



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES**

RENAN MONTEIRO CARIOCA FREIRE

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A AVALIAÇÃO EX-ANTE DOS IMPACTOS
DE INTERVENÇÕES NO TRANSPORTE PÚBLICO NAS DESIGUALDADES
SOCIOESPACIAIS NO ACESSO A ATIVIDADES**

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F935p Freire, Renan Monteiro Carioca.
PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A AVALIAÇÃO EX-ANTE DOS IMPACTOS DE
INTERVENÇÕES NO TRANSPORTE PÚBLICO NAS DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS NO
ACESSO A ATIVIDADES / Renan Monteiro Carioca Freire. – 2019.
101 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Transportes, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro.

1. Planejamento da Acessibilidade. 2. Avaliação ex-ante. 3. Equidade. I. Título.

CDD 388

RENAN MONTEIRO CARIOCA FREIRE

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A AVALIAÇÃO EX-ANTE DOS IMPACTOS
DE INTERVENÇÕES NO TRANSPORTE PÚBLICO NAS DESIGUALDADES
SOCIOESPACIAIS NO ACESSO A ATIVIDADES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes. Área de Concentração: Planejamento de Transportes e Uso do Solo.

Orientador: Prof. Ph.D. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlos Felipe Loureiro Grangeiro, PhD. (Orientador)
Universidade Federal do Ceará

Prof. Francisco Moraes de Oliveira Neto, PhD. (Examinador Interno)
Universidade Federal do Ceará

Rafael Henrique Moraes Pereira, PhD. (Examinador Externo)
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Andréa, que para além de todo o apoio nos desafios da vida, é o maior exemplo de altruísmo que conheço.

Ao meu pai, Reginaldo, cujo senso de responsabilidade, integridade e dedicação incansável são minhas inspirações quando parece faltar força.

Ao amor dos meus irmãos, Felipe, Renê e Lara, bem como aos que exercem essa função voluntariamente, em especial Maud, Caio e Elisiane.

Ao Roberto Torquato, um irmão que a graduação me deu e com quem tenho o prazer de, há quase dez anos, poder trilhar lado a lado a caminhada acadêmica, profissional e pessoal.

À Bia, Hannah e Zeca, que me acolheram de maneira ímpar e que foram portos seguros durante as perturbações que esse documento e tantos outros desafios trouxeram.

À turma do Quilherme (ou como quer que seja o nome agora), por todo o companheirismo e a alegria compartilhada. Um agradecimento especial ao Teresa e Jorge e à Dona Raice por terem sido anfitriões desses momentos.

Aos amigos do PAITT, em especial à Bianca, ao Gustavo e à Tais, pelo aprendizado e pelo afeto diário trocado. Menção honrosa ao Sr. Nilmar por ter nos recebido sempre tão bem.

Aos amigos do GTTEMA pela parceria na jornada. Em especial, à Lisel, pelo carinho (mesmo à distância) e pelo exemplo de força; ao João Lucas, cuja humildade e visão de mundo sempre revigoram meu propósito; e ao Kauê, cuja maestria técnica possibilitou a realização das análises nesse trabalho.

À Prefeitura de Fortaleza, na figura do Luiz e do João, que me proporciona a possibilidade de trabalhar em prol do próximo, com todos os desafios, aprendizados e realização que vêm no pacote.

Ao professor Felipe, a quem muitas vezes não retribuo com a devida gratidão e reverência. Suas provocações e convites à reflexão foram, sem sombra de dúvidas, a parte mais importante da minha formação intelectual na UFC. Obrigado por ter possibilitado o caminho para uma visão mais crítica, mais humana e mais social da engenharia, é a base do meu orgulho por essa formação.

RESUMO

O estado da prática em avaliação de intervenções em transporte é marcado por um processo pautado na relação benefício-custo da solução analisada, sendo conceitualmente embasada no utilitarismo e na estimativa da disposição que os indivíduos teriam a pagar por aquela intervenção. Tal arcabouço teórico, por sua vez, é criticado pelo estado da arte em planejamento de transportes por incorrer em vieses que culminam em reforçar as desigualdades socioespaciais no ambiente urbano, o que tende a aumentar as condições de exclusão social nas quais os grupos sociais mais vulneráveis se encontram. Esta compreensão, cujo cerne reside na relação entre a oferta de transportes e a inclusão social dos indivíduos, se vale da equidade enquanto princípio norteador do processo de planejamento, bem como do conceito de acesso às atividades para representar o bem-estar a ser promovido aos indivíduos, reconhecendo que todos devem possuir um nível mínimo de acessibilidade para a interação com as oportunidades e serviços básicos, bem como considerando as desigualdades entre grupos sociais enquanto distorções a serem corrigidas. Neste contexto, destaca-se a existência de lacunas metodológicas relativas ao processo de avaliação enquanto alinhado a esta base conceitual, na qual este trabalho busca contribuir tanto no processo de análise dos impactos da intervenção, ao relacioná-lo com uma etapa prévia de diagnóstico, quanto na representação da acessibilidade, tornando a avaliação mais fidedigna ao fenômeno analisado. Assim, o principal produto deste trabalho consiste em uma proposta metodológica para o processo de avaliação de intervenções, pautado na equidade enquanto princípio norteador. Por fim, o método proposto é então aplicado à implantação da integração temporal no sistema de transporte público por ônibus em Fortaleza, avaliando como este impacta na mitigação dos problemas de desigualdades socioespaciais no acesso aos postos de trabalho na cidade.

Palavras-chave: Equidade, Avaliação *ex-ante* de Intervenções, Planejamento da Acessibilidade.

ABSTRACT

The practice in evaluation of transport projects occurs mainly through a Cost-Benefit Analysis (CBA) of the analyzed solution, in which the underlying principles are the utilitarianism and the individuals' willingness to pay for the intervention. This theoretical framework is, in turn, criticized by the state-of-the-art literature in transportation planning due to having biases which culminate in reinforcing socio-spatial inequalities in the urban environment, leading to conditions of social exclusion specially in the most socially vulnerable groups of individuals. This understanding, whose core lies in the nexus between transportation supply and social inclusion, relies in equity as a guiding principle for the planning process, as well as the concept of access to activities in order to represent the welfare to be promoted to the individuals, acknowledging that all must have a minimum level of accessibility in order to interact with opportunities and basic services, as well as seeing all inequalities among social groups as distortions to be corrected. In this context, some methodological limitations are pointed out, referring to how the evaluation process is aligned with this theoretical framework, where this work aims to contribute both in how the impacts are analyzed, by arguing for a diagnosis phase previous to the assessment itself, and also how accessibility itself is measured, making the evaluation process more reliable and theoretically sound. Finally, the proposed method is applied to the implementation of temporal integration in Fortaleza's urban bus system, assessing how it impacts in mitigating socio-spatial inequality problems on access to jobs in the city.

Keywords: Equity, *Ex-ante* impact assessment, Accessibility planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração da determinação dos excedentes do consumidor e do produtor.	18
Figura 2: Representação dos fatores que compõem a acessibilidade.	23
Figura 3: Distribuição dos impactos na acessibilidade entre grupos de renda.	25
Figura 4: Distribuição dos impactos da acessibilidade (à esquerda) e do indicador de acessibilidade (à direita).	26
Figura 5: Compreensão do processo de avaliação enquanto precedido por uma etapa de diagnóstico.	27
Figura 6: Representação de um indicador de oportunidades cumulativas.	35
Figura 7: Relação entre os fatores componentes da acessibilidade e as categorias de restrição no acesso.	36
Figura 8: Proposta metodológica de avaliação das intervenções com base na redução das desigualdades socioespaciais.	44
Figura 9: Ilustração da relação entre os impactos de uma intervenção em uma zona e a sua acessibilidade no cenário base, podendo reduzir (à esq.) ou reforçar (à dir.) as desigualdades.	54
Figura 10: Zoneamento de análise utilizado.	59
Figura 11: Divisão das zonas em regiões de análise.	61
Figura 12: Distribuição espacial da população de renda mais baixa em Fortaleza.	62
Figura 13: Distribuição espacial da população de renda mais alta em Fortaleza.	63
Figura 14: Distribuição espacial dos postos de trabalho em Fortaleza.	64
Figura 15: Quantidade de postos de trabalho por região de análise.	65
Figura 16: Configuração física da rede de transporte público por ônibus em Fortaleza.	66
Figura 17: Distribuição espacial da acessibilidade no cenário base.	69
Figura 18: Sobreposição da distribuição espacial da acessibilidade à rede de transportes, considerando o cenário base.	71
Figura 19: Distribuição da acessibilidade entre os domicílios de baixa renda, considerando o cenário base.	72
Figura 20: Distribuição da acessibilidade entre domicílios de baixa renda, separados por região.	73
Figura 21: Definição do valor de referência para o problema dos níveis insuficientes de acessibilidade.	74
Figura 22: Análise dos domicílios em situação problemática por região.	75
Figura 23: Representação das zonas em situação de problema no cenário base.	76

Figura 24: Efeito da variação do valor de <i>cutoff</i> no padrão espacial da acessibilidade.	77
Figura 25: Efeito do valor de <i>cutoff</i> na distribuição da acessibilidade entre zonas.....	78
Figura 26: Distribuição espacial da acessibilidade no cenário base, tomando como base o indicador locacional.....	79
Figura 27: Sobreposição da configuração física da rede de transportes à distribuição espacial do indicador de base locacional no cenário base.	80
Figura 28: Distribuição da acessibilidade entre os domicílios dos diferentes grupos sociais. .	81
Figura 29: Definição do valor de referência para o problema de desigualdade entre grupos sociais.	82
Figura 30: Distribuição espacial dos impactos na acessibilidade com base no indicador de utilidade.	84
Figura 31: Relação entre os impactos da intervenção e os níveis de acessibilidade das zonas no cenário base.	85
Figura 32: Comparação nas distribuições espaciais do indicador de acessibilidade com base na utilidade no cenário base (acima) e com a intervenção (abaixo), considerando uma escala unificada.	86
Figura 33: Impactos da intervenção na problemática dos níveis criticamente baixos de acessibilidade.....	87
Figura 34: Distribuição espacial dos impactos na acessibilidade com base no indicador locacional.....	89
Figura 35: Distribuição dos impactos da intervenção entre os domicílios de diferentes grupos sociais.	90
Figura 36: Comparação nas distribuições espaciais do indicador de acessibilidade com base locacional no cenário base (acima) e com a intervenção (abaixo), considerando uma escala unificada	91
Figura 37: Alterações provocadas pela intervenção na distribuição da acessibilidade entre grupos de indivíduos.....	92
Figura 38: Impactos da intervenção na problemática da desigualdade entre grupos sociais. ..	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coeficientes do modelo de escolha discreta calibrado por Sousa (2018).....	64
--	----

SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
1.1. Contexto	11
1.2. Objetivos.....	12
1.3. Estrutura da dissertação	13
1.4. Contribuição esperada	14
2. A promoção da equidade enquanto princípio norteador da avaliação de intervenções	16
2.1. O princípio do utilitarismo e o estado da prática em avaliação <i>ex-ante</i> de intervenções em transporte	17
2.2. A promoção equânime do acesso a oportunidades enquanto norteadora do processo de avaliação	20
2.3. Os desafios metodológicos da inclusão da equidade no processo de avaliação	22
2.4. O diagnóstico da situação atual enquanto abordagem metodológica no processo de avaliação	26
2.5. Considerações sobre o capítulo	29
3. A relação entre a representação da acessibilidade e a mensuração das desigualdades socioespaciais	31
3.1. A representação da acessibilidade a partir de diferentes abordagens	32
3.2. As limitações da abordagem com enfoque na localização dentro do processo de avaliação	34
3.3. A abordagem baseada na utilidade enquanto medida de acessibilidade.....	37
3.4. A complementaridade entre as abordagens dentro da avaliação com base na equidade	41
3.5. Considerações finais	42
4. Proposta metodológica para a avaliação de intervenções com base no princípio da equidade	44
4.1. Identificação da problemática das desigualdades no acesso a atividades	45
4.2. Caracterização da distribuição socioespacial da acessibilidade	47
4.3. Avaliação dos impactos da intervenção	51
4.4. Considerações finais	57
5. Avaliação da integração tarifária enquanto redutora das desigualdades socioespaciais no acesso aos postos de trabalho	58
5.1. Identificação da problemática.....	59
5.2. Caracterização da problemática.....	68

5.3.	Avaliação da integração tarifária na redução das desigualdades socioespaciais	82
6.	Conclusões e recomendações	94
6.1.	Consolidação das contribuições do trabalho	94
6.2.	Recomendações para trabalhos futuros	97
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contexto

A avaliação de intervenções em transporte, usualmente presente na elaboração de planos de mobilidade para uma cidade ou região, tem como principal produto a compreensão de como a ação planejada corrige o que se consideram como distorções no meio analisado. Tal etapa usualmente ocorre no contexto onde um banco de fomento se predispõe a financiar tais ações (sendo um plano um meio no qual as soluções são elaboradas e analisadas), de tal sorte que embasa um viés de otimização da alocação dos recursos financeiros, refletido no estado da prática a partir de um método de avaliação conceitualmente embasado na relação benefício-custo. Este paradigma de avaliação, presente em manuais técnicos tais como Mendoza, Betancor e Campos-Méndez (2006), se vale do conceito de *disposição a pagar*, referente a quanto a intervenção teoricamente gera de economias em tempo e custo para os indivíduos que compõem o meio analisado, representando os benefícios sociais da intervenção em análise a partir da valoração do tempo de deslocamento ou de um custo generalizado, compondo metodologia similar a uma intervenção no contexto do transporte de cargas. Tal compreensão permeia o estado da prática (VAN WEE, 2011), sendo a principal base conceitual e metodológica para a avaliação de intervenções.

Todavia, ao longo dos últimos anos, surgem críticas a este arcabouço conceitual na literatura especializada, sobretudo relativas ao uso do utilitarismo e da eficiência econômica enquanto princípios norteadores do processo da avaliação (VAN WEE, 2011), incorrendo assim em vieses tais como a indução do incremento de capacidade viária (e conseqüente favorecimento do transporte motorizado individual) em detrimento de soluções de transporte coletivo e não-motorizado, bem como do favorecimento assimétrico das populações que possuem maior valoração para o tempo economizado (usualmente as de maior renda), reforçando assim as desigualdades socioeconômicas. Desta forma, percebe-se que esta metodologia vai de encontro às agendas de redução de desigualdades e mitigação da pobreza e, em um contexto mais específico, desalinha-se tanto à Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU, instituída pela Lei 12.587/2012) e da agenda da ONU para as cidades (ONU, 2016), que se embasam em preceitos de distribuição equânime dos benefícios e da compreensão do transporte enquanto vetor de redução das desigualdades.

Neste sentido, a compreensão da ligação entre a oferta de transporte e a exclusão social vem sendo consolidada na literatura especializada, onde se destaca uma transição tanto no objeto do processo de planejamento quanto na compreensão de como este deve se distribuir (PEREIRA, 2018), de tal forma que o conceito de acesso às atividades se aloca ao centro da

discussão em avaliação em transportes, sendo considerada como um bem social (MACÁRIO, 2014) ao passo que sua limitação pode levar a situações de exclusão social dos indivíduos, ao que se argumenta a inclusão do princípio da equidade enquanto norteador do processo de planejamento. Tal mudança de foco se reflete no processo de avaliação ao passo que há, também, uma releitura do que se considera como distorção na oferta de transportes, não mais sendo representada por congestionamentos na rede, e sim em como o acesso às atividades se distribui de maneira desigual entre os grupos e insuficiente para aqueles que são mais vulneráveis.

Tal processo, todavia, ainda é dotado de desafios metodológicos relativos ao método de avaliação dos impactos, de maneira que estes busquem refletir o princípio da equidade e as teorias de justiça que se alinham com ele, ao que Pereira (2018) defende que reflitam a promoção de um nível mínimo de acesso às atividades para todos os indivíduos e da redução da desigualdade na distribuição socioespacial da acessibilidade. Em adição, apesar de diversos trabalhos avançarem na representação do acesso às atividades por meio de indicadores, ao que se destaca Handy e Niemeier (1997), Hansen (1959) e Ben-Akiva e Lerman (1979), também apontam-se desafios relativos a como estas abordagens se relacionam com a representação de como a acessibilidade se distribui no espaço e entre indivíduos, de maneira que se relaciona operacionalmente com o processo de avaliação.

Desta forma, a questão de pesquisa principal deste trabalho reside na lacuna metodológica acerca da construção de um método de avaliação de intervenções em transporte público que considere o princípio da equidade enquanto norteador do processo, ao que surgem questões relativas tanto ao método de avaliação dos impactos e de como a representação da acessibilidade se relaciona com a análise das desigualdades. Como plano de fundo, elege-se a integração temporal tarifária em Fortaleza enquanto intervenção de transporte a ser analisada, posto que representa uma alteração significativa à rede de transporte público na cidade, aumentando o potencial de conexão principalmente entre as regiões mais periféricas e os centros de atividades. Tal avaliação representa uma contribuição fenomenológica, ao passo que consiste na análise dos benefícios da intervenção, mas serve também de apoio à contribuição metodológica, ao ilustrar a aplicação do método proposto no decorrer do trabalho.

1.2. Objetivos

Este trabalho tem, como principal objetivo, propor um método de avaliação de intervenções em transporte público com base na promoção equânime do acesso a atividades,

tendo como estudo de caso a avaliação da implantação da integração temporal no sistema de ônibus em Fortaleza.

Para tal, estruturam-se os objetivos específicos:

1. Definir a relação conceitual e metodológica entre o diagnóstico dos problemas de desigualdade na distribuição da acessibilidade e o processo de avaliação de intervenções que tem a equidade como princípio norteador;
2. Discutir a relação entre a representação da acessibilidade e da mensuração dos problemas de desigualdade socioespacial na sua distribuição, relacionando-a ao processo de avaliação de intervenções pautado na promoção da equidade no acesso às atividades;
3. Propor um método de avaliação de intervenções que se embase no diagnóstico dos problemas de desigualdades socioespaciais, fazendo uso dos indicadores de acessibilidade considerados mais adequados para a representação das desigualdades socioespaciais;
4. Avaliar como a integração tarifária temporal no sistema de transporte público por ônibus em Fortaleza promove o acesso a postos de trabalho de maneira equânime entre grupos de renda, como forma de demonstrar a aplicabilidade da proposta metodológica construída anteriormente.

1.3. Estrutura da dissertação

O segundo capítulo deste trabalho faz referência à revisão bibliográfica dos métodos de avaliação de intervenções, o que se inicia com a avaliação benefício-custo, característica do estado da prática, argumentando sobretudo sobre as suas limitações conceituais e de como dissonam da atual compreensão em planejamento de transportes. Em seguida, analise-se o estado da arte em avaliação que, embora conceitualmente alinhado com o princípio da equidade e da justa distribuição da acessibilidade entre os indivíduos, é dotado de lacunas de cunho metodológico acerca da aplicação destes conceitos, ao que se argumenta por uma abordagem de avaliação pautada em um diagnóstico prévio da distribuição desigual da acessibilidade.

Em seguida, o terceiro capítulo tem por objetivo analisar as diferentes abordagens na representação da acessibilidade em seus aspectos conceituais e metodológicos, e de como se relacionam ao processo de avaliação de intervenções, tendo como base a promoção de um nível mínimo de acessibilidade para todos os indivíduos e a redução das desigualdades na distribuição do acesso às atividades entre os mesmos. Assim, o produto deste capítulo reside em uma análise

de como os indicadores com base locacional e os indicadores de utilidade se relacionam a como a intervenção atua de maneira alinhada às teorias de justiça do suficientarismo e do igualitarismo.

O quarto capítulo, por sua vez, faz uso da revisão bibliográfica construída anteriormente e consolida uma proposta de método de avaliação de intervenções em transporte público. Nesta proposta metodológica, composta por duas etapas, discute-se primeiro os aspectos relativos ao diagnóstico dos problemas de desigualdade na distribuição da acessibilidade, quantificando o quanto o cenário base dista da configuração ideal, determinada com base nas teorias de justiça consideradas. A parcela da proposta de método relativa avaliação dos impactos, por conseguinte, se dá a partir de como a intervenção altera estas configurações de desigualdade no acesso às atividades.

O quinto capítulo é relativo à avaliação da alteração na política tarifária no transporte público urbano em Fortaleza, que já era dotada de integração física e passa a permitir a integração temporal em qualquer ponto da rede, analisando, então, como esta intervenção impacta o acesso aos postos de trabalho por parte da população de renda mais baixa. O produto deste capítulo, relativo ao último objetivo específico, consiste na contribuição fenomenológica deste trabalho, embora se dê sobre uma intervenção já implantada desde 2013.

O último capítulo faz, então, uma análise de como as contribuições deste trabalho se alocam em relação às lacunas metodológicas identificadas na literatura, apontando aquelas que foram efetivamente abordadas e indicando as limitações ainda presentes neste trabalho, de maneira a recomendar futuros esforços de pesquisa.

1.4. Contribuição esperada

Espera-se, com este trabalho, avançar sobretudo sobre as lacunas metodológicas relativas ao método de avaliação da intervenção, argumentando pela necessidade de um diagnóstico das desigualdades na distribuição da acessibilidade no cenário base. Assim, a partir da construção de uma base de comparação, é possível analisar como a intervenção atua de maneira a reduzir a magnitude destes problemas, interpretados a partir do suficientarismo e do igualitarismo enquanto teorias de justiça alinhadas ao princípio da equidade.

Também como contribuição deste trabalho, espera-se aproximar os indicadores baseados na utilidade do processo de avaliação, ao passo que a literatura os reconhece sua solidez teórica na representação da literatura, de tal sorte que o principal desafio reside nas suas limitações de aplicação. Assim, a partir de uma estrutura que se embasa na complementaridade entre as abordagens de indicador de acessibilidade, argumenta-se pela utilização tanto da

abordagem de utilidade quanto da abordagem com base locacional para, respectivamente, mensurar como a intervenção atua de maneira alinhada ao suficientarismo e ao igualitarismo.

2. A PROMOÇÃO DA EQUIDADE ENQUANTO PRINCÍPIO NORTEADOR DA AVALIAÇÃO DE INTERVENÇÕES

Este capítulo tem por objetivo relacionar o processo de avaliação de intervenções em transporte ao diagnóstico dos problemas no cenário base (referente à situação atual ou anterior à implantação da intervenção). Para tal, é organizado em quatro seções relativas, onde a primeira é relativa à compreensão de como a atual prática em avaliação de intervenções em transporte possui uma base ética que incorre em vieses que reforçam a promoção das desigualdades sociais, de tal sorte que as lacunas conceituais (bem como as consequências das mesmas) referentes a ele são apresentadas, justificando assim uma transição paradigmática neste processo.

A segunda seção, por conseguinte, é referente à contextualização do paradigma de inclusão da equidade no processo de avaliação de intervenções enquanto arcabouço conceitual, o que resulta em uma transição no objeto de análise, no qual a disponibilidade a pagar cede espaço para o conceito de acesso às atividades, e de como este deve se distribuir entre os indivíduos, no qual as teorias do igualitarismo e suficientarismo assumem o protagonismo em relação ao utilitarismo. Esta compreensão, embora se contraponha ao estado da prática em avaliação, encontra alinhada com diversas agendas no contexto nacional e internacional, de tal sorte a se evidenciar a lacuna metodológico no âmbito da avaliação.

A terceira seção, por sua vez, aborda as lacunas metodológicas relativas ao processo de avaliação de intervenções em transporte dentro do paradigma da equidade enquanto princípio norteador, o que é considerado o estado da arte nesta disciplina. Assim, parte-se de trabalhos alinhados a este paradigma para apontar como as propostas metodológicas encontram-se em desalinhamento com o arcabouço conceitual que defendem, destacando sobretudo dois pontos: o objeto de análise, que reside apenas na variação da acessibilidade causada pela intervenção, em detrimento de avaliar como reduzem as desigualdades na distribuição da mesma entre os indivíduos; e do processo de análise dos benefícios da intervenção, que se apresentam muito mais como análises descritivas da variação do indicador de acessibilidade (ou até mesmo de sua distribuição), não havendo uma métrica que relacione a análise às teorias de justiça que a embasam.

Por fim, a quarta seção se relaciona às lacunas metodológicas apresentadas e argumenta por uma abordagem baseada no diagnóstico dos problemas de desigualdade socioespacial na distribuição da acessibilidade entre os indivíduos, tomando como base as teorias do suficientarismo e igualitarismo para estabelecer o critério de distribuição justa do acesso às atividades. Desta forma, a principal contribuição do capítulo é contextualizada a partir

das lacunas previamente analisadas, sendo apresentada enquanto uma solução que aborda sobretudo as questões de dimensão metodológica na avaliação de intervenções no estado da arte.

2.1. O princípio do utilitarismo e o estado da prática em avaliação *ex-ante* de intervenções em transporte

A avaliação benefício-custo, tida como a abordagem dominante em avaliação *ex-ante* de intervenções no estado da prática (VAN WEE, 2011), é marcada pelo fato de que os benefícios da intervenção são estimados a partir de reduções estimadas nos tempos de deslocamento (ou mesmo a partir de um custo generalizado), convertido em unidades monetárias. Este preceito, denominado na literatura especializada como Economia dos Tempos de Deslocamento (ou, em inglês, *Travel Time Savings*), no qual a eficiência é tomada como o único princípio norteador do planejamento, se faz presente sobretudo no contexto de avaliações *ex-ante* de projetos por parte de instituições financiadoras, como bancos de desenvolvimento, estando refletidas em publicações que visam dar suporte a este processo, ao exemplo de Mendoza, Betancor e Campos-Méndez (2006).

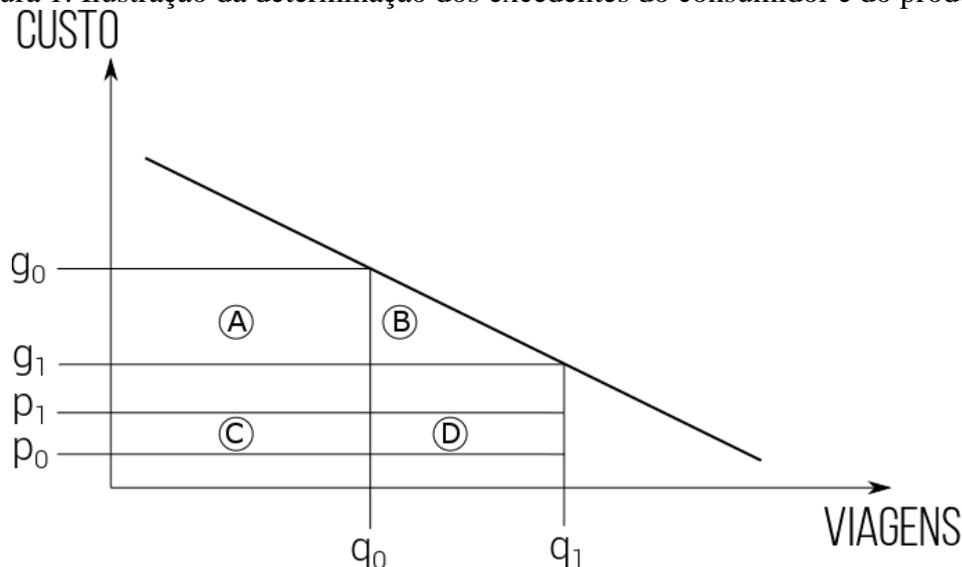
O conceito chave neste tipo de análise refere-se a como um projeto de intervenção em transportes produz retorno econômico perante os investimentos necessários para sua realização. Neste contexto, a avaliação benefício-custo apresenta-se como uma ferramenta alinhada aos objetivos deste tipo de avaliação, sendo a espinha dorsal das principais metodologias, de tal sorte que os principais indicadores e valores de referência traduzem um conceito que se assemelha à rentabilidade do projeto.

Nesta abordagem de avaliação, os benefícios diretos de uma intervenção são atrelados a quanto os usuários impactados se dispõem a pagar por ela. Desta forma, a estimativa desta disposição (e, por conseguinte, dos benefícios) é composta pela parcela referente aos usuários que realizam a viagem (consumidores do projeto ou intervenção), assim como pela parcela dos fornecedores e operadores privados dos sistemas de transportes (ou produtores), sendo então estimada pelos excedentes gerados a partir da intervenção, isto é, o que representa, para os consumidores, o somatório das economias em dinheiro e, para os produtores, o somatório dos aumentos de receita diretamente causados pela intervenção analisada.

Visando ilustrar o conceito, parte-se de uma situação hipotética, ilustrada na Figura 1, onde um projeto de transportes altera o custo generalizado do deslocamento de g_0 para g_1 , respectivamente nos cenários sem intervenção e na qual ela é presente, onde a tarifa é

aumentada de p_0 para p_1 . Em consequência, a demanda, por ser elástica ao custo de deslocamento, responde de maneira a crescer de q_0 para q_1 .

Figura 1: Ilustração da determinação dos excedentes do consumidor e do produtor.



Fonte: elaborado pelo autor.

A parcela relativa ao excedente dos consumidores é representada pela soma das áreas “A”, que representa a economia por parte dos usuários que já efetuavam o deslocamento em questão, e “B”, representando a disponibilidade a pagar por parte daqueles que anteriormente ao projeto não realizavam a viagem. O excedente dos produtores, por sua vez, é representado pela soma das áreas “C”, existente quando há um aumento de receita por incremento de tarifa, e “D”, correspondente às receitas geradas pelas novas tarifas pagas pelos usuários que passaram a realizar o deslocamento.

A estimativa do custo generalizado para o deslocamento, por sua vez, é composta por três diferentes parcelas, ilustradas na fórmula abaixo: a primeira, relativa à tarifa paga para a utilização do serviço de transporte; a segunda, aos custos operacionais que o usuário assume para a utilização do serviço (a exemplo de combustível, no caso de um deslocamento por veículo individual motorizado); e a terceira, por fim, relativa aos custos do tempo, composta por uma estimativa de precificação da unidade de tempo multiplicada pelo tempo necessário para realizar o deslocamento.

$$g_0 = tf_0 + c_{op} + tt_0 \times vt$$

A valoração do tempo, componente da última parcela, apresenta-se como um dos pontos centrais na determinação dos benefícios aos usuários, podendo ser estimada tanto de maneira uniforme para toda a população quanto para grupos sociais específicos, bem como a partir de diversos métodos: desde a quantificação dos rendimentos por unidade de tempo até a partir de modelos de escolha discreta (utilizando a taxa de substituição marginal entre o tempo e o custo).

Conceitualmente, esta abordagem alinha-se ao utilitarismo enquanto teoria de justiça (HAUSMAN; MCPHERSON, 2006), que define a melhor intervenção como “aquela que maximiza o bem-estar agregado para o maior número de pessoas”, considerando que todos os indivíduos possuem a mesma importância em termos de preferências e bem-estar. Por conseguinte, a avaliação benefício-custo também incorre das críticas sofridas pela teoria de justiça em questão, das quais destacam-se algumas listadas por van Wee (2011), onde a abordagem: (i) ignora a distribuição dos benefícios; (ii) valora os indivíduos com base na renda (“*poor people count less than rich people*”); e (iii) ignora os valores absolutos, avaliando apenas as mudanças no bem-estar.

O primeiro ponto de crítica embasa-se no fato de que a medida de benefícios sociais da intervenção se dá de maneira agregada, consistindo apenas da soma das economias em tempo de viagem ou custo generalizado e ignorando, por exemplo, se estes se dão de maneira social ou espacialmente concentrada. Como consequência ao processo de avaliação, este aspecto representa um problema ao passo que a abordagem pode indicar uma solução como a mais adequada e ainda assim agravar as desigualdades entre indivíduos, ao passo que o critério de seleção é relativo ao valor agregado dos benefícios. Assim, identifica-se uma primeira lacuna apresentada por esta abordagem metodológica, referente à inclusão da distribuição dos benefícios da intervenção.

O segundo ponto, por sua vez, reflete-se na formulação do custo generalizado a partir da valoração do tempo, onde a diversos métodos para a definição deste valor podem ser encontrados na literatura, onde duas abordagens recorrentes podem ser encontradas em Mendoza, Betancor e Campos-Méndez (2006) e Metz (2008), baseadas na valoração do tempo de deslocamento a partir dos rendimentos dos indivíduos (como o equivalente em salário por cada minuto dispendido em deslocamento) e na valoração a partir de pesquisas de preferência declarada ou revelada. Comum a ambas é o fato de que se embasam no conceito de disposição a pagar (ou *willingness to pay*, em inglês), onde os benefícios de uma intervenção para a população são determinados a partir de quanto os indivíduos que a compõem deixam de despendar em tempo e custos de deslocamento. Todavia, a valoração destes atributos é

intrínseca ao indivíduo, sendo influenciada por suas características socioeconômicas, onde a renda apresenta-se como um fator determinante ao passo que os indivíduos mais ricos têm maior disponibilidade a pagar e consistentemente possuem maiores valorações para o tempo de deslocamento economizado (seja pela abordagem com base nos rendimentos, seja por meio de preferência declarada ou revelada). Esta lacuna conceitual representa uma grave limitação para o método de avaliação, sobretudo quando justaposta ao aspecto anteriormente citado (relativo à mensuração agregada dos benefícios), reforçando as características da abordagem de avaliação enquanto agravante das desigualdades entre indivíduos.

Por fim, o fato de que a avaliação benefício-custo se baseia apenas na variação do bem-estar, isto é, nos impactos trazidos pela intervenção apresenta-se como um ponto de dissociação em relação ao contexto na qual se insere o projeto analisado, ao passo que ignora a existência de indivíduos em situação de maior vulnerabilidade social. Conceitualmente, este aspecto vai de encontro a teorias de justiça que postulam que os indivíduos devem ser providos de um nível mínimo de capacidade de liberdade e acesso a oportunidades, bem como igualdade de oportunidades, as quais Van Wee e Geurs (2011) relacionam com as teorias éticas do suficientarismo e igualitarismo. Tal aspecto, em combinação aos dois anteriores, reforça ainda mais a característica da metodologia de avaliação benefício-custo enquanto promotora da desigualdade entre indivíduos. Desta forma, destaca-se que a última lacuna é relativa a como a intervenção analisada relaciona-se com os níveis de bem-estar dos indivíduos e não apenas nas variações causadas pela intervenção.

2.2. A promoção equânime do acesso a oportunidades enquanto norteadora do processo de avaliação

Em contraposição ao arcabouço conceitual que embasa a avaliação benefício-custo, a compreensão da intervenção em transportes enquanto mitigadora de desigualdades entre indivíduos vem permeando as agendas de objetivos de instituições nacionais e internacionais (ONU, 2013; ITF, 2019). Tal compreensão embasa-se na relação entre as intervenções em transporte e a exclusão social, objeto de discussão em diversos trabalhos tais como Lucas (2012) e Macário (2014), reponderando o conceito no qual a intervenção mais vantajosa é aquela que maximiza os benefícios de maneira agregada.

