



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

BRUNO REGES ALMEIDA DE BRITO

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS PLANOS DIRETORES DE FORTALEZA NA
LOCALIZAÇÃO DE ARMAZÉNS LOGÍSTICOS**

FORTALEZA

2025

BRUNO REGES ALMEIDA DE BRITO

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS PLANOS DIRETORES DE FORTALEZA NA
LOCALIZAÇÃO DE ARMAZÉNS LOGÍSTICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes. Área de concentração: Planejamento e Operação de Transportes.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Vieira Bertoncini.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

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

- B875a Brito, Bruno Reges Alemeida de.
Análise da Influência dos Planos Diretores na Localização de Armazéns Logísticos / Bruno Reges Alemeida de Brito. – 2025.
103 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Transportes, Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Bruno Vieira Bertoncini.
1. Uso logístico do solo urbano. 2. Localização logística. 3. Expansão logística. 4. Plano Diretores. 5. Planejamento dos Transportes. I. Título.
-

BRUNO REGES ALMEIDA DE BRITO

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS PLANOS DIRETORES DE FORTALEZA NA
LOCALIZAÇÃO DE ARMAZÉNS LOGÍSTICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes. Área de concentração: Planejamento e Operação de Transportes.

Aprovada em 10 de abril de 2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno Vieira Bertoncini (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva
Universidade Estadual do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Lilian dos Santos Fontes Pereira Bracarense
Universidade Federal do Tocantins (UFTO)

À minha família, amigos e a todos os caminhos
que fizeram chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a minha família, meus pais e minha irmã que acreditam nos meus sonhos e me dão o suporte necessários para alcança-los.

Agradecer a minha cidade, Fortaleza, fonte de inspiração dos meus estudos e norteadora da minha vocação.

Agradecer aos meus amigos, que compartilham essa caminhada da vida e alegam meus dias. Ao Ruan, pelo companheirismo e dedicação.

A todos meus colegas do PETRAN, em nome do Henrique, pelo suporte e parceria na caminhada árdua da pesquisa. A todos meus colegas do TRAMA pela colaboração mútua e construção conjunta.

A todos os professores do PETRAN, em especial ao Professor Bruno, pela dedicação e orientação, e pela confiança em meu trabalho.

Aos professores da banca de defesa, Gildemir e Lilian , pelas orientações e disponibilidade de contribuir com este trabalho.

A CAPES pelo financiamento desta pesquisa que me possibilitou me dedicar exclusivamente durante dois anos. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradeço ter o que agradecer.

a cidade está no homem
quase como a árvore voa
no pássaro que a deixa

cada coisa está em outra
de sua própria maneira
e de maneira distinta
de como está em si mesma

a cidade não está no
homem
do mesmo modo que em
suas
quitandas praças e ruas
(Ferreira Gullar – 1975)

RESUMO

Esta dissertação investiga a interação entre o planejamento urbano e a distribuição de armazéns logísticos na cidade de Fortaleza, analisando como as diretrizes urbanísticas influenciam a localização dessas instalações e contribuíram no processo de expansão logística. O rápido crescimento populacional nas áreas urbanas demanda uma movimentação crescente de mercadorias, essencial para o funcionamento diário das cidades, o que torna a localização estratégica dos armazéns logísticos fundamental para a eficiência do transporte urbano de mercadorias (TUC). Parte-se da premissa de que a deslocalização dos armazéns nas últimas décadas é influenciada pela falta de coordenação entre o planejamento urbano e os sistemas logísticos, além de diretrizes que não asseguram acessibilidade eficiente ao frete urbano. Portanto, a pesquisa busca responder à pergunta central: "Como as localizações de armazéns logísticos são influenciadas pelo planejamento urbano?", analisando as diretrizes nos planos diretores de Fortaleza e sua relação com a localização dos armazéns, e consequente a acessibilidade no contexto da carga. Para isso, realiza-se uma revisão sistemática da literatura para consolidar diretrizes de planejamento que podem afetar a distribuição dessas instalações. Em seguida, avaliam-se a aplicação dessas diretrizes nos planos diretores ao longo do tempo e seus reflexos nas localizações dos armazéns. Por fim, busca-se caracterizar as mudanças na acessibilidade do frete urbano durante o período analisado, observando as variações nas localizações observadas e as propostas nos planos diretores. Esta pesquisa fornece insights valiosos para integrar planejamento urbano e necessidades logísticas, visando otimizar a localização dos armazéns e desenvolver políticas de uso do solo mais eficazes.

Palavras-chave: uso logístico do solo urbano; localização logística; expansão logística; plano diretores.

ABSTRACT

This dissertation investigates the interaction between urban planning and the distribution of logistics warehouses in the city of Fortaleza, analyzing how urban planning guidelines influence the location of these facilities and contribute to the process of logistics expansion. Rapid population growth in urban areas demands an increasing movement of goods, essential for the daily functioning of cities, making the strategic location of logistics warehouses crucial for the efficiency of urban freight transport (UFT). The premise is that the relocation of warehouses in recent decades is influenced by a lack of coordination between urban planning and logistics systems, as well as guidelines that fail to ensure efficient accessibility to urban freight. Therefore, the research seeks to answer the central question: "How are logistics warehouse locations influenced by urban planning?" by analyzing the guidelines in Fortaleza's master plans and their relationship with warehouse locations, and consequently, accessibility in the context of freight. To this end, a systematic literature review is conducted to consolidate planning guidelines that may affect the distribution of these facilities. Next, we evaluate the application of these guidelines in master plans over time and their impact on warehouse locations. Finally, we seek to characterize changes in urban freight accessibility during the analyzed period, observing variations in observed locations and those proposed in master plans. This research provides valuable insights for integrating urban planning and logistics needs, aiming to optimize warehouse locations and develop more effective land use policies.

Keywords: urban land use for logistics; logistics location; logistics expansion; master plans.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Estrutura da dissertação.....	19
Figura 2	– Fluxograma representativo da problemática de pesquisa.....	24
Figura 3	– Fluxograma representativo do método de revisão de literatura.....	26
Figura 4	– Perímetros de localização logística no plano de zoneamento de Paris 2016..	28
Figura 5	– Zonas onde é permitido atividades de armazenagem em Nova Iorque.....	29
Figura 6	– Distribuição populacional de Fortaleza.....	38
Figura 7	– Evolução da ocupação urbana em Fortaleza.....	40
Figura 8	– Recorte temporal dos documentos analisados.....	44
Figura 9	– Fluxograma metodológico de avaliação.....	45
Figura 10	– Zoneamento Urbano no PDCF e permissão de uso logístico.....	47
Figura 11	– Zoneamento e permissão de armazéns no PLANDIRF (1979).....	51
Figura 12	– Zoneamento e permissões de uso no PDDUFor (1992).....	54
Figura 13	– Zoneamento e permissão de armazéns no PDP-For (2009).....	56
Figura 14	– Expansão urbana, zoneamento logístico e localização de armazéns.....	60
Figura 15	– Distribuição de varejos e armazéns (1970-2020).....	74
Figura 16	– Acessibilidade de tempo mínimo de viagem a partir de armazéns nos cenários observado e planejado (1970-2020).....	76
Figura 17	– Comparação dos ganhos e perdas de tempo de viagem considerando o cenário planejado (1970-2020).....	77
Figura 18	– Acessibilidade em oportunidades cumulativas a armazéns nos cenários observado e planejado (1970-2020)	79
Figura 19	– Comparação dos ganhos e perdas de acessibilidade em oportunidades cumulativas considerando o cenário planejado (1970-2020).....	80
Figura 20	– Gráfico boxplot dos níveis de acessibilidade: oportunidades (superior) e tempo mínimo (inferior) com cenários observado (em verde) e planejado (em laranja).....	81
Figura 21	– Média ponderada linear dos cenários observado e planejado (1970-2020)	82
Figura 22	– Percentual de varejos por quintil de acessibilidade observada e planejada...	83
Figura 23	– Mapas LISA com clusters univariados para acessibilidade por oportunidade nos cenários observado e planejado (1970-2020) e cluster HH para densidade de Varejos (1970-2020).....	84

Figura 24 – Média da acessibilidade por oportunidades no cluster HH e percentual do 86
total de varejos presentes no cluster HH.....

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Diretrizes de proximidade para o uso logístico do solo.....	27
Quadro 2	– Dados utilizados para geração de cenários.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Análise das diretrizes no PDCF (1963).....	48
Tabela 2	– Análise das diretrizes no PLANDIRF (1972).....	52
Tabela 3	– Análise das diretrizes no PDDUFor (1992).....	55
Tabela 4	– Análise das diretrizes no PDP-For (2009).....	57
Tabela 5	– Tabela avaliativa e síntese dos resultados.....	59
Tabela 6	– Relação de armazéns existentes e presentes em zonas logísticas.....	73
Tabela 7	– Percentual de hexágonos coincidentes de HH para varejos em HH e LL de acessibilidade.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BRF	Base de dados da Receita Federal
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
FELU	Freight-Efficient Land Uses
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Urbano
LISA	Local Indicators of Spatial Association
LUOS	Lei de Uso e Ocupação Do Solo
MAUP	/ Problema da Unidade de Área Modificável
PDCF	Plano Diretor da Cidade de Fortaleza
PLANDIRF	Plano de Desenvolvimento Integrado Metropolitano de Fortaleza
PDDU-For	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza
PDP-For	Plano Diretor Participativo de Fortaleza
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
SERFHAU	Serviço Federal de Habitação e Urbanismo
TUC	Transporte Urbano de Cargas
ZEDUS	Zonas de Dinamização Urbanística e Socioeconômica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos.....	17
1.2	Estruturação da pesquisa.....	17
2	ASPECTOS DO PLANEJAMENTO DO USO DO SOLO URBANO NA EXPANSÃO LOGÍSTICA.....	20
2.1	Abordagens sobre a expansão logística.....	20
2.1.1	<i>Fatores de influência.....</i>	<i>21</i>
2.1.2	<i>Impactos decorrentes da expansão logística</i>	<i>23</i>
2.2	Método de revisão sistemática de literatura.....	24
2.3	Implicações do planejamento urbano na expansão logística.....	26
2.3.1	<i>Diretrizes de Zoneamento.....</i>	<i>27</i>
2.3.2	<i>Parâmetros de ocupação.....</i>	<i>30</i>
2.3.3	<i>Facilidades de localização.....</i>	<i>31</i>
2.3.4	<i>Consolidação das diretrizes de proximidade logística.....</i>	<i>32</i>
2.4	Considerações finais.....	34
3	AVALIAÇÃO DOS PLANOS DIRETORES DE FORTALEZA E SUAS IMPLICAÇÕES NA LOCALIZAÇÃO DE ARMAZÉNS LOGÍSTICOS... 	37
3.1	Apresentação do Estudo de Caso.....	37
3.1.1	Contexto histórico da evolução urbana de Fortaleza	38
3.2	Plano Diretor como instrumento da política urbana.....	41
3.3	Materiais e Métodos.....	43
3.4	Plano Diretor da Cidade de Fortaleza (1963)	46
3.4.1	<i>Uso do solo e localização logística no PDCF (1963)</i>	<i>46</i>
3.5	Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Fortaleza (1972)	49
3.5.1	<i>Uso do solo e localização logística no PLANDIRF (1973 e 1979)</i>	<i>50</i>
3.6	Plano de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza - PDDUFor (1992)	53
3.6.1	<i>Uso do solo e localização logística no PDDUFor (1992)</i>	<i>54</i>
3.7	Plano Diretor Participativo de Fortaleza - PDP-For (2009)	55
3.7.1	<i>Uso do solo e localização logística no PDP-For (2009)</i>	<i>56</i>
3.8	Considerações a respeito da adoção de diretrizes de proximidade logística nos planos diretores de Fortaleza.....	58

