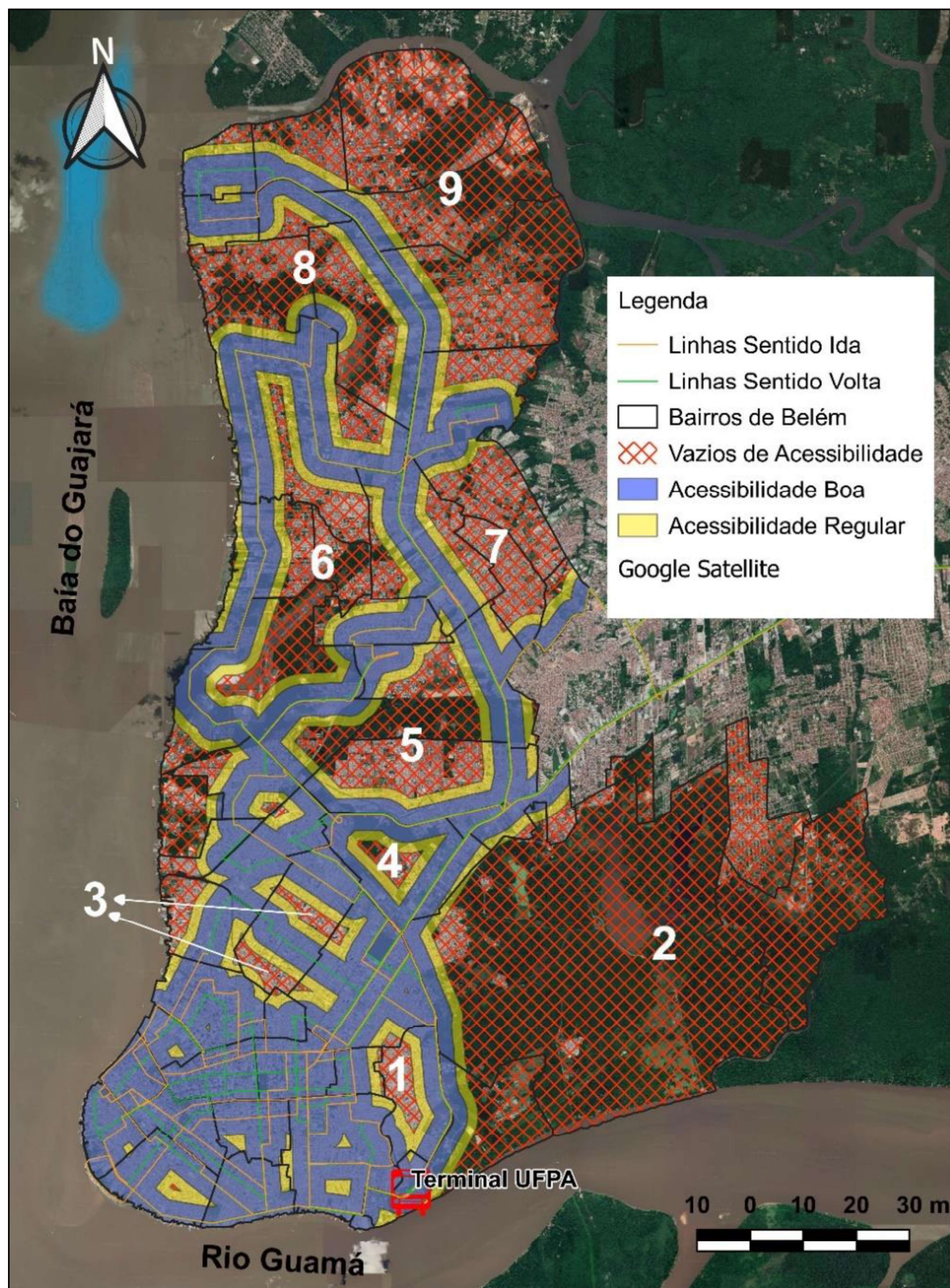
4.4 VAZIOS DE ACESSIBILIDADE

Com as ferramentas de geoprocessamento foi possível calcular as áreas dos buffers de 300 e 500 metros, acessibilidade boa e regular, respectivamente. Também foi possível calcular a área dos bairros, subtraindo a área do bairro com a dos níveis de acessibilidade tem-se como resultados os vazios de acessibilidade, ou ainda a porcentagem de área que representa a acessibilidade ruim.