Neste contexto de transição conceitual no processo de avaliação *ex-ante*, o conceito de justiça social tem se apresentado como o cerne teórico a partir do qual se estabelece a compreensão sobre a atuação de intervenções em transporte urbano, onde destaca-se a contribuição de Pereira (2018) ao construir uma perspectiva ética baseada no diálogo entre as

teorias do igualitarismo de Rawls e a abordagem com enfoque nas capacidades. Esta leitura embasa-se em dois pilares relativos (i) ao objeto de análise e (ii) a como este deve se distribuir.

Em relação ao primeiro elemento, o autor propõe que a avaliação de intervenções seja embasada em como as intervenções impactam sobre o acesso a atividades (tais como serviços e empregos) de maneira a permitir o alcance de necessidades básicas ao indivíduo. Em consonância, destaca-se a compreensão presente em Macário (2014) onde o acesso a atividades é compreendido enquanto bem social, ao passo que a sua restrição a um grupo de indivíduos contribui para uma situação de exclusão social e redução de qualidade de vida. Esta compreensão representa, assim, uma transição do objeto central do processo de análise, abandonando o conceito de deslocamento realizado (relativo ao nível de mobilidade do indivíduo) e aproximando-se de uma abordagem potencial baseada na facilidade com a qual os indivíduos acessam bens, serviços e atividades (Litman, 2018). ITF (2019), por sua vez, reforça a limitação conceitual acerca do uso do nível de mobilidade dos indivíduos enquanto objeto de análise das intervenções, pontuando que maiores níveis de mobilidade podem resultar em externalidades negativas tais como maior emissão de gases do efeito estufa e maiores congestionamentos, sem necessariamente incrementar o acesso a oportunidades e os níveis de bem-estar social.

O outro aspecto abordado por Pereira (2018) refere-se a como o acesso a oportunidades deve ser distribuído, argumentando por um nível mínimo de acesso a oportunidades desfrutado pelos indivíduos, a partir do qual se possa garantir a realização de necessidades básicas à inclusão destes na sociedade. O autor também contribui ao estabelecer que a intervenção atua de maneira justa ao promover a correção de desigualdades arbitrárias no acesso a atividades causadas por características socioeconômicas, buscando atuar sobretudo nos grupos mais socialmente vulneráveis. Neste sentido, a compreensão proposta por Pereira (2018) aproxima-se do que é discutido em Van Wee e Geurs (2011), no qual destacam-se as teorias de justiça do suficientarismo e do igualitarismo enquanto norteadoras do processo de planejamento, estipulando assim, como problema, a existência de indivíduos cujo nível de acessibilidade não atinge um patamar mínimo, bem como a desigualdade de distribuição entre eles.

Esta abordagem, portanto, contrapõe-se à avaliação benefício-custo no seu cerne moral, refletindo-se nos objetivos do processo de avaliação ao pautar tanto a métrica em que se dá a análise, abandonando uma abordagem cujo enfoque reside no padrão de deslocamento dos indivíduos e de como a intervenção o altera, o que é alvo de críticas de trabalhos como Metz (2008) e ITF (2019); bem como propondo uma releitura acerca da atuação das intervenções,

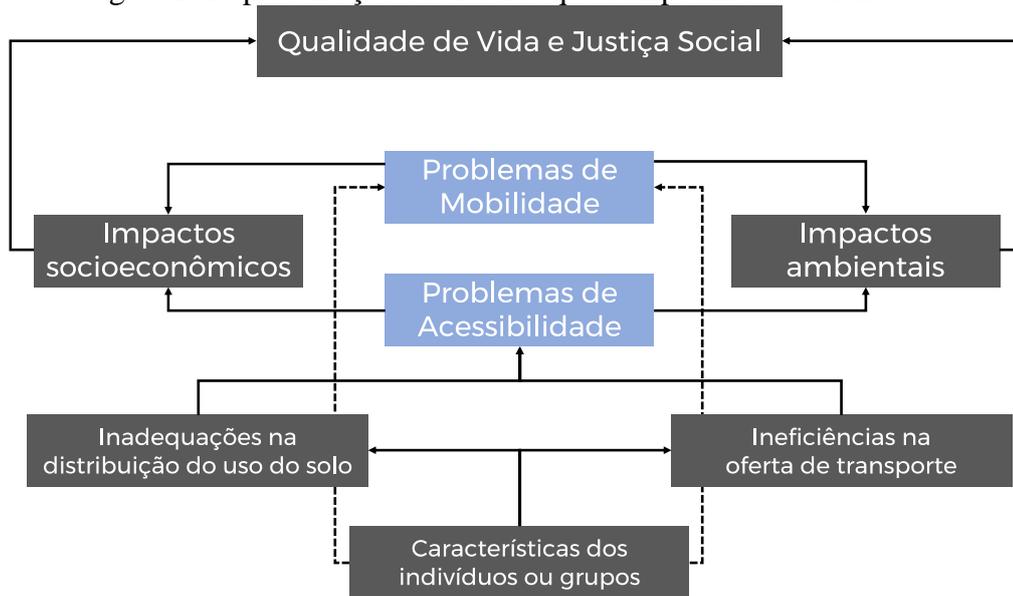
alinhando-se à tratativa pautada na equidade enquanto princípio norteador (em detrimento da eficiência econômica e do utilitarismo) e ao que estipulam agendas de desenvolvimento em diversos contextos (ONU, 2013).

2.3. Os desafios metodológicos da inclusão da equidade no processo de avaliação

Os avanços conceituais presentes na avaliação baseada no princípio da equidade ficam evidentes quando contrapostos às críticas pontuadas sobre a avaliação benefício-custo, como discutido na seção anterior. Por conseguinte, esta transição conceitual se reflete sobre os métodos de avaliação alinhados a esta abordagem, manifestando-se na (i) alteração da métrica utilizada para mensurar o bem-estar dos indivíduos e (ii) no processo de análise dos impactos da intervenção.

Em relação ao primeiro ponto, a métrica de bem-estar reflete o conceito de acessibilidade (GEURS E VAN WEE, 2004; LITMAN, 2018), sendo caracterizada como uma medida potencial (dissociando-se do conceito de custo generalizado do deslocamento realizado, presente na avaliação benefício-custo). Tal característica apresenta-se alinhada à compreensão da acessibilidade a partir da abordagem com enfoque em capacidade proposta em Pereira (2018), ao passo que reconhece o acesso a atividades como uma capacidade combinada, sendo determinada tanto por condições relativas à oferta de transportes e à distribuição do uso do solo quanto por características dos indivíduos. Neste sentido, destaca-se a contribuição de Garcia et al. (2018), que categoriza os fatores determinantes da acessibilidade em três grupos, como ilustrado na Figura 2, propondo uma hierarquia de relação entre eles.

Figura 2: Representação dos fatores que compõem a acessibilidade.



Fonte: adaptado de Garcia *et al.* (2018)

Os fatores relativos à oferta de transportes e ao uso do solo, de maneira dissociada das características socioeconômicas, são considerados objetivos ao passo que tem como base aspectos cuja mensuração independe da percepção dos indivíduos (tais como a concentração espacial dos postos de emprego e a configuração da rede de transportes), alinhando-se ao que Dijst *et al.* (2002) interpreta como indicadores *place-based* (ou com enfoque na localização, em livre tradução). Nesta abordagem, evidencia-se que a variação do indicador ocorre ao passo que o uso do solo e a oferta de transportes potencializa ou limita o acesso a atividades o que, por sua vez, se dá principalmente no espaço.

As características socioeconômicas dos indivíduos, por sua vez, permeiam os outros fatores ao passo que imputam, sobre eles, os atributos relativos aos indivíduos ou grupo de indivíduos analisado, tais como as percepções sobre os atributos de deslocamento (como a sensibilidade ao custo e ao tempo de espera) e a relação com as atividades (a exemplo das diferentes atividades dos postos de trabalho). Desta forma, esta abordagem alinha-se ao que Dijst *et al.* (2002) categoriza como *person-based* (ou com enfoque nos indivíduos), o que aporta ao indicador maior solidez ao aproximar do comportamento dos usuários, o que Van Wee (2016) argumenta por produzir resultados mais realistas.

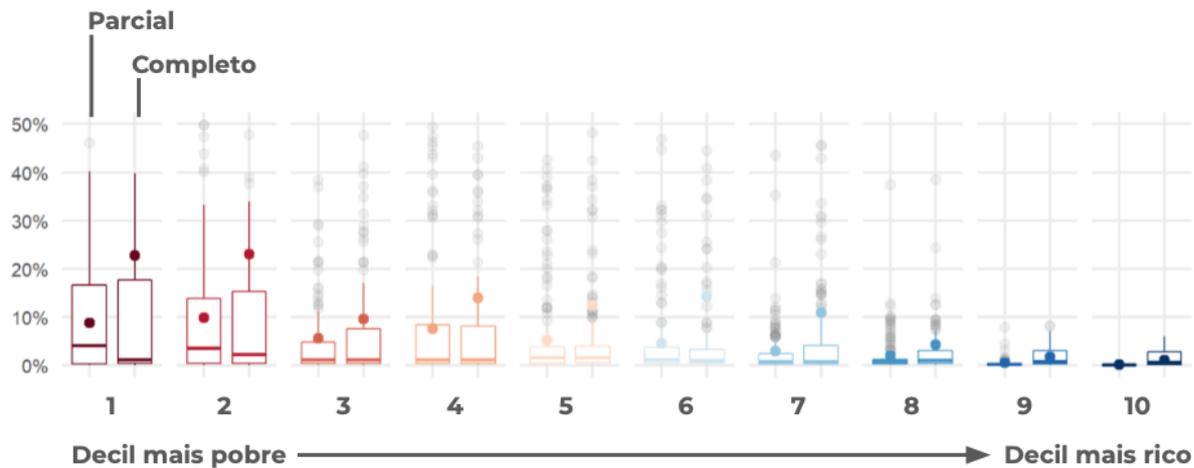
Considerando, então, como esse conjunto de fatores se distribuem no espaço e entre grupos sociais, destaca-se o potencial de representação de como a acessibilidade se distribui nestas diferentes dimensões. Desta forma, a métrica baseada na acessibilidade atua de maneira a aproximar a abordagem do princípio da equidade, ao passo que permite a mensuração das desigualdades socioespaciais do bem-estar antes e depois da intervenção, permitindo, por

consequente, analisar como esta promove um nível mínimo e reduz as desigualdades no potencial de acesso a atividades entre os indivíduos.

Este aspecto relaciona-se com o processo de análise dos impactos da intervenção ao refletir a avaliação do acesso a atividades enquanto uma capacidade de interação a ser distribuída de maneira igualitária entre os indivíduos e de tal sorte a prover um nível mínimo que viabilize a sua inclusão social. Compreende-se, então, a partir do que propõe Pereira (2018), que o método de avaliação seja pautado em como a intervenção promove o acesso a atividades de maneira alinhada ao igualitarismo e ao suficientarismo.

Percebe-se, todavia, que a inclusão destes conceitos no processo de avaliação *ex-ante* de intervenções ainda é permeado de lacunas metodológicas relativas (i) ao método de análise dos impactos e (ii) à mensuração da efetividade da intervenção enquanto promotora da equidade. O primeiro aspecto refere-se aos métodos de avaliação cujo enfoque reside somente na variação do acesso a oportunidades e de como este atua nos diferentes estratos da população, em detrimento de uma análise que inclua também como a acessibilidade se redistribui de maneira mais igualitária entre os indivíduos. Como exemplo, destaca-se a abordagem de Pereira (2018), onde são analisados os impactos da inserção de um corredor de BRT no acesso dos indivíduos aos postos de trabalho, tomando a dimensão da renda como principal característica determinante de vulnerabilidade social. Visando analisar a promoção da equidade, o autor contrapõe a variação nos indicadores de acessibilidade aos grupos de renda, atribuídos com base na localização das residências, como ilustrado na Figura 3. Por ter como base a distribuição espacial das residências dos indivíduos, esta abordagem permite analisar como a intervenção atua de maneira a corrigir desigualdades sistêmicas na acessibilidade causadas por características socioeconômicas.

Figura 3: Distribuição dos impactos na acessibilidade entre grupos de renda.



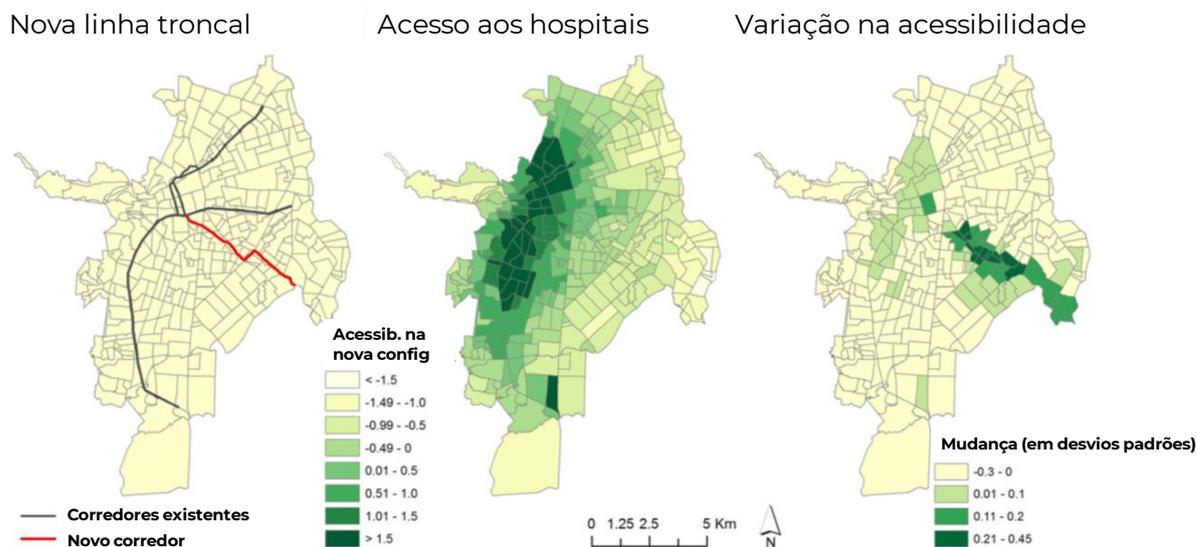
Fonte: adaptado de Pereira (2018).

Apesar de representar um avanço conceitual e metodológico em relação ao estado da prática, argumenta-se que o enfoque deste tipo de método (que reside apenas na variação do indicador de acessibilidade) impede à análise de como a intervenção promove um nível mínimo de acessibilidade a todos os indivíduos, bem como reduz a desigualdade entre eles. Tal argumento embasa-se no fato de que a medida de variação na acessibilidade não permite compreender o impacto da intervenção e de como esta atua sobre os indivíduos que possuem níveis criticamente baixos de acesso a atividades, visto que (mesmo quando analisada sob a ótica da renda) não evidencia relação com as regiões ou indivíduos em pior situação neste aspecto, como ilustra a Figura 3. Em adição, destaca-se que, apesar de deste tipo de abordagem permitir analisar como a intervenção beneficia os diferentes grupos sociais de maneira diferenciada, ela não permite efetivamente quantificar o quanto a desigualdade na acessibilidade entre indivíduos é reduzida, visto que não analisa a distribuição da mesma.

A segunda lacuna, relativa à mensuração da efetividade da intervenção enquanto promotora da equidade, faz referência às abordagens que, embora abordem a lacuna relativa ao objeto de análise, o fazem de maneira sobretudo exploratória, de tal sorte a não consistirem uma métrica do quanto a intervenção atua de maneira a promover o suficientarismo e o igualitarismo. Toma-se, como exemplo, Delmelle e Casas (2012), que analisa os impactos da inserção de uma linha de BRT no acesso a diferentes serviços fazendo uso tanto da variação do acesso às atividades quanto da distribuição do indicador para embasar o processo de avaliação, como ilustrado na Figura 4. Neste sentido, destaca-se o avanço conceitual no sentido de que a distribuição dos impactos no indicador de acessibilidade é utilizada para a compreensão de como a intervenção atua espacialmente, enquanto a distribuição do indicador de acessibilidade

entre os indivíduos é analisada antes e depois da intervenção, de tal sorte a mensurar como ela é alterada.

Figura 4: Distribuição dos impactos da acessibilidade (à esquerda) e do indicador de acessibilidade (à direita).



Fonte: traduzido de Delmelle e Casas (2012)

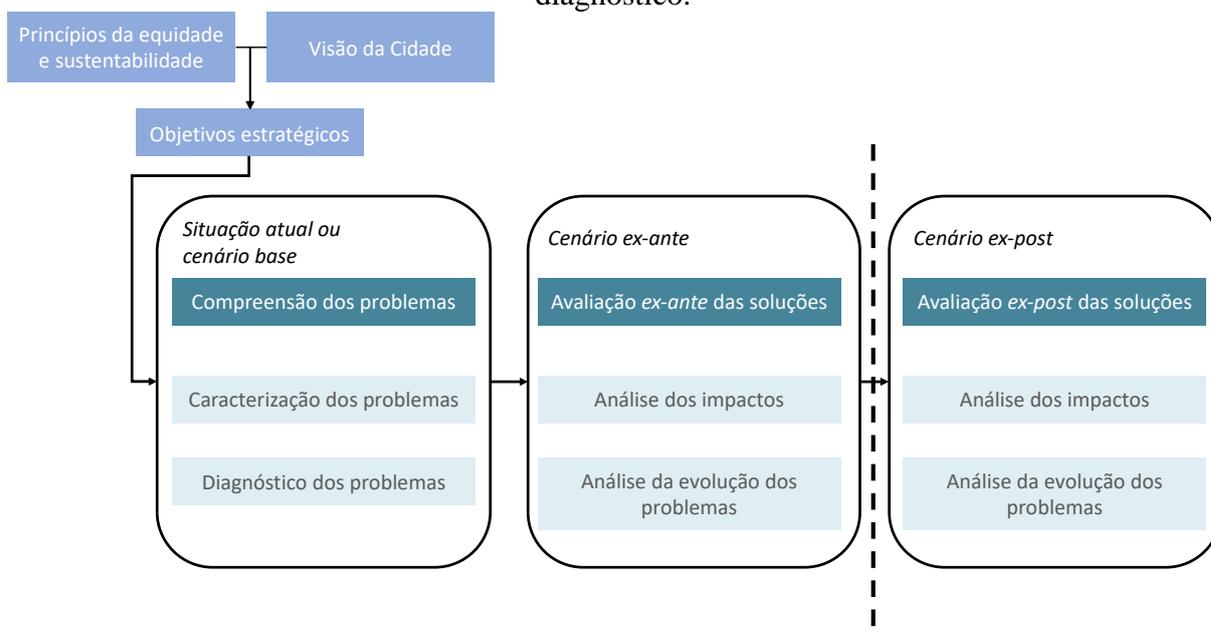
Todavia, a análise com base na alteração da distribuição da acessibilidade entre indivíduos consiste em uma análise exploratória do indicador nos cenários antes e depois, contrapondo-o à distribuição espacial dos diferentes grupos de indivíduos com base na renda. Desta forma, apesar de possibilitar a análise da intervenção sob a ótica do igualitarismo, a ausência de uma métrica única na qual este aspecto é resumido dificulta a compreensão da mesma. Esta limitação se faz ainda mais grave em relação à avaliação dos impactos sob a ótica do suficientarismo, posto que o método não faz referência a um nível mínimo de acesso a atividades, nem de como a intervenção promove a acessibilidade para os indivíduos em situação mais crítica (uma vez que a análise se dá de maneira relativa, tendo como base a tendência central do próprio cenário).

2.4. O diagnóstico da situação atual enquanto abordagem metodológica no processo de avaliação

Em contraponto à primeira lacuna metodológica apontada anteriormente, relativa ao método de avaliação cujo enfoque reside apenas nas variações do acesso às atividades, destaca-se a compreensão inicialmente construída em Garcia (2016) e posteriormente consolidada em Souza (2019), que contribui ao estruturar a avaliação *ex-ante* como precedida

de uma etapa de diagnóstico da problemática em nível estratégico, como ilustrado na Figura 5, cujo principal objetivo é o de estabelecer uma base de comparação sob a qual a intervenção analisada é contraposta.

Figura 5: Compreensão do processo de avaliação enquanto precedido por uma etapa de diagnóstico.



Fonte: adaptado de Garcia (2016).

Esta primeira etapa, assim, estabelece uma referência para a avaliação da intervenção ao promover a compreensão da distribuição da acessibilidade no cenário base sob a ótica das teorias de justiça do suficientarismo e igualitarismo. Assim, visando incluir a equidade enquanto princípio norteador do processo de planejamento, a proposta metodológica deste trabalho contempla o conceito de *problemas relativos à desigualdade na distribuição da acessibilidade*, definidos como aquilo que dista de uma situação desejada que reflete (i) a insuficiência nos níveis de acesso a atividades e (ii) a como a acessibilidade se distribui de maneira desigual entre grupos sociais, tendo como base um grupo mais vulnerável e um grupo mais privilegiado ou que represente a sua oposição.

No primeiro caso, onde Garcia (2016) busca explorar a desigualdade na distribuição espacial da acessibilidade, o objetivo, embasado no suficientarismo, é de identificar quais indivíduos possuem um nível insuficiente de acesso a atividades (isto é, abaixo do mínimo necessário para a realização das mesmas). Todavia, dado que não há uma referência normativa para a acessibilidade, isto é, não existe uma referência para o qual se pode considerar um nível de acesso a atividades “bom” ou “aceitável” (MILLER, 2018), a definição do grupo de

indivíduos em situação problemática ocorre por meio da definição de um valor arbitrário com base no contexto analisado. Desta forma, apesar de não ter relação direta com uma situação de exclusão social, a definição das regiões e indivíduos em situação problemática estabelece um valor de referência reconhecido como mínimo, de tal sorte que a distribuição da acessibilidade no cenário com a intervenção seja embasada em quanto esta altera a quantidade de pessoas que possui nível de acessibilidade inferior a este valor, de tal forma a consolidar a inclusão do suficientarismo enquanto base teórica do processo de avaliação.

No segundo caso, relativo a como o acesso a atividades se distribui de maneira desigual entre grupos sociais, o embasamento teórico reside no igualitarismo e estabelece que os grupos mais socialmente vulneráveis possuam níveis de acessibilidade pelo menos tão bons quanto o grupo mais privilegiado. A definição desta situação, em contraponto à anterior, ocorre de maneira menos arbitrária, dado que se embasa em uma métrica de desigualdade, onde o desafio metodológico reside em, simultaneamente, incluir na acessibilidade os aspectos subjetivos ao grupo social analisado e, ainda assim, permitir a comparação com outros (Miller, 2018).

Por fim, a avaliação *ex-ante* da intervenção ocorre em duas etapas relativas (i) a como se distribuem os impactos da intervenção, mensurados a partir da variação do indicador de acessibilidade antes e depois da intervenção; e (ii) a como estes impactos incidem sobre as dimensões de desigualdades na distribuição do acesso a atividades. A primeira etapa, similar ao que propõe Pereira (2018) enquanto método de avaliação, tem como principal objetivo explicitar a atuação da intervenção e de como promove a acessibilidade para diferentes regiões e grupos de indivíduos, consistindo em uma análise exploratória da distribuição da medida de impactos e da população beneficiada.

A segunda etapa, por sua vez, consiste na análise de como a intervenção altera as situações determinadas como problemáticas, tendo como base os problemas representados na etapa de diagnóstico, onde a alteração do primeiro problema, relativo à distribuição desigual da acessibilidade no espaço, é mensurada a partir de quantos indivíduos possuem nível de acessibilidade inferior àquele anteriormente determinado. Assim, embora definido de maneira arbitrária, a referência estabelecida permite representar o conceito de nível insuficiente (ou crítico) de acesso a atividades, o que, por sua vez, viabiliza avaliar a intervenção enquanto promotora de acesso a atividades para os indivíduos em situação mais crítica. Por fim, o problema da desigualdade entre grupos sociais é avaliado com base em como a medida de desigualdade se comporta depois da intervenção, de tal sorte a avaliá-la sob a ótica do igualitarismo.

Desta forma, destaca-se que a abordagem presente em Garcia (2016) atua sobre as lacunas metodológicas relativas à inclusão da equidade enquanto princípio norteador do processo de avaliação de intervenções, aproximando-se da compreensão da justa distribuição do acesso a oportunidades proposta por Pereira (2018) com base no igualitarismo de Rawls e na abordagem do enfoque às capacidades. Atribui-se este avanço metodológico a dois fatores, onde o primeiro reside na transição do foco do objeto de análise, ao passo que analisa tanto como a intervenção promove a variação na acessibilidade nas dimensões social e espacial (com o objetivo de compreender a atuação da intervenção) quanto como esta altera a distribuição socioespacial do acesso a atividades entre os indivíduos, consistindo a métrica utilizada na avaliação. O segundo fator, por fim, é relativo à interpretação das desigualdades na distribuição da acessibilidade enquanto problemas estabelecidos a partir de uma situação desejada alinhada ao arcabouço ético considerado, o que é especialmente relevante no contexto da inserção do suficientarismo no processo de avaliação, visto que este embasa-se em um conceito que, por definição, é desprovido de base normativa ou de relação com a exclusão social.

2.5. Considerações sobre o capítulo

Ao analisar o arcabouço conceitual da abordagem benefício-custo (reconhecida como característica ao estado da prática) e a relação do planejamento de transportes com a exclusão social, faz-se evidente à incompatibilidade do mesmo enquanto medida única da adequação de intervenções. Tal argumentação se deve, sobretudo, a como a sua base, por definição utilitarista, incorre em vieses de análise dos benefícios das intervenções em transporte, culminando, em última instância, na agravação de desigualdades sociais. Assim, ao contrapor as lacunas conceituais à compreensão de Pereira (2018) acerca de como as intervenções em transporte devem atuar de maneira a promover a justiça social, argumenta-se pela equidade enquanto princípio norteador do processo de avaliação, demonstrando que esta abordagem já possui reflexos em políticas de transporte urbano nacional e internacionalmente (ONU, 2016).

A questão de pesquisa do capítulo reside, então, nas lacunas metodológicas da inclusão da equidade no processo de avaliação de intervenções, ao passo que as propostas metodológicas que se propõem alinhadas a esta abordagem, de maneira geral, não se alinham à compreensão da promoção da acessibilidade sob a ótica do suficientarismo e do igualitarismo. Argumenta-se, então, pela abordagem proposta por Garcia (2016), na qual a avaliação é precedida de uma etapa de diagnóstico, o que se compreende viabilizar a análise de como a intervenção promove a equidade à luz das teorias éticas consideradas.

As lacunas metodológicas abordadas neste capítulo fazem, então, referência ao alinhamento das etapas do método de avaliação à base ética na qual busca se inserir. Em relação à mensuração do acesso a atividades, Pereira (2018) reconhece como desejável a inclusão de características sociais enquanto fator determinante da acessibilidade, dado que as medidas com enfoque na localização (ou *location-based*) tendem a subestimar desigualdades na distribuição do acesso às atividades. Em consonância, Van Wee (2016) reconhece que a inclusão das percepções dos indivíduos aporta solidez à representação da acessibilidade ao aproximá-la do comportamento dos mesmos. Esta abordagem, que Dijst *et al.* (2002) denomina de *person-based* (ou com enfoque nas pessoas, em livre tradução), relaciona-se com as abordagens que Geurs e van Wee (2004) denominam de potencial e de utilidade, onde destaca-se o segundo caso como a única das abordagens que, para além de cumprir fins pragmáticos enquanto medida, possui uma base conceitual relativa ao fenômeno (MILLER, 2018).

Todavia, a aplicação de medidas de utilidade, apesar de sua solidez teórica, é usualmente atrelada a uma barreira relativa à análise da equidade (MILLER, 2018; ITF, 2019), relativa à própria base conceitual econométrica do indicador. Assim, uma vez que as medidas com enfoque na localização são apontadas como limitadas em relação à mensuração das desigualdades (KWAN, 1999; NEUTENS *et al.*, 2010) e as medidas com enfoque nas pessoas são atreladas à impossibilidade de comparação entre grupos sociais, destaca-se uma lacuna metodológica (a ser tratada no próximo capítulo) relativa à como a representação do acesso às atividades se relaciona com a mensuração das desigualdades socioespaciais.

3. A RELAÇÃO ENTRE A REPRESENTAÇÃO DA ACESSIBILIDADE E A MENSURAÇÃO DAS DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS

Este capítulo é relacionado ao segundo objetivo específico, que busca abordar a lacuna metodológica relativa à relação entre as abordagens de representação na acessibilidade e a mensuração das suas desigualdades socioespaciais, evidenciando seus impactos e consequências dentro de um processo de avaliação de intervenções em transporte público. Assim, o produto deste capítulo consiste tanto na argumentação pela inclusão da abordagem baseada na utilidade, justificada pelos seus avanços conceituais em relação às outras abordagens, e na discussão sobre quais dimensões da desigualdade socioespacial ela consegue captar, de tal sorte a se relacionar com as teorias de justiça do suficientarismo e igualitarismo.

Assim, a primeira seção parte de uma categorização dos indicadores de acessibilidade, tecendo um panorama de como estas são compreendidas pela literatura no estado da arte, de tal sorte que os indicadores de utilidade são posicionados enquanto os mais sólidos em termos teóricos, permitindo assim uma representação mais acurada do fenômeno.

Em seguida, visando destacar as lacunas conceituais e metodológicas relativas às abordagens mais comuns na mensuração da acessibilidade, a segunda seção discute a operacionalização e as limitações relativas aos indicadores de oportunidades cumulativas. Como produto, identifica-se os pontos nos quais esta abordagem de representação da acessibilidade se desalinha ao processo de avaliação pautado na promoção da equidade, o que posteriormente é analisado dentro do contexto dos indicadores de utilidade.

A terceira seção, por sua vez, apresenta o embasamento teórico dos indicadores de utilidade e discute a sua operacionalização a partir dos modelos de escolha discreta, de tal sorte que é possível destacar os pontos a partir dos quais esta abordagem avança em relação às outras. Em contraponto, discutem-se as suas limitações metodológicas, inatas à abordagem embasada na econometria, relacionando-as às teorias de justiça que se compreende compor o processo de avaliação com base na equidade.

Por fim, a quarta seção consiste no argumento pela complementaridade nas abordagens de indicadores, de tal sorte a permitir que o processo de avaliação se embase no suficientarismo e no igualitarismo para analisar os impactos das intervenções na acessibilidade. Tal perspectiva é construída a partir da contraposição das teorias de justiça às limitações conceituais, no caso dos indicadores de oportunidades cumulativas, e metodológicas, no caso dos indicadores de utilidade.

3.1. A representação da acessibilidade a partir de diferentes abordagens

A acessibilidade, enquanto elemento central ao processo de avaliação, tem como função representar o nível potencial de interação com atividades que um indivíduo (ou grupo de indivíduos) possui, relacionando-se à avaliação ao passo que a intervenção é analisada a partir de como impacta as desigualdades em sua distribuição. Tais desigualdades, por sua vez, se tornam mais complexas ao passo que o conceito de acesso a atividades é influenciado por diferentes fatores ou restrições (GEURS E VAN ECK, 2011; CHURCH *et al.*, 2000), de tal sorte que a inclusão destas diferentes dimensões na sua representação compõem parte fundamental da compreensão dos problemas relativos às desigualdades socioespaciais da acessibilidade.

A representação do acesso às atividades, feita por meio de indicadores, é analisada a partir dos traços que estes compartilham, onde Geurs e Van Wee (2004) propõem a compreensão dos mesmos enquanto pertencentes à quatro diferentes abordagens com enfoque (i) na infraestrutura, (ii) na localização, (iii) nos orçamentos financeiro e de tempo dos indivíduos, e (iv) na interpretação do acesso às atividades a partir da teoria da utilidade aleatória. A primeira abordagem faz referência sobretudo à oferta de transportes, propondo a mensuração da acessibilidade a partir de medidas de tempo de deslocamento nas vias e relações entre o volume de tráfego e a capacidade da mesma (ITF, 2019) e, no contexto do transporte coletivo, sendo complementada por Curtis e Scheurer (2010) a partir de medidas de topologia tais como conectividade entre os nós da rede (que representam estações, pontos de paradas e terminais). Tal abordagem, todavia, é criticada por alguns autores ao passo que não incorpora aspectos relativos nem à distribuição espacial do uso do solo e nem às características socioespaciais dos individuais, não sendo reconhecida como abordagem de mensuração da acessibilidade em trabalhos como Handy e Niemeier (1997).

A segunda abordagem, relativa ao enfoque na localização, consiste em medidas como as de oportunidades cumulativas (HANDY E NIEMEIER, 1997), também denominadas de medidas de contorno (Geurs e Van Eck, 2001); as potenciais ou gravitacionais (HANSEN, 1959); e as de competição (VAN WEE *et al.*, 2001). Tal abordagem representa um avanço em relação à infraestrutura ao passo que passa a incorporar, em combinação à oferta de transportes, os aspectos relativos ao uso do solo, podendo inclusive representar a atratividade dos mesmos em relação a diferentes grupos sociais, ao que Handy e Niemeier (1997) refere-se como um dos desafios da especificação do indicador. Alinhando-se à compreensão de Dijst *et al.* (2002) enquanto uma medida *location-based* (ou de enfoque locacional), Curtis e Scheurer (2010) argumentam que esta abordagem permite representar como a acessibilidade se distribui no

espaço e entre indivíduos (ao ser combinada com o padrão espacial das origens dos deslocamentos, que podem ser os domicílios dos indivíduos). Em consonância, Geurs (2018) defendem que as medidas de oportunidades cumulativas e potencial/gravitacional são adequadas à análise da equidade de acessibilidade, onde destaca-se o primeiro tipo por ter uma determinação ainda mais simples do que o segundo, dada a sua menor necessidade de dados.

O terceiro tipo de medida discutido, relativo ao enfoque em orçamento de tempo, pode ser compreendido como uma medida de oportunidades cumulativas (ao passo que quantifica o número de atividades que podem ser alcançadas em um determinado intervalo de tempo), todavia adicionada de restrições de tempo e financeiras, incluindo também características do encadeamento de viagens (CURTIS E SCHEURER, 2010). Neste sentido, as características socioeconômicas dos indivíduos começam a ser incorporadas à representação da problemática (ao passo que é necessário representar seus orçamentos de tempo e financeiros), todavia ao que Geurs (2018) considera ser um custo de dados muito alto e de difícil operacionalização, embora permita que a análise ocorra de maneira alinhada ao princípio da equidade.