3.9	Considerações Finais.....	61
4	CARACTERIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA ACESSIBILIDADE AOS ARMAZÉNS EM FORTALEZA A PARTIR DAS DIRETRIZES DOS PLANOS DIRETORES.....	63
4.1	Introdução.....	63
4.2	Planejamento por proximidade.....	65
4.2.1	Medidas de acessibilidade.....	67
4.3	Materiais e Métodos.....	69
4.3.1	<i>Dados.....</i>	<i>69</i>
4.3.2	<i>Formulação de cenários de análise.....</i>	<i>70</i>
4.3.3	<i>Análises de acessibilidade.....</i>	<i>72</i>
4.4	Resultados.....	73
4.4.1	<i>Análise exploratória.....</i>	<i>73</i>
4.4.2	<i>Análise da acessibilidade a armazéns baseado em tempo.....</i>	<i>75</i>
4.4.3	<i>Análise da acessibilidade a armazéns baseada em oportunidades.....</i>	<i>78</i>
4.4.4	<i>Acessibilidade média acumulada entre 1970 e 2020.....</i>	<i>82</i>
4.4.5	Análise espacial da relação entre acessibilidade a armazéns e localização de varejos.....	83
4.5	Considerações Finais.....	87
5	CONCLUSÃO.....	90
	REFERÊNCIAS.....	95

1 INTRODUÇÃO

A segunda metade do século XX foi marcada pelo crescimento acelerado da população urbana em todo o mundo. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), em 2018, 55% da população mundial vivia em áreas urbanas, e a expectativa é que esse número aumente para 66% até 2030. Esse crescimento populacional faz com que as cidades abriguem uma maior diversidade de atividades econômicas, sociais e culturais, características do estilo de vida urbano contemporâneo. Contudo, o ambiente urbano não é autossuficiente nos insumos que sustentam seus padrões de vida e depende cada vez mais do transporte de mercadorias para atender às demandas de consumo e comércio, visto que quase todas as atividades no meio urbano dependem, de algum modo, da movimentação de mercadorias (Benjelloun e Crainic, 2008).

O Transporte Urbano de Mercadorias (TUC) é responsável pela última etapa da cadeia de suprimentos: a distribuição nas cidades (Neghabadi *et al.*, 2019). Essa logística abrange o transporte de mercadorias até seus destinos, que podem ser estabelecimentos comerciais ou os próprios consumidores, garantindo o funcionamento de atividades essenciais no cotidiano urbano. Além do transporte em si, a logística urbana envolve uma série de serviços e instalações, como armazéns logísticos e centros de distribuição, responsáveis por gerenciar e armazenar mercadorias antes da sua distribuição final. Essas instalações são fundamentais nas cidades, e sua localização estratégica no meio urbano contribui para o funcionamento adequado do sistema logístico.

A eficiência do TUC pode ser afetada por aspectos da forma urbana e pela localização das instalações logísticas que compõem a rede de distribuição. Cada cidade, de acordo com suas características próprias, pode abrigar sistemas logísticos mais ou menos eficazes. Isto pode influenciar tanto o preço das mercadorias quanto as externalidades geradas pelo transporte, impactando, de alguma forma, a qualidade de vida local. Allen *et al.* (2012) observam que fatores como as atividades desenvolvidas nas cidades, a mistura de usos e a intensidade de uso do solo urbano influenciam a operação do TUC, bem como a localização e organização das instalações de armazenagem na cadeia logística. A decisão sobre a localização desses armazéns está relacionada às escolhas feitas pelos operadores logísticos, que são influenciadas por questões organizacionais, políticas, espaciais e econômicas (Xiao *et al.*, 2021; Hesse e Rodrigue, 2004; Hall e Hesse, 2012).

O padrão de localização de armazéns logísticos nas cidades mudou significativamente nas últimas décadas. Antes da década de 1970, a armazenagem na cadeia de abastecimento era relativamente descentralizada, com armazéns distribuídos em diferentes pontos da cadeia,

geralmente menores e localizados em regiões mais centrais, próximas à indústria e aos consumidores (Allen *et al.*, 2012). No entanto, o declínio da indústria urbana, somado à centralização espacial da armazenagem e ao aumento dos preços dos terrenos, resultou no deslocamento dos armazéns em diversas cidades ao redor do mundo, afastando-os das áreas intraurbanas (Hesse, 2008; Allen *et al.*, 2012; Cidell, 2010).

Esse processo de afastamento das instalações logísticas de áreas intraurbanas para regiões periféricas e exurbanas é conhecido como expansão logística ou "*logistics sprawl*" (Dablanc e Rakotonarivo, 2010). Essas áreas, frequentemente com poucos recursos, caracterizam-se, na maioria dos casos, por serem cidades vizinhas às grandes metrópoles, com baixo valor de solo e menor rigidez no planejamento urbano (Xiao *et al.*, 2021). Vários estudos analisam esse fenômeno em dezenas de cidades e regiões metropolitanas ao redor do mundo, abordando suas causas e impactos, além de mensurar a dimensão e gravidade desse distanciamento (Aljohani e Thompson, 2016).

Entre as principais causas desse fenômeno, destaca-se a falta de coordenação entre o planejamento urbano e os sistemas logísticos. O controle inadequado do uso do solo, e até a exclusão de propostas logísticas nos planos urbanos, criaram uma série de restrições à circulação do transporte de mercadorias, além de limitações quanto à localização de armazéns logísticos e outras instalações (Leigh e Hoelzel, 2012). A exclusão do TUC nas políticas de planejamento urbano deve-se ao fato de que essa atividade é vista como indesejável nos centros urbanos, devido às externalidades que gera, como poluição atmosférica e ruídos. Assim, ignora-se a importância do transporte de mercadorias para o funcionamento da cidade (Hall e Hesse, 2012; Merchán *et al.*, 2015). Além disso, diante da ausência de diretrizes adequadas para a logística urbana, os desenvolvedores logísticos adotaram políticas voluntaristas, utilizando grandes áreas de terra em regiões metropolitanas com regulação territorial mais flexível e permissiva (Raimbault, 2021).

Sendo a expansão logística um fenômeno relacionado ao uso do solo (Todesco e Haefeli, 2016), sua análise deve considerar a perspectiva do planejamento urbano. Portanto, o planejamento da localização de armazéns logísticos deve ser incorporado aos planos urbanísticos, com objetivos claros e estratégias de zoneamento e regulação do uso do solo, visando otimizar os fluxos de transporte e minimizar externalidades (Raimbault *et al.*, 2018). Essa abordagem se torna ainda mais crucial no contexto do comércio eletrônico e das entregas instantâneas, em que a proximidade dos armazéns aos mercados consumidores é essencial para a bom desempenho do TUC (Xiao *et al.*, 2021).

Assim, o planejamento urbano deve buscar alcançar uma integração harmoniosa com o

TUC, promovendo qualidade de vida nas cidades e diminuindo externalidade. Esse objetivo pode ser alcançado a partir da adoção de políticas de uso eficiente do solo logístico (FELU's), que podem ser definidos como padrões de uso do solo que minimizam os custos sociais associados a atividades ligadas ao TUC enquanto maximizam os benefícios das atividades de produção e consumo de bens (Holguin-Veras *et al.* 2021). Iniciativas de gestão do uso logístico do solo podem ser implementadas nas cidades a partir de políticas contidas em planos de uso do solo, planos de transportes e planos específicos para a logística urbana. No entanto, em geral a maioria das propostas que compete ao uso do solo são inseridas em planos diretores que cumprem esse papel.

Apesar de ser um fenômeno amplamente estudado, o espraiamento logístico costuma ser analisado a partir de pesquisas que se concentram em medir o fenômeno ou avaliar seus impactos, com as possíveis causas sendo abordadas de forma isolada. Muitos desses estudos reconhecem a influência do planejamento urbano nessas decisões, mas há uma notável lacuna na compreensão integrada dos fatores que influenciam as diretrizes adotadas pelos planos urbanos (Gabanek, Raimbault e Hall, 2024). Diante disso, surge a primeira questão de pesquisa desta dissertação: *Quais são as diretrizes do planejamento do uso do solo influenciam a expansão logística?*

A partir da compreensão das diretrizes urbanísticas, é possível ter uma visão mais ampla das políticas que influenciam esse fenômeno. No entanto, é necessário considerar como essas diretrizes foram adotadas ao longo do tempo para entender o processo histórico que alterou gradualmente a localização dos armazéns nas cidades. Para isso, é importante observar como as metrópoles têm planejado o uso logístico do solo por meio de seus planos diretores. Assim como em outras grandes cidades, Fortaleza também apresenta fenômenos semelhantes em termos de crescimento, planejamento urbano e localização logística. Portanto, esta dissertação utilizará Fortaleza como estudo de caso para responder à seguinte questão de pesquisa: *De que forma os planos diretores de Fortaleza têm abordado diretrizes para o uso logístico do solo?*

Na busca por entender os efeitos dessas medidas sobre a localização de armazéns, é fundamental considerar as intenções e interesses que motivam essas políticas, bem como as estratégias adotadas. Além disso, compreender os impactos dessas medidas pode auxiliar na formulação de políticas de uso do solo mais adaptadas para otimizar a eficiência do sistema logístico e garantir uma distribuição equitativa dos benefícios e externalidades (Yuan, 2018).

Portanto, é necessário observar o fenômeno da expansão logística além de medidas de distância, já que estas não capturam as particularidades de cada tecido urbano. No contexto atual, medidas de acessibilidade, como o tempo de acesso a serviços e oportunidades para a

população, têm ganhado relevância na análise da acessibilidade em áreas urbanas, como o conceito da "Cidade de 15 minutos" (Moreno *et al.*, 2021), que busca distribuir serviços de forma acessível, reduzindo o tempo de deslocamento.