Os vazios de acessibilidade (hachurados em vermelho) estão expostos na Figura 4.15. Vale ressaltar que esta análise foi efetuada com a junção do sentido de

acesso ao campus profissional e de saída do terminal universitário. Foram identificados 9 vazios.

Figura 4.15: Mapa de vazios.



O vazio 1 está localizado, em sua maior parte, no bairro da Terra Firme (Montese). Trata-se do sétimo bairro mais populoso, porém apresenta considerável área não atendida por acessibilidade, em torno de 30%. Este cenário é justificado em função da infraestrutura viária que em muitas vias não apresenta dimensões trafegáveis para o TPU. Uma possível solução para este vazio é a criação de uma linha que tenha itinerário sobre as marginais do Canal do Igarapé do Tucunduba, mediante conclusão das obras de drenagem e viária que o canal está submetido.

O segundo vazio identificado compreende em maior proporção de área ao bairro do Curió Utinga, neste bairro a maior parte do uso do solo não tem características urbanas. Além disso esse vazio compreende aos bairros de Águas Lindas e Guanabara, essas regiões apresentam pouca densidade populacional.

O vazio equivalente ao número 3 está dividido em duas áreas localizadas no bairro da pedreira, caracteriza-se como um vazio alarmante, visto que este é o segundo bairro mais populoso da capital paraense, além disso apresenta um sistema viário razoável (quanto a dimensão das vias). Somado a isso é um bairro relativamente próximo ao campus universitário. Em virtude desses agravantes este é um bairro que poderia ser mais bem atendido, neste sentido cabe um estudo a cerca de uma linha que atenda a este vazio e dê suporte a linha, já existente (306 – UFPA Pedreira).

O quarto vazio localiza-se no centro do bairro do Souza, visto que é uma área de influência da Aeronáutica (Escola Tenente Rego Barros e vila Maracangalha) não se caracteriza como vazio problemático.

O vazio 5 caracteriza-se como um vazio alarmante, pois neste vazio localiza-se boa parcela de área urbanizada do bairro da Marambaia (terceiro bairro mais populoso de Belém). Somado a isso o sistema viário apresenta dimensões satisfatórias para o TPU. Uma alternativa para este vazio seria um estudo conjunto com o estudo proposto no vazio de número 3, podendo então cobrir as duas áreas que não estão sendo atendidas por transporte público com destino a UFPA, ou seja, seria interessante o estudo de viabilização da linha Marambaia – UFPA via Pedreira.

O vazio 6 engloba principalmente o bairro de São Clemente, além de parte dos bairros da Pratinha, Tapanã e Parque Verde. O sétimo vazio aglomera em sua maior parte os bairros da Cabanagem e Coqueiro, além de parte dos bairros do Parque Verde e Una. O oitavo vazio remete aos bairros de Paracuri e Parque Guajará, somado a uma pequena parte do bairro do Tapanã e Agulha. O último vazio engloba

os bairros do distrito de Icoaraci (Campina de Icoaraci, Maracacuera e Água Negras) além do bairro do Tenoné.

Os vazios mencionados acima distanciam-se do terminal universitário e são áreas de influência da Rodovia Augusto Montenegro, nestes casos não serão propostos estudos de viabilização para criação de novas linhas. Eventualmente a solução passa por integração com *Bus Rapid Transit* - BRT caracterizado por uma futura derivação do BRT rumo à UFPA, pela Avenida Perimetral.