A última abordagem, destacada por Miller (2018) como a única que possui embasamento teórico relacionado ao fenômeno, é relativa aos indicadores que fazem uso da teoria de utilidade aleatória para mensurar o acesso às atividades. Originalmente proposta em Ben-Akiva e Lerman (1979), a abordagem com base na utilidade traz consigo uma ligação inata à economia do bem-estar e aos modelos de escolha discreta (GEURS, 2018), onde, em linhas gerais, o indicador busca representar, na ótica do indivíduo, o quão vantajoso é o conjunto de alternativas de deslocamento que lhe é disposta (SMALL, 1992). Em relação aos fatores que compõem a acessibilidade, a abordagem, que já inclui a distribuição do uso do solo e a oferta de transportes, apresenta uma vantagem ao incluir as características socioeconômicas também a partir da percepção dos usuários acerca dos atributos do deslocamento (tais como o número de transbordos, o custo da viagem e o tempo de deslocamento). Assim, mesmo que a sua forma por vezes se aproxime de um indicador potencial, as vantagens conceituais e metodológicas são conservadas por representarem a parcela da oferta de transportes à luz das características socioeconômicas, preferências e limitações dos usuários (HANDY E NIEMEIER, 1997). Todavia, em contraponto às vantagens conceituais desta abordagem, destacam-se diversas limitações acerca da sua aplicação dentro de um processo de avaliação de intervenções pautado na promoção da equidade (Miller, 2018; Geurs, 2018). Tais limitações, que tem cunho tanto conceitual quanto metodológico, fazem referência sobretudo a aspectos relativos às próprias teoria e modelagem econométrica que embasam a abordagem, de tal forma a representar um

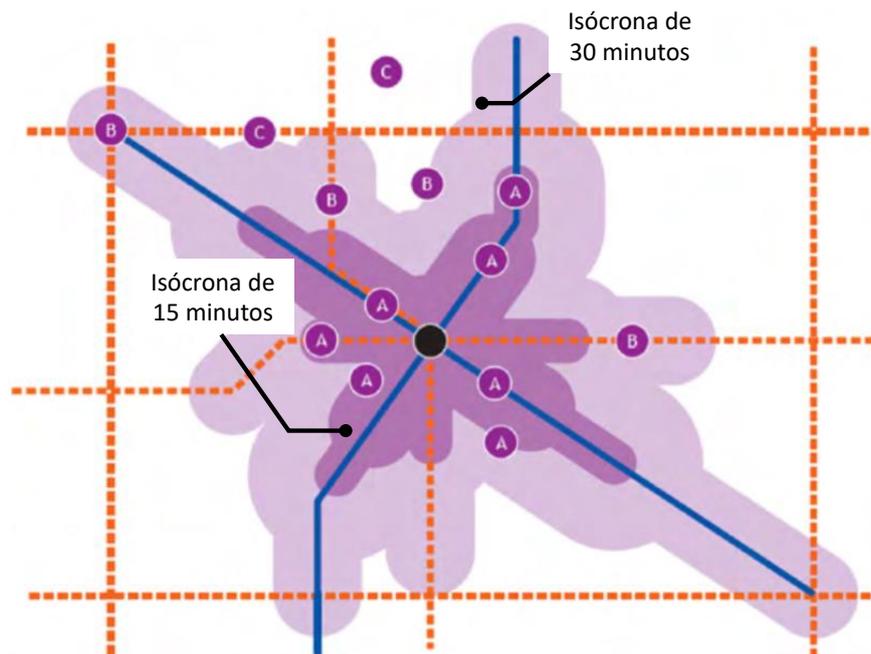
tradeoff direto entre o aporte conceitual e a aplicabilidade dos indicadores de utilidade. Destaca-se, então, a relevância dos indicadores de utilidade na discussão da representação da acessibilidade, ao passo que se apresentam enquanto a abordagem de maior solidez teórica (mais adequada ao fenômeno analisado) e possuindo desafios metodológicos próprios em relação à representação das desigualdades socioespaciais.

Visando melhor posicionar os ganhos em representação atribuídos à abordagem dos indicadores de utilidade, justificando sua aplicação no processo de avaliação, analisa-se inicialmente os indicadores de oportunidades cumulativas, reconhecidos enquanto conceitualmente e metodologicamente mais simples, de tal sorte a explorar suas lacunas em termos de representação do acesso às atividades, bem como os desafios metodológicos na sua operacionalização. Desta forma, são contrapostos indicadores que fazem parte de abordagens distintas segundo Dijst *et al.* (2002), sendo um do tipo *location-based* e outro do tipo *person-based*, e sendo marcados por limitações conceituais e metodológicas opostas, ao passo que o indicador de oportunidades cumulativas é entendido como de fácil operacionalização, embora de menor poder de representação do fenômeno, enquanto o de utilidade possui maior relação com o fenômeno, à revelia de maiores limitações na sua aplicação.

3.2. As limitações da abordagem com enfoque na localização dentro do processo de avaliação

Reconhecida como a mais simples entre as medidas de acessibilidade (Geurs, 2018), a medida de oportunidades cumulativas reflete o potencial de interação a partir da contagem do número de oportunidades (postos de trabalho, leitos hospitalares, matrículas escolares e afins) que podem ser alcançadas dentro de um limite máximo para o tempo de deslocamento, como ilustrado pela Figura 6. Tal simplicidade reflete-se tanto na sua operacionalização, ao passo que só necessitam da representação da impedância ao deslocamento e da localização das oportunidades, quanto no seu potencial de comunicação, estruturando o acesso a atividades a partir de um conceito simples, ao que pode ser associada a popularidade desta medida.

Figura 6: Representação de um indicador de oportunidades cumulativas.



Fonte: traduzido de Curtis e Scheurer (2010).

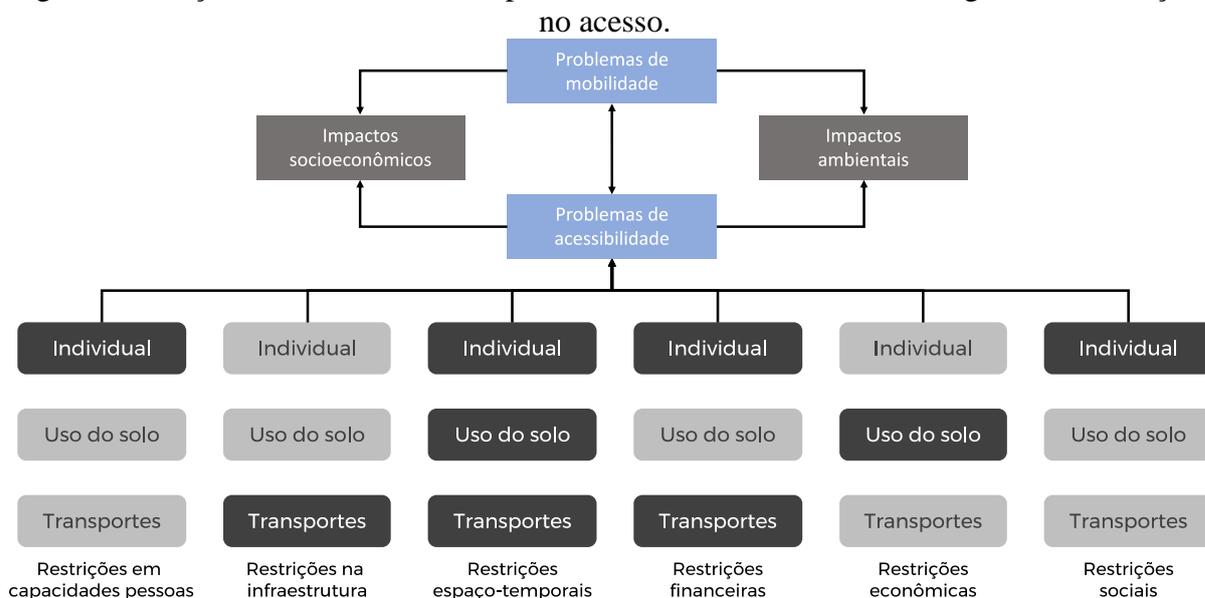
Em relação aos fatores componentes da acessibilidade, como representados em Garcia *et al.* (2018), destaca-se inicialmente que a dimensão da distribuição do uso do solo, por sua vez, é representada por meio da quantificação do número de oportunidades, podendo ser diferenciadas a partir de como se relacionam com os grupos de indivíduos analisados, a exemplo da representação de vagas escolares e leitos hospitalares somente dos equipamentos públicos quando analisa-se o acesso da população de mais baixa renda a estes serviços, bem como a partir de uma mensuração de atratividade ou qualidade, a exemplo da mensuração do acesso a espaços públicos onde a atratividade é mensurada pela quantidade de metros quadrados das atividades no destino. Assim, considera-se as características sociais dos indivíduos podem ser incluídas no processo de representação da acessibilidade, ao passo que abrangem tanto os aspectos relativos à atratividade de maneira geral e também sob a ótica do grupo social analisado.

A representação da oferta de transportes, por sua vez, se dá a partir dos tempos em rede, de maneira a considerar aspectos tais como o tempo de espera, deslocamento e transbordos, representando um avanço em relação a medidas de separação ou de contorno que consideram distâncias euclidianas (CURTIS E SCHEURER, 2010). Estes aspectos, todavia, são representados a partir de como impactam em um único atributo, usualmente o tempo total de deslocamento, a partir do qual o limite máximo aceitável é definido, o que incorre principalmente em duas limitações relativas (i) a como a simplificação em um atributo único

relaciona-se com o processo de representação da acessibilidade e (ii) à exclusão das características socioeconômicas da representação da impedância do deslocamento.

O primeiro aspecto é relativo a como o indicador, por embasar-se apenas no tempo de deslocamento (ou em outro atributo único), pode representar a acessibilidade de maneira excessivamente simplificada em alguns contextos específicos. Tal argumento embasa-se na compreensão do acesso a atividades enquanto composto por uma série de restrições (CHURCH *et al.*, 2000), interpretada em Garcia (2016) à luz dos componentes da acessibilidade, como ilustrado na Figura 7, onde a dimensão relativa a oferta de transportes se faz presente nas restrições relativas à infraestrutura física, às restrições no espaço-tempo e às restrições financeiras.

Figura 7: Relação entre os fatores componentes da acessibilidade e as categorias de restrição



Fonte: traduzido de Garcia (2016).

Neste sentido, considera-se que o indicador de oportunidades cumulativas, ao embasar-se apenas no tempo de deslocamento enquanto impedância de transporte, apresenta um descolamento conceitual da compreensão do acesso às oportunidades de maneira mais ampla. Esta limitação reflete-se tanto na etapa de diagnóstico dos problemas de desigualdade na acessibilidade quanto na etapa de avaliação, o que resulta em uma limitação inclusive em termos de aplicabilidade, ao passo que o atributo de tempo de deslocamento usualmente não é o único atributo alterado (a exemplo de implantações de sistemas de BRT tronco-alimentados, onde há também um aumento no número de transbordos), e, muitas vezes, nem mesmo é alterado pela intervenção, a exemplo de políticas de subsídio tarifário.

O segundo ponto analisado faz referência à inclusão da percepção dos indivíduos acerca das impedâncias ao deslocamento, o que se compreende estar refletido nas categorias de restrição relativas ao espaço-tempo e às restrições financeiras, abordadas tanto pelo fator da oferta de transporte quanto pelas características socioeconômicas, como ilustrado na Figura 7. Neste sentido, compreende-se que a medida relativa às oportunidades cumulativas não aporta informações relativas às características socioeconômicas dos indivíduos na representação da impedância ao deslocamento, dado que se embasa em uma representação da impedância a partir de um atributo incluído de maneira objetiva no indicador. Tal aspecto é criticado por Kwan (1998) como uma limitação especialmente relevante quando se trata das desigualdades no acesso a atividades experimentadas por grupos socialmente vulneráveis (como minorias étnicas e mulheres), ao passo que, nestes contextos, a impedância ao deslocamento (e, por conseguinte, a acessibilidade) são fortemente impactadas pelas características dos indivíduos analisados.

Assim, apesar de sua simplicidade, argumenta-se que a abordagem de oportunidades cumulativas atende a diferentes requisitos propostos enquanto indicador de acessibilidade (HANDY E NIEMEIER, 1997; MILLER, 2018; GEURS, 2018), à exceção das características individuais do usuário na impedância ao deslocamento. Desta forma, considera-se que a facilidade de operacionalização e interpretação desta abordagem de indicador é contraposta pelo seu potencial de representação e aplicabilidade no processo de avaliação, que se apresentam reduzidos a partir do seu arcabouço conceitual e metodológico.

Em adição, destaca-se a limitação metodológica relativa à arbitrariedade com a qual é definida a *cut-off* ou a janela de tempo na qual se considera uma atividade acessível (usualmente adotada como 60 minutos), compondo o *Problema de Unidade de Tempo Modificável* (em inglês, MTUP). Pereira (2018), por sua vez, analisa o efeito da variação do limite de tempo no cálculo da acessibilidade, de tal sorte e dos impactos de intervenções, de tal maneira a perceber que menores intervalos levam a impactos mais significativos e mais restritos a um grupo (geralmente ao grupo mais próximo do local que recebe a intervenção), enquanto valores maiores para este intervalo levam a impactos menores e mais dispersos em termos de população.

3.3. A abordagem baseada na utilidade enquanto medida de acessibilidade

A categoria de indicadores de utilidade, cujo pilar encontra-se em Ben-Akiva e Lerman (1979), é embasada na Economia do Bem-Estar e na Teoria da Utilidade Aleatória, na qual a premissa central é a de que o indivíduo, ao ser apresentado a um conjunto de alternativas de deslocamento, escolhe aquela que lhe é mais útil. A utilidade percebida pelo indivíduo,

todavia, representa um atributo abstrato e imensurável, dado que não é explicitamente observável. Assim, a estimativa do valor da mesma se dá por meio da calibração de modelos de escolha discreta (determinados com base nas alternativas escolhidas, que são observáveis), onde a utilidade é separada em um termo mensurado por uma função estimadora e um erro aleatório inato, cuja distribuição é arbitrada no processo de modelagem, como ilustrado na Equação 1.

$$U_k = V_k + \varepsilon \quad (1)$$

A utilidade sistemática de cada alternativa (V_k), por sua vez, é representada na forma de uma função linear composta por uma constante (α_k) e o produto linear entre os atributos do deslocamento considerados (listados por a) e os coeficientes de utilidade marginal (β_a), como ilustrado na Equação 2.

$$V_k = \alpha_k + \sum_a \beta_a a_k \quad (2)$$

Para o cálculo das probabilidades esperadas dos modos escolhidos por um indivíduo frente a uma situação de decisão, faz-se necessário conhecer (ou arbitrar) a distribuição dos erros (isto é, a diferença entre a utilidade sistemática e a utilidade real), ao que usualmente se atribui uma distribuição *Gumbel* de média zero e parâmetro de dispersão μ , caracterizando um modelo *logit*. A probabilidade de escolher uma alternativa k (dentro de um grupo que varia de 1 a K) e dada uma configuração dos atributos de deslocamento é, então, calculada a partir da Equação 3.

$$P_k = \frac{e^{\mu V_k}}{\sum_k e^{\mu V_k}} \quad (3)$$

Neste contexto, o indicador de acessibilidade com base na utilidade, ilustrado na Equação 4, é definido a partir do valor máximo do excedente do consumidor dentro da situação de escolha definida como observado em Geurs et al. (2010), contrapondo-se às outras abordagens de indicador por, além das motivações pragmáticas apontadas em Miller (2018), ter

também um embasamento teórico. Tal abordagem também se faz presente na mensuração da parcela dos transportes (ou impedância ao deslocamento) do indicador de acessibilidade, assemelhando-se, em forma, à um indicador potencial (HANDY E NIEMEIER, 1997).

$$LS = E[\max(U_k)] = \ln\left(\sum_k e^{V_k}\right) + C \quad (4)$$

A defesa do uso deste indicador ocorre principalmente no contexto desta enquanto métrica de avaliação econômica de projetos (JONG, DALY, KOOPMANS, 2005; GEURS *et al.*, 2010; GEURS, 2018), na qual os impactos são mensurados a partir da interpretação monetizada da utilidade, oriunda da divisão pelo coeficiente de utilidade marginal do custo do deslocamento. Tal abordagem, todavia, aproxima-se da avaliação benefício-custo e de seu arcabouço utilitarista, encontrando-se em desalinhamento com a compreensão de um processo de avaliação pautado na equidade. Em contraponto, argumenta-se pelo uso dos indicadores de utilidade no processo de avaliação de intervenções e de como promovem a equidade no acesso às atividades, tendo como base dois pontos principais: (i) a inclusão da percepção dos indivíduos e (ii) a robustez na representação da acessibilidade com base em diferentes atributos.

A inclusão da percepção dos indivíduos é argumentada por Van Wee (2016) enquanto produtora de resultados mais realistas do acesso a atividades a partir da ótica do grupo populacional considerado, contrapondo-se às medidas com enfoque na localização (tais como a medida de oportunidades cumulativas), que interpretam a impedância ao deslocamento de maneira dissociada do grupo de indivíduos analisados. Em consonância, destaca-se a crítica aos indicadores com enfoque na localização presente em Kwan (1998), apontando que estas ignoram aspectos relativos às características dos indivíduos (tais como etnia e gênero) e que são fundamentais na determinação do acesso às atividades, o que pode ser especialmente relevante quando analisa-se a acessibilidade de grupos socialmente mais vulneráveis. Em adição, Neutens *et al.* (2010), embora tenha o enfoque dos serviços de entrega (de como os serviços acessam as pessoas), observa diferenças substanciais na representação da acessibilidade ao incluir as características socioeconômicas na representação da acessibilidade, apontando-a como mais adequada à mensuração das desigualdades.

Neste sentido, considera-se que a abordagem de utilidade atende a esta lacuna ao passo que as percepções e preferências do grupo de indivíduos são refletidas a partir dos coeficientes de utilidade marginal que compõem a função. Assim, uma vez que o modelo seja

calibrado em relação ao grupo social vulnerável (como as pessoas de mais baixa renda ou as mulheres), tais coeficientes refletem à sensibilidade do mesmo em relação aos atributos especificados, permitindo inclusive que seja determinado um valor de *tradeoff* entre os atributos (no qual o maior exemplo é o valor do tempo), apoiando o processo de compreensão. No contexto da proposta metodológica de Garcia (2016), este ganho de representação é relevante tanto na etapa de diagnóstico dos problemas de desigualdade, ao permitir melhor compreender como se manifestam nas dimensões espacial e dentro do grupo vulnerável, bem como na avaliação da intervenção, ao mensurar os seus impactos.

O segundo ponto, referente à robustez do processo de avaliação, é relativo aos ganhos de representação do indicador em relação aos atributos que engloba enquanto medida, contrapondo-se principalmente ao indicador de oportunidades cumulativas, cuja base é apenas no tempo de deslocamento. Desta forma, argumenta-se que a aplicação desta abordagem é mais adequada para intervenções que impactam mais de um atributo, tais como o número de transbordos e o custo da viagem para o usuário, a exemplo de alterações em políticas tarifárias (impactando evidentemente o custo para o usuário) e alterações na configuração da rede (como a implantação de sistemas tronco-alimentadores como BRTs).

Por sua vez, as limitações deste grupo de indicadores se dão sobretudo devido à sua complexidade de formulação, que é marcada pela ausência de escala e de unidade (DONG et al., 2006). A ausência de unidade é inata ao fato de que a utilidade não possui escala, dado que o valor modelado representa uma *função-link* denominada utilidade sistemática, o que, embora usualmente convertida em unidade monetária a partir da divisão pelo coeficiente de utilidade marginal do custo, ainda assim não configura semântica de número, o que é evidenciado pelo fato de que pode ser tanto negativa quanto positiva.

Já a ausência de escala faz referência ao fato de que, diferentemente do indicador de oportunidades cumulativas (que pode ser medido também em termos relativos), não existe um significado atribuído para um valor máximo ou mínimo. Por conseguinte, o indicador não permite interpretação de seu valor absoluto, onde apenas a interpretação relativa é possível. Tal efeito é minimizado pelo fato de que não há um valor de referência para a acessibilidade mesmo em indicadores de oportunidades cumulativas, isto é, um valor normativo e universal a partir do qual se permita dizer que uma zona ou grupo de indivíduos possui um nível aceitável de acessibilidade (Miller, 2018).

Outra limitação inata aos indicadores de utilidade refere-se ao fato de que não é possível comparar diferentes grupos de indivíduos, uma vez que são representados por dois diferentes modelos de escolha discreta e, como propriedade matemática dos modelos de escolha

discreta, não é possível comparar os valores absolutos de duas funções calibradas (sendo possível apenas comparar os atributos de *tradeoff*, chamados de taxas de substituição marginal, tais como o valor do tempo). Como principal consequência, não é possível comparar a acessibilidade de diferentes grupos de indivíduos, onde se exemplifica a aplicação presente em Sousa (2018), que analisa a distribuição espacial do acesso aos postos de trabalho na Região Metropolitana de Fortaleza e de como este se distribui para a população de mais baixa e mais alta renda, mas sem compará-los entre si. Assim, aponta-se que não é possível também analisar como os impactos de uma intervenção atuam diferenciadamente entre grupos, comprometendo um aspecto fundamental do processo de avaliação com base na equidade.

3.4. A complementaridade entre as abordagens dentro da avaliação com base na equidade

Em conclusão a este capítulo, analisa-se a aplicabilidade das duas abordagens de indicadores de acessibilidade ao contexto de um processo de avaliação de intervenções alinhado aos princípios do suficientarismo e igualitarismo. Para tal, contrapõe-se os aspectos metodológicos e conceituais de cada indicador a como as referidas teóricas de justiça se refletem no método de avaliação, tomando por base a proposta metodológica presente em Garcia (2016).

Em relação ao suficientarismo, a definição da situação problemática é feita com base na definição de um nível de referência para a acessibilidade, a partir do qual considera-se a situação dos indivíduos como crítica caso seu nível de acesso às atividades seja inferior a este. Argumenta-se que ambas as abordagens são adequadas neste sentido, dado que atendem aos axiomas relativos aos indicadores de acessibilidade definidos em Weibull (1976), gerando assim medidas comparáveis dentro do grupo de indivíduos analisado, isto é, indicadores cuja escala seja associável a um maior ou menor nível de acesso às atividades por parte dos indivíduos.

Na dimensão metodológica, destaca-se a necessidade de representação da acessibilidade de forma a representar como esta se distribui no espaço e, quando combinada à localização dos indivíduos do grupo social vulnerável, permitir a construção de uma distribuição não-espacial, isto é, entre os indivíduos do grupo. Assim, também em relação a este aspecto, considera-se que ambas as medidas se apresentam adequadas ao passo que permitem a combinação entre o padrão espacial do indicador e a distribuição dos indivíduos.

Todavia, destaca-se que a abordagem com enfoque na localização tende a produzir resultados mais simplistas, potencialmente ignorando fatores chave na representação das

barreiras de acesso (especialmente em grupos mais vulneráveis). Desta forma, apesar da medida de oportunidades cumulativas ser aplicável também neste sentido, aponta-se que as medidas de utilidade são mais adequadas por possuírem melhor capacidade de representação do fenômeno, de maneira a embasar de maneira mais sólida a caracterização dos indivíduos que possuem níveis criticamente baixos de acesso a atividades.

Em relação ao igualitarismo, onde a situação problemática é definida com base na dimensão das desigualdades na acessibilidade entre grupos sociais, destaca-se a necessidade de um indicador que possa comparar diferentes grupos sociais. Neste sentido, destaca-se uma limitação conceitual relativa aos indicadores de utilidade, ao passo que fazem uso de uma medida embasada na percepção dos indivíduos para representar a acessibilidade. Desta forma, por se representar o acesso às atividades de maneira subjetiva, argumenta-se que esta abordagem não é conceitualmente adequada para avaliar o quanto a intervenção reduz a desigualdade entre os grupos sociais. Em adição, pontua-se que esta limitação se reflete também metodologicamente, visto que a comparação entre as diferentes utilidades estimadas é impossibilitada pelas limitações de escala e unidade (DONG *et al*, 2006), tendo em vista que as funções de utilidade são calibradas de maneira específica para cada grupo de indivíduos.

Desta forma, as medidas de oportunidades cumulativas, apesar das limitações conceituais na representação da acessibilidade, aparecem como a alternativa para a mensuração das desigualdades entre grupos sociais, sendo conceitualmente viável por tratar-se de uma medida objetiva e comparável entre diferentes grupos. Assim, apesar de apresentar desafios metodológicos (sobretudo em relação à definição do valor de *cutoff*), aponta-se as medidas de oportunidades cumulativas como relativas à mensuração da redução das desigualdades entre grupos sociais.

3.5. Considerações finais

Considerando as diversas abordagens na mensuração da acessibilidade, destaca-se um espectro de solidez teórica na qual os indicadores de base locacional encontram-se no extremo cuja principal característica é a simplicidade na representação do fenômeno (o que resulta em distorções que podem ser especialmente graves em se tratando de grupos socialmente vulneráveis). Tal limitação conceitual se reflete em uma operacionalização também simplificada, onde se aponta a existência de três principais lacunas metodológicas relativas à representação da acessibilidade: (i) a exclusão da percepção dos indivíduos, (ii) a exclusão de diversos atributos da viagem, e (iii) a arbitrariedade com a qual é definida a impedância ao deslocamento. Estes três aspectos relacionam-se com o princípio da equidade ao passo que

impactam negativamente a representação da distribuição da acessibilidade (e, por conseguinte, das suas desigualdades), ao passo que a parcela relativa à oferta de transportes é prejudicada dentro desta abordagem.

No outro extremo deste espectro, encontram-se os indicadores de utilidade, cuja solidez teórica é amplamente reconhecida na literatura e que aborda os três pontos levantados anteriormente, visto que sua operacionalização por meio de modelos de escolha discreta permite a inclusão de diversos atributos, ponderando-os a partir da percepção dos indivíduos e evitando o efeito da variabilidade no tempo de *cutoff*. Esta abordagem, embora represente o fenômeno de maneira conceitualmente mais sólida, incorre de limitações metodológicas inatas que impedem a comparação de diferentes grupos de indivíduos, de tal sorte a impactar diretamente a sua aplicabilidade na mensuração das desigualdades entre grupos sociais, ferindo um dos pilares do processo de avaliação, que reside no igualitarismo.

Assim, a primeira parte do produto deste capítulo reside na argumentação pela aplicação dos indicadores de utilidade na mensuração da desigualdade socioespacial da acessibilidade e de como a intervenção promove um nível mínimo de acesso às atividades para o grupo social mais vulnerável, visto que a percepção da impedância ao deslocamento lhe é mais sensível, sendo possibilitada dado que as peculiaridades identificadas na aplicação do indicador de utilidade não lhe afetam. Em complemento, compreende-se que embora os indicadores de oportunidades cumulativas sejam menos robustos enquanto representação da acessibilidade, argumenta-se pela sua aplicação na avaliação de como a intervenção mitiga a desigualdade na sua distribuição entre os indivíduos, de maneira a contemplar a teoria de justiça do igualitarismo.

4. PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A AVALIAÇÃO DE INTERVENÇÕES COM BASE NO PRINCÍPIO DA EQUIDADE

O produto deste capítulo é a construção de um método de avaliação de intervenções em transporte, tendo como base as discussões e os produtos dos capítulos anteriores. Desta forma, a proposta metodológica deste capítulo, ilustrada na Figura 8, toma como principal objeto de análise a distribuição do acesso às atividades entre os indivíduos e de como esta se alinha à uma situação considerada justa, sendo o impacto da intervenção mensurado a partir de como estas situações são mitigadas.

Figura 8: Proposta metodológica de avaliação das intervenções com base na redução das desigualdades socioespaciais.



Fonte: elaborado pelo autor.

Assim, a etapa inicial deste método consiste na análise do cenário base (prévio à intervenção), tomando como objetos de análise os fatores componentes da distribuição da acessibilidade entre indivíduos, isto é, a distribuição espacial dos indivíduos e atividades, a configuração da oferta de transporte e a percepção dos indivíduos acerca dos atributos de deslocamento. Desta forma, o meio em que ocorre a intervenção é contextualizado, de tal sorte que seja possível identificar causas em potencial para os problemas de desigualdade na distribuição da acessibilidade entre indivíduos.

A segunda etapa deste processo é relativa à caracterização dos problemas de desigualdade na distribuição da acessibilidade entre os indivíduos, o que se divide a partir de duas perspectivas: (i) a do nível mínimo de acesso às atividades a ser disposto por todos os indivíduos, o que encontra-se alinhado à teoria de justiça do suficientarismo e tem como foco o grupo social mais vulnerável; e (ii) a das desigualdades entre grupos sociais, embasando-se no igualitarismo para analisar como o grupo social mais privilegiado, quando comparado ao grupo social mais vulnerável, possui vantagens em relação no acesso às atividades. O

subproduto desta etapa é o estabelecimento de uma base de comparação na qual a avaliação de intervenções é comparada para mensurar o seu potencial de mitigação dos problemas de desigualdade.

A avaliação da intervenção, por fim, se dá a partir de como a distribuição da acessibilidade se altera por advento da mudança na configuração da rede de transportes, o que ocorre a partir de uma sequência de análise que começa com a incidência dos impactos da intervenção, onde a variação do indicador de acessibilidade é relacionada a aspectos sociais, espaciais e da rede de transportes, bem como da própria distribuição espacial da acessibilidade, de maneira a permitir a compreensão dos benefícios a partir de como se relacionam com os fatores componentes da acessibilidade e de onde incidem, relacionando-o com o padrão de ocupação dos indivíduos. Por fim, analisa-se como a distribuição da acessibilidade se altera no cenário alternativo, de tal sorte que, a partir da comparação com a referência estabelecida na etapa de caracterização, é possível avaliar o quanto a intervenção atua de maneira a promover tanto um nível mínimo de acessibilidade para todos os indivíduos (suficientarismo) quanto a reduzir a desigualdade nos níveis de acessibilidade (igualitarismo).

4.1. Identificação da problemática das desigualdades no acesso a atividades

O principal produto referente à esta etapa é a compreensão do meio analisado em relação aos fatores determinantes dos níveis de acesso a atividades e de como se distribuem entre os indivíduos. Para tal, inicialmente parte-se da definição das zonas de análise, na qual as informações relativas à localização dos indivíduos e das atividades serão resumidas, e a partir da qual também será representada a acessibilidade, pressuposta homogênea dentro da zona. Em seguida, deve-se definir a representação tanto dos grupos sociais de interesse (isto é, o grupo mais vulnerável e o grupo mais privilegiado) quanto das atividades a serem acessadas, abordando sobretudo a sua atratividade.

Parte-se então de uma abordagem sequencial que analisa a distribuição espacial das atividades e dos grupos sociais analisados, onde este fator justifica-se como o primeiro por ser uma dimensão de maior impacto, dado que afeta a distribuição da problemática tanto a partir do padrão espacial do acesso a atividades quanto a como este se distribui entre indivíduos. Em seguida, a oferta de transporte público é analisada, constituindo um elemento que impacta no padrão espacial da acessibilidade e sobre o qual a intervenção analisada ocorre. Por fim, analisam-se as percepções do grupo vulnerável acerca dos atributos que compõem o deslocamento, de maneira a estabelecer uma compreensão de como os indivíduos que fazem parte deste grupo percebem as impedâncias ao transporte.

4.1.1. Distribuição espacial dos grupos sociais de interesse e das atividades

Como principal objetivo desta etapa metodológica, busca-se analisar como os grupos sociais de interesse se distribuem no meio analisado, na qual a análise exploratória da distribuição espacial dos mesmos auxilia o processo de compreensão. Objetiva-se, assim, representar a importância das regiões enquanto localização dos indivíduos, de tal sorte que a abordagem mais indicada é aquela baseada em classes de igual frequência.

Em relação à distribuição espacial das atividades, busca-se identificar os núcleos mais relevantes em termos de concentração das atividades analisadas, o que caracterizam regiões de interesse ao passo que o acesso a eles deve ser facilitado para um maior benefício em termos de acessibilidade. Desta forma, faz-se uso da abordagem exploratória da densidade da atividade por área da zona, na qual parte-se de um mapa temático como ferramenta de apoio à análise. Uma vez que o interesse reside na definição dos núcleos destoantes em termos de concentração de atividades, recomenda-se o uso do método de quebras naturais para a definição das categorias, dado que cria classes de valores internamente homogêneos e heterogêneos entre si, facilitando a detecção de núcleos destoantes.

4.1.2. A oferta de transporte público

Com base na localização dos grupos sociais e das atividades a serem acessadas, a análise da oferta de transporte público tem como principal produto a compreensão de como os dois elementos são conectados. Para tal, a análise da rede é baseada nos aspectos tarifários, físicos e operacionais.

Por aspectos tarifários, compreende-se o conjunto de regras tarifárias que o sistema de transporte público, abrangendo as suas diferentes tarifas (incluindo como se diferenciam no espaço e entre grupos sociais) e regras de integração. Em seguida, o aspecto físico da rede é analisado a partir da sua configuração espacial, contemplando os seus nós (interpretados como as estações de metrô e terminais de integração de ônibus) e seus arcos (compreendidos por meio das suas linhas). Os nós ou pontos de integração da rede são dispostos no mapa em combinação com os itinerários que os alimentam, de tal sorte a entender como os transbordos compõem os deslocamentos no meio analisado, o que é especialmente relevante no contexto de sistemas tronco-alimentadores. Os arcos da rede, por sua vez, são analisados com base no mapeamento das linhas em relação à sua vocação funcional (a exemplo de linhas radiais, alimentadoras e troncais) e nas frequências agregadas por via, de forma a permitir a identificação dos corredores de transporte.

4.1.3. A percepção dos atributos de deslocamento por parte do grupo vulnerável

A percepção dos indivíduos acerca dos atributos, por fim, é analisada com base em um modelo de escolha discreta referente ao grupo mais vulnerável de indivíduos (e posteriormente utilizado na construção do indicador de acessibilidade), onde o principal produto desta etapa refere-se à compreensão de quais aspectos são mais relevantes para como o indivíduo percebe a impedância ao deslocamento.

Desta forma, embora os coeficientes de utilidade marginal não possuam semântica de número, a comparação é feita a partir das taxas de substituição marginal (calculadas a partir da razão entre coeficientes) tendo como base o custo financeiro da viagem. Desta forma, determina-se, a partir da comparação entre disponibilidades a pagar, a relação entre os atributos de deslocamento tais como percebidos pelo usuário, permitindo a identificação da existência de predominância de algum (bem como de quais são eles).