No contexto do TUC, medidas de acessibilidade ainda são pouco utilizadas na análise da distribuição de mercadorias, embora desempenhem um papel importante na relação entre fornecedores e consumidores. Esse papel se torna ainda mais relevante com o aumento das entregas domiciliares impulsionadas pelo comércio eletrônico (Holguin-Veras *et al.*, 2017). A localização estratégica de armazéns nas áreas urbanas é central para a redução do tempo de entrega, da distância percorrida pelos caminhões e, conseqüentemente, da geração de externalidades. A associação entre medidas de acessibilidade e políticas de uso do solo pode ajudar as cidades a desenvolverem sistemas logísticos mais acessíveis, que minimizem o deslocamento no ambiente urbano e possibilitem a adoção de novas modalidades de entrega (Rivera-Gonzalez e Amaral, 2024). Assim, surge a terceira questão de pesquisa: *Qual o impacto da localização dos armazéns logísticos na acessibilidade a armazéns ao longo dos anos em Fortaleza?*

Essa questão busca compreender como a localização de armazéns logísticos em Fortaleza tem evoluído ao longo do tempo, ou seja, como o fenômeno da expansão logística ocorreu, utilizando medidas de acessibilidade para medir os impactos dessa localização distribuição de mercadorias no território.

Diante desse contexto, esta dissertação visa entender as relações entre as estratégias logísticas adotadas nos planos diretores e o fenômeno da expansão logística em Fortaleza, associando políticas de uso do solo à localização de armazéns logísticos. A pesquisa também observará a evolução temporal desse fenômeno nas últimas décadas, buscando caracterizar os efeitos das políticas adotadas.

1.1 Objetivos

A partir das reflexões apresentadas acima, esta dissertação tem como objetivo geral *Analisar a influência dos planos diretores de Fortaleza na localização dos armazéns logísticos*. Essa análise busca a compressão de quais políticas e diretrizes de proximidade influenciam no distanciamento dos armazéns, como podem ser adotadas nos planos diretores e quais os reflexos disso na distribuição de mercadorias na cidade.

Para atingir esses objetivos, são necessários três objetivos específicos, sendo eles os seguintes:

1. Identificar quais as diretrizes adotadas no planejamento urbano podem influenciar a

expansão logística.

2. Analisar a utilização das diretrizes de uso do solo logístico adotadas nos planos diretores de Fortaleza e seus impactos na localização dos armazéns.
3. Caracterizar a mudança de acessibilidade do frete urbano a partir da adoção de diretrizes nos planos diretores de Fortaleza.

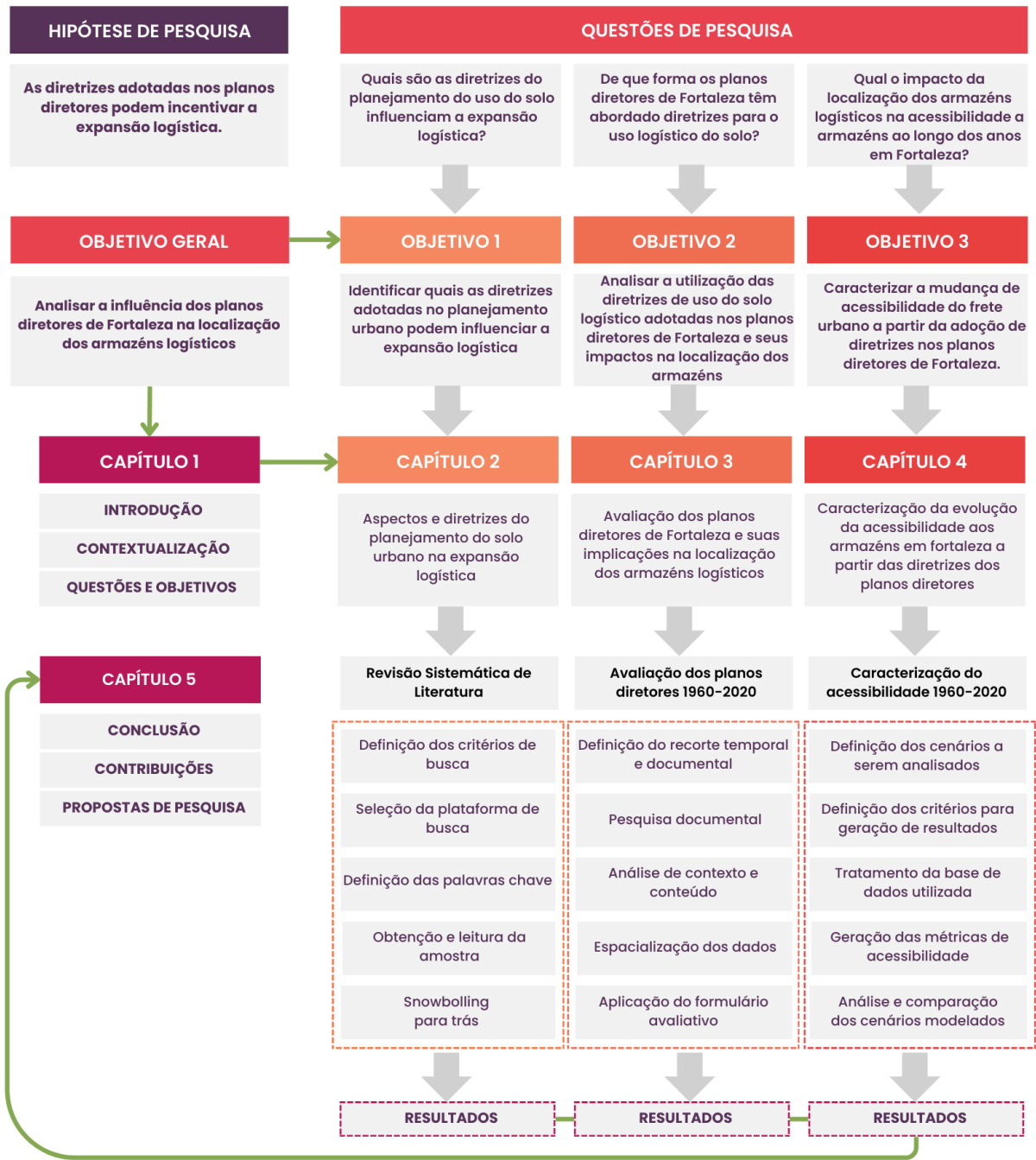
1.2 Estruturação da pesquisa

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos: o primeiro destinado à introdução e o último à conclusão. Cada capítulo nesse entremeio trata de um objetivo específico, vinculado a uma questão de pesquisa. Embora os objetivos sejam discutidos separadamente, os resultados obtidos em cada etapa contribuirão para o alcance do próximo, integrando o objetivo geral da dissertação. A estrutura da dissertação, bem como as questões de pesquisa, objetivos e procedimentos estão descritos na Figura 1.

O segundo capítulo é construído com base em uma revisão sistemática da literatura, cujo propósito é alcançar o primeiro objetivo específico: *Identificar quais diretrizes adotadas no planejamento urbano podem influenciar a expansão logística*, respondendo à primeira questão de pesquisa. Esses resultados serão usados como indicadores qualitativos na análise do capítulo 3, que examinará as diretrizes logísticas dos planos diretores de Fortaleza. O objetivo é entender como os planos influenciam a localização dos armazéns logísticos na cidade, seja aproximando-os ou distanciando-os. Para isso, serão avaliados o conteúdo e o contexto dos planos, além das propostas para o setor logístico, relacionando-as com outras diretrizes e com o processo de expansão urbana. O capítulo também investigará as decisões de planejamento do uso do solo logístico desde a década de 1960 e as possíveis conexões com a localização dos armazéns.

O quarto capítulo tem como objetivo caracterizar a mudança na acessibilidade do frete urbano em Fortaleza, por meio de medidas de acessibilidade de tempo mínimo de viagem e oportunidade cumulativas a armazéns. Essas alterações estão relacionadas à expansão logística, pois o distanciamento dos armazéns impacta o tempo de entrega nas diversas regiões da cidade e a quantidade de oportunidades que determinada região da cidade é servida. Aqui, o fenômeno será analisado sob a perspectiva do acesso, indo além do distanciamento físico dessas instalações, e buscando relacionar as diretrizes de planejamento com as mudanças ao longo das décadas.

Figura 1: Estrutura da Dissertação



Fonte: Autoria própria (2024).

Por fim, o quinto capítulo apresenta as considerações finais, destacando os principais achados e resultados da pesquisa. Este capítulo também discute as implicações políticas do estudo e sugere lacunas para pesquisas futuras.

2 ASPECTOS DO PLANEJAMENTO DO USO DO SOLO URBANO NA EXPANSÃO LOGÍSTICA

Apesar de a expansão logística ter sido considerada em estudos de dezenas de cidades, essas pesquisas têm se concentrado, em sua maioria, na constatação do fenômeno a partir de análises centrográficas e na identificação e medição do deslocamento. Poucos estudos investigaram de forma objetiva a relação entre políticas de uso do solo, como planos diretores e zoneamentos locais, e os impactos dessas medidas no distanciamento dos armazéns e outras instalações logísticas nas metrópoles (Heitz *et al.*, 2020). Apesar dos intensos esforços dos planejadores urbanos nas últimas décadas para melhorar a forma como são elaborados os planos urbanos, observa-se que uma parte importante desses planos negligencia a gestão de zonas logísticas nas cidades ou as trata como áreas indesejáveis ao meio urbano. Isso ocorre devido ao processo de desindustrialização nas cidades e à suburbanização dessas atividades (Leigh e Hoelzel, 2012).

Este capítulo tem como objetivo identificar lacunas conceituais no conhecimento científico produzido sobre a expansão logística, permitindo consolidar as possíveis relações entre o planejamento do uso do solo urbano e suas implicações no distanciamento das localizações dos armazéns nas metrópoles. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, foram investigadas as diretrizes e políticas adotadas no processo de planejamento urbano que têm contribuído para a reorganização da localização de atividades logísticas. Busca-se, então, organizar e alinhar os conhecimentos já produzidos, encontrados em análises empíricas e conceituais do fenômeno em diversas cidades ao redor do mundo.

Para atingir esse objetivo, o capítulo 2 está estruturado da seguinte forma: a seção 2.1 apresenta o estado da arte em relação ao espraiamento logístico e seus desdobramentos, além da identificação das lacunas de conhecimento relacionadas a essa questão. Na seção 2.2, é descrito o método de revisão sistemática da literatura utilizado. Na seção 2.3, são discutidos os resultados obtidos a partir da revisão de literatura, com foco na identificação das diretrizes de planejamento urbano e uso do solo que podem influenciar no agravamento do espraiamento logístico nas cidades. Por fim, a seção 2.4 conclui o capítulo, organizando essas diretrizes e consolidando a revisão da literatura realizada na seção anterior.