De modo geral, foi possível perceber, que à medida que se distancia da UFPA, a acessibilidade ao TPU diminui. Isto pode ser explicado por duas razões:

- (a) As pessoas querem se deslocar no menor tempo possível, logo os estudantes e trabalhadores da UFPA, tendem a morar o mais próximo possível da universidade, de acordo com sua renda, para que o deslocamento seja mais rápido. Portanto as linhas de TPU são desenhadas para atender à demanda de usuários; e
- (b) As linhas de transporte público têm de ser eficientes economicamente logo linhas curtas (baixa quilometragem) são mais rentáveis por percorrer menores trajetos a terem maior demanda de possíveis passageiros. Com isso, o Índice de Passageiros por Quilômetro – IPK, que mede a produtividade das linhas, aumenta. Quando se distancia da UFPA, a distância percorrida aumenta e a quantidade de usuários potenciais diminui, por consequência diminui o IPK.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta monografia foi proposto e alcançado o objetivo de analisar, mediante o uso de ferramentas de geoprocessamento e SIG, a acessibilidade por transporte público ao campus universitário da UFPA, verificando quais áreas dos municípios de Belém, Ananindeua e Marituba estão sendo atendidas de forma satisfatória, ou não, pelas atuais linhas de ônibus. Foram adotados os parâmetros de acessibilidade definidos por Ferraz e Torres (2004) e, então, aplicaram-se as ferramentas de geoprocessamento em *software* de SIG (Qgis), calculando com isso as áreas de buffer (de 300 e 500 metros) sobre as linhas que atendem à UFPA.

Os principais resultados encontrados foram:

- i. À medida que se afasta da UFPA, a acessibilidade ao TPU diminui;
- ii. O percentual de acessibilidade no município Belém, para os dois sentidos, foi de aproximadamente 33% (boa), 13% (regular) e 54% (ruim). No município de Ananindeua foi cerca de 13% (boa), 8% (regular) e 79% (ruim). E no município de Marituba foi por volta de 5% de acessibilidade boa, 4% de acessibilidade regular e 91% de acessibilidade ruim;
- iii. Um dos bairros menos populoso (Campina) tem área mais bem atendida por acessibilidade boa e regular. Enquanto a Pedreira, um dos bairros mais populosos, tem menor atendimento de acessibilidade boa e regular a sua área.
- iv. Os cinco bairros mais bem atendidos, considerando os sentidos de ida e volta e somando as acessibilidades boa e regular, foram: Batista Campos, Campina, Cidade Velha, Condor e Nazaré todos com cerca de 100% de atendimento. Os cinco bairros com menor atendimento a sua área foram: Maracacuera (100%), São Clemente (99%), Curió-Utinga (95%), Miramar (89%) e Paracuri (89%).
- v. A população dos cinco bairros mais bem atendidas foram: Guamá (cerca de 100.500 habitantes), Jurunas (cerca de 69.000 habitantes), Marco (cerca de 64.000 habitantes), Tapanã (cerca de 51.000 habitantes) e Condor (cerca de 46.000 habitantes). Quanto a população os cinco bairros menos atendidos foram: Pedreira (em torno de 36.000 habitantes), Marambaia (em torno de

35.000 habitantes), Telégrafo (em torno de 35.000 habitantes), Cabanagem (em torno de 26.000) e Terra Firme (em torno de 23.000).

- vi. Por apresentar grande extensão de percurso a linha 305 – UFPA Icoaraci atende maior quantidade de bairros (24 bairros no sentido ida e 24 bairros no sentido volta) e a linha que atende menor quantidade de bairros foi a 999 – Curuçambá – UFPA (8 bairros no sentido ida e 8 bairros no sentido volta); e
- vii. Nesta análise foram detectados nove principais vazios de acessibilidade por linhas de transporte público para a UFPA, sendo que três destes vazios (Terra Firme, Pedreira e Marambaia), seja em virtude da relativa proximidade com a Cidade Universitária do Guamá, seja pelo elevado contingente populacional, foram considerados mais críticos e recomenda-se estudo mais aprofundado para identificar a melhor forma de melhorar a acessibilidade desses bairros.