4.2. Caracterização da distribuição socioespacial da acessibilidade

O estabelecimento da base de comparação da distribuição de acessibilidade no cenário base é composto por duas etapas: a primeira relativa à definição de um nível mínimo de acessibilidade a ser desfrutado pelo grupo social mais vulnerável e a segunda relativa à como o acesso a atividades se distribui de maneira desigual entre o grupo social mais privilegiado e o mais vulnerável.

4.2.1. Identificação dos indivíduos com níveis criticamente baixos de acesso a atividades

4.2.1.1. Definição do indicador de acessibilidade

Para representar o acesso às atividades a partir da ótica do grupo social mais vulnerável, inclui-se a percepção destes indivíduos sobre a impedância ao deslocamento, o que é operacionalizado a partir da calibração de um modelo de escolha discreta focado neste segmento. A impedância ao deslocamento é, então, mensurada a partir do conjunto de alternativas de transporte que o usuário dispõe para viajar da zona i à zona j , estimada a partir da utilidade máxima esperada ou do *logsum* das opções no par origem-destino. Desta forma, o primeiro elemento a ser determinado é relativo à função de utilidade, a qual vai incorporar os aspectos socioeconômicos à impedância de transporte, incluindo diferentes atributos sob a ótica do grupo dos indivíduos do grupo social mais vulnerável. Em adição, definem-se as alternativas de transporte entre as zonas, fazendo uso de algoritmos de roteirização sobre a rede de

transporte, cuja fonte de dados preferencialmente é coletada ou simulada, de maneira a melhor representar os desequilíbrios entre oferta e demanda.

Desta forma, em posse da função utilidade e dos atributos que compõem as alternativas de deslocamento, a impedância para cada par origem-destino é representada a partir da utilidade máxima esperada perante as opções que os indivíduos do grupo mais vulnerável dispõem, tomando como base o modelo de escolha discreta calibrado. Tal operacionalização é feita com base no *logsum* enquanto operação matemática, de tal forma a agrupar as utilidades sistemáticas das alternativas dispostas (V_k), de maneira a compor a variável S_{ij} , como ilustrado na Equação 5, que representa a impedância ao deslocamento entre as zonas i e j em uma determinada configuração do sistema de transportes e sob a ótica do usuário.

$$S_{ij} = \ln \left(\sum_k e^{V_{k,ij}} \right) \quad (5)$$

Assim, a acessibilidade A_i de uma determinada zona i aos postos de trabalho é determinada a partir da combinação entre impedância ao deslocamento e a atratividade de todas as outras zonas j enquanto destinos em potencial, representada por E_j , que idealmente também captam a variação de atratividade entre os diferentes destinos em potencial. Tal combinação é feita a partir de uma média ponderada, com um sinal negativo adicionado para que a escala do indicador (que é embasada na impedância, de como que quanto maior, pior) se ajuste ao conceito de acesso às atividades (que deve representar uma melhor situação a medida que os valores crescem), como ilustrado na Equação 6.

$$A_i = - \frac{\sum_j S_{ij} E_j}{\sum_j E_j} \quad (6)$$

Assim, apesar deste indicador assemelhar-se à abordagem potencial/gravitacional, defende-se que ele é caracterizado enquanto um indicador de utilidade ao passo que faz uso da teoria da utilidade aleatória e de modelos de escolha discreta para a representação da impedância ao deslocamento (HANDY E NIEMEIER, 1997). Argumenta-se, assim, que este indicador incorpora tanto os fatores relativos à distribuição espacial do uso do solo e a oferta de transportes, quanto as características socioeconômicas dos indivíduos do grupo de mais baixa renda, sobretudo em relação à percepção da impedância ao deslocamento, ao passo que a função de utilidade é oriunda de uma pesquisa de preferência declarada realizada junto a

indivíduos pertencentes ao grupo social analisado. Em relação aos axiomas de Weibull (1976), reconhece-se que esse indicador apresenta uma limitação relativa ao fato de que a acessibilidade em uma zona pode reduzir com o aumento do número de oportunidades, no caso de estas ocorrerem em zonas cuja impedância é acima da média. Todavia, argumenta-se que esta limitação não impacta na avaliação da intervenção analisada, dado que se pressupõe que o padrão no uso do solo não se altera entre os cenários.

4.2.1.2. *Definição do nível crítico de acessibilidade*

Esta etapa tem como principal produto a identificação dos indivíduos e regiões em situação crítica em relação à acessibilidade, de tal sorte que a intervenção atue sobre eles de maneira a promover o acesso a atividades a um nível mínimo considerado satisfatório. Em adição, compreende-se que esta etapa também tem como produto a construção de hipóteses causais acerca de como se combinam os fatores do uso do solo, da oferta de transportes e das características dos indivíduos no padrão espacial do acesso a atividades.

O indicador de acessibilidade, por sua vez, é constituído a partir da impedância ao deslocamento ponderada pela atratividade da zona de destino, onde a parcela relativa aos transportes é representada a partir do *logsum* das alternativas de deslocamento no par origem-destino considerando apenas a caminhada e as opções pelo transporte público.

A análise inicia-se, então, com o padrão espacial do indicador de acessibilidade baseado na utilidade, representado a partir de um mapa temático definido a partir de classes de igual frequência, dado que o objetivo é de classificar as zonas, a partir do qual é possível identificar quais regiões são mais beneficiadas em termos de acesso a atividades na perspectiva dos indivíduos do grupo social vulnerável. Em adição, o padrão espacial da acessibilidade é contraposto à representação da rede de transportes, de tal sorte a auxiliar a construção de hipóteses de como a oferta condiciona as zonas em pior situação em termos de acesso a atividades.

Em seguida, as distribuições espaciais da acessibilidade e dos indivíduos do grupo social vulnerável são combinadas de maneira a permitir a análise de como o acesso a atividades se distribui entre os indivíduos do referido grupo social. Apesar das limitações relativas à ausência de semântica de número do indicador utilizado, a forma da distribuição pode ser analisada a partir de um histograma, o que permite analisar, por exemplo, a sua homogeneidade.

A etapa seguinte, referente à determinação dos indivíduos e regiões em situação crítica, apresenta um desafio conceitual dado que a acessibilidade é um conceito arbitrário, na qual não há um valor de referência a partir do qual possa ser considerada insuficiente ou

inadequada (MILLER, 2018). Por conseguinte, propõe-se que a definição de um valor de referência seja determinada com base na distribuição da variável analisada e de como se relaciona com o contexto analisado, partindo assim de uma abordagem pragmática para definir um valor que, embora arbitrário, sirva de referência para classificar se os indivíduos se encontram em situação crítica.

4.2.2. *Quantificação da distribuição desigual de acessibilidade entre grupos sociais*

4.2.2.1. *Definição do indicador de acessibilidade*

A mensuração da acessibilidade, nesta abordagem, é feita a partir de um indicador de oportunidades cumulativas, onde as atividades são mensuradas pelo número de estabelecimentos comerciais e de serviços que podem ser alcançados a partir da determinada configuração tarifária, física e operacional da oferta de transportes. Em adição, o principal desafio acerca da representação da impedância ao deslocamento nesta abordagem de indicador faz referência à determinação de um tempo limite para o deslocamento (ou tempo de *cutoff*), a ser determinado com base no contexto do meio urbano analisado, ao que se pode recorrer tanto à análise dos deslocamentos realizados quanto à análise da rede de transportes, sendo comum a arbitrariedade na definição do valor de *cutoff* comum a ambas abordagens.

Em complemento, destaca-se que é necessário definir também a representação da atratividade das zonas de destino a serem acessadas, incorrendo nos mesmos desafios metodológicos na definição do indicador anterior. Desta forma, considera-se desejável, para uma melhor representação da atratividade das zonas de destino, a inclusão de fatores como a intensidade ou quantidade das atividades analisadas, bem como de como estas relacionam-se com o grupo social analisado.

4.2.2.2. *Definição da desigualdade entre grupos sociais*

O produto desta etapa refere-se à quantificação da desigualdade entre grupos sociais em relação ao acesso a atividades, onde o primeiro passo é referente ao mapeamento do indicador de acessibilidade e, em semelhança à etapa anterior, a representação do mesmo por meio de um mapa temático definido com classes de igual frequência, objetivando classificar as zonas em relação ao acesso a atividades. Desta maneira, é possível identificar quais regiões são mais privilegiadas em termos de acessibilidade. Em adição, a rede de transportes é sobreposta ao padrão espacial deste indicador, de maneira a serem levantadas hipóteses causais acerca de como a configuração da rede de transportes impacta este indicador.

A partir da combinação entre a distribuição espacial do indicador de acessibilidade e a distribuição espacial de ambos os grupos sociais, é possível construir dois histogramas relativos a como o acesso a atividades se distribui entre os indivíduos do grupo social mais vulnerável e do grupo mais privilegiado. Assim, os histogramas são analisados com base na sua forma, bem como por métricas de tendência central e dispersão, de tal sorte a fornecer uma compreensão inicial acerca de como a acessibilidade se distribui diferentemente com base nas características socioeconômicas que os diferem os dois grupos.

Por fim, a desigualdade da distribuição na acessibilidade entre grupos sociais é quantificada a partir do número de domicílios do grupo vulnerável que possuem um valor de indicador inferior ao que pode ser considerado um valor típico no grupo privilegiado. Tal valor de referência, também de determinação arbitrária, é definido com base na distribuição do indicador de acessibilidade dentro do grupo mais privilegiado, determinando assim um valor de referência para identificar quantos indivíduos do grupo mais vulnerável possuem acessibilidade inferior a ele.

4.3. Avaliação dos impactos da intervenção

Uma vez estabelecida a compreensão da distribuição de como a acessibilidade na situação antes da intervenção, considera-se como consolidada a base de comparação sobre a qual a avaliação se dá, em alinhamento à abordagem orientada à problemática proposta por Garcia (2016). Desta forma, a avaliação dos impactos da intervenção em transporte é composta por etapas referentes à (i) como promove um nível mínimo de acesso a atividades para os indivíduos em situação mais vulnerável e (ii) como reduz as desigualdades na acessibilidade entre os grupos sociais, que por sua vez são precedidas por uma contextualização da intervenção altera a oferta de transportes e de como se relaciona com os fatores relativos à distribuição do uso do solo e das percepções do grupo mais vulnerável acerca dos atributos do deslocamento.

4.3.1. Contextualização da intervenção em transporte analisada

Tal qual na etapa inicial do processo de avaliação, referente à identificação da problemática, esta etapa tem por objetivo apresentar como a intervenção analisada altera a configuração da oferta de transporte público e contextualizá-la no meio em que se insere, relacionando-a com a distribuição espacial do uso do solo e das percepções dos indivíduos acerca dos atributos do deslocamento.

A alteração na oferta de transportes é apresentada por meio dos três aspectos utilizados anteriormente, referentes às dimensões tarifária, física e operacional. No primeiro

caso, as novas regras tarifárias devem ser apresentadas a partir dos modos que envolve e, tanto quanto possível, a partir da espacialização da mesma (por exemplo, em casos da criação ou remoção de anéis tarifários). O segundo ponto é referente às alterações na configuração dos itinerários (tais como a alteração de rotas ou a inserção/remoção de modos específicos), bem como da alteração em relação aos pontos de conexão da rede, sobretudo em como estes se relacionam com as regras tarifárias promovidas pela intervenção. Por fim, a alteração na rede de transportes é refletida nas frequências da nova configuração, de forma a representar a combinação dos dois aspectos anteriores.

Tais alterações na oferta de transportes são, então, contextualizadas com a distribuição espacial do uso do solo, o que se dá a partir da sua sobreposição às alterações na oferta de transporte. Propõe-se que, inicialmente, esta contextualização se dê a partir das atividades a serem acessadas, de tal sorte a compreender como impactam na distribuição espacial do indicador de acessibilidade, seguida da distribuição dos grupos sociais de interesse para então compreender de que forma os impactos serão distribuídos entre os indivíduos.

Por fim, a intervenção é analisada sob a perspectiva da percepção dos indivíduos do grupo social mais vulnerável ao compreender como se relaciona com as taxas de substituição marginal dos atributos de deslocamento. Esta análise se faz especialmente importante em casos onde a alteração analisada se dá em atributos para além do tempo de deslocamento, a exemplo da alteração de políticas tarifárias (onde evidentemente o custo da viagem é o principal fator impactado) e a inserção de linhas de metrô ou corredores de BRT (que pressupõem alterações em número de transbordos, atributos de conforto e confiabilidade), tornando-se mais complexa em casos onde estas alterações se dão por meio de um *tradeoff* entre atributos, a exemplo da redução no tempo de deslocamento em detrimento de um aumento de tarifa. Assim, a variação esperada dos atributos é comparada em termos de equivalente em tempo de deslocamento, fazendo uso das taxas de substituição marginal para quantificar este *tradeoff*.

4.3.2. A intervenção enquanto promotora de um nível mínimo de acesso a atividades

O principal produto desta etapa reside na avaliação de como a intervenção atua de maneira a promover um nível mínimo de acessibilidade para os indivíduos do grupo social vulnerável em análise, o que se alinha com o conceito de suficientarismo enquanto teoria ética de justiça. A análise deste aspecto inicia-se com a compreensão de como a intervenção altera a distribuição espacial da acessibilidade, onde o objeto de análise é a medida de impacto calculada a partir da variação do indicador entre cenários. Tal etapa se justifica pela necessidade de compreender como a intervenção atua de maneira distributiva (isto é, sobre quais indivíduos

ela atua de maneira mais acentuada) e de como se relaciona com os outros componentes da acessibilidade para melhor embasar o processo de avaliação.

A partir da compreensão de como a intervenção atua sobre o grupo mais vulnerável, analisa-se como a distribuição da acessibilidade entre os indivíduos é alterada pela intervenção, possibilitando, ao fim, quantificar quantos ainda possuem nível de acesso a atividades considerado em nível crítico, isto é, inferior ao valor de referência determinado anteriormente.

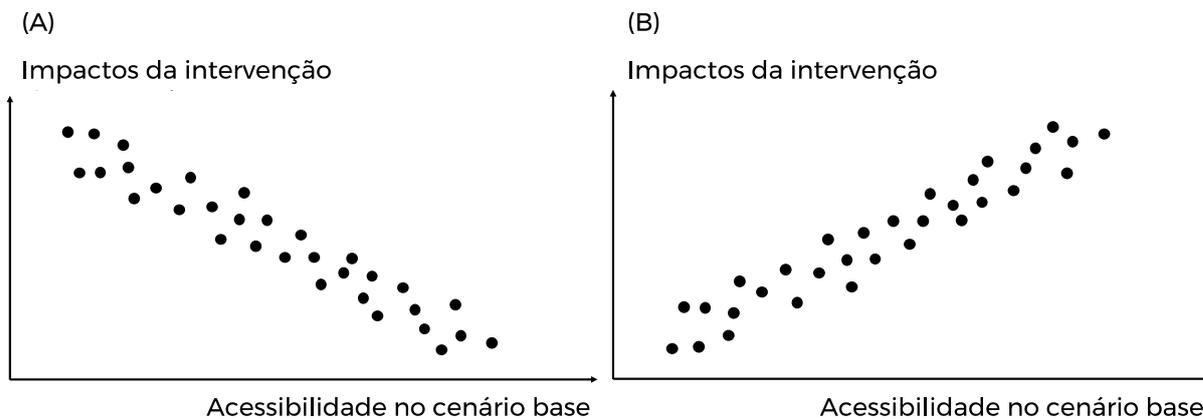
4.3.2.1. Análise da incidência dos impactos da intervenção

Inicialmente, a análise dos impactos da intervenção se dá a partir da exploração de como estes se distribuem espacialmente, de tal sorte a permitir a identificação de quais zonas são mais impactadas. Neste sentido, onde o objetivo reside na classificação das zonas, argumenta-se pela utilização de uma escala baseada em classes de igual frequência, de tal sorte que a gradação seja mais perceptível. Em adição, no caso da existência de impactos negativos (ou seja, a redução da acessibilidade), tais categorias devem ser criadas de maneira separada, de tal sorte que seja nenhuma classe englobe simultaneamente aumentos e reduções no acesso a atividades.

Em seguida a distribuição espacial dos impactos é justaposta à nova configuração da oferta de transportes, de tal sorte a compreender como as alterações na rede se relacionam à promoção da acessibilidade, identificando assim as zonas mais beneficiadas e levantando hipóteses causais acerca das variações no indicador de acessibilidade.

Por fim, os impactos são analisados com base em como atuam sobre as zonas de pior acessibilidade, o que conceitualmente se alinha à promoção do nível mínimo de acesso a atividades e à redução das desigualdades. Para tal, faz-se uso de um gráfico de dispersão composto no eixo horizontal pelo indicador de acessibilidade de cada zona no cenário base (isto é, antes da intervenção) e, no eixo vertical, pela variação da acessibilidade entre cenários, isto é, pelos impactos da intervenção em cada zona, como ilustrado na Figura 9.

Figura 9: Ilustração da relação entre os impactos de uma intervenção em uma zona e a sua acessibilidade no cenário base, podendo reduzir (à esq.) ou reforçar (à dir.) as desigualdades.



Fonte: elaborado pelo autor.

A partir da análise do comportamento observado no gráfico, é possível discernir se a intervenção atua majoritariamente de maneira a corrigir ou reforçar as desigualdades na distribuição espacial na acessibilidade do grupo vulnerável analisado. O comportamento de uma intervenção marcada pelo reforço às desigualdades na acessibilidade é indicado em Figura 9.b, na qual a nuvem de pontos assemelha uma reta de inclinação positiva, significando que os impactos são maiores onde a acessibilidade antes da intervenção já era maior. Em contrapartida, uma intervenção que atua de maneira a promover a acessibilidade tem um comportamento próximo ao que é representado em Figura 9.a, na qual os impactos são maiores onde a acessibilidade é inicialmente mais baixa, de tal forma a aproximar-se de uma reta de inclinação negativa.

4.3.2.2. *Análise da distribuição da acessibilidade entre os indivíduos do grupo social vulnerável*

O produto desta etapa é a quantificação do número de indivíduos no grupo social vulnerável que, após a intervenção, ainda assim possuem níveis de acessibilidade considerados criticamente baixos. Desta forma, a etapa representa a conclusão da primeira dimensão de avaliação da intervenção, relativa a como esta promove um nível mínimo de acesso a atividades no meio analisado.

Inicialmente, a distribuição espacial da acessibilidade do grupo vulnerável é analisada antes e depois da intervenção, de forma a permitir a visualização de como os níveis de acesso a atividades variam para as regiões. Para tal, faz-se uso de um mapa temático cuja escala é definida a partir de classes de igual frequência, considerando como variável de definição o conjunto de valores do indicador de acessibilidade tanto no cenário base quanto no

cenário com a intervenção. Desta forma, a partir de uma escala unificada, é possível perceber como a distribuição espacial do acesso a atividades é alterado no meio analisado.

A partir da combinação entre o padrão de moradia do grupo social mais vulnerável e das distribuições espaciais antes e depois, é possível analisar a distribuição da acessibilidade entre os indivíduos que compõem esse grupo a partir de dois histogramas representando respectivamente o cenário base e aquele onde a intervenção se faz presente. Assim, é possível realizar uma análise exploratória acerca da distribuição do indicador entre indivíduos, considerando a alteração na forma e dos seus reflexos na tendência central e dispersão.

Por fim, a quantificação dos indivíduos do grupo vulnerável que se encontram em situação crítica é feita a partir do confronto entre a distribuição da acessibilidade e o valor de referência definido na etapa de caracterização. A variação entre estes números é tida como a medida de impacto da intervenção na promoção de um nível mínimo de acessibilidade aos indivíduos mais socialmente vulneráveis.

4.3.3. Os impactos da intervenção na redução das desigualdades entre grupos sociais no acesso a atividades

Esta etapa, que conclui a proposta metodológica de avaliação, tem como principal produto a análise de como a intervenção reduz as desigualdades no acesso a atividades entre os grupos sociais de interesse, contrapondo aquele que é compreendido como o mais vulnerável com o outro extremo do espectro, alinhando-se ao igualitarismo enquanto base moral para a avaliação. Em símile à etapa anterior, inicia-se com a compreensão dos impactos da intervenção, objetivando melhor compreender a atuação da intervenção analisada e de como ela se relaciona com o meio em que se insere. A mensuração dos impactos, por sua vez, é definida como a variação do indicador de acessibilidade entre os cenários, o que nesta etapa é representado pela variação no número de oportunidades alcançadas em um dado intervalo de tempo.

Por fim, o processo de avaliação é concluído com a quantificação de como a intervenção atua sobre o grupo mais vulnerável como um todo, de modo a reduzir as desigualdades de acessibilidade entre ele e o grupo social mais privilegiado.

4.3.3.1. Análise da incidência dos impactos da intervenção

Tal qual na etapa anterior, a distribuição espacial dos impactos é o primeiro elemento analisado, onde o objetivo é identificar quais zonas e regiões são mais beneficiadas. Para tal, faz-se uso da produção de um mapa temático onde as categorias são definidas a partir

de classes de igual frequência com base nos valores do indicador de acessibilidade para as zonas. Também no caso existirem impactos negativos e positivos, deve-se separar a definição das categorias de tal sorte a nenhuma classe conter ambos simultaneamente. Em seguida, a configuração da rede de transportes é justaposta à distribuição espacial dos impactos, de tal sorte a auxiliar na compreensão da sua relação com a alteração na oferta de transportes.

Visando compreender como os impactos atuam de maneira a promover a igualdade entre os grupos sociais, propõe-se a análise de como estes incidem sobre os indivíduos de ambos os grupos com base na combinação entre a distribuição espacial da variação do indicador e o padrão de ocupação dos indivíduos. Para tal, faz-se uso de um histograma para representar esta distribuição, permitindo compreender como a intervenção impacta diferentemente os grupos a partir da análise exploratória que abrange a forma, a tendência central e a dispersão dos mesmos, de maneira a verificar se os benefícios da intervenção se alocam de maneira mais uniforme e em maior dimensão no grupo mais vulnerável.

4.3.3.2. Análise da distribuição da acessibilidade entre os grupos sociais

Relacionada com o produto final do processo de avaliação, esta etapa tem como produto a quantificação de como a intervenção atua de maneira a reduzir a desigualdade entre os grupos sociais em relação à distribuição do acesso a atividades. Assim, a proposta metodológica deste trabalho conclui-se com a compreensão de como a intervenção atua de maneira alinhada ao igualitarismo enquanto base ética da promoção da acessibilidade.

Para tal, inicialmente analisa-se a distribuição espacial do indicador de acessibilidade antes e depois da intervenção, considerando uma escala unificada e criada a partir de classes de igual frequência, utilizando o conjunto de valores de acessibilidade antes e depois da intervenção. Desta forma, é possível compreender como a intervenção altera a distribuição da acessibilidade, referenciando-a em relação ao cenário base, de modo a identificar as regiões mais privilegiadas em termos de acesso a atividades.

Em seguida, combina-se a distribuição espacial do indicador de acessibilidade no novo cenário com a distribuição espacial dos grupos sociais de interesse, de tal sorte a produzir histogramas relativo à distribuição do indicador de acessibilidade entre os indivíduos que compõem o grupo social mais vulnerável e o grupo social mais privilegiado. A partir destes, realiza-se uma análise exploratória de maneira a descrever como o indicador se distribui entre os indivíduos na nova configuração da rede de transportes, comparando-os com a mesma análise realizada na etapa de caracterização das distribuições, de maneira a compreender a alteração na distribuição da acessibilidade a partir de uma base de comparação.

Por fim, quantifica-se a desigualdade entre grupos sociais no cenário após a intervenção a partir da mesma lógica de determinação do mesmo valor de referência, utilizando a quantidade de indivíduos do grupo social vulnerável que possui nível de acesso a atividades menor que o critério estabelecido. A medida de impacto da intervenção na desigualdade entre grupos sociais é, então, definida como a diferença no número de indivíduos que se encontram abaixo do valor de referência entre os cenários base e com intervenção.

4.4. Considerações finais

A proposta metodológica construída neste capítulo avança em dois principais sentidos, onde o primeiro é relativo ao alinhamento da análise dos impactos da intervenção ao meio na qual se insere, o que se dá por meio do processo de diagnóstico do cenário base. Desta forma, para além de contextualizar e relacionar a atuação da intervenção aos fatores componentes da acessibilidade (a distribuição dos indivíduos, a oferta de transporte e as características socioeconômicas), a avaliação se torna mais alinhada à inclusão da equidade enquanto princípio norteador do seu processo, ao passo que este avanço metodológico permite uma melhor análise do objeto de estudo (o acesso às atividades) e de como a intervenção altera seus problemas de desigualdade na distribuição entre indivíduos, tomando como base as teorias de justiça do suficientarismo e igualitarismo.

O segundo aspecto a ser destacado enquanto avanço metodológico é a inserção dos indicadores de utilidade no processo de avaliação, adequando suas limitações inatas aos objetivos da análise, o que resulta em um ganho na representação do acesso às atividades para o grupo social mais vulnerável. Em contrapartida, tal avanço só se faz presente na análise referente a um só grupo social, ao passo que o indicador é composto por uma base teórica que limita a comparação entre diferentes grupos de indivíduos.

5. AVALIAÇÃO DA INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA ENQUANTO REDUTORA DAS DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS NO ACESSO AOS POSTOS DE TRABALHO

Este capítulo tem dois principais objetivos, sendo o primeiro avaliar, à luz do princípio da equidade, a implantação da integração tarifária temporal no sistema de transporte público por ônibus em Fortaleza, relativo assim a uma contribuição fenomenológica. O segundo objetivo, por sua vez, é referente à demonstração de aplicabilidade do método proposto, apoiando assim a contribuição metodológica.

Embora o método seja referente a uma avaliação *ex-ante* de intervenção, destaca-se que a integração temporal tarifária está presente na rede de Fortaleza desde junho de 2013, permitindo que os usuários realizem integração entre ônibus de maneira livre (isto é, dissociada de matrizes de integração), quantas vezes desejar e em qualquer ponto da rede, contanto que ocorram em um intervalo máximo de duas horas após a primeira validação. Tal intervenção se aloca no contexto do sistema de transporte público da cidade de Fortaleza, que transporta aproximadamente um milhão de passageiros por dia, sendo fundamental para a inclusão social na cidade, permeando as regiões mais periféricas e de mais renda, conectando-as às atividades. Neste contexto, o sistema conta com integração tarifária física desde a década de 90, quando foram implantados 7 terminais de integração, de tal sorte que houve um reordenamento nas linhas, marcando uma transição do sistema de radial para tronco-alimentado.

Para fins da aplicação, todavia, considera-se que o cenário base é referente às regras tarifárias anteriores a 2013, no sentido de que só permitem a integração física, e que o cenário alternativo contém a integração temporal, de tal sorte a ser analisada enquanto intervenção. Assim, a fim de isolar o efeito da integração temporal, a configuração de itinerários é considerada é relativa à rede atual e mantida constante entre os dois cenários, o que é razoável dado que a intervenção não alterou a configuração física da rede em 2013.

Enquanto contexto social analisado, toma-se a desigualdade de renda em Fortaleza e de como se manifesta no acesso às atividades, imputando à população de baixa renda maiores distâncias em relação aos centros de trabalho, enquanto a população de alta renda, de maneira geral, se aloca a uma menor distância dos postos de trabalho. Este padrão se reflete em comportamentos tais como o observado em Pereira e Schwanen (2013), na qual os grupos de menor renda da população perdem mais tempo realizando deslocamentos, bem como é associado a maiores taxas de desemprego por parte deste grupo (MENEZES, 2014). Desta forma, a avaliação da intervenção é situada no contexto das desigualdades socioespaciais no acesso aos postos de trabalho e tendo a população de mais baixa renda como o grupo social de

maior interesse, ao passo que se compreende que este grupo é afetado de forma mais intensa e de maneira mais homogênea.

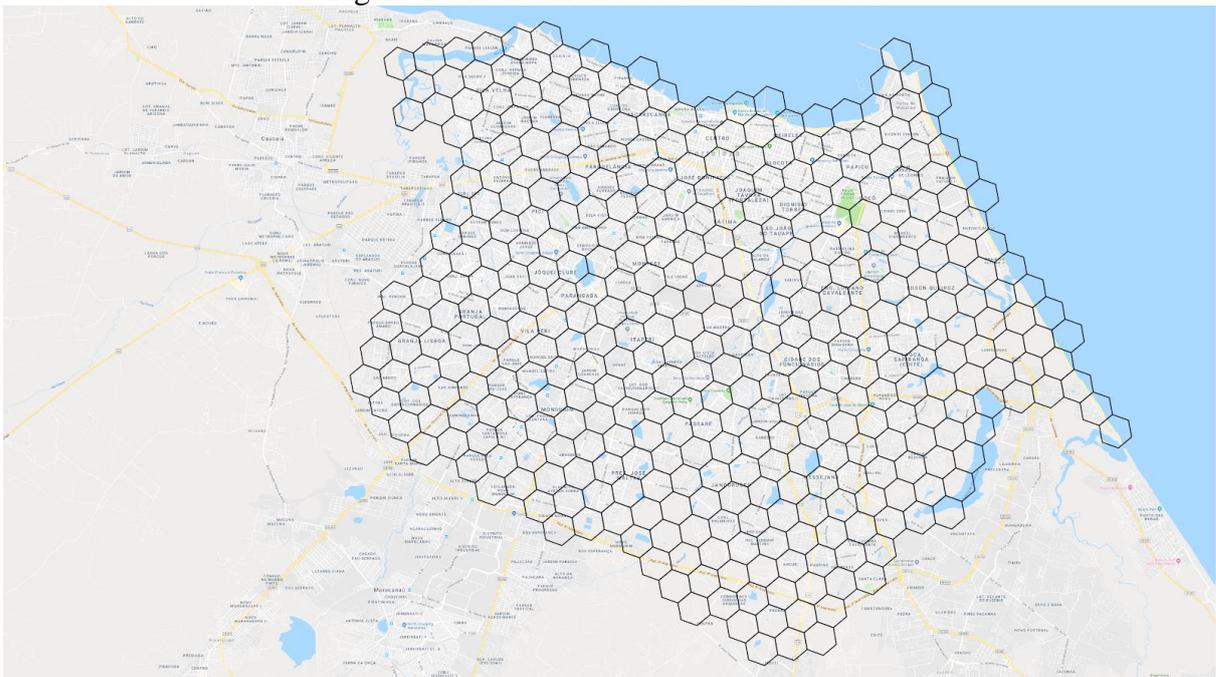
A aplicação da proposta metodológica se dá, portanto, a partir das três seções que a compõem, onde a primeira é relativa à definição do zoneamento, da representação dos grupos sociais e das atividades, bem como da análise dos fatores que compõem o acesso a atividades. Em seguida, realiza-se a caracterização da problemática no cenário base, na qual a distribuição do acesso às atividades entre indivíduos é representada, permitindo a quantificação dos problemas de desigualdade com base nas teorias de justiça do suficientarismo e igualitarismo. Por fim, os impactos da intervenção são analisados e relacionados com os fatores que compõem o acesso às atividades, permitindo que, por fim, a intervenção seja avaliada tendo como base como mitiga essas desigualdades.

5.1. Identificação da problemática

5.1.1. Definição do zoneamento da análise

Como zoneamento de análise, faz-se uso de uma abordagem embasada na utilização de um grid de hexágonos, totalizando 391 zonas na área da cidade de Fortaleza, como ilustrado na Figura 10, no qual as origens e destinos das rotas são representadas no centro geométrico de cada polígono.

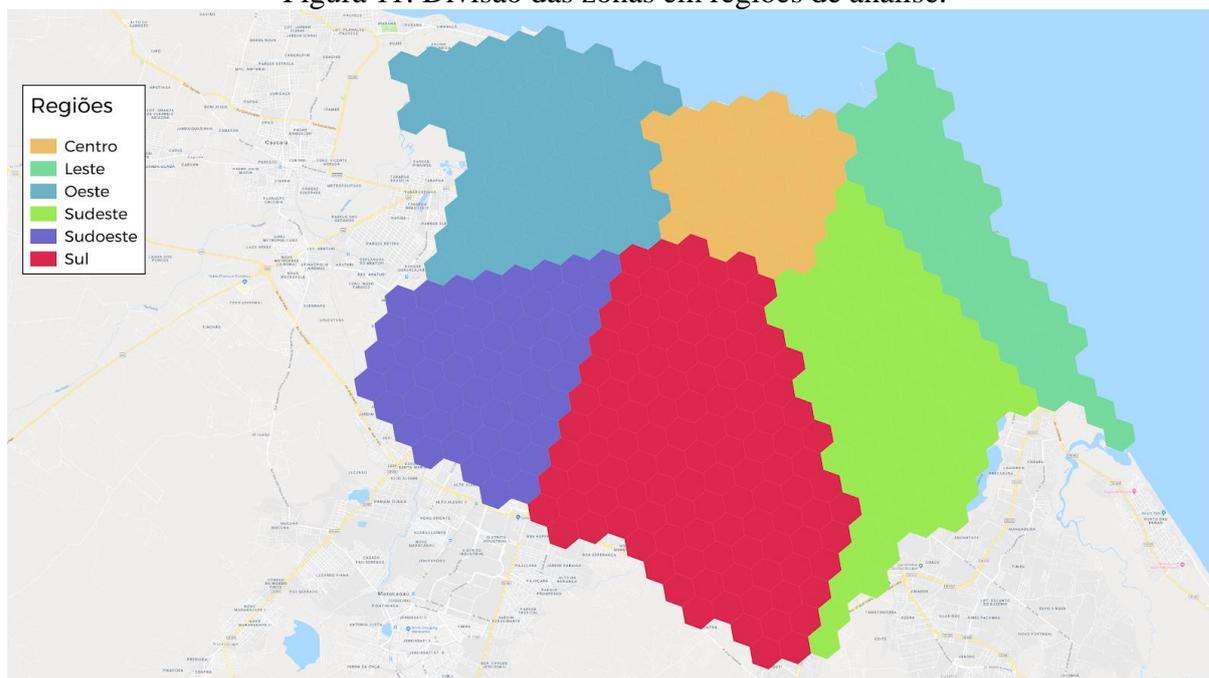
Figura 10: Zoneamento de análise utilizado.



Fonte: elaborado pelo autor.