2.1 Abordagens sobre a expansão logística

As mudanças estruturais nas atividades logísticas têm levado a alterações em suas operações, funções e preferências de localização. As novas dinâmicas logísticas e a expansão

da cadeia de abastecimento global, impulsionadas pelo comércio eletrônico, têm demandado mais espaço físico para suas operações (Xiao *et al.*, 2021). Sabendo que as decisões locais são limitadas pela disponibilidade e por políticas de uso do solo administradas pelas autoridades locais (Aljohani e Thompson, 2016), observa-se que essas instalações têm se distanciado dos núcleos urbanos para regiões suburbanas, à procura de ambientes mais favoráveis em relação à localização, tanto financeiramente quanto institucionalmente (Cidel, 2010). Outras pesquisas, como a realizada por Aljohani e Thompson (2016) identificam fatores de influência deste fenômeno no ambiente urbano, como planejamento inadequado do uso do solo e da logística urbana, além de questões operacionais e locais. Eles também classificam os impactos dessa expansão na geografia urbana e no aumento da distância percorrida pelos caminhões, agravando as externalidades negativas, como o aumento das emissões de poluentes.

No planejamento urbano, Allen *et al.* (2012) classificam em três eixos as tendências que alteraram as dinâmicas do uso do solo logístico: a desindustrialização urbana e uso dos terrenos centrais, a centralização dos armazéns em menos centros de distribuição, mas com maior consumo de terra, e o aumento do preço da terra nas áreas centrais. Gabanek, Raimbault e Hall (2024) também consideram as posições dos governos locais, do mercado imobiliário e do mercado de trabalho como influentes fatores nas mudanças logísticas em territórios urbanos.

2.1.1 Fatores de influência

Novas demandas operacionais ditam os requisitos de escolha locacional. Mudanças nos perfis das cadeias de abastecimento passaram a ser orientadas pela procura em vez da gestão baseada na oferta, exigindo instalações de alto rendimento e terrenos maiores. A expansão do comércio global, do comércio eletrônico e das entregas instantâneas aumentou o nível de rendimento dos armazéns e centros de distribuição (Sakai *et al.*, 2020; Hesse e Rodrigues, 2004). Isso implica a substituição do padrão de construção das instalações em áreas centrais, que se tornaram ineficientes, exigindo edificações maiores e mais robustas (Leigh e Hoelzel, 2012; Hesse, 2004).

Em busca de terrenos que supram as necessidades de espaço e acessibilidade à infraestrutura de transportes, os empreendimentos logísticos passaram a preferir áreas suburbanas, fora do perímetro urbano central (Andreoli *et al.*, 2010). Com a diminuição dos custos de transporte e maior flexibilidade locacional de armazéns e centros de distribuição, os custos imobiliários se tornaram motivadores dessas mudanças locais (Hesse, 2004; Cidell, 2010). Assim, as áreas suburbanas são mais atraentes por oferecerem terrenos a baixo custo, menos congestionamentos, e boas conexões com rodovias, portos e aeroportos (Woudsma *et al.*

2008; Dablanc *et al.* 2014).

As cidades alteraram seus códigos de zoneamento, mudando permissões de desenvolvimento das instalações logísticas em áreas urbanas centrais. Com a desindustrialização urbana e a alta demanda por solo urbano, os zoneamentos passaram de industriais para não industriais (Aljohani e Thompson, 2016). A permissão de novos usos em terrenos centrais abriu oportunidades imobiliárias, elevando os preços e a uma disputa por usos mais competitivos, deslocando atividades logísticas para regiões suburbanas (Leigh e Hoelzel, 2012).

Essas mudanças são apoiadas pelo mercado imobiliário e pela população local, justificadas pelos incômodos por gerados pela atividade logística e a produção de externalidades negativas, como congestionamento e poluição (Strale, 2020). Assim, empreendimentos logísticos evitam conflitos em regiões centrais e preferem se estabelecer em áreas periféricas, se beneficiando de vantagens imobiliárias (Hesse, 2004). No entanto, esse deslocamento leva externalidades negativas a populações vulneráveis que residem nessas regiões, e normalmente possuem menor renda e poder de negociação (Yuan, 2018; Mohai *et al.*, 2009).

Uma questão importante na relação entre expansão logística e planejamento urbano é a crescente financeirização logística nas últimas três décadas. Raimbault (2022) observa que empresas do setor logístico optam por soluções imobiliárias flexíveis, preferindo alugar instalações. Essa gerência imobiliária é feita por empresas especializadas que desenvolvem e gerenciam armazéns, criando grandes parques logísticos que privatizam terrenos significativos e criam suas próprias políticas de gestão (Hesse, 2004; Raimbault, 2022; Heitz e Dablanc, 2015). Esse modelo é recebido de forma diversa conforme a posição de cada município na hierarquia urbana. O acolhimento desses empreendimentos depende da localização e do bem-estar socioeconômico da região (Dablanc e Ross, 2012). Em geral, grandes cidades têm pouco interesse em abrigar instalações logísticas desse porte, enquanto municípios suburbanos menores veem esses empreendimentos como geradores de empregos (Raimbault, 2022; Giuliano e Kang, 2018).

A configuração do mercado imobiliário logístico reflete a falta de políticas de planejamento regional e metropolitano (Raimbault, 2022). Isso ocorre porque as políticas são construídas a partir das jurisdições locais, sem considerar a metrópole como um tecido urbano único. Além disso, municípios menores frequentemente carecem de conhecimento especializado em logística e transporte, contribuindo para a dualização logística entre regiões urbanas e suburbanas, agravando a expansão logística (Dablanc e Browne, 2020).

2.1.2 Impactos decorrentes da expansão logística

As alterações locacionais de instalações logísticas têm continuamente produzido externalidades negativas. Aljohani e Thompson (2016) consideram que analisar os impactos da expansão logística pode contribuir para políticas públicas eficazes e planejamento urbano, visando reintegrar essas instalações. Eles classificam esses impactos em alterações na geografia da logística urbana, aumento da distância percorrida pelos caminhões, impactos ambientais negativos e deslocamento de empregos das áreas centrais. Os deslocamentos alteram as localizações de instalações logísticas, causando impactos maiores do que as próprias edificações (Hesse, 2004). Heitz e Dablanc (2015) sugerem que a expansão logística em Paris aumentou as fronteiras do tecido urbano. Já que novos moradores são atraídos pelos empregos gerados, incentivando novos desenvolvimentos residencial nas proximidades (O'Connor e Parsons, 2011).

O afastamento do núcleo urbano implica maiores distâncias entre armazéns e consumidores, exigindo transbordo entre veículos, o que aumenta o número de viagens e o tráfego de caminhões (Crainic *et al.*, 2004). Estudos mostram que a distância média das instalações para o baricentro aumentou em cidades como Paris, Atlanta, Los Angeles e Tóquio (Dablanc e Rakotonarivo, 2010; Dablanc e Ross, 2012; Sakai *et al.*, 2015). O aumento das distâncias pode levar a um maior consumo de combustível e aumento na emissão de poluentes (Dablanc e Rakotonarivo, 2010). Além do aumento das emissões, a mudança na localização dos armazéns pode agravar outras externalidades negativas, como ilhas de calor e impermeabilização do solo, agravados pelos grandes telhados dessas edificações, que aumentam significativamente nas áreas periféricas (Voogt, 2007; Yang e Li, 2013). O aumento do tráfego de caminhões que degrada a qualidade de vida local nas regiões que recebem essas instalações e seu entorno, ao provocar a geração de congestionamentos em áreas urbanas, ruídos, potenciais problemas de segurança viária e desgaste na infraestrutura de transportes (Lindsey *et al.*, 2014; Cidell, 2015). Essas problemáticas quando transferidas para áreas periféricas sobrecarregam de forma desigual populações vulneráveis ou de menor renda (Yuan, 2018)

Yuan (2018) considera que usos de terra indesejáveis causam impactos substanciais em bairros anfitriões, geralmente onde as comunidades têm menor resistência política. Isso pode ser influenciado pelo status socioeconômico e composição racial (Mohai *et al.*, 2009). Em Los Angeles, Yuan (2018) observa que a localização de moradia das minorias pode atrair o desenvolvimento de armazéns, por fatores como disponibilidade de terras na proximidade, regulamentos de uso do solo e menor resistência política. O que conseqüentemente os leva a

Inicialmente, foi realizada uma busca preliminar de artigos mais citados que abordam o fenômeno em questão. Essa etapa permitiu a construção de um conhecimento prévio sobre o tema, servindo de base para o referencial teórico apresentado na seção anterior. Além disso, essa busca preliminar auxiliou na definição das palavras-chave utilizadas na busca sistemática. As principais palavras-chave identificadas foram: "*logistics sprawl*", "*land use logistics*", "*urban logistics*", "*land use planning*" e "*warehouse*".

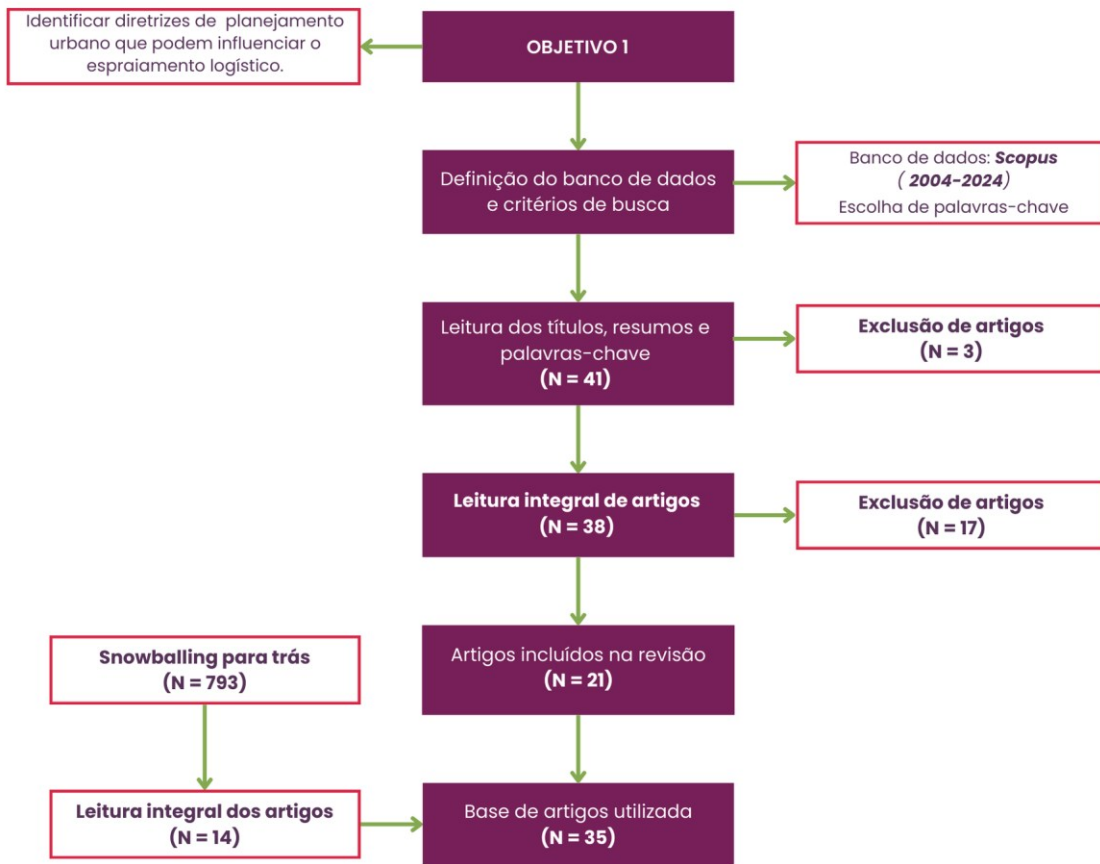
A seguir, foram realizados testes com diferentes combinações de palavras-chave e conectores, visando selecionar a string de busca com maior retorno de artigos. Além das palavras-chave mencionadas, foram testadas expressões como "*zoning*", "*logistic facilities*" e "*urban planning*", porém, estas resultaram em amostras bastante restritas, que não abrangem a diversidade de textos necessária para compor a amostra.