Nesta pesquisa foi de extrema importância a aplicação do geoprocessamento aplicado aos estudos de engenharia de transporte através da confecção do banco de dados com o itinerário das linhas que atendem à UFPA. Porém destaca-se que para se ter um melhor desempenho dos resultados é necessário que se tenha uma base cartográfica consolidada dos municípios da RMB.

5.1 SUGESTÕES PARA CONTINUIDADE DA PESQUISA

Para melhorar o desenvolvimento da temática de acessibilidade ao TPU foram discriminados seis itens para enriquecimento dos dados gerados nesta pesquisa além de servirem como proposta de continuidade do estudo, sendo eles:

- a) Utilização da população real do IBGE com consulta ao órgão e utilização dos dados censitários;
- b) Utilização de mais indicadores de mobilidade tais como dados sócio econômicos e densidade demográfica;
- c) Vincular as informações de acessibilidade ao TPU a outros parâmetros de medição que caracterizam a qualidade do transporte público na ótica do usuário, tal como: frequência de atendimento; tempo de viagem, segurança e lotação;
- d) Utilização de prospecções de evasão e falta de frequência de discentes da Universidade, afim de comparar a localização das residências com as áreas de acessibilidades boa, regular e ruim;

- e) Utilização de base cartográfica viária do município em constante atualização e vinculada ao banco de dados gerado para criação de um SIG de transporte;
- f) Aplicação da ferramenta de *Buffer* sobre os pontos de paradas georreferenciados, para melhor representar a distância a pé em que o usuário percorre para ter acesso ao transporte por ônibus, visto que no presente trabalho o *buffer* foi aplicado sobre a linha inteira; e
- g) Estudo de viabilidade e implantação de novas linhas para suprir os vazios de acessibilidade ao TPU, utilizando informações de acessibilidade, qualidade e dimensões das vias. A título de exemplo uma linha que percorra no sentido ida e no sentido de volta os bairros da Pedreira e Marambaia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 3º ed. p. 162. 2015.

ARAGÃO, J. J. G.; MAGALHÃES, M. T. Q.; YAMASHITA, T. **Definição de transporte: uma reflexão sobre a natureza do fenômeno e objeto de pesquisa e ensino de transporte**. Transporte (ANPET), Brasília, ISSN: 2237-1346. 2014.

BARROS, J. **O que são os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e quais suas aplicações**. Disponível em: <<https://www.geoaplicada.com/blog/sig-e-suas-aplicacoes/>>. Acesso em: 05 out. 2019.

BARROSO, G. M.; MARQUES, L. P. **Análise da acessibilidade ao transporte público. Estudo de caso: Tucuruí-PA**. Tucuruí, 2016, 68p. Monografia – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José do Campos: INPE, 2001.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Conceitos Básicos em Geoinformação**. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Org). Fundamentos de Geoprocessamento. São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, 2007. 345 p.

CAVALCANTE, Rodrigo. **Apostila de Introdução ao SIG**. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/proplan/wp-content/uploads/Apostila-de-Introdu%C3%A7%C3%A3o-ao-SIG-Proplan-2015.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2019.

CEPA – Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada. **Transporte Urbano**. Disponível: <<http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo4A/urbano.htm>>. Acesso em: 01 nov. 2019.

CHALLURI, S. **An Analysis of Public Transit accessibility the distance constrained p- median problem approach: Bus Stop consolidation for the capital area transit system of east Baton Rouge parish, Lousiana.** 110 f. (Master) - The Department of Geography and Anthropology, Visvesvaraya Technological University, Visvesvaraya, 2006.

CLICKGEO. **Comparação entre softwares para geoprocessamento.** Disponível em: < <http://www.clickgeo.com.br/arcgis-vs-qgis-comparativo-de-10-caracteristicas/>>. Acesso em 13 nov. 2019.