Visando auxiliar a análise no sentido de agrupamento das informações, propõe-se a divisão das zonas em 6 regiões (Centro, Oeste, Sudoeste, Sul, Sudeste e Leste), ilustradas na Figura 11, definidas com base em como os hexágonos interagem com elementos físicos que dividem a região (tais como estradas, rios e afins) quanto com base em características socioeconômicas. Assim, a região do Centro é delimitada pelo primeiro anel viário, sendo característica sobretudo pela maior concentração de comércios e serviços na cidade, bem como por possuir a maior ocupação da população de alta renda na cidade. A região Oeste é delimitada tanto pelo anel viário (à direita) quanto por uma linha imaginária que torna a região mais homogênea em termos de renda e densidade populacional, de maneira a caracterizar uma das regiões mais densas de Fortaleza em termos de habitação. A região Sudoeste, uma região de grande densidade e baixa renda *per capita* é delimitada, por sua vez, também pela Avenida Osório de Paiva, que corta a cidade e a conecta com outro município (sendo também paralela à linha Sul do Metrô). A região Sul encontra-se entre a avenida Osório de Paiva e a rodovia BR-116, sendo denotada por ser uma região de menor densidade populacional e menor quantidade de comércios e serviços, apesar de possuir microcentralidades muito relevantes no contexto local. A região Sudeste e, por conseguinte, a região Leste, são delimitadas por um dos rios que corta a cidade (Rio Cocó), e que causa uma desconexão na malha viária, representando talvez a barreira física mais extensa. Embora a região Sudeste possua menor densidade habitacional, seu padrão de ocupação é marcado por ter uma grande quantidade de pessoas de alta renda, sendo a segunda principal região da cidade neste sentido. A região Leste, por fim, é marcada por uma baixíssima densidade populacional, marcada sobretudo pela população de baixa renda, e de empregos, havendo uma vocação hoteleira e um polo industrial no Porto do Mucuripe, mas sendo desprovida de outros setores econômicos e de maior escala.

Figura 11: Divisão das zonas em regiões de análise.



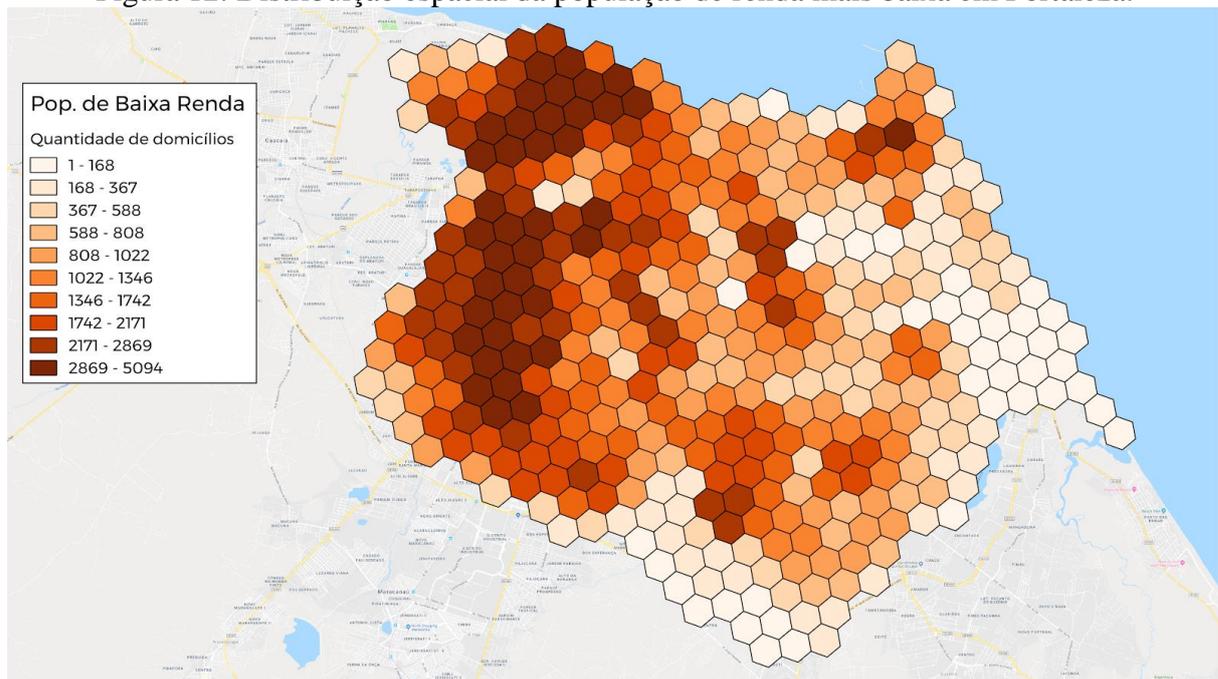
Fonte: elaborado pelo autor.

A compatibilização deste zoneamento com bases de dados com polígonos diferentes (tais como os setores censitários), se dá por meio de um recorte da base original e na posterior soma das partes dos polígonos contidos nos hexágonos, tomando a área como proporção. No caso de bases mais desagregadas, como as quadras, este aspecto é menos relevante, dado que estas têm um porte menor e são aproximadas diretamente pelos seus centroides.

5.1.2. Distribuição espacial dos grupos sociais analisados

Visando representar os grupos sociais com base na renda, toma-se o critério presente em Lima (2019) para a classificação da população nos grupos de baixa, média e alta renda, sendo definida pela variável da quantidade de salários mínimos por domicílio. Assim, o grupo social mais vulnerável é composto pelos domicílios que possuem rendimento domiciliar total entre 0 e 3 salários mínimos, sendo o grupo mais privilegiado aquele que possui mais de 8 salários mínimos. A principal base de dados utilizada é a do Censo de 2010 (IBGE, 2010), sendo estimada para 2015 com base no cadastro de residências presentes na base de cadastros multifinalitários da SEFIN, de tal sorte a melhor captar o padrão espacial da população em diferentes dimensões de renda.

Figura 12: Distribuição espacial da população de renda mais baixa em Fortaleza.



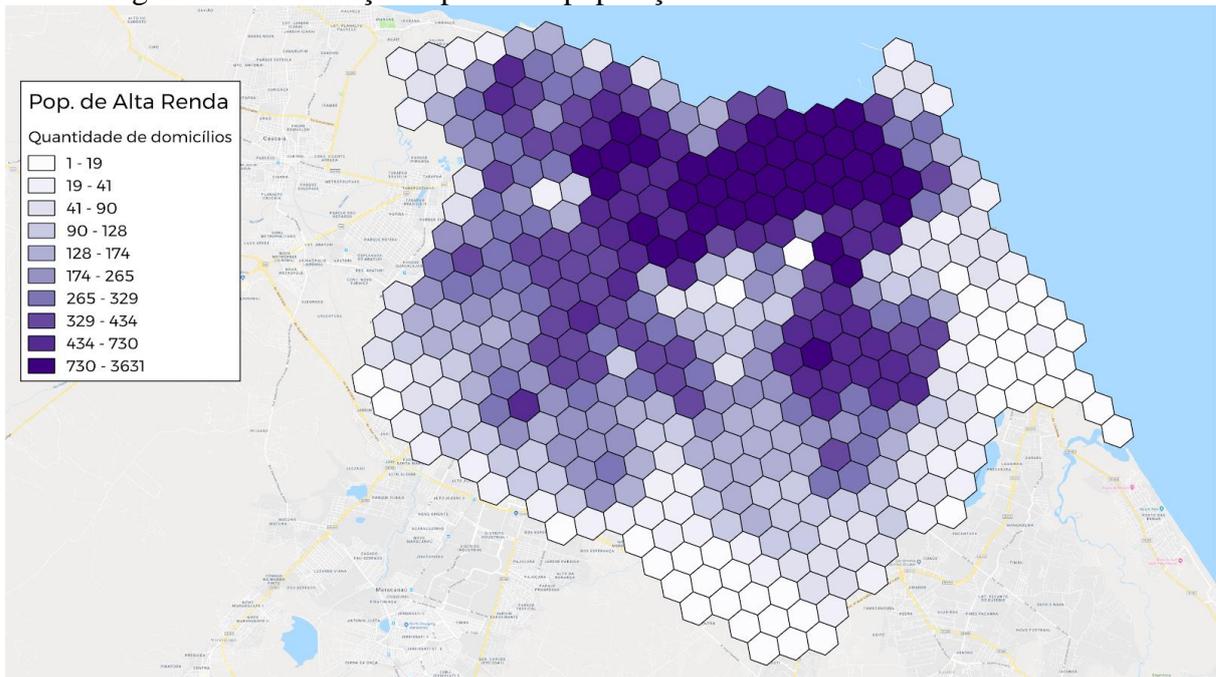
Fonte: elaborado pelo autor.

Em termos de quantidade de domicílios, observa-se que a distribuição espacial do grupo social mais socialmente vulnerável é ilustrada na Figura 12, a partir do qual é possível observar a predominância do lado oeste da Cidade (englobando as regiões Oeste e Sudoeste) enquanto local de residência deste grupo populacional. Todavia, é possível destacar também outros quatro focos: (i) na região Leste, nas proximidades do bairro Papicu; (ii) nas extremidades da região central, fazendo fronteira com a região Sudeste, relativa à região da Aerolândia; (iii) na região Sudeste, no bairro da Lagoa da Sapiranga; e (iv) na região Sul, no entorno dos bairros Messejana e Conjunto Palmeiras.

Compreende-se, assim, que este grupo social se distribui de maneira bem generalizada no mapa, não havendo uma região bem definida na qual ele não se faz presente. Todavia, esse grupo de indivíduos se localiza em maior intensidade no lado Oeste da cidade.

O grupo social mais privilegiado, por sua vez, localiza-se majoritariamente na região central, habitando também outras regiões em menor intensidade, a qual se destaca a região Sudeste como a segunda localização mais relevante deste grupo, como ilustrado na Figura 13.

Figura 13: Distribuição espacial da população de renda mais alta em Fortaleza.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.1.3. Distribuição espacial das atividades

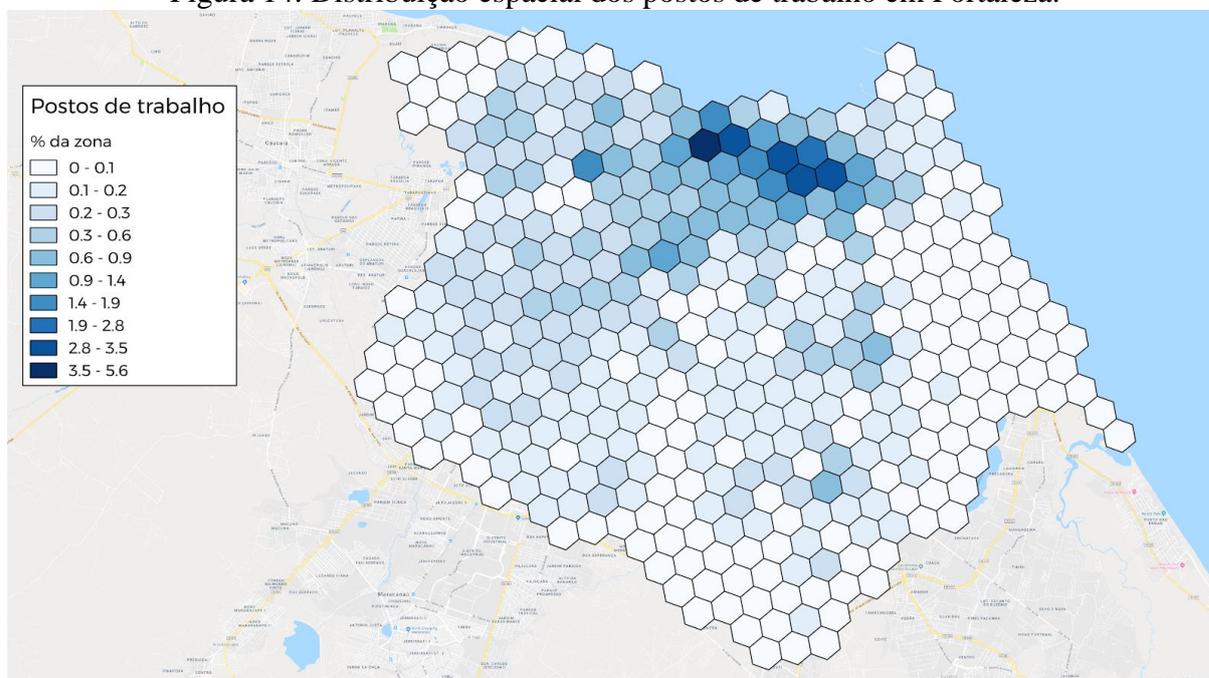
Para representar as atividades a serem acessadas, no caso os postos de trabalho, toma-se como variável o número de estabelecimentos comerciais contidos em cada zona de análise, definidos com base no cadastro multifinalitário da Secretaria Municipal das Finanças de Fortaleza (SEFIN) para o ano de 2015. Tal base registra as inscrições imobiliárias de diversas finalidades e no nível das quadras, permitindo, por exemplo, a quantificação do número de estabelecimentos comerciais, de serviço, industriais e afins. A representação dos postos de trabalho, desta maneira, é feita com base na quantidade de estabelecimentos que detém empregos (comércios, serviços, indústria, postos de serviços públicos e afins) registrados em cada zona, agregados com base na localização das quadras.

Desta forma, a representação das atividades não se dá diretamente por meio da quantidade de postos de trabalho disponíveis em cada localização, mas sim por uma variável *proxy* da mesma. Assim, para além do erro contido na representação aproximada, esta abordagem apresenta uma limitação relativa à atratividade de cada posto de trabalho, considerando que todos possuem a mesma relevância e de maneira independente ao grupo social analisado. Todavia, a opção por esta base de dados se dá por não se dispor de alternativa mais viável na representação dos postos de trabalho, ao passo que a base de Registros Anuais de Indicadores Sociais – RAIS, apesar de apresentar um bom nível de diferenciação relativo às

características dos empregos formais, não permite a desagregação espacial necessária para a realização da análise.

Em relação à sua distribuição espacial, representada na Figura 14, destaca-se a concentração espacial das atividades na região central, e, dentro dela, dois focos principais são apontados, relativos ao (i) bairro do Centro, região predominantemente comercial, mas com importante participação de serviços e que historicamente é o principal foco destas atividades na Cidade, de modo que a rede de transportes ainda hoje apresenta forte convergência para ela; e (ii) à região relativa aos bairros Aldeota/Meireles/Papicu, que concentra as atividades em corredores comerciais verticalizados.

Figura 14: Distribuição espacial dos postos de trabalho em Fortaleza.

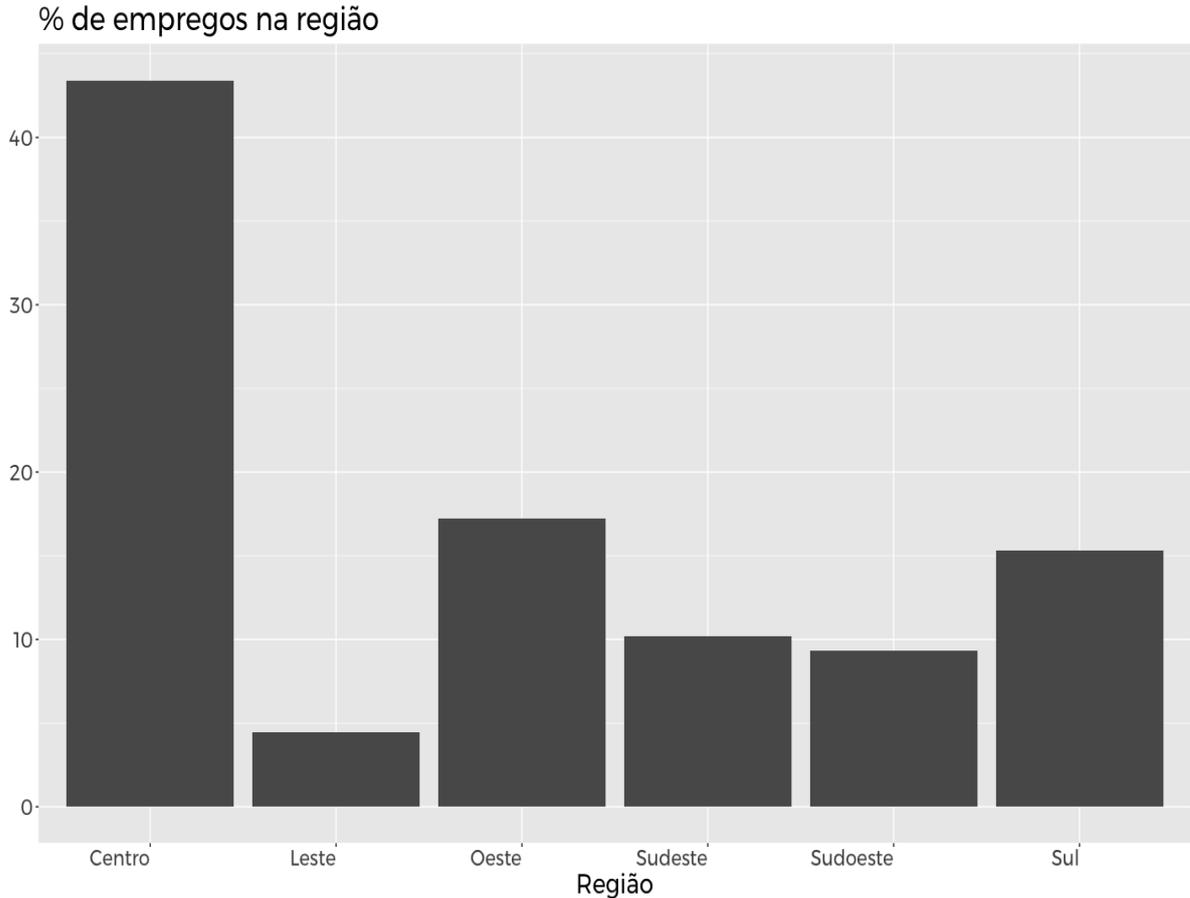


Fonte: elaborado pelo autor.

Destaca-se, ainda, a assimetria em relação aos lados Oeste e Leste da cidade, na qual a primeira apresenta um padrão mais bem servido em termos de postos de trabalho, apesar de não possuir nenhum grande foco. Em contraponto, o lado Leste da cidade aparece como mais vazio, à exceção de alguns focos, embora de menor intensidade, relativos (i) ao entorno da Avenida Washington Soares, concentrando alguns centros comerciais e algumas instituições de ensino superior; e (ii) a região relativa ao bairro da Messejana e seu entorno.

Quando analisado em relação às quantidades, ilustrado na Figura 15, a predominância da região central é ainda mais evidenciada, concentrando cerca de 43,4% dos empregos da cidade, seguidas das regiões Oeste e Sul, com 17,2% e 15,3%.

Figura 15: Quantidade de postos de trabalho por região de análise.



Fonte: elaborado pelo autor.

Destaca-se, assim, um padrão de concentração espacial muito forte em relação aos postos de trabalho, o que se compreende impactar o acesso às atividades ao se refletir também em um padrão de forte desigualdade espacial.

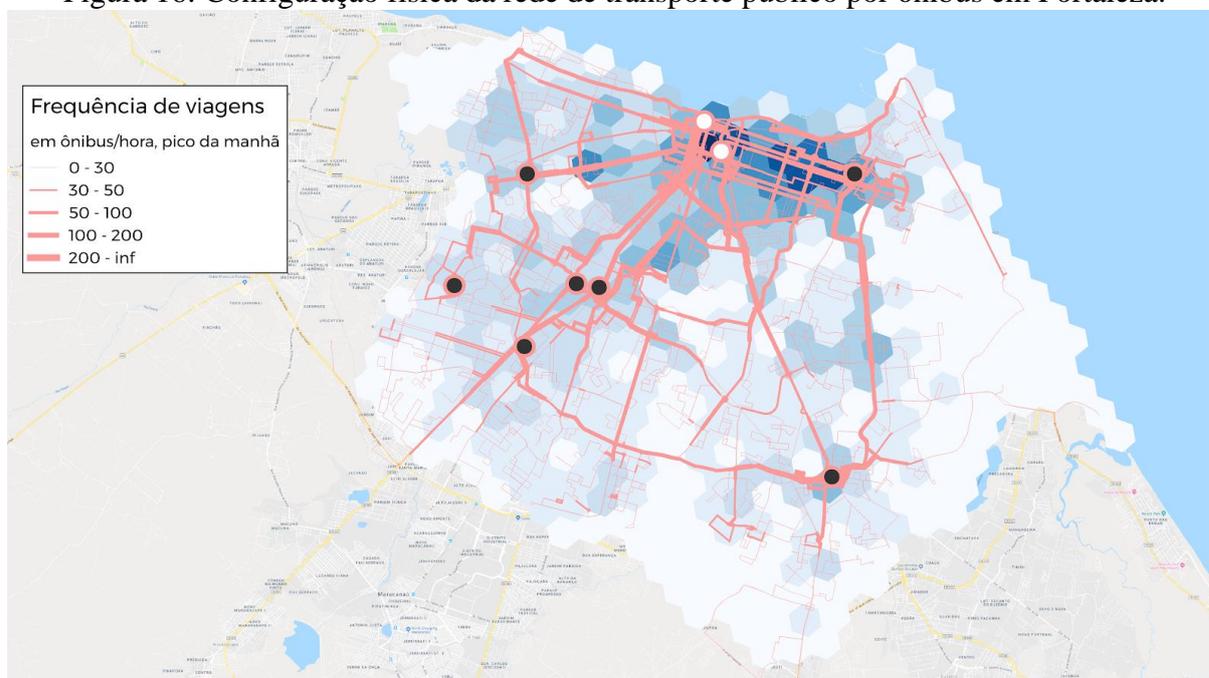
5.1.4. Representação da Oferta de Transportes

O sistema urbano de transporte público em Fortaleza é referente aos sistemas de transporte de passageiros regular e complementar, ambos rodoviários, possuindo uma tarifa única de R\$ 3,60 e sendo contempladas pela integração física nos terminais. O sistema ferroviário que se faz presente na cidade é de gestão do estado e tem como principal foco a conexão as cidades ao Sudoeste e Oeste de Fortaleza, inclusive não possuindo integração tarifária com o sistema de transporte urbano no ano de 2015, e também possuindo ainda frequências bem inferiores quando comparado ao sistema de ônibus, o que se reflete em uma demanda também bem menor. Opta-se, então, por tratar apenas do sistema de transporte por ônibus enquanto oferta de transportes para o meio urbano, sob a justificativa de que este é bem

mais relevante em termos de passageiros transportados, sendo também o objeto sobre o qual se dá a intervenção.

Em relação aos aspectos físicos da rede, destaca-se inicialmente a localização dos terminais de integração, pontuados em preto na Figura 16, sendo a base para a rede tronco-alimentadora e espalhando-se sobretudo pela região Oeste da cidade. As ligações troncais da rede buscam conectar os terminais, no que se destaca três principais eixos, em ordem de relevância em termos de acesso a atividades: as diversas conexões com o Centro, um relativo às conexões com o terminal do Papicu e um último que visa conectar os terminais por meio de um eixo circular.

Figura 16: Configuração física da rede de transporte público por ônibus em Fortaleza.



Fonte: elaborado pelo autor.

Como reflexo disso, as áreas mais periféricas e dos entornos dos terminais já possuem, no cenário atual, uma integração física para acessar as regiões de maior relevância comercial, visto que são contempladas por linhas alimentadoras que as conectam aos terminais. Considera-se, então, que a rede é estruturada de maneira que proporcione o acesso aos principais polos de atividade pagando apenas uma tarifa, de tal sorte que o dispêndio com o transporte não é efetivamente a principal dimensão do problema. Em contrapartida, tais ligações podem ocorrer de maneira a dispendir um maior tempo, realizando o que é denominado de “deslocamento negativo”, o que se faz presente sobretudo em deslocamentos mais longo para os usuários, sobretudo aqueles que não se localizam nas proximidades dos terminais. Aponta-

se que, neste sentido, a integração temporal tem poder de atuar, permitindo assim conexões mais rápidas. Desta forma, uma vez que a tarifa é única, considera-se que os principais atributos a serem alterados pela intervenção são referentes à roteirização da viagem, alterando assim os tempos de viagem e de espera, bem como o número de transbordos, dado que a integração temporal permite a construção de novos trajetos.

5.1.5. A percepção dos atributos de deslocamento por parte da população de mais baixa renda

A percepção dos usuários é captada através da calibração de um modelo de escolha discreta, realizada a partir de uma pesquisa de preferência declarada e realizando um recorte para a representação da população de mais baixa renda, utilizado em Souza (2018) e ilustrado na Tabela 1. Os atributos escolhidos como relevantes foram (i) tempo de caminhada envolvido no deslocamento; (ii) tempo de espera, somado em caso de mais de um embarque; (iii) número de transbordos, isto é, quantas vezes o indivíduo troca de veículo no deslocamento; (iv) tempo de deslocamento; e (v) custo da viagem.

Tabela 1: Coeficientes do modelo de escolha discreta calibrado por Sousa (2018).

Atributo	Pessoas com menos de 1 s.m.
Tempo de caminhada (min)	-0,485
Tempo de espera (min)	-0,0941
Número de transbordos (min)	-1,36
Tempo de viagem (min)	-0,0556
Custo da viagem (R\$)	-1

Fonte: adaptado de Sousa (2018).

Destaca-se, entre elas, os valores significativamente mais altos do (i) tempo de caminhada, atribui-se uma resistência cerca de 20 vezes maior do que o próprio tempo em deslocamento; (ii) número de transbordos, o que o usuário quantifica como 37 minutos em deslocamento; e (iii) ao tempo de espera, que o modelo aponta para um valor 60% em relação ao tempo de deslocamento, despontando como os três atributos de maior impacto na percepção da impedância ao deslocamento. Compreende-se, então, que o grupo de usuários de renda mais baixa possui uma preferência considerável pelos deslocamentos diretos ou convencionais (isto é, sem transbordos), visto que a troca de veículos acarreta incremento aos atributos de maior

sensibilidade, de tal sorte que as alternativas estruturadas com a baldeação de veículos (ou transbordo), para se fazerem relevantes, devem ser bem mais competitivas em termos de redução de tempo de deslocamento.

No contexto da intervenção, pautada na integração tarifária em qualquer ponto da rede, percebe-se que, para causar impactos mais positivos, essa deve permitir construir caminhos sensivelmente mais rápidos ou reduzir significativamente tempos de espera, ao passo que estes benefícios se manifestam a partir de um ou mais transbordos. Destaca-se, também, que o indicador de medidas de oportunidades cumulativa, representando a abordagem *location-based* como um todo, não capta estes impactos de maneira diferenciada, visto que a sua única métrica é relativa ao tempo total de deslocamento.

5.2. Caracterização da problemática

5.2.1. Identificação dos indivíduos com níveis criticamente baixos de acesso a atividades

5.2.1.1. Definição do indicador de acessibilidade

Como função utilidade na representação da impedância ao deslocamento para a população de renda mais baixa, toma-se o modelo de utilidade calibrado em Souza (2018), cujos valores de atributos são representados na Tabela 1. A impedância ao deslocamento é então representada a partir de um modelo que indica uma sensibilidade especialmente forte para o número de transbordos e o tempo de caminhada, para além do custo do deslocamento.

O valor da impedância é então estimado a partir da aplicação do *logsum*, de tal sorte a determinar a esperança do valor da maior utilidade ante as alternativas de deslocamento que, por sua vez, são definidas por meio da criação de 10 rotas entre as zonas *i* e *j*, operacionalizadas a partir da aplicação do *Open Trip Planner* em um arquivo GTFS (General Transit Feed Specification) fornecido pela Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza (ETUFOR). A roteirização teve horário de partida único programado para 06:30, visto que é o horário de maior pico de demanda e, por conseguinte, de oferta, referente sobretudo aos deslocamentos para o trabalho.

Destaca-se que, pela abordagem do indicador, as rotas que possuem transbordo fora dos terminais no cenário base também são representadas, posto que existe um atributo dedicado ao custo do deslocamento, não havendo necessidade de tolher estas rotas. Assim, argumenta-se que o indicador representa melhor o deslocamento, visto que pondera todas as alternativas e, caso sejam desinteressantes para o usuário, consegue relevá-las com base nas ponderações.

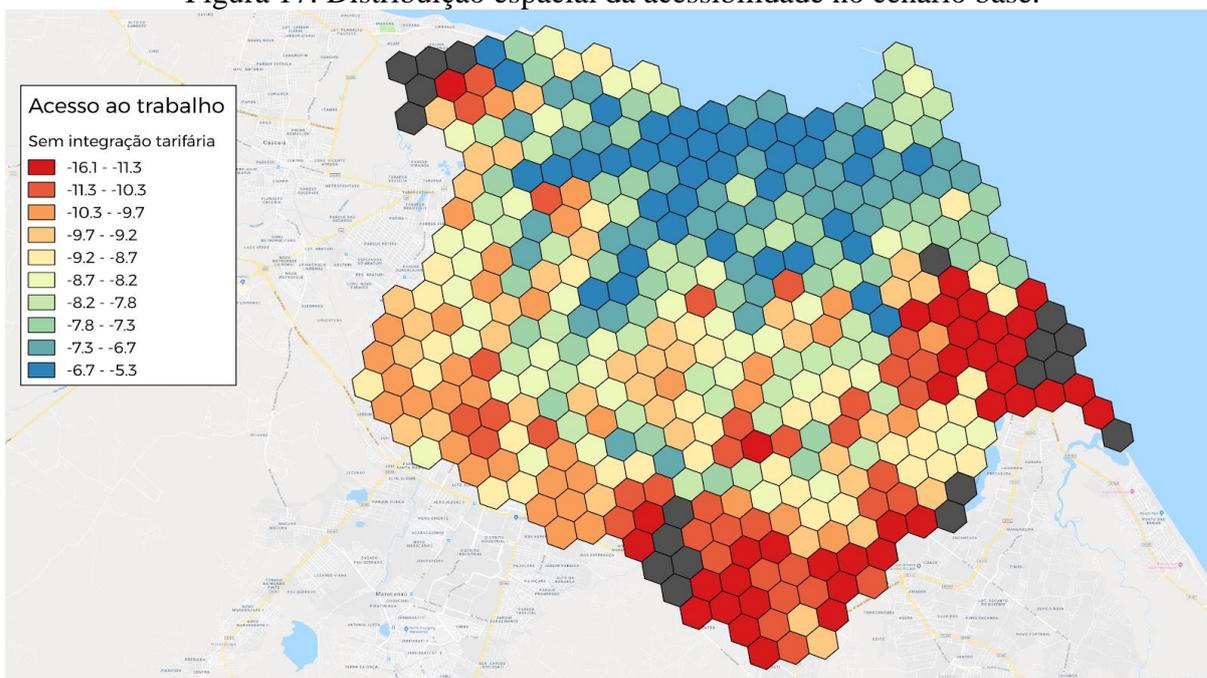
Em relação à representação da atratividade das zonas de destino, utiliza-se o número de inscrições de uso ativo (comércios, serviços, indústria e afins), obtidos na base de cadastro

multifinalitário do uso do solo da SEFIN. Compreende-se que esta representação é limitada ao não representar o número de postos de trabalho (que variam no espaço e entre setores econômicos) e nem como tais setores se relacionam com o grupo social analisado, o que representa uma perda em como o indicador representa a atratividade na distribuição do uso do solo. Todavia, sua escolha é justificada por ser a única base de dados que permite a alocação consistente e precisa dos diferentes setores econômicos, uma vez que possui cobertura detalhada e abrangente para toda a região da cidade.

5.2.1.2. Definição do critério de nível insuficiente de acessibilidade

O padrão espacial da acessibilidade do grupo mais vulnerável, ilustrado na Figura 17, apresenta uma concentração espacial dos melhores níveis de acesso aos postos de trabalho na região central, o que é esperado ao passo que a mesma concentra a maior parte das atividades. Todavia, destaca-se que as zonas de melhor acessibilidade também aparecem em três diferentes eixos: o primeiro a Oeste, alinhando-se ao corredor de BRT da Avenida Bezerra de Menezes que, para além da oferta de transportes, caracteriza-se como uma avenida comercial densa; o segundo, a Sudoeste, alinhado às avenidas José Bastos e João Pessoa, compondo um corredor de transporte que liga a região da Parangaba ao Centro da cidade; e, em menor intensidade, o terceiro eixo, a Sudeste, alinhando-se à Avenida Washington Soares.

Figura 17: Distribuição espacial da acessibilidade no cenário base.

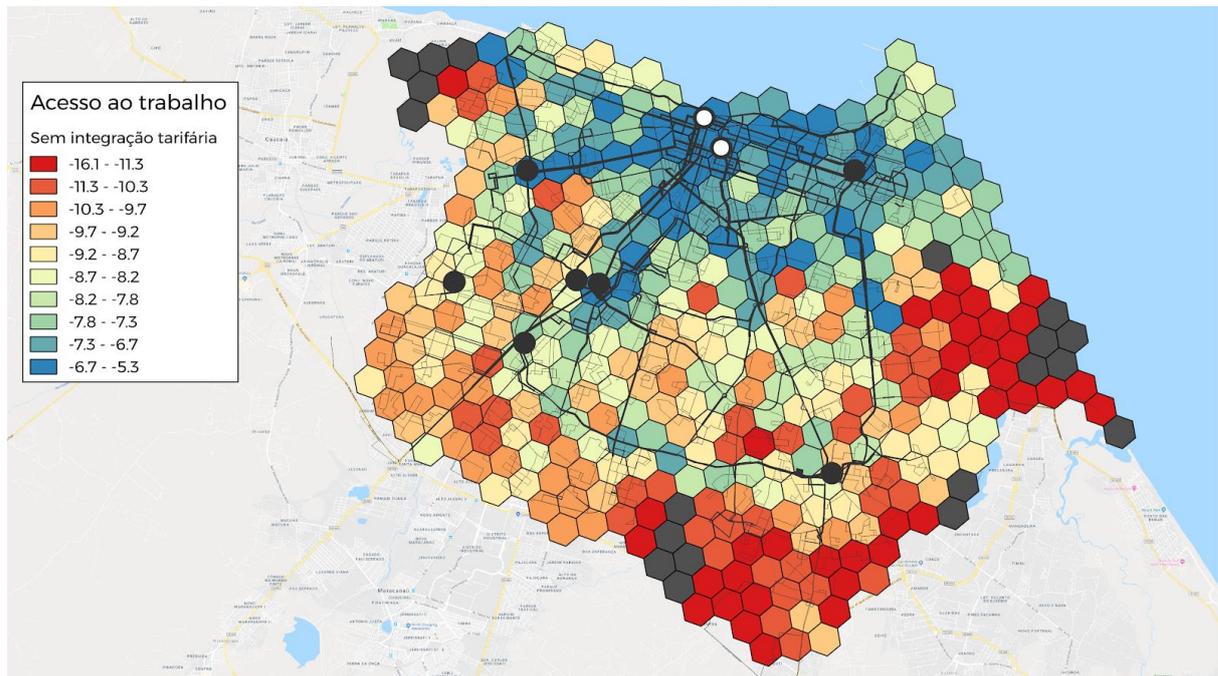


Fonte: elaborado pelo autor.