Como resultado, chegou-se à seguinte string: *((logistics AND sprawl OR proximity) AND (logistics AND land AND use) AND (transport) AND (urban AND logistics))*. O termo "transport" foi incluído para restringir os artigos à área de transportes, enquanto "sprawl" e "proximity" foram utilizados para englobar artigos que tratam tanto da expansão logística quanto do movimento reverso de reaproximação. As palavras-chave foram então inseridas o banco de dados, utilizando a ferramenta de busca avançada. Como primeiro resultado, foram obtidos 41 artigos contendo essas expressões em seus títulos, resumos ou palavras-chave.

Após a leitura dos títulos e resumos, três artigos foram excluídos por não se alinharem ao escopo da pesquisa. A leitura detalhada do restante da amostra levou à exclusão de outros 17 artigos por não apresentarem contribuições relevantes ao objetivo da pesquisa, resultando em uma amostra de 21 artigos.

Para complementar a busca, foi aplicado o método de *snowballing* para trás, que consiste em analisar as referências utilizadas nos artigos da amostra principal. Essa busca foi realizada dentro da base da plataforma Scopus, identificando-se inicialmente 793 artigos. Após a exclusão de duplicatas e a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, outros 14 artigos foram selecionados para compor a amostra final por apresentarem contribuições semelhantes a amostra principal selecionada. Desta forma, a base final contou com 35 artigos utilizados como base para revisão de leitura apresentada a seguir.

Figura 3: Fluxograma representativo do método de revisão de literatura



Fonte: Autoria própria (2024).

2.3 Implicações do planejamento urbano na expansão logística

Assim como outros subsistemas urbanos, a operação logística nas cidades é fundamental para o funcionamento da vida urbana, sendo diretamente moldada pela forma e ocupação do espaço, bem como pela distribuição e localização de usos urbanos. As decisões locais de infraestrutura logística, como centros de distribuição e armazéns, assim como outras atividades urbanas, são controladas por diretrizes de zoneamento e leis de uso e ocupação do solo. A circulação é, por sua vez, direcionada por planos de transportes desenvolvidos por diversos órgãos do poder público.

Esta revisão de literatura organizou os resultados obtidos e classificou as diretrizes de planejamento encontradas em três categorias e treze diretrizes. As categorias estão divididas em diretrizes de zoneamento, parâmetros de ocupação e facilidades de localização. Essa classificação foi definida com base no âmbito em que as medidas interferem, seja nos aspectos de permissões e restrições de localização dentro do tecido urbano, na forma como o edifício pode ser construído e ocupado em um terreno, ou na infraestrutura necessária e facilidades para sua instalação.

Quadro 1: Diretrizes de proximidade para o uso logístico do solo.

	Diretriz de uso do solo	Definição	Referências
ZONEAMENTO	Z1 Proposição de zonas logísticas	Proposição de zonas em que o uso logístico seja incentivado, garantindo acesso a terrenos amplos e acessíveis.	Guerin <i>et al.</i> , 2021; Woudsma C.; Jakubicek P., 2020; Buldeo Rai <i>et al.</i> , 2022; Raimbault <i>et al.</i> , 2019; Yuan, 2018; Holguin-Veras, 2023;
	Z2 Preservação de zonas logísticas e industriais	O plano preserva zonas já existentes com permissão ao uso logístico garantindo o funcionamento de instalações já existentes e evitando a migração das instalações.	Strale, 2020; Holguin-Veras, 2022; Raimbault <i>et al.</i> , 2018; Baldeo Rai <i>et al.</i> , 2022; Yuan, 2018; Xiao <i>et al.</i> , 2021;
	Z3 Restrições em áreas densas aumentam externalidades	O plano implementa adequações de circulação e funcionamento das atividades logísticas nas áreas centrais, facilitando o abastecimento e diminuindo restrições de uso.	Sakai <i>et al.</i> , 2019
	Z4 Uso misto do solo para instalações logísticas	Permissão de armazéns menores em zonas não reservadas e de uso misto.	Lim H.; Park M., 2020; Baldeo Rai <i>et al.</i> , 2022; Raimbault, 2019; Raimbault <i>et al.</i> , 2018; Xiao <i>et al.</i> , 2021;
	Z5 Políticas e planos de zoneamento regional e metropolitano	Adoção de integração de políticas de uso logístico entre municípios da região metropolitana.	Raimbault, 2019; Strale, 2020; Raimbault <i>et al.</i> , 2018; Xiao <i>et al.</i> , 2021; Gabanek <i>et al.</i> , 2024; Raimbault, 2022; Holguin-Veras, 2022; Dizian <i>et al.</i> , 2012;
OCUPAÇÃO	O1 Diretrizes de ocupação do lote	Estratégias de design sensível com o entorno dos armazéns, diminuindo o impacto da instalação e seu funcionamento, como maiores recuos.	Dizian <i>et al.</i> , 2012; Baldeo Rai, 2023;
	O2 Vagas de carga e descarga	Exigência de vagas de carga e descarga.	Holguin-Veras, 2023; Baldeo Rai, 2023;
LOCALIZAÇÃO	L1 Valor do Solo	As zonas logísticas são localizadas em regiões de valor do solo compatível com o desenvolvimento de instalações logísticas.	Kang, 2020; Thiemermann e Grob, 2023; Sakai <i>et al.</i> , 2020;
	L2 Acessibilidade a infraestrutura viária	As zonas logísticas são localizadas em regiões acessíveis a vias expressas e arteriais.	Thiemermann e Grob, 2023; Sakai <i>et al.</i> , 2016; Pinheiro <i>et al.</i> , 2025;
	L3 Proximidade ao mercado consumidor	As zonas logísticas são localizadas de forma acessível a regiões densamente povoadas diminuindo a distância ao mercado consumidor.	Thiemermann e Grob, 2023; Sakai <i>et al.</i> , 2016; Aljohani e Thompson, 2016; Baldeo Rai <i>et al.</i> , 2022;
	L4 Proximidade a mão de obra	As zonas logísticas são localizadas de forma acessível a regiões densamente povoadas diminuindo o deslocamento dos trabalhadores das instalações.	Thiemermann e Grob, 2023; Sakai <i>et al.</i> , 2016.

Fonte: Autoria própria (2024).

2.3.1 Diretrizes de Zoneamento

Como abordado na subseção 2.1, as decisões de políticas públicas e regulamentos governamentais impactam significativamente a localização de atividades no território, especialmente de instalações logísticas como armazéns. Estes, frequentemente negligenciados nos planos de zoneamento, têm incentivado a migração das áreas centrais (Buldeo Rai *et al.*, 2022). Além disso, muitas jurisdições urbanas veem essas atividades como indesejáveis em suas áreas centrais, adotando medidas restritivas para a sua implantação (Xiao *et al.*, 2021; Dablanc, 2018). Essas restrições são frequentemente expressas nos planos de zoneamento, que

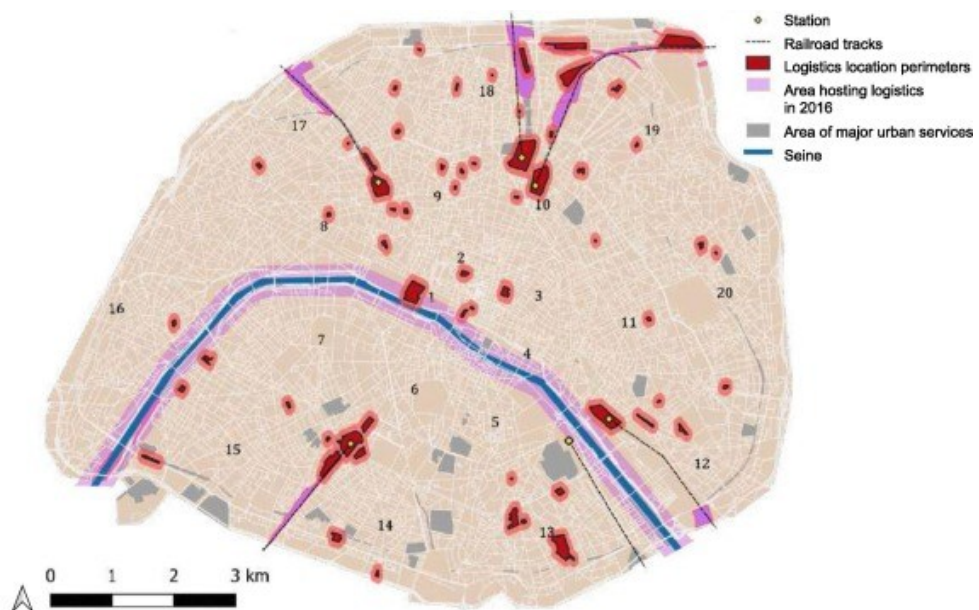
limitam ou até impedem grandes e médias instalações logísticas.

Parte importante dessas diretrizes refere-se às restrições de uso para instalações, muitas vezes incentivando a expansão logística e aumentando as externalidades (Sakai *et al.*, 2016). Instalações de maior porte são mais afetadas por essas restrições, o que reduz as opções de terrenos e eleva os preços devido à menor oferta. Diziain *et al.* (2012) destaca que os municípios podem influenciar a oferta de terrenos logísticos ao oferecer seus próprios terrenos ou por meio de códigos de uso do solo e zoneamento que reserve zonas para esses usos.

Para mitigar o aumento dos preços e garantir parcelas de terreno reservadas para uso logístico, muitas cidades têm criado zonas logísticas exclusivas ou de sobreposição, reservando terrenos exclusivamente para o uso logístico ou integrando-o a outros usos (Buldeo Rai *et al.*, 2022). Essas zonas devem ter localização estratégica, com boa acessibilidade a infraestruturas de transporte e ao mercado consumidor, reduzindo as distâncias percorridas nas entregas (Kang, 2020).