FERREIRA, N. C. **Apostila de Sistema de Informação Geográfica.** Curso de Tecnologia em Geoprocessamento. 2006. Notas de Aula. Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás.

FERRAZ, Antônio Clóvis “Coca” Pinto; TORRES, Issac Guillermo Espinosa. **TRANSPORTE PÚBLICO URBANO.** 2. ed. São Carlos: RiMa, 2004. 428 p.

IBGE. **Estimativa populacional.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock&utm_campaign=novo_popclock>. Acesso em: 05 set. 2019a.

IBGE. **Geociência, Download, organização do território e estrutura territorial.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 01 set. 2019b.

KREMPI, A. P. **Explorando Recursos de Estatística Espacial para Análise da Acessibilidade da Cidade de Bauru.** Dissertação de Mestrado em Transportes. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Transportes, 2004.

LAMBIAZZI, G. PAMBOUKIAN, S. In: LAMBIAZZI, Gabriela; PAMBOUKIAN, Sérgio. **Estudo Comparativo de Softwares de Geoprocessamento para a Elaboração de Projetos de Engenharia.** Disponível em:

<https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/user_upload/_imported/fileadmin/LABGEO/Trabalhos/2016/ESTUDO_COMPARATIVO_DE_SOFTWA RES_DE_GEOPROCESSAMENTO_PARA_A_ELABORACAO_DE_PROJETOS_DE _ENGENHARIA.pdf>. Acesso em: 7 out. 2019.

LONGLEY, Paul A. et al. **Sistemas e Ciência Da Informação Geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540 p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Implantação de sistemas de transportes acessíveis**, 2006.

MORAES, Rita de Cássia Monteiro de; et. al. **Qualidade do Transporte Urbano da Região Metropolitana de Belém**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 02, Vol. 03, pp. 147-156, Fevereiro de 2018. ISSN: 2448-0959.

PIANUCCI, M. N. **Análise da acessibilidade do sistema de transporte público urbano. Estudo de caso na cidade de São Carlos-SP**. São Carlos, 2011, 82p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São de Paulo.

PILON J. A.; XAVIER A. A. P. **O emprego de microônibus na melhoria da acessibilidade ao sistema municipal de transporte coletivo da cidade de Vitória-ES**. XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 2006.

RICK, G. Transporte Público. 2010. Notas de Aula. Departamento de Transporte. Universidade Federal do Paraná.

SEMOB. **Itinerários Ônibus**. Disponível em: <<http://www.belem.pa.gov.br/semob/site/wpcontent/uploads/2018/02/ITINER%C3%81RIOS-%C3%94NIBUS.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

SILVA, Marcel Santos. **Sistemas de Informações Geográficas: elementos para o desenvolvimento de bibliotecas digitais geográficas distribuídas**. 2006. 167 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade do Estado de São Paulo, Marília, 2006.

SILVA, R. R de. **Aplicação de Imagens Orbitais de Alta Resolução Espacial no Cadastro Técnico Rural Multifinalitário**. 2007. 139 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2007.

STRAUCH, J. C. M.; SOUZA, J. M. de. **Os Sistemas de Informações Geográficas: Conceitos e aplicações: Uma metodologia para implantação de sistemas de informações geográficas**. In: NAJAR, A. L.; MARQUES, E. C (Org.). Saúde e Espaço: Estudos metodológicos e técnicas de análise. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1998. Cap. 2. p. 109-124.

TAVARES, M. G. C. **A formação territorial do espaço paraense: dos fortes à criação dos municípios**. Revista ACTA Geográfica, ANO II, nº 3, jan./jun. 2008. p. 59-83

TULER, M.; SARAIVA, S. **Fundamentos de Geodésia e Cartografia**. 1. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2016. 227 p.

UFPA. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Histórico e Estrutura**. Disponível em: <<https://portal.ufpa.br/index.php/universidade>>. Acesso em: 12 ago. 2019a.