No outro extremo, destacam-se as regiões mais ao Sul e a Leste da Cidade, que despontam como os principais redutos da categoria mais baixa em termos de acessibilidade. Ao primeiro caso, relativo às zonas mais ao Sul, destaca-se a proximidade com um dos terminais de ônibus, sendo a região bem conectada a ele por meio de linhas alimentadoras e, a partir dele, uma das principais conexões da cidade com a região central. Em relação às zonas da região Leste, aponta-se que elas se encontram mais distantes dos terminais, de maneira que se atribui a hipótese de que os seus baixos níveis de acessibilidade são oriundos de maiores tempos de deslocamento e espera.

Quando sobreposto à oferta de transporte, ilustrado na Figura 18, percebe-se que a acessibilidade ao longo dos principais corredores de transporte (definidos a partir das vias que possuem frequência superior a 30 ônibus/hora), mesmo os que não se conectam à região central, é melhor de maneira geral, onde as zonas mais distantes (fora desse anel entre terminais) possuem níveis de acessibilidade homogeneamente inferiores. Todavia, destaca-se a existência de regiões que se localizam entre tais corredores, cuja acessibilidade é representada como sensivelmente inferior. A oferta de transportes nessas zonas ocorre por meio de linhas menos robustas, cuja frequência é geralmente inferior e que pode conectar a um terminal ou realizar uma conexão direta com o centro da cidade, o que em ambos os casos resulta em maiores tempos de deslocamento. A expectativa, com a integração aberta, é de que estas zonas possam ser dotadas de rotas mais eficientes, conectando-se de maneira mais simples aos principais corredores e assim reduzir os tempos de deslocamento.

Figura 18: Sobreposição da distribuição espacial da acessibilidade à rede de transportes, considerando o cenário base.

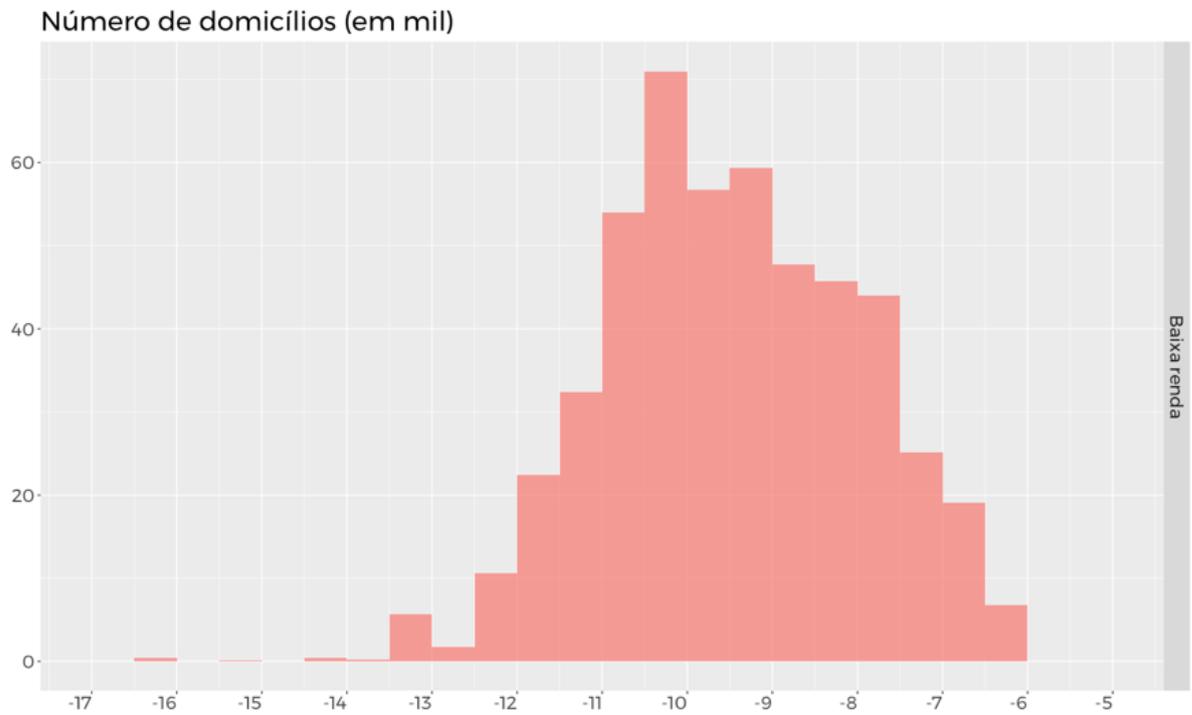


Fonte: elaborado pelo autor.

Quando contraposta à distribuição espacial do grupo social mais vulnerável, percebe-se que a maioria deste estrato da população localiza-se em regiões de níveis bons e intermediários de acessibilidades, visto que residem sobretudo na região Oeste da cidade. Em adição, destaca-se que os dois núcleos da população de baixa renda que se localizam nas proximidades da região central residem perto de corredores de transporte ou de terminais, de tal sorte que a sua acessibilidade se encontra em níveis relativamente altos. Em contraponto, as zonas que possuem piores níveis de acessibilidade possuem menor ocupação por parte do grupo social mais vulnerável, ao que se destaca as zonas mais ao Sul e a Leste, menos densas em termos gerais. Todavia, o estrato da população que habita mais a Sudoeste encontra-se em uma região que, embora não seja criticamente baixa em termos de acessibilidade, encontra-se abaixo da média, o que é preocupante pela quantidade de domicílios.

Quando representada a partir de um histograma, ilustrado na Figura 19, percebe-se que a distribuição possui formato simétrico e sinoidal, na qual poucos domicílios destoam (aqueles que o fazem, encontram-se na cauda inferior da distribuição, nos piores níveis de acessibilidade). Em termos de dispersão, a distribuição possui um coeficiente de variação de 15,7%, em módulo, com média de -8,70. Tais métricas, apesar de não possuir semântica de número e/ou referência para comparação, são estabelecidas para a comparação com o cenário de avaliação.

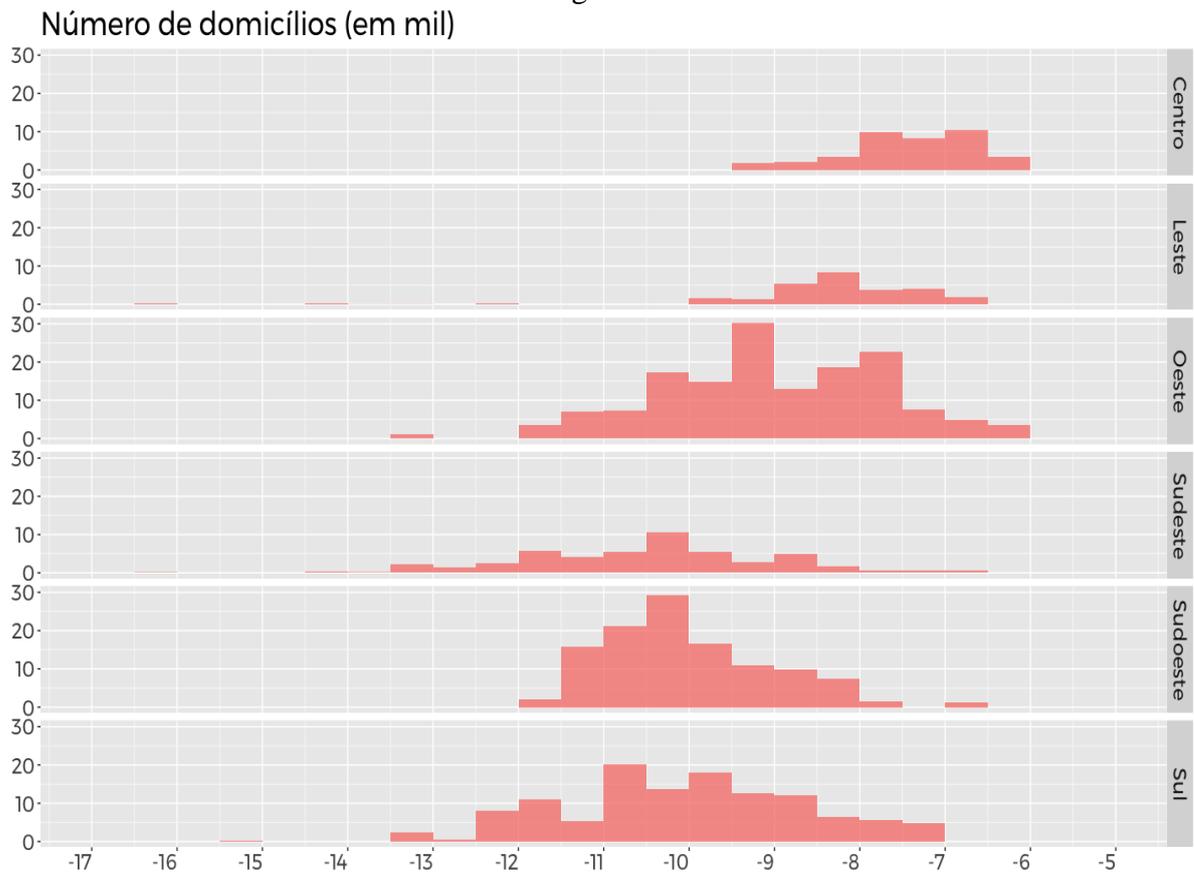
Figura 19: Distribuição da acessibilidade entre os domicílios de baixa renda, considerando o cenário base.



Fonte: elaborado pelo autor.

Quando analisado sob a ótica das regiões, ilustrado na Figura 20, percebe-se que os indivíduos que habitam as regiões Centro e Leste possuem os melhores níveis de acessibilidade, mas representam uma parcela muito pequena do grupo analisado. Em contraponto, o nível de acesso às atividades experimentado pelos indivíduos que habitam nas outras zonas é consistentemente menor, sendo também bem mais disperso, ao que se atribui em parte à abrangência espacial das regiões, mas sobretudo à concentração espacial das atividades.

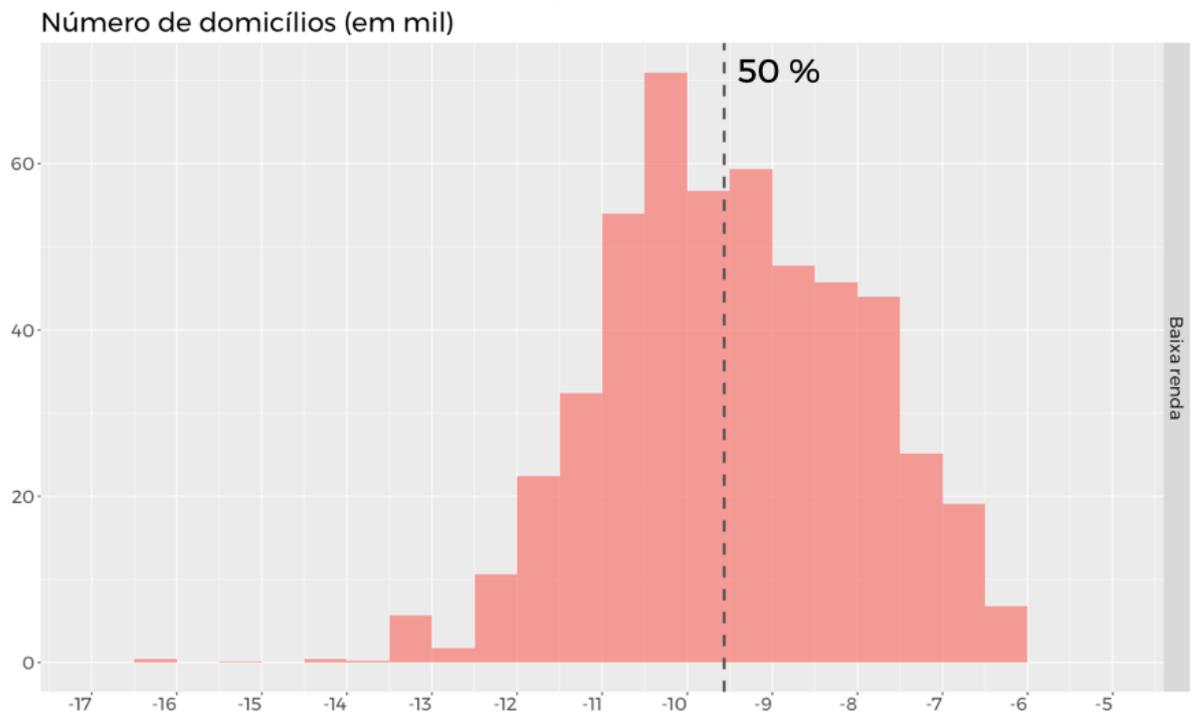
Figura 20: Distribuição da acessibilidade entre domicílios de baixa renda, separados por região.



Fonte: elaborado pelo autor.

Assim, visando determinar quais domicílios possuem níveis criticamente baixos de acesso às atividades, estipula-se um valor de referência a partir da distribuição do indicador entre os domicílios, tomando-o como a mediana da distribuição no cenário base, como ilustrado na Figura 21. Embora arbitrária, tal valor se justifica pelo fato de que as distribuições tanto espacial quanto indivíduos não evidenciam nenhuma região ou subgrupo cuja a acessibilidade seja sensivelmente inferior.

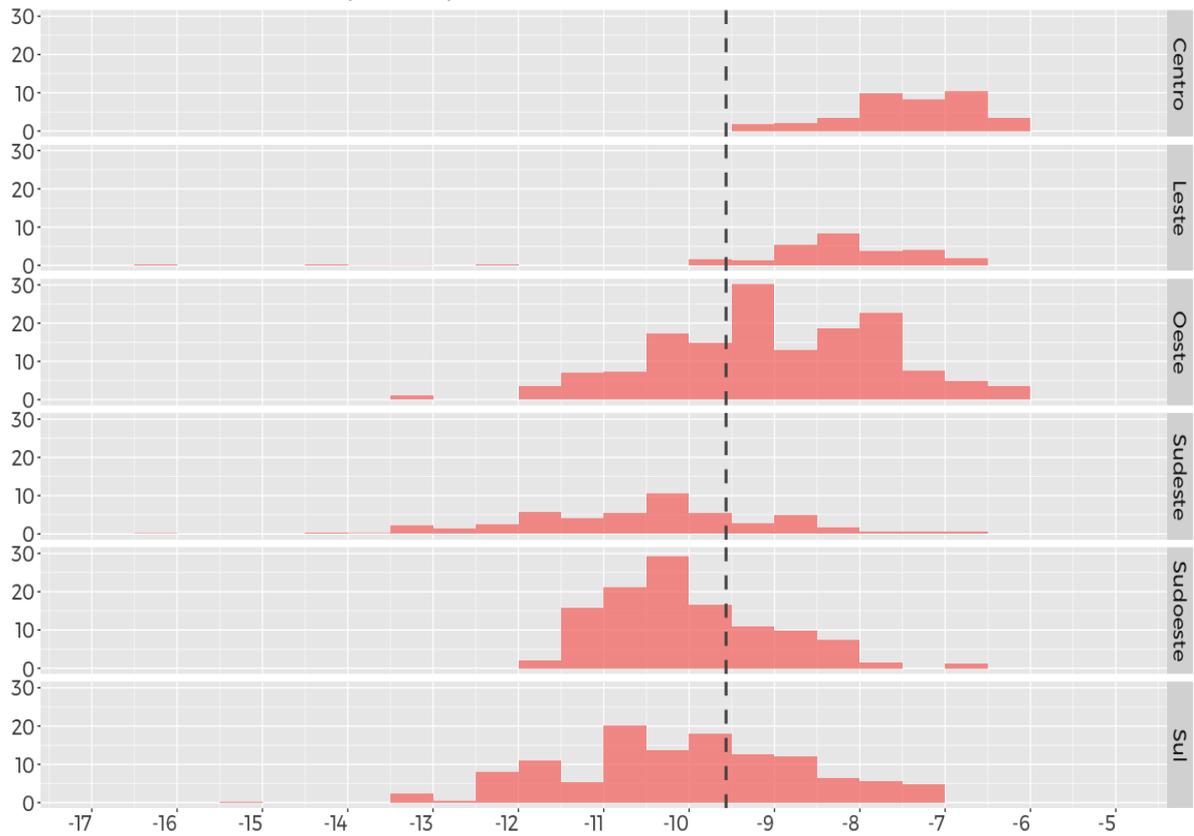
Figura 21: Definição do valor de referência para o problema dos níveis insuficientes de acessibilidade.



Fonte: elaborado pelo autor.

Em relação às diferentes regiões da cidade, percebe-se que os indivíduos em situação problemática se encontram sobretudo nas regiões Sul, Sudoeste e Sudeste, onde representam maioria em relação aos indivíduos em situação considerada satisfatória. Na região Oeste, por sua vez, embora os indivíduos em situação problemática não representem a maior parte, ainda assim constituem parcela importante da população nesta situação. Em contraponto, percebe-se que a grande maioria dos indivíduos que habitam a região Centro e Leste encontram-se em condições satisfatórias em relação ao acesso às atividades, como ilustrado na Figura 22.

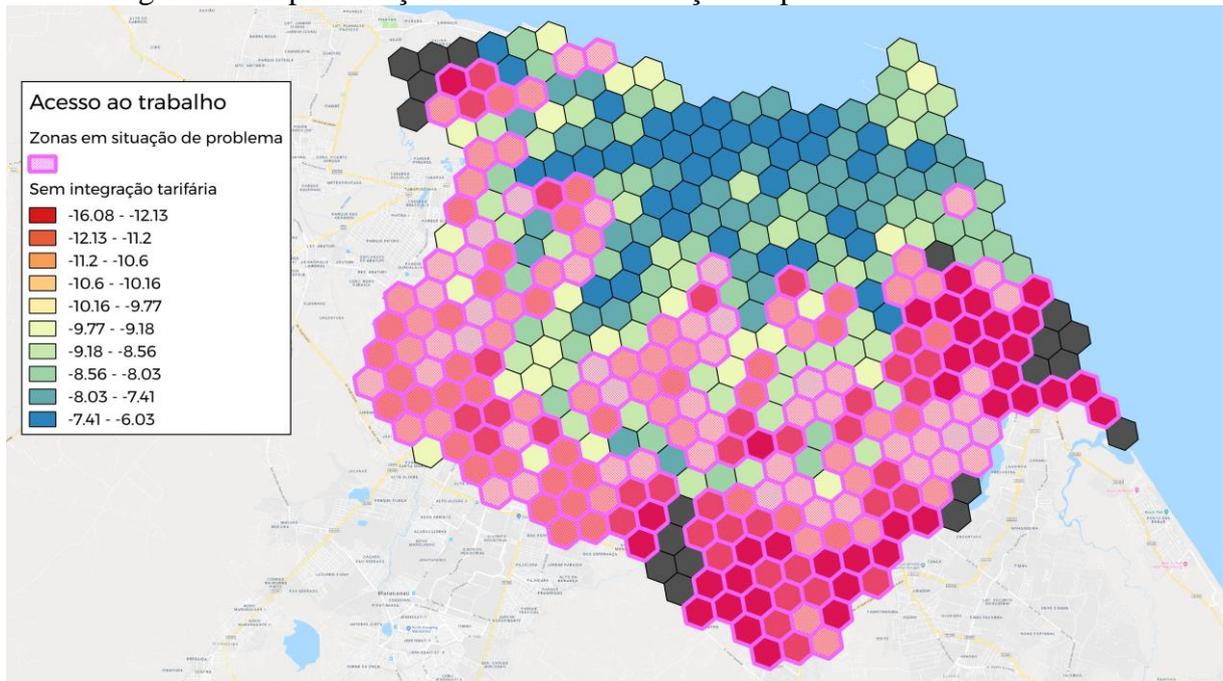
Figura 22: Análise dos domicílios em situação problemática por região.
Número de domicílios (em mil)



Fonte: elaborado pelo autor.

Por fim, destacam-se as zonas nas quais o indicador de acessibilidade possui valor inferior à referência estabelecida, ilustrado na Figura 23, o que representa também aproximadamente metade da área (199 das 391 zonas). O padrão identificado alinha-se, sobretudo, às zonas que distam dos corredores de transporte e dos terminais de integração, localizando-se sobretudo na periferia e em algumas áreas um pouco mais centrais, mas mais internalizadas aos bairros.

Figura 23: Representação das zonas em situação de problema no cenário base.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.2.2. Quantificação da distribuição desigual de acessibilidade entre grupos sociais

5.2.2.1. Definição do indicador

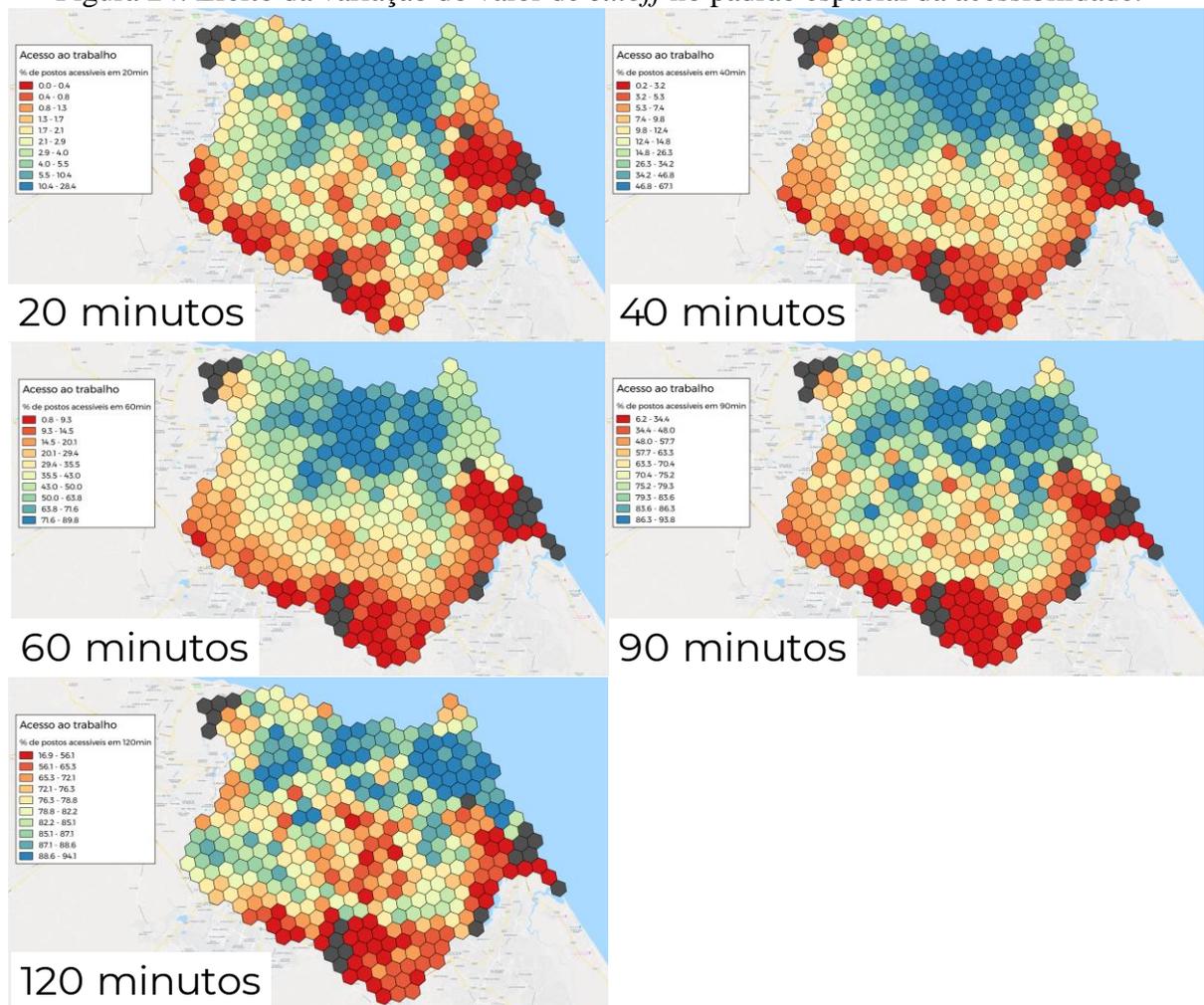
Em consonância ao indicador de utilidade, a atratividade das zonas de destino em potencial é definida com base nos cadastros dos estabelecimentos, de maneira a não incluir tanto a quantidade de empregos pertencentes a eles quanto a sua relação com os grupos sociais analisados, seguindo as mesmas justificativas da aplicação anterior. Como consequência, a acessibilidade da zona i aos postos de trabalhos é estimada com base na quantidade de estabelecimentos que é possível atingir em um dado intervalo de tempo, tomando como horário de partir as 06:30 da manhã, por ser o horário de maior demanda, também utilizado na aplicação anterior.

A definição das rotas é também feita com base na aplicação do algoritmo de roteirização do *Open Trip Planner* para a mesma base de GTFS, sendo inclusive as mesmas originalmente utilizadas na análise com base no indicador de acessibilidade. A diferença, todavia, se dá no processamento destas informações, onde a impedância ao deslocamento é representada pelo caminho mínimo entre os pares i e j dentro da configuração tarifária de cada cenário. Desta forma, no cenário base, as rotas que possuem integração fora dos terminais são excluídas, alinhando-se com a regra tarifária onde não há integração temporal. Tal restrição é eliminada no cenário com intervenção, não havendo restrição no número e nem na localização

dos transbordos, sendo a impedância ao deslocamento entre zonas representada pelo menor caminho em termos de deslocamento.

Em seguida, parte-se para a definição do tempo limite do deslocamento ou tempo de *cutoff* é feita com base na análise de como a gradação destes valores impacta na representação da acessibilidade, como ilustrado na Figura 24, observando que os valores mais extremos tendem a homogeneizar as zonas em relação à acessibilidade.

Figura 24: Efeito da variação do valor de *cutoff* no padrão espacial da acessibilidade.

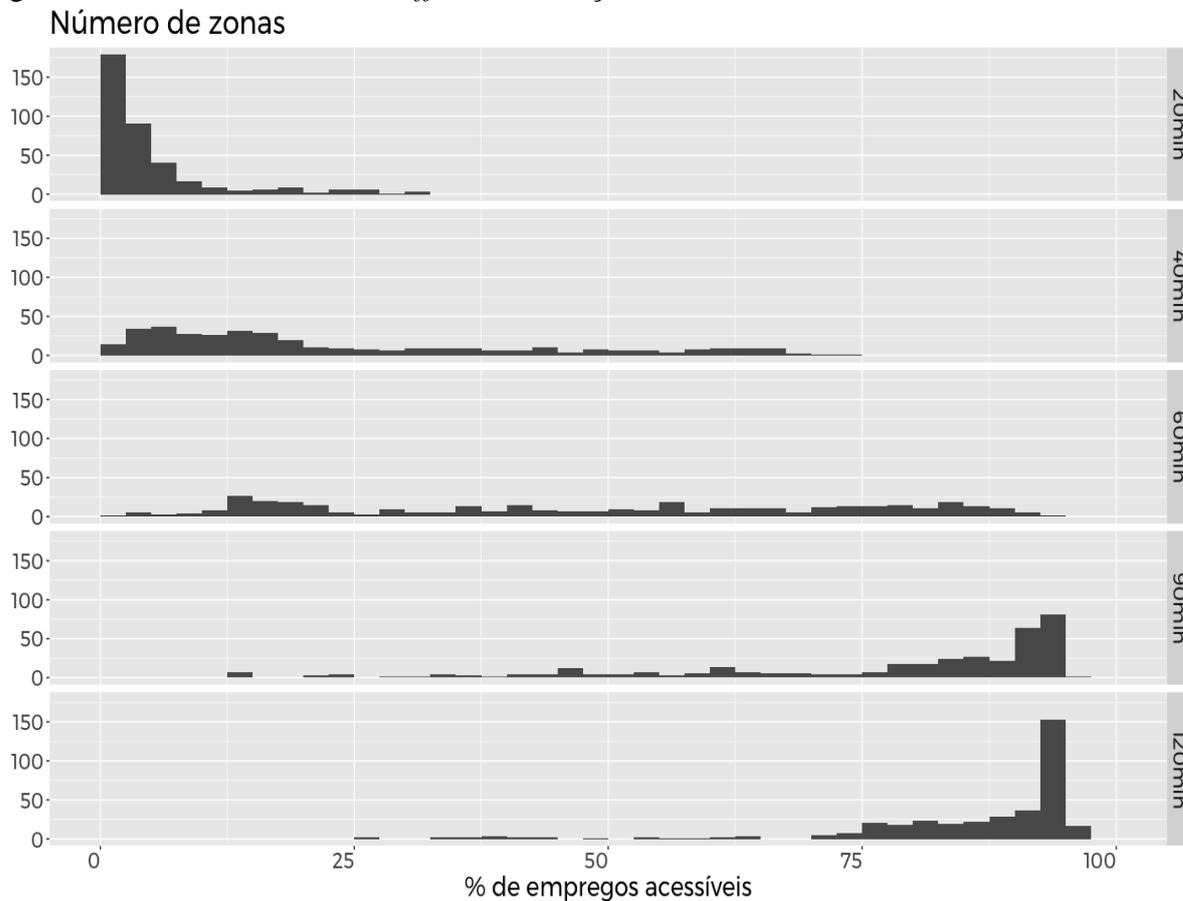


Fonte: elaborado pelo autor.

Considera-se, então, que o valor ideal é aquele que no qual a acessibilidade é representada de maneira mais heterogênea entre as zonas, de tal sorte a melhor diferenciar as regiões e os padrões na distribuição do indicador. Para tal, analisa-se como o valor de *cutoff* impacta na representação da acessibilidade a partir de um histograma desta variável, permitindo analisar como se distribui entre as zonas para diferentes configurações do valor limite do deslocamento, como ilustrado na Figura 25. Percebe-se que o valor de *cutoff* de 60 minutos é

aquele no qual a distribuição da acessibilidade é mais heterogênea entre as zonas, definindo assim o valor no qual o indicador se embasa.

Figura 25: Efeito do valor de *cutoff* na distribuição da acessibilidade entre zonas.

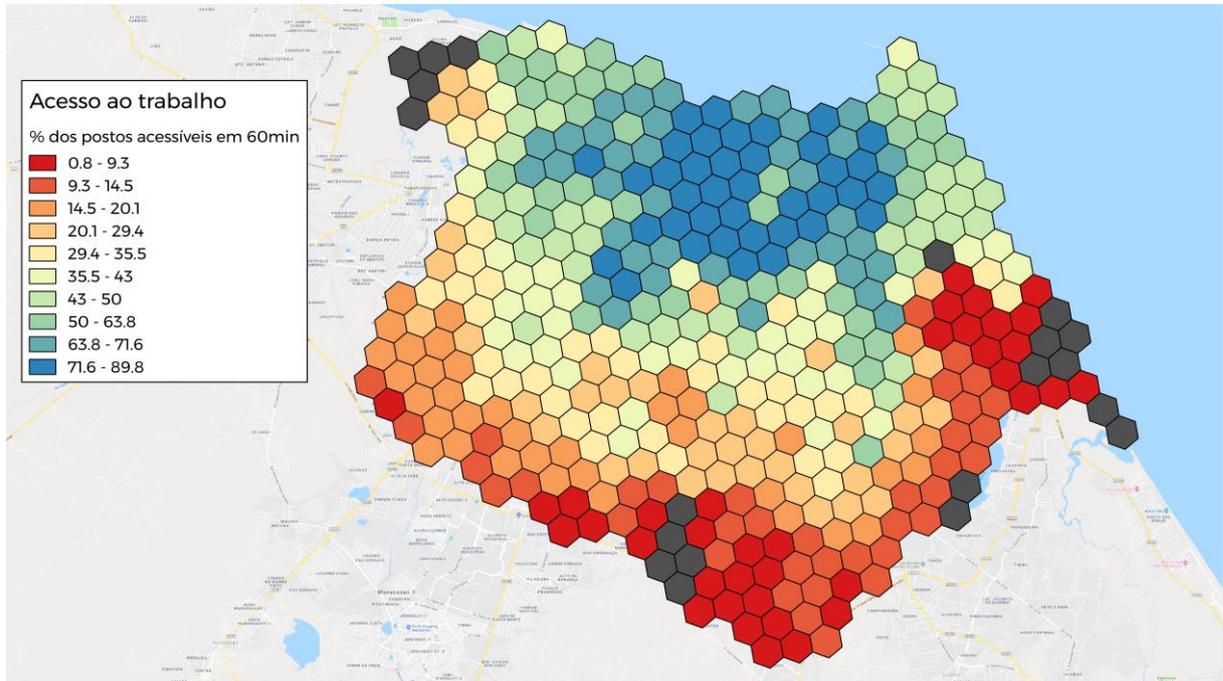


Fonte: elaborado pelo autor.

5.2.2.2. *Análise da desigualdade entre grupos sociais*

O padrão espacial da acessibilidade segundo este indicador, ilustrado na Figura 26, aponta a região central como a que tem melhor acessibilidade, em consonância à representação anterior, todavia diferenciando-se ao passo que as zonas de melhor acesso se concentram dentro desta zona, não havendo um destaque para os eixos (a exemplo da Avenida Bezerra de Menezes). No outro extremo, as zonas de menores níveis de acessibilidade também se concentram nas periferias principalmente a Sul e a Leste, havendo um destaque para a região Sudoeste que aparece, embora em menor intensidade, com um nível de acesso aos postos de trabalho homogeneamente baixo.