Em zonas com maior disponibilidade de terrenos, pode ser necessário reservar áreas para expansão futura, evitando que os empreendimentos se mudem caso precisem expandir suas instalações (Holguin-Veras *et al.*, 2022). Contudo, tais medidas devem ser cuidadosamente analisadas para evitar conflitos de interesse e limitações no desenvolvimento de outros usos, embora sejam essenciais para reduzir as distâncias do TUC (Raimbault, 2019).

Figura 4: Perímetros de localização logística no plano de zoneamento de Paris 2016.



Fonte: Buldeo Rai *et al.* 2022

Grandes cidades têm desenvolvido planos de uso do solo que visam introduzir

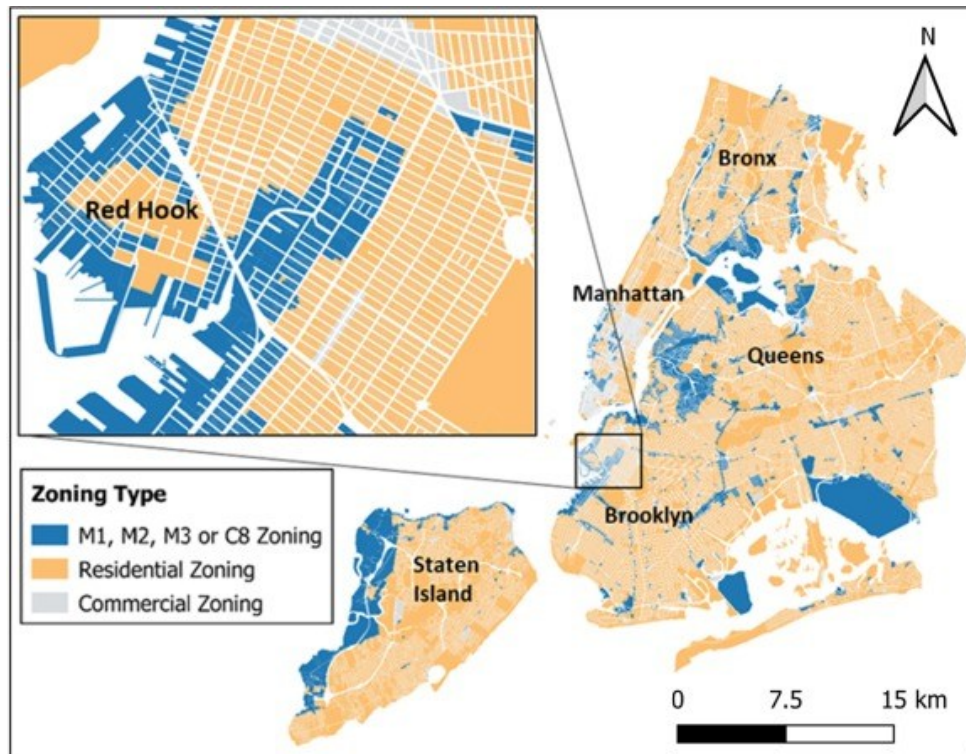
instalações logísticas em áreas urbanas densas, reduzindo a distância percorrida pelos caminhões. Paris, por exemplo, no início dos anos 2000, introduziu mais de sessenta perímetros logísticos em terrenos privados, destinados à criação de micro hubs logísticos (Buldeo Rai *et al.*, 2022). Esses perímetros visam a criação de instalações de até 1.000 m², sem substituir as grandes instalações suburbanas (Figura 4) (Dablanc, 2023).

Por outro lado, Nova Iorque classifica atividades de armazenamento como indústria leve, permitindo a construção de armazéns e centros de distribuição em áreas industriais e comerciais próximas a áreas residenciais (Buldeo Rai, 2023). No entanto, essa configuração tem causado impactos negativos, como aumento do tráfego e conflitos com a população local. Para mitigar essas externalidades, as empresas logísticas têm incorporado usos mistos em seus edifícios, enquanto o governo local adota medidas de desempenho, como gestão do uso do solo com indicadores de ruído, tráfego e emissões (Buldeo Rai *et al.*, 2023).

A alocação de novas zonas logísticas em áreas centrais pode enfrentar desafios, como a baixa disponibilidade de terrenos adequados ou compatíveis com o entorno. Em muitas cidades, zonas industriais urbanas entraram em declínio nas últimas décadas devido à desindustrialização e mudanças na localização dos galpões industriais, resultando na conversão de grandes parcelas de terrenos industriais para outros usos, diminuindo a oferta de terrenos amplos (Xiao *et al.*, 2021; Gabanek *et al.*, 2024). No entanto, em outras cidades, essas zonas ainda são alvo de especulação imobiliária, o que eleva o valor do solo e dificulta o desenvolvimento logístico (Sakai *et al.*, 2016; Aljohani e Thompson, 2016).

A criação de zonas logísticas em espaços intraurbanos pode ser mais eficaz através do reaproveitamento de zonas industriais já existentes, estrategicamente localizadas ao longo de ferrovias, portos e rodovias (Holguin-Veras, 2023; Cidel, 2011). Essas zonas já possuem os requisitos adequados para empreendimentos logísticos, como localização, acessibilidade e permissões de zoneamento (Raimbault, 2022; Strale, 2020). Além disso, zonas portuárias e áreas próximas a terminais ferroviários urbanos, que compartilham essas características, são adequadas para instalações logísticas auxiliares (Holguin-Veras, 2023; Raimbault, 2019).

Figura 5: Zonas onde é permitido atividades de armazenagem em Nova Iorque.



Fonte: Buldeo Rai *et al.*, 2022

A gestão destas zonas pode incluir a criação de "aldeias de carga" que atuam como clusters logísticos, abrigando diversas instalações maiores em uma mesma área (Holguin-Veras, 2023). A coordenação entre setor público e privado é fundamental, pois permite a partilha de custos e incentivos, além de uma gestão mais eficiente do uso do solo (Raimbault, 2019). No entanto, essas iniciativas devem ser alocadas em zonas de menor densidade populacional para evitar impactos negativos nos centros urbanos (Holguin-Veras, 2023).

Instalações logísticas menores, como armazéns, podem ser localizadas em áreas urbanas densas sem causar grandes transtornos, ajudando a mitigar as externalidades do TUC convencional ao reduzir distâncias e emissões, aproximando-se dos comércios e consumidores finais (Holguin-Veras, 2023; Buldeo Rai *et al.*, 2022). Os governos locais podem reduzir as restrições de localização ao permitir que armazéns e centros de distribuição sejam desenvolvidos em regiões mais densas, desde que sigam padrões de qualidade para mitigação de externalidades, como a redução de ruídos e congestionamento (Buldeo Rai, 2023).

Os padrões espaciais da logística são mais complexos do que a simples distinção entre áreas urbanas e suburbanas (Cidell, 2011; Heitz, 2021). A logística impacta as regiões urbanas de diversas formas, influenciando o planejamento e as políticas públicas (Hesse, 2004). A demanda por grandes terrenos de baixo custo conectados a rotas de transporte contribui para um desenvolvimento logístico fragmentado, gerando preocupações sociais e ambientais. A capacidade de governos locais e movimentos sociais influenciarem esse desenvolvimento

depende da localização dos terrenos, da situação econômica dos municípios e da possibilidade de discussão pública sobre o assunto.

Para enfrentar essa fragmentação, a literatura recomenda uma abordagem regional ao planejamento logístico urbano (Dablanc e Ross, 2012) com a integração do uso do solo, transporte de carga e planejamento econômico (Hall e Hesse, 2012). Uma maior colaboração entre as cidades dentro de uma mesma região metropolitana é essencial para um desenvolvimento mais consistente e coordenado (Raimbault *et al.*, 2018). Isso inclui a partilha de receitas, aprovação coordenada de localização e fornecimento conjunto de infraestrutura, mitigando o congestionamento e melhorando a movimentação de mercadorias. Uma abordagem regional pode reduzir a competição entre cidades, evitando a rejeição de instalações de transporte em comunidades menos organizadas e abordando a base de emprego local e programas de formação (Raimbault *et al.*, 2018).

No entanto, a viabilidade do planejamento regional enfrenta desafios devido à autonomia das jurisdições municipais e suas políticas individuais de uso do solo e desenvolvimento econômico (Cidell, 2011; Hall e Hesse, 2012). Políticas de logística urbana com foco local e pouca integração regional podem causar dualidade de interesses, deslocando atividades das cidades maiores para as suburbanas e diminuindo o poder regulatório sobre estratégias de localização (Cidell, 2010; Raimbault *et al.*, 2018). Portanto, as diretrizes de zoneamento e uso do solo devem seguir uma lógica regional e metropolitana para promover iniciativas coordenadas e menos fragmentadas (Xiao *et al.*, 2021; Gabanek *et al.*, 2024).

2.3.2 Parâmetros de ocupação

Além das políticas de zoneamento, as políticas urbanas voltadas para a localização de instalações logísticas devem considerar cuidadosamente a introdução dessas instalações no ambiente urbano, desde a construção até a mitigação dos impactos no entorno durante a operação. Isso pode ser alcançado por meio de estratégias de design sensível à comunidade, que incluem a implantação adequada dos galpões no terreno, fachadas ativas voltadas para a rua e a utilização dos passeios (Dizain *et al.*, 2012). Buldeo Rai (2023) sugere que a ocupação do terreno seja planejada para minimizar externalidades, como ruídos, ao concentrar as atividades mais ruidosas na parte central do lote, reservando as extremidades para usos mistos menos perturbadores. Essa medida pode ser ainda mais eficaz quando os planos de uso do solo exigem que atividades com potencial perturbador adotem buffers, entre o limite do lote e a edificação principal.

Os buffers podem ser implementados sob a forma de recuos, que criam um espaço de

amortecimento entre a instalação e os lotes vizinhos, ou como faixas de plantio, criando áreas permeáveis com vegetação antipoluição. Essas medidas não apenas ajudam a amortecer os ruídos e poluentes emitidos, mas também contribuem para o gerenciamento das águas pluviais e o aumento da permeabilidade do solo (Holguin-Veras, 2023; Buldeo Rai, 2023). Além disso, os códigos de uso do solo podem estabelecer diretrizes, como a exigência de um número mínimo de vagas para carga e descarga e terminais de docas, com o objetivo de diminuir o impacto nas vias do entorno (Buldeo Rai, 2023).

2.3.3 Facilidades de localização

Além dos fatores diretamente relacionados às políticas de uso do solo, a localização de armazéns e outras instalações logísticas é influenciada por fatores relevantes, como o preço do solo, acessibilidade à malha viária (rodovias e ferrovias), proximidade a importantes terminais de transporte (portos, aeroportos e ferrovias), proximidade ao mercado consumidor e à mão de obra (Thiemermann e Grob, 2023; Kang, 2022). Embora essas facilidades não sejam diretamente reguladas pela política de uso do solo, elas podem ser influenciadas pelas diretrizes de ocupação impostas nos planos, motivo pelo qual são consideradas nesta revisão.

O valor e a disponibilidade do solo urbano são considerados os principais fatores determinantes na escolha locacional das atividades, incluindo a logística (Cascetta, 2009; Thiemermann e Grob, 2023). No caso da indústria logística, o valor do solo urbano é especialmente relevante, já que esse setor geralmente consome grandes parcelas de terra para seu funcionamento, e, por essa razão, não consegue competir com os valores pagos por outros usos urbanos, como residenciais e comerciais (Sakai *et al.*, 2020; Dizain, 2012). Dessa forma, a decisão de se instalar dentro dos perímetros urbanos é desafiada pelo alto custo dos terrenos e da construção, o que afeta a viabilidade desses empreendimentos.

A distribuição da densidade populacional, mão de obra e dos varejos tornam-se cada vez mais relevante à medida que a indústria logística se adapta ao mercado de entregas instantâneas, especialmente para instalações de pequeno porte (Aljohani e Thompson, 2016; Buldeo Rai *et al.*, 2022). Fatores como o tempo que a mão de obra potencial leva para chegar ao trabalho (armazém), o tempo de entrega dentro da rede e a densidade populacional das diferentes regiões urbanas são utilizados por Thiemermann e Grob (2023) para avaliar o potencial de um terreno abrigar uma instalação logística. Sakai *et al.* (2020) utilizam a densidade populacional como parâmetro em seu modelo de localização para medir a proximidade com o mercado consumidor e como proxy para o valor da terra, quando esses dados não estão disponíveis.

Diversos estudos indicam que a localização de instalações logísticas é fortemente influenciada pelo fácil acesso à malha rodoviária, demonstrando a dependência desse modal para o TUC (Strale, 2020; Hesse, 2004; Aljohani e Thompson, 2016). No entanto, a proximidade a portos, aeroportos e terminais ferroviários também é relevante para determinados tipos de instalações. Sakai *et al.* (2020) utilizam a distância à rede viária e aos terminais de carga em seus modelos de escolha locacional, e seus resultados para Paris demonstram que locais com bom acesso a rodovias possuem características ideais para o desenvolvimento de clusters. Instalações menores são fortemente influenciadas pelo zoneamento, além da proximidade ao mercado consumidor e ao varejo. No estudo para a região metropolitana de Tóquio, Sakai *et al.* (2016) demonstram que instalações de médio a grande porte têm como principal requisito a proximidade e o acesso a grandes rodovias.

2.3.4 Consolidação das diretrizes de proximidade logística

A presente revisão de literatura sobre as implicações do planejamento urbano na expansão logística revela uma complexa inter-relação entre políticas de uso do solo, diretrizes de zoneamento e a localização de instalações logísticas. A análise aponta que a operação logística e o transporte de cargas nas cidades são essenciais à vida urbana, moldados pela ocupação do espaço e pelas decisões locacionais de infraestrutura. Diretrizes de zoneamento e leis de uso e ocupação do solo exercem controle significativo sobre essas decisões, conforme sintetizado no Quadro 1, que apresenta uma classificação dos conceitos e parâmetros encontrados na literatura.

Um dos principais achados da revisão é a influência das diretrizes de zoneamento na expansão logística. As restrições de uso para instalações logísticas frequentemente incentivam sua expansão, gerando externalidades negativas, como o aumento dos preços dos terrenos e a migração de instalações para áreas periféricas. Cidades como Paris adotaram zonas logísticas de uso exclusivo para mitigar esses efeitos, melhorando a acessibilidade e reduzindo distâncias de entrega (Buldeo Rai *et al.*, 2022). Essas iniciativas evidenciam a necessidade de um planejamento que integre eficientemente essas estruturas ao tecido urbano.

Além das diretrizes de zoneamento, os parâmetros de ocupação são essenciais para a inserção adequada das instalações logísticas no ambiente urbano. Estratégias de design sensível à comunidade, como barreiras verdes e faixas de plantio, minimizam externalidades como ruídos e poluentes, além de contribuírem para o manejo de águas pluviais e aumento da permeabilidade do solo (Holguin-Veras, 2023; Buldeo Rai, 2023). Regulamentações

específicas para carga e descarga são igualmente fundamentais para reduzir o impacto nas vias adjacentes e promover a integração das instalações.

Outro aspecto relevante são as facilidades de localização, como a consideração do preço do solo, a acessibilidade à malha viária e a proximidade ao mercado consumidor no planejamento de localizações logísticas por parte de planejadores urbanos. Embora não diretamente regulados pelas políticas de uso do solo, esses fatores são fortemente influenciados pelas diretrizes de ocupação dos planos urbanos. O elevado valor dos terrenos urbanos representa um desafio à viabilidade dos empreendimentos logísticos, especialmente os que demandam grandes áreas. A proximidade ao mercado consumidor e à mão de obra também se revela crucial, particularmente para instalações menores, voltadas ao mercado de entregas instantâneas.

A comparação entre Paris e Nova Iorque evidencia a importância de um planejamento urbano integrado e coordenado. Paris, ao estabelecer perímetros de localização logística em áreas densamente urbanizadas, exemplifica uma estratégia eficaz para reduzir distâncias de entrega e mitigar externalidades (Buldeo Rai *et al.*, 2022). Já Nova Iorque enfrenta desafios com a proximidade entre zonas industriais e residenciais, reforçando a necessidade de medidas de desempenho e gestão do uso do solo para mitigar conflitos e impactos negativos (Buldeo Rai, 2023).

Abordagens regionais e colaborativas, com coordenação entre jurisdições municipais e integração de políticas de uso do solo, transporte de carga e planejamento econômico, são fundamentais para mitigar a fragmentação do desenvolvimento logístico e promover um crescimento urbano sustentável (Dablanc e Ross, 2012; Hall e Hesse, 2012). A adoção de políticas integradas é essencial para enfrentar os desafios da logística urbana e fomentar o desenvolvimento eficiente e sustentável das cidades.

2.4 Considerações finais

Este estudo buscou compreender as relações entre o planejamento do uso do solo urbano e o afastamento de armazéns e outras instalações logísticas dos centros das metrópoles, com foco nas implicações das políticas públicas e nas lacunas ainda presentes na literatura. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, foi possível organizar e consolidar o conhecimento já produzido sobre o fenômeno da expansão logística, destacando como as diretrizes de planejamento urbano influenciam esse processo. A motivação para a pesquisa surgiu da observação de que, embora a expansão logística seja um tema amplamente estudado, poucos trabalhos investigaram de forma direta como políticas de uso do solo, como planos diretores e

zoneamentos, impactam o distanciamento dessas instalações dos núcleos urbanos. A revisão permitiu identificar as principais diretrizes de planejamento que contribuem para o agravamento do espraiamento logístico, respondendo assim à pergunta central do estudo.

A análise revelou que a expansão logística é resultado de uma complexa interação entre fatores como políticas de zoneamento, parâmetros de ocupação do solo e facilidades de localização. Um dos achados mais relevantes foi que as restrições de uso do solo para instalações logísticas em áreas centrais têm incentivado a migração dessas atividades para regiões periféricas, gerando externalidades negativas, como o aumento das distâncias percorridas por caminhões e a elevação das emissões de poluentes. Cidades como Paris e Nova Iorque adotaram estratégias distintas para lidar com esse problema. Paris, por exemplo, criou zonas logísticas exclusivas em áreas urbanas densas, enquanto Nova Iorque permitiu usos mistos em zonas industriais próximas a áreas residenciais. Essas abordagens, embora diferentes, refletem a necessidade de adaptar as políticas de zoneamento às realidades locais.

Além das políticas de zoneamento, estratégias de design sensível ao entorno, como a criação de buffers (áreas de amortecimento) e a exigência de vagas específicas para carga e descarga, mostraram-se essenciais para minimizar os impactos negativos das instalações logísticas nas áreas urbanas. Essas medidas não apenas reduzem ruídos e poluição, mas também contribuem para a melhoria da qualidade de vida nas cidades. Outro fator crítico identificado foi a importância da acessibilidade à malha viária, da proximidade ao mercado consumidor e da disponibilidade de mão de obra na escolha de localizações para instalações logísticas. O alto custo dos terrenos urbanos tem sido um obstáculo significativo para a viabilidade de empreendimentos logísticos em áreas centrais, o que tem incentivado sua migração para regiões suburbanas, onde os custos são menores.

As descobertas deste estudo têm implicações importantes para as políticas públicas de planejamento urbano e logístico. Uma das principais recomendações é a adoção de uma abordagem regional e metropolitana no planejamento, que promova a integração entre municípios. A coordenação entre diferentes jurisdições pode reduzir a competição por investimentos e garantir uma distribuição mais equilibrada das instalações logísticas, minimizando externalidades negativas. A criação de zonas logísticas estratégicas, com boa acessibilidade à infraestrutura de transportes e proximidade ao mercado consumidor, também se mostrou uma medida eficaz para reduzir distâncias de entrega e impactos ambientais. Além disso, políticas que incentivem o design sensível ao entorno, como a integração de usos mistos e a criação de áreas verdes de amortecimento, podem ajudar a mitigar os efeitos negativos das instalações logísticas nas áreas urbanas.

Apesar dos avanços alcançados, algumas lacunas importantes permanecem e devem ser exploradas em pesquisas futuras. Embora os impactos ambientais da expansão logística tenham sido amplamente discutidos, os impactos sociais, especialmente em comunidades vulneráveis, ainda carecem de maior atenção. É necessário investigar como as políticas de uso do solo podem ser ajustadas para reduzir a desigualdade espacial e social gerada pela expansão logística. Além disso, embora cidades como Paris e Nova Iorque tenham implementado estratégias inovadoras de zoneamento, ainda há pouca evidência sobre a eficácia dessas políticas a longo prazo. Futuros estudos devem avaliar o impacto dessas medidas na redução das externalidades negativas e na promoção de um desenvolvimento urbano mais sustentável. Por fim, a falta de integração entre as políticas de uso do solo e o planejamento logístico regional é uma lacuna significativa que precisa ser abordada. Modelos de governança colaborativa, que promovam a coordenação entre municípios e a integração de políticas de transporte, uso do solo e desenvolvimento econômico, podem ser um caminho promissor para enfrentar esse desafio.

Em síntese, este estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre a expansão logística e suas implicações para o planejamento urbano. A revisão sistemática da literatura permitiu identificar as principais diretrizes de planejamento que influenciam a localização das instalações logísticas, destacando a necessidade de políticas públicas integradas e coordenadas. As descobertas oferecem insights valiosos para planejadores urbanos e formuladores de políticas, apontando caminhos para um desenvolvimento urbano mais sustentável e equitativo. No entanto, as lacunas identificadas indicam que ainda há muito a ser explorado, especialmente no que diz respeito aos impactos sociais da expansão logística e à eficácia das políticas de zoneamento e planejamento colaborativo. Pesquisas futuras nesses temas serão essenciais para aprofundar o entendimento e propor soluções mais efetivas para os desafios da logística urbana.