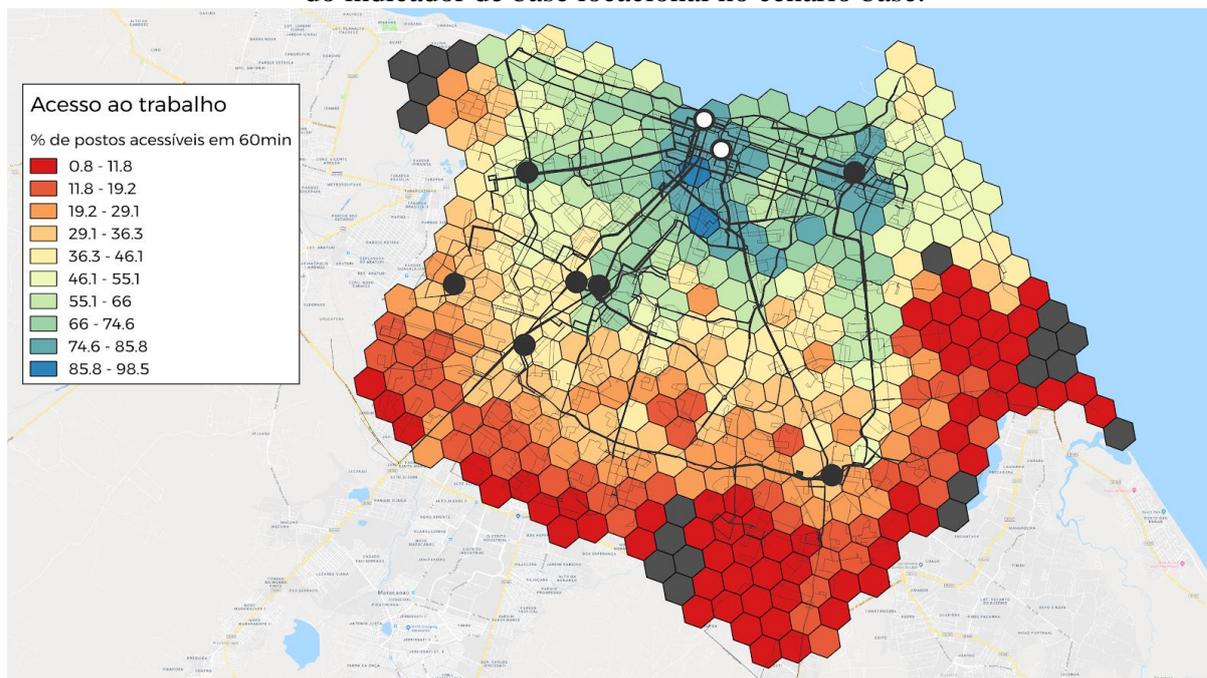
Figura 26: Distribuição espacial da acessibilidade no cenário base, tomando como base o indicador locacional.



Fonte: elaborado pelo autor.

Como principal diferença, observa-se que a representação por meio do indicador de oportunidades cumulativas apresenta uma gradação mais suave a partir da região central, apresentando poucas zonas que destoam dos seus vizinhos. Quando sobreposta à oferta de transportes, ilustrado na Figura 27, percebe as zonas que se encontram mais distantes da oferta de transportes, embora ainda em área central, não possuem níveis de acessibilidade relativamente muito inferiores, como observado na representação com o indicador de utilidade. Compreende-se, assim, que as regiões em pior situação em relação à acessibilidade assim estão por causa dos maiores tempos de deslocamento até as atividades, visto que o próprio indicador absorve os outros atributos sob uma ponderação diferenciada.

Figura 27: Sobreposição da configuração física da rede de transportes à distribuição espacial do indicador de base locacional no cenário base.

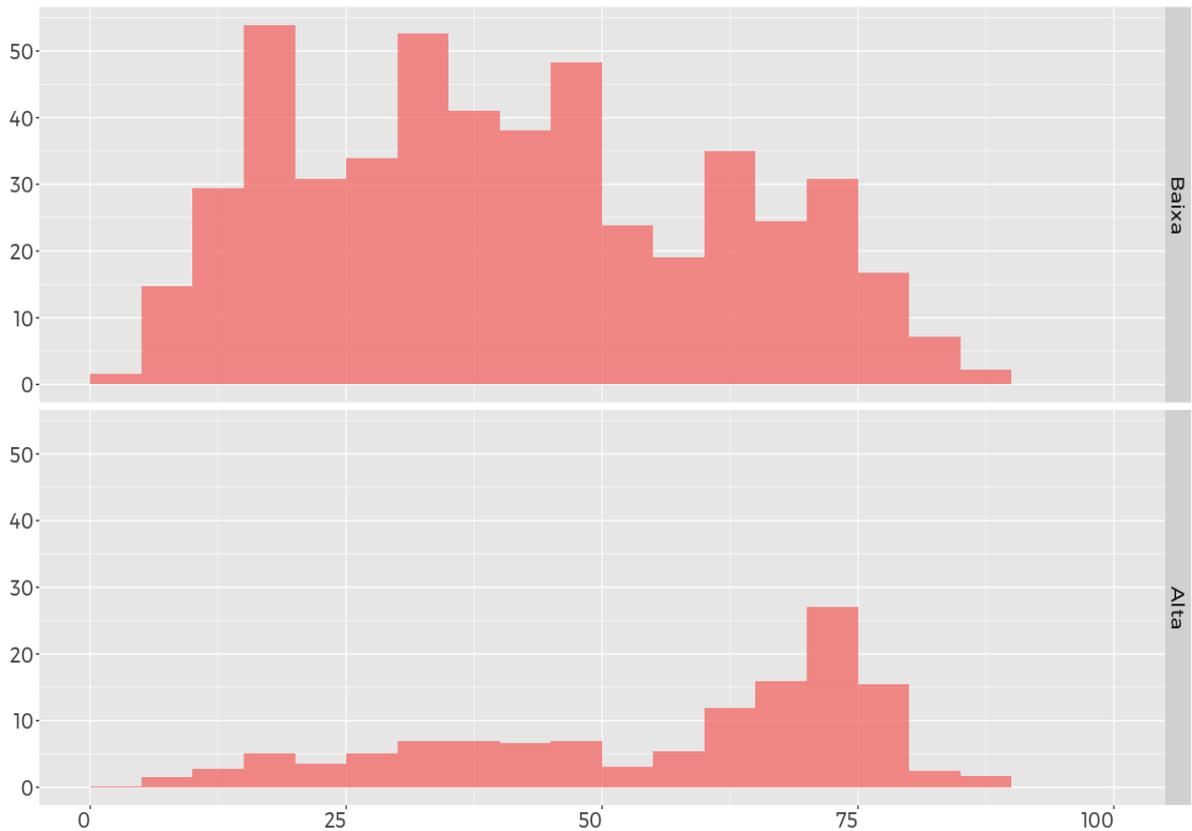


Fonte: elaborado pelo autor.

Quando contraposta à distribuição espacial da população de mais baixa renda e de mais alta renda, ilustrada na Figura 28, observa-se que o primeiro grupo, por ter uma localização mais generalizada na cidade, apresenta maior dispersão em relação aos níveis de acessibilidade, o que se reflete em uma média de 40% dos empregos acessíveis em 60 minutos e um coeficiente de variação de 50%, muito superior ao observado na representação a partir do indicador de utilidade (de 15,7% no cenário base). Destaca-se, também, que a forma da distribuição é menos uniforme, apresentando diversos picos (ou modos), sem, todavia, apresentar um grupo que diste do padrão de acessibilidade.

Em relação ao grupo de mais alta renda, destaca-se o fato de que, dada a sua maior presença na região central, possui uma menor dispersão nos níveis de acessibilidade, possuindo uma média de 56% dos empregos acessíveis em 60 minutos e um coeficiente de variação de 36%. Atribui-se às zonas de menor acessibilidade (representadas na cauda esquerda) observada na Figura 28 o fato de que este grupo populacional também possui uma presença considerável na região Sudeste da cidade, ao passo que busca padrões residenciais característico de regiões de menor densidade, optando por regiões de menor acessibilidade e deslocando-se principalmente por meio do transporte motorizado individual para realizar seus deslocamentos.

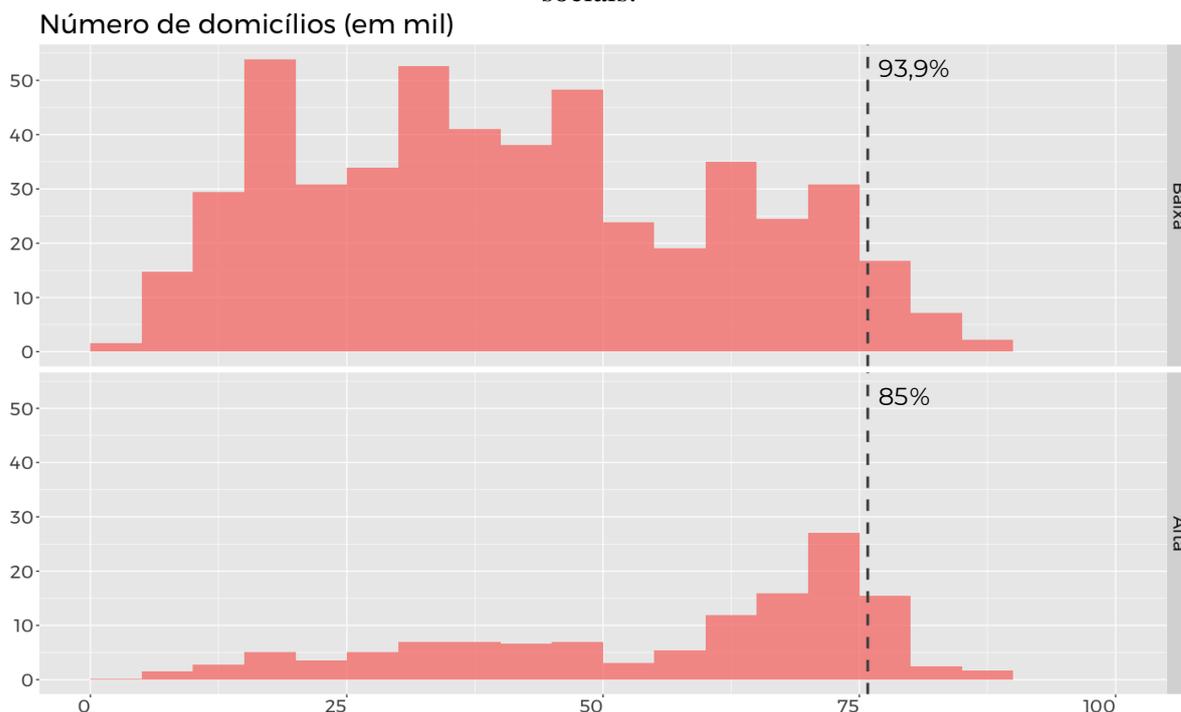
Figura 28: Distribuição da acessibilidade entre os domicílios dos diferentes grupos sociais.
Número de domicílios (em mil)



Fonte: elaborado pelo autor.

Assim, para definir o valor de referência utilizado na análise da desigualdade na distribuição da acessibilidade entre grupos sociais, opta-se pelo uso de um valor relativo que represente os grupos cuja localização é mais beneficiada em termos de acesso às atividades, ao que se aponta o 85º percentil em relação ao indicador para a população de alta renda, o que se reflete no valor de 75,82% dos postos de trabalho acessíveis em 60 minutos. Assim, como ilustrado na Figura 29, observa-se que 95% da população de baixa renda encontra-se abaixo deste valor de referência.

Figura 29: Definição do valor de referência para o problema de desigualdade entre grupos sociais.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.3. Avaliação da integração tarifária na redução das desigualdades socioespaciais

5.3.1. Contextualização da intervenção

A intervenção em questão, relativa à integração tarifária temporal permite que os usuários realizem transbordos de maneira gratuita contanto que ocorram em um intervalo de duas horas após a primeira validação, o que, dada a dimensão da cidade e a duração da hora de pico, representa livre integração no acesso aos postos de trabalho. Todavia, tal alteração ocorre sem grandes mudanças na configuração física das linhas, de tal maneira que a configuração do sistema ainda continua sendo tronco-alimentadora, no qual o papel dos terminais é bastante relevante.

Neste sentido, destaca-se que a integração temporal permite traçar rotas alternativas especialmente para pares origem-destino menos consolidados (visto que estes são contemplados, majoritariamente, pela rede de transporte atual), permitindo a composição de novos trajetos a partir da combinação de linhas. Este processo, todavia, incorre em um transbordo e na adição de um novo tempo de espera, o que representa uma impedância adicional dado que tem um peso maior que o tempo de deslocamento na percepção do indivíduo de mais baixa renda.

Assim, a partir do modelo de escolha discreta apresentado na Tabela 1, estima-se que a adição de um transbordo e de novos 5 minutos no tempo de espera só é compensada a partir de ganhos de 32,8 minutos no tempo de deslocamento. Compreende-se, então, que a integração tarifária auxiliará na composição de rotas em deslocamentos de maior duração, ao passo que a compensação se torna mais relevante, e que não passam por terminais, dado que estes já possuem integração tarifária.

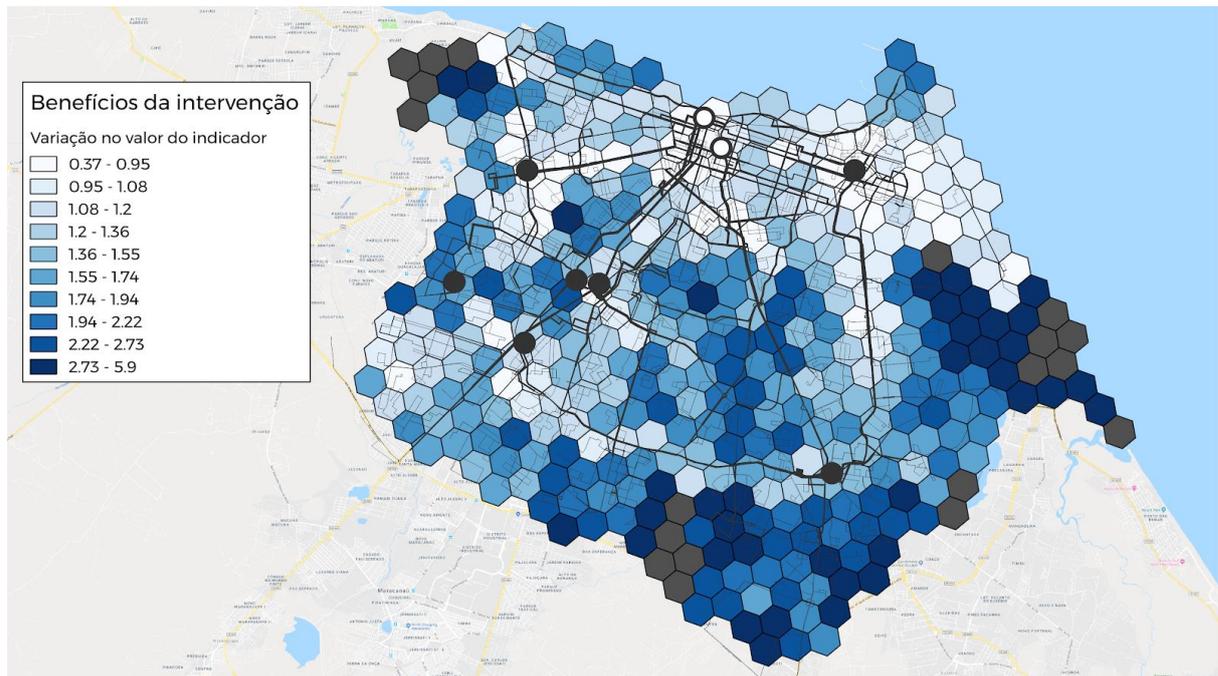
5.3.2. A intervenção enquanto promotora de um nível mínimo de acessibilidade

5.3.2.1. Análise da incidência dos impactos da intervenção

A distribuição espacial dos impactos da intervenção, mensurados a partir da variação no indicador de utilidade entre os cenários, é representada na Figura 30, a partir da qual percebe-se que os principais benefícios incidem sobre a região mais ao Sul e no eixo mais a Leste, havendo ainda um foco nas regiões menos periféricas, relativas às zonas que apresentam certa distância dos principais corredores de transporte. Destaca-se, também, que os benefícios atuam de maneira mais intensa no lado Leste da cidade do que em seu contraponto, mas sobretudo são menos significativos na região central, a partir da qual se compreende já haver boa conectividade com a maior parte das atividades e dos terminais de transporte.

Como causa deste padrão espacial, atribui-se o fato de que as novas opções disponibilizadas pela livre integração temporal foram mais competitivas nas regiões (i) Sul, ao que se atribui a hipótese causal de que a configuração da rede, antes orientada ao terminal de ônibus mais próximo para a integração física, agora é dotada de mais alternativas fora do terminal e com destino a novas centralidades; (ii) Leste, ao que se atribui a criação de novas rotas que reduzem, sobretudo, o deslocamento negativo rumo ao terminal; e (iii) entre os corredores de transporte, aos quais a integração temporal permitiu o acesso a partir de linhas de menor frequência, em uma configuração similar à tronco-alimentada, todavia conectada ao próprio corredor.

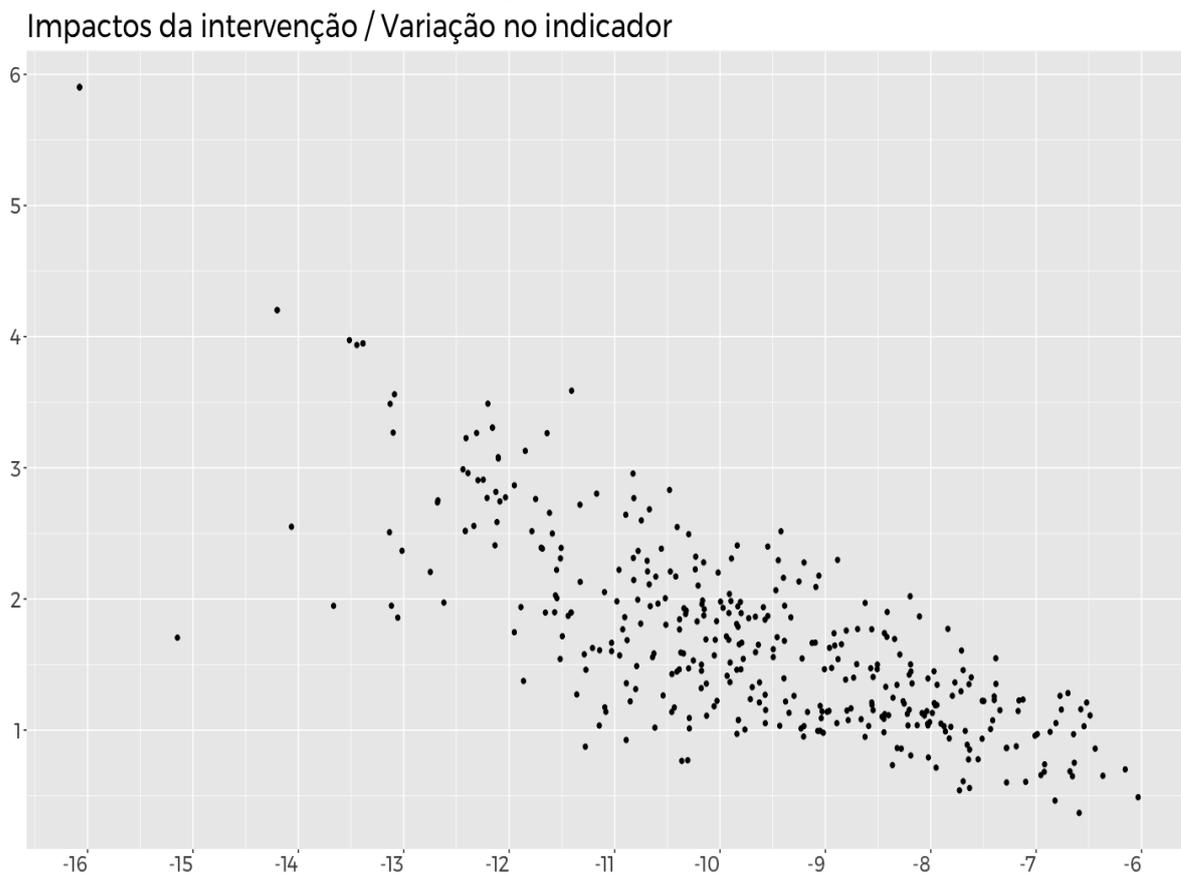
Figura 30: Distribuição espacial dos impactos na acessibilidade com base no indicador de utilidade.



Fonte: elaborado pelo autor.

Quando combinada à informação do nível de acessibilidade antes da intervenção, ilustrada na Figura 31, observa-se que os maiores impactos ocorrem sobre as zonas que se encontram em situação mais crítica no cenário base, de maneira a atuar de forma corretiva e promover acesso às atividades de maneira mais intensa neste subgrupo. Desta forma, compreende-se que esta intervenção atua alinhada ao princípio da equidade, ao passo que beneficia o grupo social mais vulnerável de maneira a atuar nas suas regiões mais críticas e promover um nível mínimo de acessibilidade dentro deste.

Figura 31: Relação entre os impactos da intervenção e os níveis de acessibilidade das zonas no cenário base.

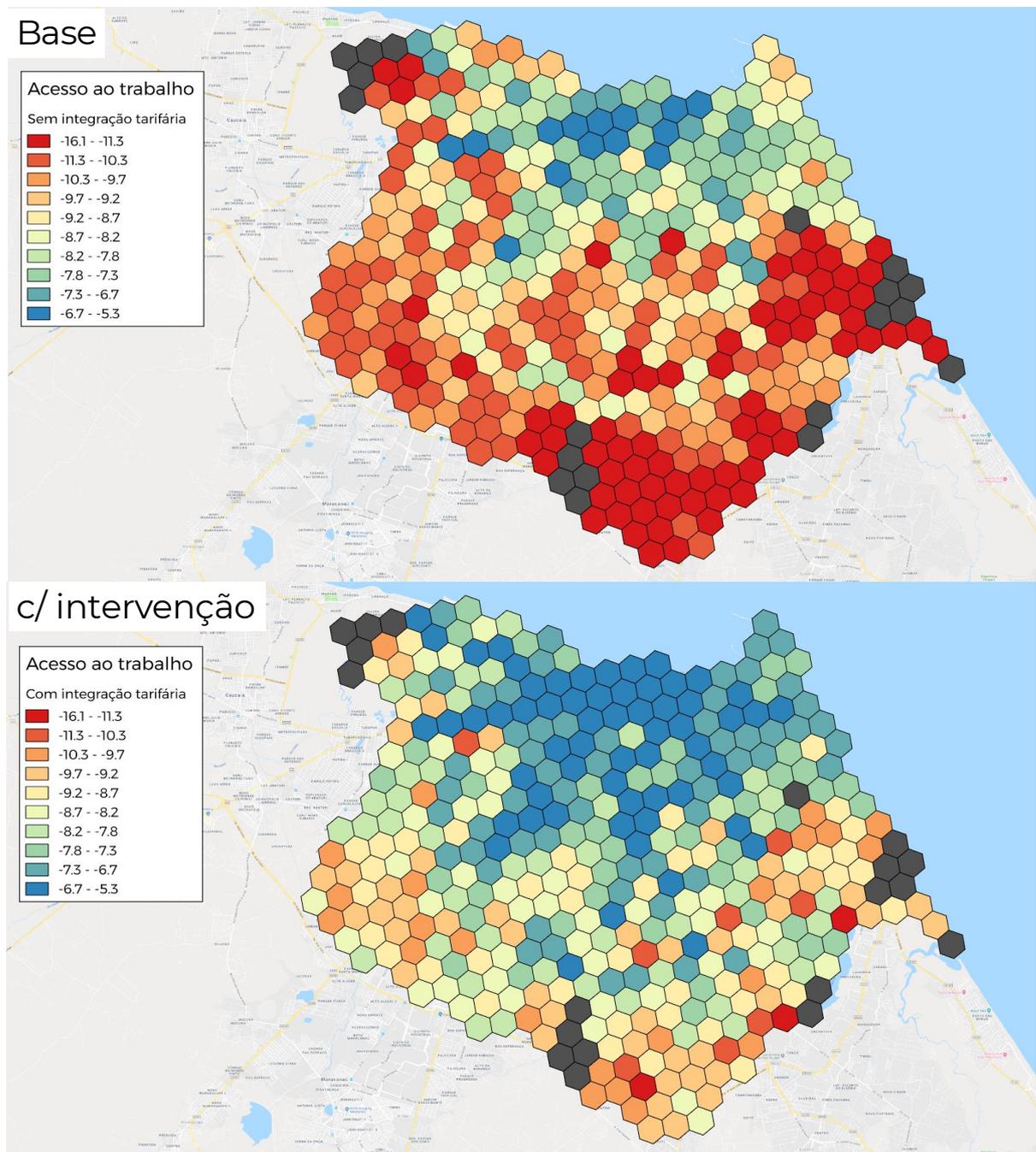


Fonte: elaborado pelo autor.

5.3.2.2. *Análise da distribuição da acessibilidade*

Observa-se que a distribuição espacial da acessibilidade, ilustrada na Figura 32 a partir de uma escala única (definida com base nos decis dos valores do indicador para a zona), tem como principal característica o incremento aparentemente generalizado nos níveis de acesso aos postos de trabalho, destacando-se a expansão da mancha central que representa o valor mais alto do indicador e praticamente a eliminação dos valores presentes nas categorias mais baixas. Neste sentido, embora a região central ainda concentre os melhores níveis do indicador, destaca-se que a intervenção atua de maneira a reduzir a desigualdade espacial, ao passo que as zonas mais periféricas deixam as categorias mais baixas da escala para então figurar as classes intermediárias.

Figura 32: Comparação nas distribuições espaciais do indicador de acessibilidade com base na utilidade no cenário base (acima) e com a intervenção (abaixo), considerando uma escala unificada.



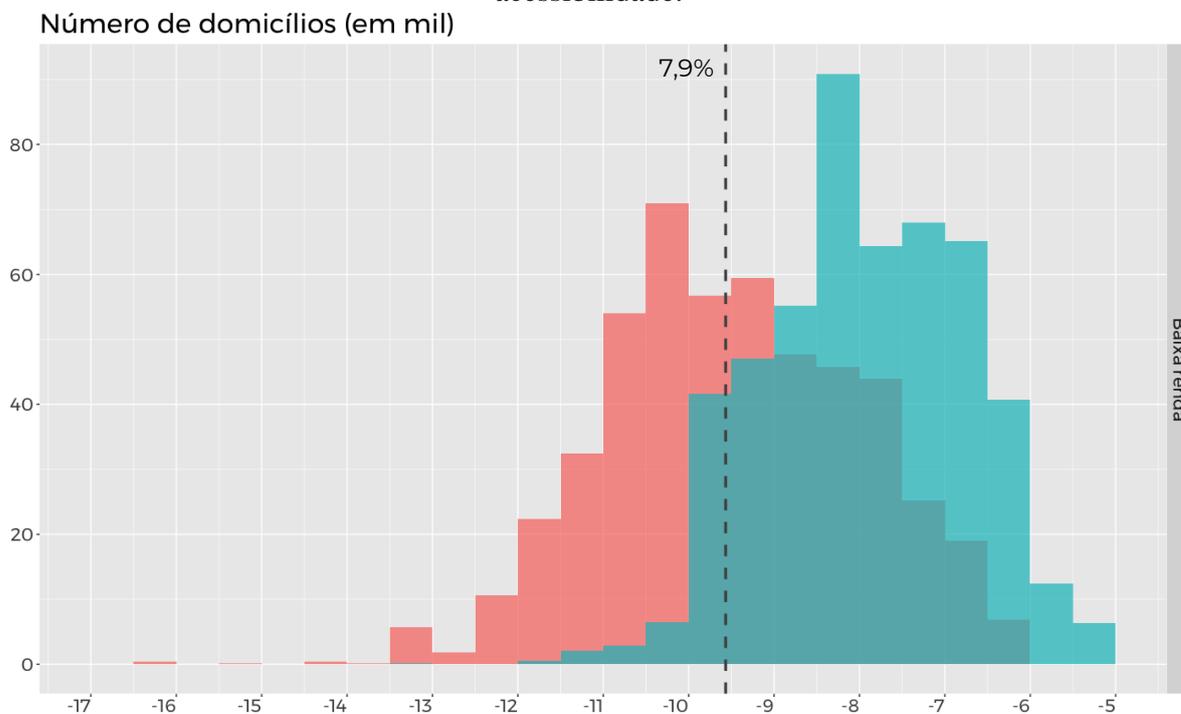
Fonte: elaborado pelo autor.

Quando analisada a partir da distribuição entre indivíduos, resultante da combinação com o padrão espacial das residências da população de renda mais baixa e ilustrada na Figura 33, percebe-se que a cauda à esquerda é encurtada, enquanto o restante da distribuição sofre uma translação à direita, significando que a intervenção beneficia os indivíduos de maneira generalizada. Tal interpretação é refletida a partir da variação nas medidas de tendência

central e dispersão, ao passo que a média da distribuição é incrementada em 16,4% e o coeficiente de variação cai para 14,8% (sendo inicialmente de 15,7%). Assim, confirma-se a hipótese de que a intervenção atua de maneira a reduzir as desigualdades dentro do grupo de mais baixa renda, enquanto promove um incremento nos níveis de acessibilidade.

Por fim, em relação ao número de indivíduos em situação considerada crítica, percebe-se que a intervenção reduz este número, inicialmente de 50% dos indivíduos, para 7,9%, como ilustrado na Figura 33. Desta forma, considera-se que a intervenção atua de maneira alinhada ao suficientarismo, de tal sorte a retirar cerca de 210 mil domicílios de uma situação criticamente baixa em relação ao acesso aos postos de trabalho.

Figura 33: Impactos da intervenção na problemática dos níveis criticamente baixos de acessibilidade.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.3.3. A intervenção enquanto redutora das desigualdades na distribuição da acessibilidade entre grupos sociais

5.3.3.1. Análise da incidência dos impactos da intervenção

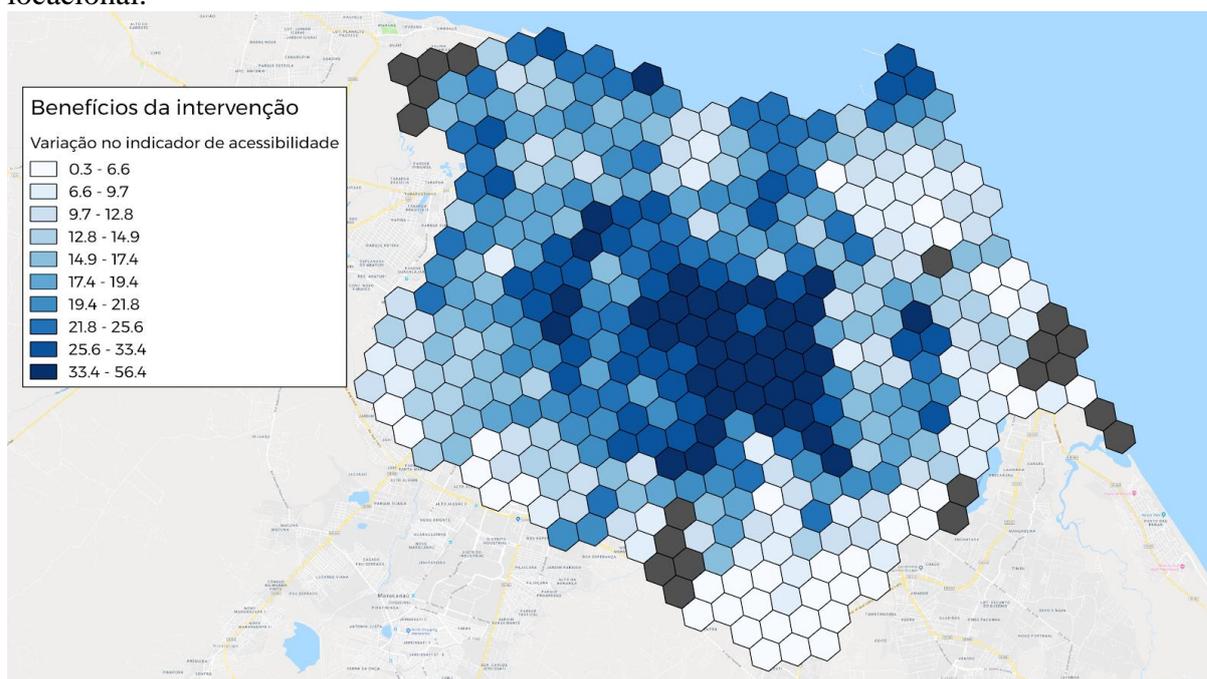
O padrão espacial dos impactos da intervenção, mensurados pela variação no indicador de oportunidades cumulativas e representado na Figura 34, apresenta uma configuração bastante diferente dos impactos mensurados a partir do indicador de utilidade, ao que se atribuem dois principais fatores: (i) a inclusão da percepção dos usuários na impedância

ao deslocamento, de maneira que os impactos positivos em algumas zonas podem ser superestimados, a exemplo das zonas imediatamente ao sul da região central, que aparentam como as principais beneficiadas em termos de ganhos de acesso às atividades; e (ii) à maneira com a qual as rotas são construídas, ao passo que, na abordagem baseada na utilidade, todas as rotas já estavam presentes e os custos adicionais eram ponderados pelos usuários, em contraponto ao que ocorre com esta abordagem, onde as rotas com transbordos fora dos terminais não eram incluídas na análise do cenário base.

Em relação à sua distribuição espacial, percebe-se que estes ocorrem de maneira mais significativa fora da região central, sendo também mais intensos no lado Oeste da cidade do que no lado Leste, ao que também destacam-se algumas regiões que acompanham certos corredores de transporte público (tais como a Avenida José Bastos, importante eixo Sudoeste da cidade, e a Avenida Washington Soares, a Sudoeste). A maior intensidade dos benefícios, todavia, na região que se localiza no centro geométrico da Cidade e abrange os bairros do Passaré, Serrinha, Itaperi e adjacências, enquanto, em contraponto, manifesta-se com menor intensidade nas regiões periféricas especialmente a Sul e a Leste da cidade.

Compreende-se que, como o indicador mensura os ganhos apenas a partir da variação nos tempos de viagem, sem ponderar a alteração no número de transbordos e nos tempos de espera, as regiões que já possuem algum nível de integração com a região central (por meio, por exemplo, de um transbordo forçado no terminal) são menos beneficiadas, bem como são mais beneficiadas as rotas que possuem menores tempos de viagem, ao revés de atributos mais sensíveis aos indivíduos.

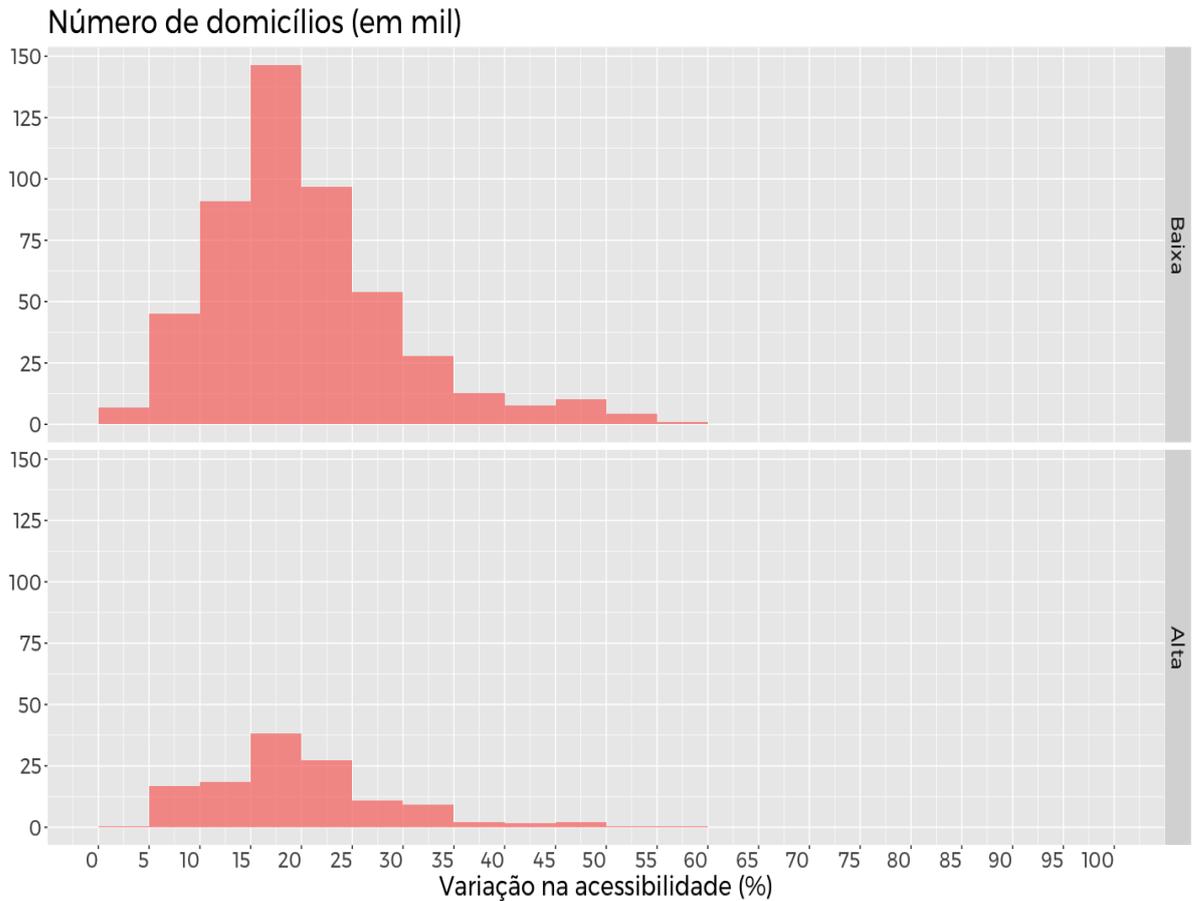
Figura 34: Distribuição espacial dos impactos na acessibilidade com base no indicador locacional.



Fonte: elaborado pelo autor.

Quando os impactos da intervenção são contrapostos à distribuição espacial dos grupos sociais analisados, percebe-se que a intervenção impacta os domicílios de ambos os grupos sociais de maneira muito similar, apresentando um acréscimo de 22,3% e 20,0% para a baixa e a alta renda, respectivamente, como ilustrado na Figura 35. Compreende-se, desta forma, que a intervenção não atua de maneira equânime, ao passo que atua de maneira homogênea para ambos os grupos sociais analisados, não corrigindo as desigualdades inatas no acesso a atividades.

Figura 35: Distribuição dos impactos da intervenção entre os domicílios de diferentes grupos sociais.

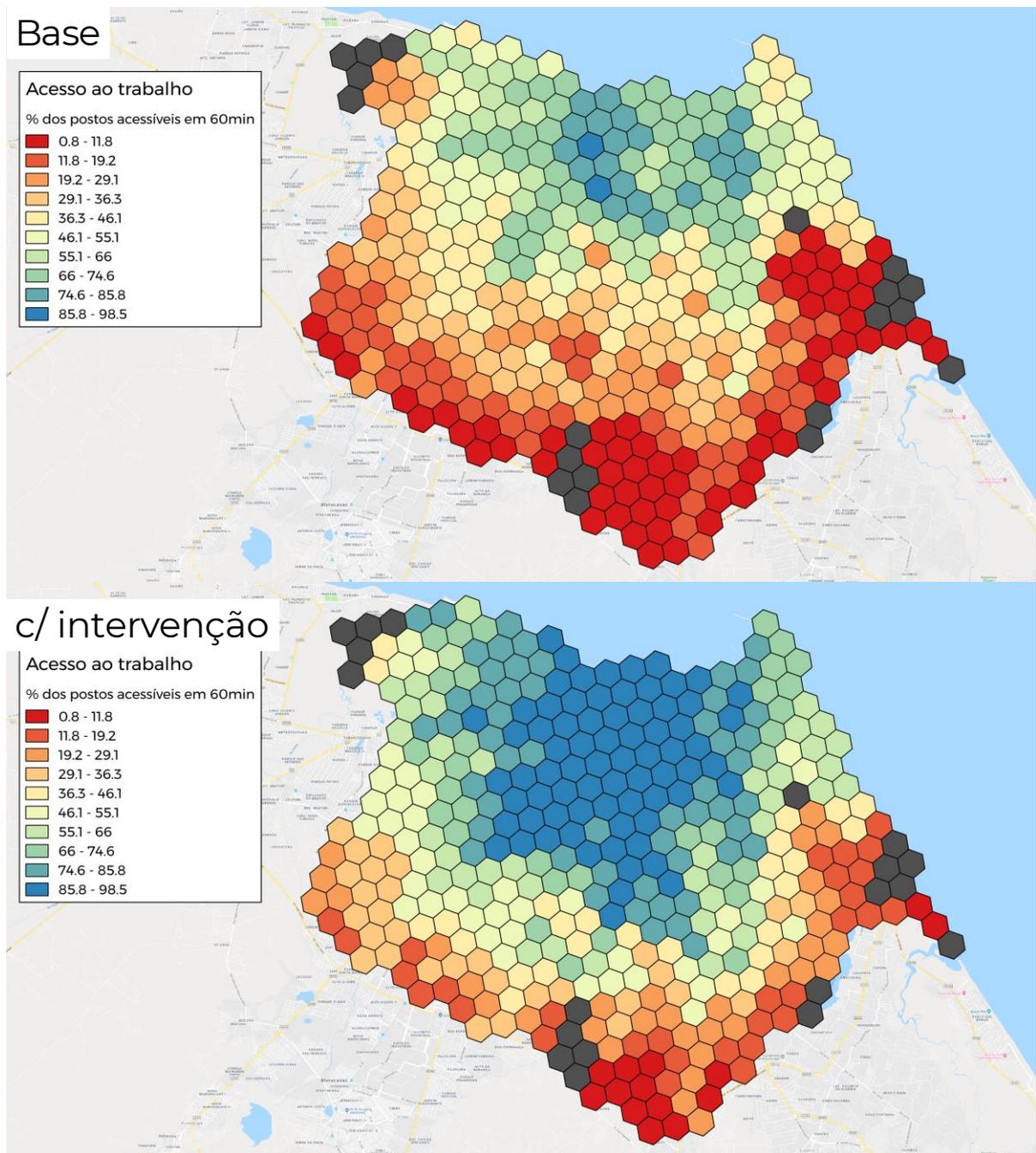


Fonte: elaborado pelo autor.

5.3.3.2. *Análise da distribuição da acessibilidade entre grupos sociais*

Por fim, analisa-se como a distribuição da acessibilidade é alterada pela intervenção, analisando também de que maneira esta reduz as desigualdades entre a população de baixa e a de alta renda. Assim, conforme ilustrado na Figura 36, observa-se que a distribuição espacial do indicador de acessibilidade para os cenários antes e depois da intervenção é marcada pelo fato de que a região de maiores níveis de acessibilidade é expandida espacialmente, avançando a partir da região central rumo às regiões periféricas que, apesar de serem impactada positivamente, apresentam menor alteração entre os cenários.

Figura 36: Comparação nas distribuições espaciais do indicador de acessibilidade com base locacional no cenário base (acima) e com a intervenção (abaixo), considerando uma escala unificada

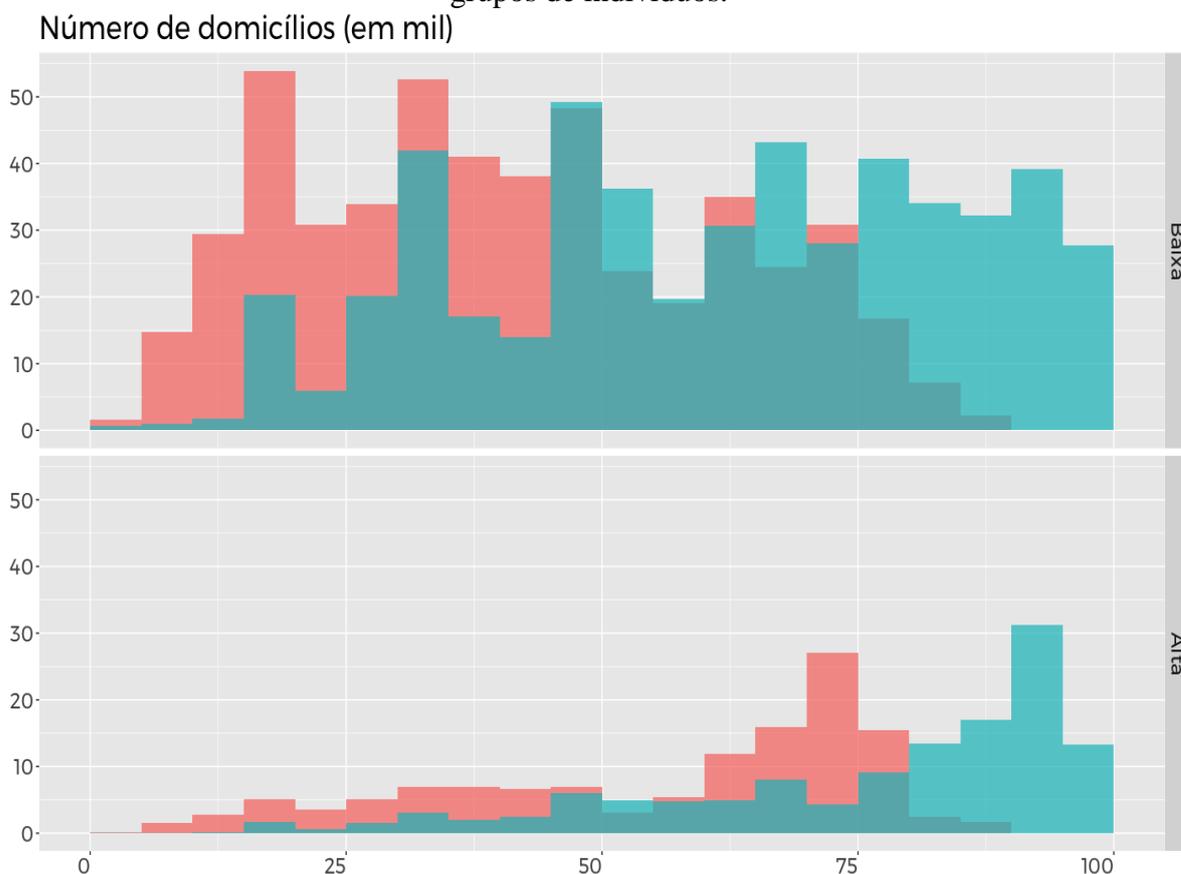


Fonte: elaborado pelo autor.

Quando contraposta ao padrão espacial das residências dos estratos de baixa e alta renda da população, ilustrado na Figura 37, percebe-se que a distribuição do acesso às atividades entre os indivíduos altera-se principalmente ao apresentar um incremento geral da acessibilidade, de tal forma que ambos os histogramas são deslocados para a direita. Todavia, destaca-se que a sua forma não se altera de maneira significativa, ainda apresentando-se como bastante dispersa para o grupo de renda mais baixa e igualmente concentrada no grupo de renda

mais alta, com o mesmo padrão de cauda à esquerda. Tais alterações são refletidas na medida de tendência central, que incrementa de 41,2% para 61,5%, no caso da população de baixa renda, e de 56,6% para 76,6%, para a população de alta renda. Em relação à dispersão, os coeficientes de variação apontam para leves reduções para ambos os grupos sociais, o que no caso da baixa renda representa uma redução de 49,5% para 37,9% e, para a alta renda, uma redução de 36,3% para 26,4%.

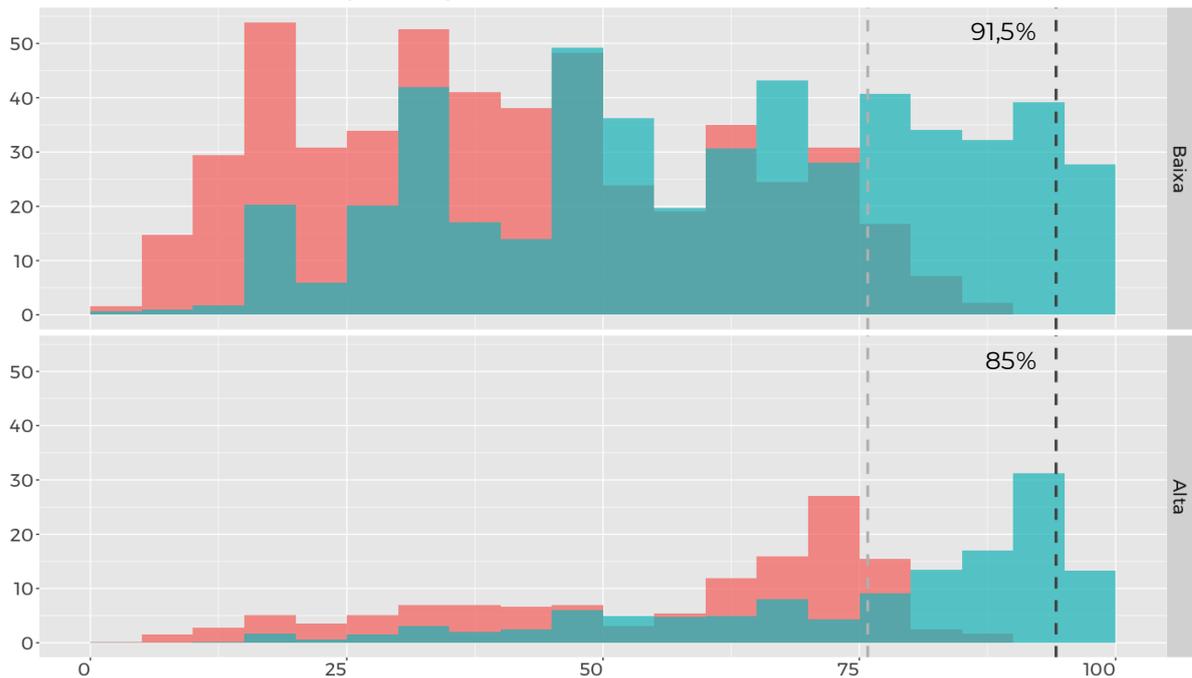
Figura 37: Alterações provocadas pela intervenção na distribuição da acessibilidade entre grupos de indivíduos.



Fonte: elaborado pelo autor.

A análise é então concluída a partir da métrica de desigualdade entre grupos sociais, definida com base no 85º percentil do indicador de acessibilidade para a população de alta renda, calculada como 94,2% dos empregos acessíveis em 60 minutos. Este valor, que também sofre um incremento da ordem de 18,4%, cresce em proporção similar a ambas as distribuições de tal sorte que se reflete em uma pequena redução no número de domicílios de baixa renda que possuem nível inferior a ele, saindo de 93,9% no cenário base para 91,5% no cenário com intervenção, como ilustrado na Figura 38.

Figura 38: Impactos da intervenção na problemática da desigualdade entre grupos sociais.
Número de domicílios (em mil)



Fonte: elaborado pelo autor.

Conclui-se, portanto, que a intervenção não possui impactos significativos na redução das desigualdades na distribuição da acessibilidade entre grupos sociais, ao passo que impacta de maneira generalizada, sem um foco específico nos grupos de baixa renda mais desfavorecidos. Assim, apesar de promover grandes impactos ao promover um nível mínimo de acessibilidade para o grupo social mais vulnerável, entende-se que a intervenção não possui o mesmo sucesso quando analisada sob a ótica do igualitarismo.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. Consolidação das contribuições do trabalho

No contexto onde a literatura especializada é marcada por uma transição conceitual e metodológica no processo de avaliação (em consonância às próprias transições paradigmáticas da disciplina de planejamento urbano e dos transportes), o presente trabalho tem por principal objetivo construir um processo de avaliação que reflita a compreensão do estado da arte acerca de como devem atuar as intervenções em transporte. Tais transições são motivadas, sobretudo, a partir de críticas à base conceitual do processo de avaliação no estado da prática, a exemplo de Metz (2008) e Van Wee (2011), apontando seus vieses e pontuando como estes incorrem no reforço às desigualdades socioespaciais, destoando assim de uma compreensão da promoção da oferta de transporte enquanto mitigadora da exclusão social.

Em atingindo o primeiro objetivo específico, este trabalho argumenta por uma abordagem de avaliação que é precedida de um diagnóstico das desigualdades no acesso às atividades, o que busca alinhar-se conceitualmente a uma compreensão da atuação das intervenções enquanto mitigadoras destas distorções. Este avanço se vale do arcabouço conceitual defendido em Pereira (2018), que propõe uma ligação coesa entre a construção da oferta de transporte e a justiça social, valendo-se de uma abordagem que se embasa nas teorias do igualitarismo de Rawls e na abordagem com enfoque nas capacidades para propor (i) a acessibilidade enquanto foco do processo de avaliação e (ii) uma distribuição igualitária e que provê um nível mínimo de acesso às atividades para todos os indivíduos. Todavia, argumenta-se que este avanço, que se contrapõe conceitualmente à prática em avaliação de intervenções, não é refletido nas propostas metodológicas em planejamento da acessibilidade, dissonando sobretudo ao passo que focam sobretudo na variação do indicador de acessibilidade (em detrimento da distribuição da mesma entre os indivíduos) e não refletem de maneira objetiva o seu alinhamento com a promoção da redução das desigualdades e de um nível mínimo de acesso a oportunidades para todos os indivíduos. Desta forma, visando aproximar-se desta base conceitual, entende-se que a abordagem metodológica mais adequada é aquela cujo foco reside na distribuição da acessibilidade entre os indivíduos e nos seus problemas de distribuição, sendo a intervenção avaliada com base em como ela mitiga os problemas relativos às desigualdades nas mesmas. Para tal, argumenta-se por uma abordagem metodológica na qual um diagnóstico dos problemas de desigualdade no meio analisado precede a avaliação das intervenções, em alinhamento ao que propõe Garcia (2016). A adequação de tal abordagem metodológica é justificada pelo fato de que esta estabelece uma referência para a dimensão das desigualdades na distribuição na acessibilidade, a partir do qual a intervenção é analisada, tendo por base a

estimativa de como seus impactos alteram a magnitude de como estas distorções em como o acesso às atividades se distribui.

Em relação à representação da acessibilidade por meio de indicadores, a contribuição deste trabalho reside na discussão da aplicabilidade das diferentes abordagens dentro de um método de avaliação pautado na equidade enquanto princípio norteador. Esta contribuição é inicialmente composta a partir de um argumento pela inclusão dos indicadores de utilidade, em alinhamento a trabalhos mais atuais como van Wee (2016), Geurs (2018) e Miller (2018), e embasada pela compreensão de que a sua base conceitual mais sólida impacta positivamente na representação das desigualdades socioespaciais no acesso às atividades, sendo especialmente relevante quando se analisa um grupo socialmente mais vulnerável (motivados por um recorte de renda, gênero e outras características socioeconômicas), como argumentado por Church *et al.* (2000) e Kwan (1998), contrapondo-os às abordagens mais simples e de enfoque apenas locacional, nas quais a acessibilidade é representada de forma a excluir parte fundamental das características dos indivíduos e de como estas se refletem na representação da impedância ao deslocamento. Esta argumentação, todavia, é também contraposta às limitações metodológicas na aplicação dos indicadores de utilidade, apontadas em Dong *et al.* (2006) e também presentes em Geurs (2018), Miller (2018) e ITF (2019), ao passo que são compostos por uma medida subjetiva e particular a um grupo de indivíduos, não permitindo a comparação com outros grupos heterogêneos, o que se compreende limitar a sua aplicação para mensurar as desigualdades entre diferentes grupos sociais na distribuição da acessibilidade. Desta forma, o produto deste capítulo é a proposta de que os indicadores de utilidade sejam aplicados à mensuração das desigualdades na distribuição do acesso às atividades entre indivíduos do mesmo grupo social, sendo ele o mais vulnerável, partindo da compreensão de que esta varia somente no espaço; a aplicação destes indicadores à mensuração das desigualdades na distribuição da acessibilidade entre grupos sociais, todavia, não é recomendada ao passo que estes não permitem tal comparação, sendo necessário recorrer a um indicador que, embora tenha menor potencial de representação, permite a comparação por se tratar de uma medida objetiva.

Considera-se que a contribuição oriunda do terceiro objetivo específico, relativo à proposta de método, avança em relação ao estado da prática ao embasar-se conceitualmente na compreensão de Pereira (2018) acerca do nexos entre justiça social e a oferta de transportes, pautando-se na acessibilidade enquanto medida de bem-estar social e na equidade enquanto princípio norteador do processo de planejamento. Argumenta-se, em adição, que esta proposta contribui com o estado da prática ao partir de uma estrutura que se vale do diagnóstico dos problemas de desigualdade na acessibilidade presentes no meio no cenário base, alinhando-se

ao argumento do primeiro objetivo e efetivamente refletindo os avanços conceituais da abordagem baseada na equidade. Também se argumenta que esta proposta metodológica avança ao incluir os indicadores de utilidade no processo de avaliação, tornando-o mais robusto em relação às aplicações que se embasam em indicadores mais tradicionais, que excluem as características dos indivíduos. Compreende-se, então, que o método de avaliação proposto contribui tanto ao consolidar uma proposta que se embasa em uma melhor representação das desigualdades socioespaciais na acessibilidade quanto ao propor um processo de análise dos impactos das intervenções que se encontra em alinhamento com o estado da arte.

Por fim, a contribuição fenomenológica (para além de ilustrar a aplicação do método proposto e apoiar a contribuição anterior) consiste em avaliar a implementação da integração temporal enquanto mitigadora das desigualdades no acesso aos postos de trabalho em Fortaleza, tendo como grupo social mais vulnerável a população de baixa renda que reside no município. Em relação à promoção de um nível mínimo de acessibilidade para os indivíduos, compreende-se que a integração temporal atua de maneira muito forte, ao passo que incide de maneira mais intensa sobre as regiões onde os problemas de acessibilidade se fazem presentes de maneira mais intensa, sendo menos impactante nos terminais e corredores de transporte mais consolidados (onde o acesso aos postos de trabalho é mais facilitado pela oferta) e beneficiando as regiões que encontram-se mais internalizadas ao bairro. A principal hipótese levantada é de que esta redução se dá por meio da composição de combinações de linhas de ônibus mais rápidas, evitando deslocamentos negativos para os terminais e custando apenas uma tarifa, impactando de maneira estratégica diferentes regiões da cidade, mas sendo especialmente relevante para as regiões menos densas (visto que a oferta é menos consolidada). Destaca-se que, por usar um indicador de utilidade, os ganhos em tempo de viagem são contrapostos à resistência inata dos indivíduos de baixa renda em realizar transbordos, tempos de espera adicionais e eventuais caminhadas, tendo a sua relevância reafirmada pelo embasamento conceitual do indicador.

Em relação à redução da desigualdade na distribuição da acessibilidade entre grupos sociais, destaca-se que a intervenção possui menor impacto na mitigação desta distorção, atuando de maneira menos alinhada à teoria do igualitarismo. Isso incorre do fato de que a intervenção, apesar de não impactar prioritariamente nas regiões onde há maior concentração das atividades, atua de maneira menos intensa nas regiões mais periféricas onde a população de baixa renda habita majoritariamente. Desta forma, ao impactar principalmente nas regiões que se localizam entre os corredores de transporte, a intervenção promove a acessibilidade de maneira similar para a população de renda mais baixa e a de renda mais alta, visto que estas

regiões possuem padrão de ocupação um pouco mais mista por parte destes grupos sociais. Como resultado, à revelia dos níveis de acesso às atividades que sofrem um aumento generalizado, as distribuições de acessibilidade não apresentam grandes alterações na sua forma.

Em adição, destaca-se que a análise das dimensões ocorre por meio de abordagens de indicador diferentes, onde a primeira faz uso de uma tipologia que capta os impactos da intervenção com maior robustez e ponderando a percepção do usuário, o que explica as diferenças na distribuição espacial dos mesmos. Assim, tomando a representação do indicador de utilidade como a mais fiel ao fenômeno, aponta-se uma eventual limitação decorrente de como o indicador de oportunidades cumulativas representa o acesso às atividades, de maneira que se levanta a hipótese de que uma representação mais robusta e ainda de enfoque locacional reduziria estas diferenças empíricas.

Ademais, aponta-se que a acessibilidade da população de renda mais alta é mensurada a partir do transporte público, o que pode ser encarado como outra limitação ao passo que este grupo social apresenta maiores taxas de motorização e é majoritariamente usuário dos modos motorizados individuais. Como consequência, tanto a desigualdade no acesso às atividades pode ser ainda maior do que a inicialmente mensurada (ao passo que o modo individual permite uma maior cobertura espacial no mesmo intervalo de tempo) quanto o potencial da intervenção enquanto mitigadora da desigualdade pode ter sido subestimado, visto que a integração temporal atuaria sobretudo sobre a população de renda mais baixa.

6.2. Recomendações para trabalhos futuros

Destaca-se que, em contraponto aos avanços aqui apresentados, destacam-se ainda algumas lacunas metodológicas relevantes ao processo de avaliação de intervenções em transporte, identificadas ao longo deste trabalho e relativas tanto à representação da acessibilidade quanto ao método de avaliação das intervenções.

Em relação à mensuração da acessibilidade, destaca-se que a argumentação pelo indicador de acessibilidade presente neste trabalho se dá no nível conceitual, realizada a partir de uma revisão da literatura que também se embasa na mesma dimensão. Desta maneira, identifica-se uma lacuna relativa à análise empírica da representação da acessibilidade por meio de indicadores de utilidade, comparando como o padrão espacial representado difere a partir de diferentes abordagens e efetivamente relacionando com os fatores que compõem a acessibilidade, sobretudo os presentes na oferta de transporte e na distribuição do uso do solo.

Também neste contexto, destaca-se que a representação da acessibilidade com base na abordagem locacional apresenta indicadores mais complexos que os de oportunidades cumulativas, a exemplo dos indicadores gravitacionais, e que a literatura argumenta disporem de uma melhor representação do acesso às atividades. Desta forma, aponta-se uma lacuna metodológica relativa a este trabalho no sentido da inclusão de indicadores mais complexos da abordagem locacional ao passo que, devido às limitações em termos de informação, apenas a tipologia mais simples foi analisada e posteriormente aplicada.

No contexto do método de avaliação, destaca-se que a proposta metodológica presente neste trabalho é relativa apenas ao transporte público enquanto meio de deslocamento, o que pode ser restritivo à análise ao passo que (i) exclui os modos não-motorizados da análise, o que é particularmente negativo em um contexto de crescente relevância do mesmo enquanto modo de transporte; e (ii) não aborda a acessibilidade por meio dos modos motorizados individuais, o que apresenta uma limitação ao processo de análise ao passo que estes são de grande relevância para diferentes grupos sociais (a exemplo da moto para a população de baixa renda e o carro para a população de alta renda), bem como devido à necessidade de comparar a oferta de transporte público enquanto competitiva em relação a este tipo de modo, relacionando-se a problemas como a motorização excessiva da população.

Por fim, destaca-se que este método de avaliação é caracterizado como uma análise transversal do sistema, representando como a intervenção impacta nos problemas de acessibilidade em um horizonte de curto prazo. Em contraponto, a relação endógena entre a oferta de transportes e a distribuição espacial do uso do solo, amplamente reconhecida na literatura, aponta para a necessidade da avaliação de como as intervenções em transporte também moldam o padrão de ocupação dos indivíduos e setores econômicos na cidade, o que se manifesta em um horizonte de tempo de maior escopo. Neste sentido, aponta-se uma lacuna metodológica relativa à inclusão dos efeitos de longo prazo no processo de avaliação de intervenções no acesso às atividades, oriundos das interações bidirecionais entre a oferta de transportes e a distribuição espacial do uso do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEN-AKIVA, M. E.; LERMAN, S. R. Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility. In: D. A. Hensher; P. R. Stopher (Orgs.); **Behavioural Travel Modelling**, 1979. Croom Helm.

Church, A., M. Frost and K. Sullivan (2000). "Transport and social exclusion in London." *Transport Policy* 7(3): 195-205.

CURTIS, Carey; SCHEURER, Jan. Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. **Progress in Planning**, [s. l.], v. 74, n. 2, p. 53–106, 2010.

DELMELLE, Elizabeth Cahill; CASAS, Irene. Evaluating the spatial equity of bus rapid transit-based accessibility patterns in a developing country : The case of Cali , Colombia. **Transport Policy**, [s. l.], v. 20, p. 36–46, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.12.001>>

DIJST, Martin; JONG, Tom De; ECK, Jan Ritsema Van. Opportunities for Transport Mode Change : An Exploration of a Disaggregated Approach Opportunities for transport mode change : an exploration of a disaggregated approach. [s. l.], n. May 2014, 2002.

DONG, Xiaojing et al. Moving from trip-based to activity-based measures of accessibility. [s. l.], v. 40, p. 163–180, 2006.

GARCIA, Camila Soares Henrique Fontenele. INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO Strategic Assessment of Accessibility on Urban Mobility Networks. [s. l.], n. May, 2016.

GARCIA, Camila Soares Henrique Fontenele et al. Strategic Assessment of Lisbon 's Accessibility and Mobility Problems from an Equity Perspective. [s. l.], 2018.

Geurs, K.T. (2018), "Transport Planning With Accessibility Indices in the Netherlands", Discussion Paper, International Transport Forum, Paris.

GEURS, Karst et al. Accessibility appraisal of land-use / transport policy strategies : More than just adding up travel-time savings. **Transportation Research Part D**, [s. l.], v. 15, n. 7, p. 382–393, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2010.04.006>>

GEURS, Karst T.; VAN WEE, Bert. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 127–140, 2004.

Geurs, K. and J. Ritsema van Eck. (2001). "Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transportation scenarios, and

related social and economic impact." from <http://hdl.handle.net/10029/9487>.

HANDY, S. L.; NIEMEIER, D. A. Measuring accessibility: An exploration of issues and alternatives. **Environment and Planning A**, [s. l.], v. 29, n. 7, p. 1175–1194, 1997.

HANSEN, Walter G. **Accessibility and Residential Growth**. 1959. Massachusetts Institute of Technology, [s. l.], 1959.

HAUSMAN, D. M.; MCPHERSON, M. S. **Economic analysis, moral philosophy, and public policy**. 2nd. ed. [s.l.] : Cambridge University Press, 2006.

IBGE. **Microdados do Censo Populacional** Brasília, Brasil, 2010a.

ITF. Improving Transport Planning and Investment Through the Use of Accessibility Indicators. **International Transport Forum Policy Papers**, [s. l.], v. No 66, 2019.

JONG, Gerard D. E.; DALY, Andrew; KOOPMANS, Carl. Using the Logsum as an Evaluation Measure : Literature and Case Study. **Transport**, [s. l.], n. May, 2005.

KWAN, Mei-po. Gender and Individual Access to Urban Opportunities : A Study Using Space – Time Measures *. [s. l.], v. 51, n. October 1998, p. 210–227, 1999.

LIMA, L. S. et al. **O fenômeno do espraiamento urbano e seus impactos na acessibilidade ao trabalho em Fortaleza**. XXXIII Congresso da ANPET. **Anais...**Balneário Camboriú, Brazil: 2019

Litman, T. (2018) Evaluating Accessibility for Transport Planning: Measuring People's Ability to Reach Desired Goods and Activities, Victoria Transport Policy Institute, Victoria.

LUCAS, Karen. Transport and social exclusion : Where are we now ? **Transport Policy**, [s. l.], v. 20, p. 105–113, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.01.013>>

MACÁRIO, Maria de Rosário Maurício Ribeiro. A ACESSIBILIDADE COMO UM BEM SOCIAL E UM BEM ECONÔMICO : EXISTE NECESSIDADE. [s. l.], n. 2008, 2014.

MENDOZA, Ginés de Rus; BETANCOR, Ofelia; CAMPOS-MÉNDEZ, Javier. Evaluación Económica de Proyectos de Transporte. [s. l.], 2006.

Menezes, E. D. A. G. (2015). Metodologia para Avaliação Estratégica da Problemática da Acessibilidade Urbana sob o Princípio da Equidade. Mestre, Universidade Federal do Ceará.

METZ, David. The Myth of Travel Time Saving your intention to submit a response and when that response might be submitted. [s. l.], v. 28, n. 3, p. 321–336, 2008.

Eric J. Miller (2018) Accessibility: measurement and application in transportation planning, *Transport Reviews*, 38:5, 551-555, DOI: 10.1080/01441647.2018.1492778

NEUTENS, Tijs et al. Equity of urban service delivery: A comparison of different accessibility measures. **Environment and Planning A**, [s. l.], v. 42, n. 7, p. 1613–1635, 2010.

ONU. **Nova Agenda Urbana**. [s.l: s.n.].

PEREIRA, Rafael Henrique Moraes. **Distributive Justice and Transportation Equity : Inequality in accessibility in Rio de Janeiro**. 2018. University of Oxford, [s. l.], 2018.

PEREIRA, R. H. & SCHANEN (2013). Tempo de deslocamento casa-trabalho no Brasil (1992-2009):diferenças entre regiões metropolitana, níveis de renda e sexo. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para Discussão 1813. Brasília. 31p.

SOUSA, F. F. L. M. **Diagnóstico estratégico das desigualdades socioespaciais na acessibilidade ao trabalho em fortaleza**. Universidade Federal do Ceará, 2018.

SOUZA, H. H. H. DE S. **Caracterização da problemática da acessibilidade urbana com base no valor do tempo percebido pelos usuários**. [s.l.] Universidade Federal do Ceará, 2018

VAN WEE, Bert. **Transportation and Ethics**. [s.l.] : Edward Elgar Publishing, 2011.

WEE, Bert Van. Accessible accessibility research challenges. **JTRG**, [s. l.], v. 51, p. 9–16, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.10.018>>

VAN WEE, B.; GEURS, K. T. Discussing equity and social exclusion in accessibility evaluations. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**, v. 11, n. 4, p. 350–367, 2011.

Van Wee, B., Hagoort, M., & Annema, J. A. (2001). Accessibility measures with competition. *Journal of Transport Geography*, 9, 199–208.

WEIBULL, Jörgen W. An axiomatic approach to the measurement of. [s. l.], v. 6, n. August, p. 357–379, 1976.