3 AVALIAÇÃO DOS PLANOS DIRETORES DE FORTALEZA E SUAS IMPLICAÇÕES NA LOCALIZAÇÃO DE ARMAZÉNS LOGÍSTICOS

O papel do planejamento urbano e sua relevância na vida cotidiana tem aumentado juntamente com a complexidade das cidades contemporâneas. Ao longo dos anos, a atividade de planejar as cidades assumiu diferentes papéis, com diferentes objetivos e pensamentos dominantes. O processo de planejamento pode ser descrito como um processo multidisciplinar e coletivo, que busca alcançar os princípios e objetivos das necessidades dos agentes produtores do espaço no meio urbano (Cavalcante, 2023; Souza, 2002; Duarte, 2011). Isto inclui especificidades das lógicas locais de produção do espaço urbano, refletindo os interesses dos agentes produtores, onde são utilizados instrumentos de regulação urbana como planos diretores, leis de uso e ocupação do solo e zoneamentos (Villaça, 2005).

O capítulo anterior consolidou conhecimentos alcançados a partir de uma revisão sistemática da literatura, na qual foram elencadas diversas diretrizes referentes ao uso do solo logístico e sua relação com o fenômeno da expansão logística. Este capítulo é construído a partir da seguinte questão de pesquisa: *Como os planos diretores da cidade adotaram diretrizes de uso do solo logístico e incentivaram a localização de armazéns?* Para isso, foi realizada uma avaliação dos planos diretores de Fortaleza produzidos desde a década de 1960, com o propósito de identificar se nesses planos foram adotadas diretrizes de uso do solo que contribuíram para o afastamento das instalações logísticas. A avaliação proposta utiliza as diretrizes encontradas na revisão de literatura realizada no capítulo anterior como indicadores avaliativos dos planos diretores.

Este capítulo foi estruturado da seguinte forma: a seção 3.1 apresenta a cidade de Fortaleza como estudo de caso, abordando a evolução de seu contexto urbano e econômico, assim como a importância das localizações logísticas no processo de evolução da cidade. Na seção 3.2 é feita uma breve contextualização dos planos diretores na trajetória do planejamento urbano brasileiro, observando o contexto ideológico e político em que estavam inseridos. A seção 3.3 descreve a construção do método de avaliação a ser aplicado. Na seção 3.5, é realizada a avaliação dos planos diretores com base na análise dos documentos, buscando evidências das diretrizes adotadas em relação às localizações logísticas durante o período analisado. Por fim, na seção 3.8 e 3.9, a análise dos resultados obtidos, considerações finais do capítulo e as principais conclusões da avaliação realizada.

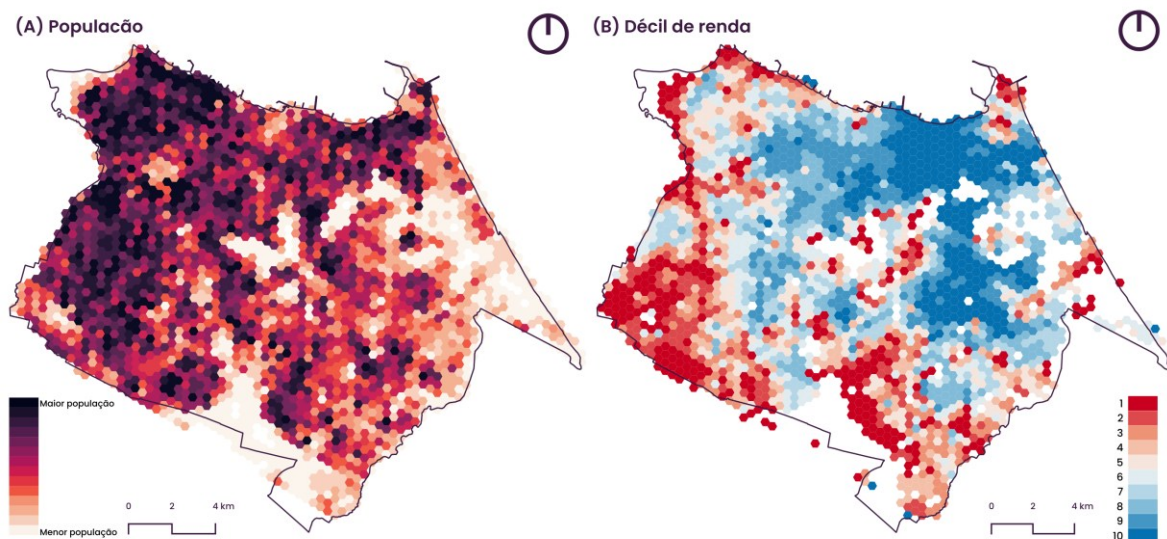
3.1 Apresentação do Estudo de Caso

A cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará, localizada no litoral do Nordeste

brasileiro, tem ganhado crescente relevância no cenário nacional, destacando-se atualmente como a quarta maior cidade do país, com aproximadamente 2,4 milhões de habitantes. Esse crescimento populacional acelerado, ocorrido desde meados do século XX, resultou em uma densidade demográfica de 7.775 hab/km² em uma área de 313 km², configurando a maior densidade demográfica absoluta entre as capitais brasileiras (IBGE, 2022). No entanto, a cidade apresenta um alto índice de desigualdade econômica, com um coeficiente de Gini de 0,64 (Observatório das Metrópoles, 2024), evidenciando a distribuição desigual da renda no território urbano (Figura 6). Considerando sua região metropolitana, composta por 19 municípios, a população total alcança aproximadamente 3,9 milhões de habitantes, distribuídos em uma área superior a 7.440 km², o que a configura como a sexta aglomeração urbana mais populosa do Brasil. Além disso, Fortaleza é o centro de uma extensa rede urbana, exercendo influência sobre três estados brasileiros (IBGE, 2018).

O cenário econômico da capital tem apresentado crescimento significativo nas últimas décadas. Em 2021, Fortaleza registrou o maior PIB da região Nordeste, totalizando 73,4 bilhões de reais. Sua economia é impulsionada pelos setores de comércio e serviços, com participação relevante da indústria. No entanto, apesar do crescimento econômico, o IDH da cidade em 2010 era de 0,754 (IBGE), posicionando-a na 19ª colocação entre as capitais brasileiras.

Figura 6: Distribuição populacional de Fortaleza



Fonte Adaptado de IPEA (2023)

3.1.1 Contexto histórico da evolução urbana de Fortaleza

Fortaleza foi fundada em 1726 como um pequeno núcleo urbano no entorno do Forte de Nossa Senhora da Assunção e da igreja matriz. Durante mais de um século, manteve-se como um centro urbano modesto, com a economia cearense concentrada no interior do estado. No

início do século XIX, a vila ainda era composta por poucas ruas não pavimentadas, uma população de aproximadamente 1.200 habitantes, alguns prédios públicos e um trapiche que servia como porto, por onde a produção de algodão do sertão era exportada (Andrade, 2012; Castro, 1997).

A partir desse período, a evolução territorial da cidade esteve estreitamente relacionada à sua função como cidade portuária e exportadora. Na segunda metade do século XIX, Fortaleza passou a ganhar importância na rede urbana regional, impulsionada pelo fortalecimento comercial e pela diversificação da economia cearense (Accioly, 2008). Esse crescimento foi estimulado pelo aumento das exportações de algodão, especialmente para a Inglaterra, durante a Revolução Industrial, e para os Estados Unidos, durante a Guerra da Secessão (1861-1865). A infraestrutura de transporte foi fundamental nesse processo, com destaque para a construção da Estrada de Ferro de Baturité (1873), cujo objetivo era escoar a produção agropecuária do sertão até o porto central da cidade, além das sucessivas melhorias no próprio porto (IPLANFOR, 2015).

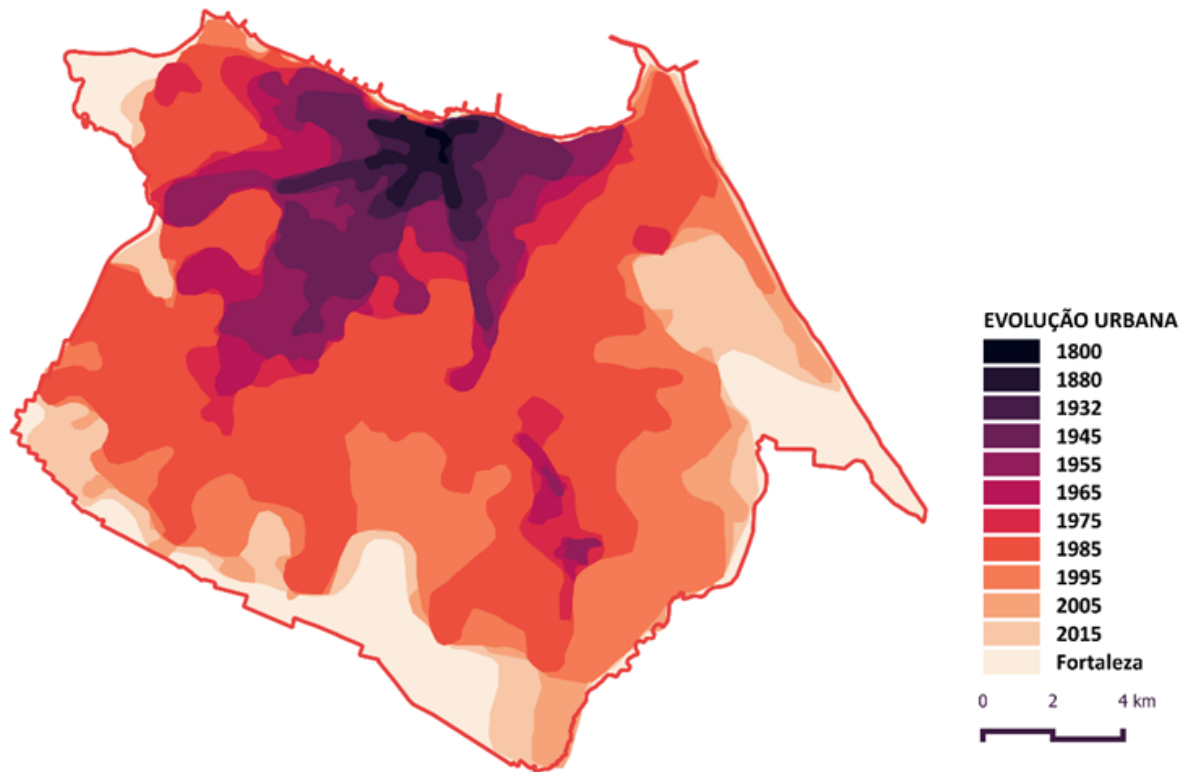
A expansão da rede viária foi regulamentada por planos urbanos que adotaram um traçado reticulado, com o objetivo de organizar e acomodar o crescimento urbano, especialmente nas áreas próximas ao antigo porto na Praia de Iracema, onde se concentravam atividades logísticas, como armazéns, galpões e comércio atacadista (Costa, 2005; Accioly, 2008; Andrade, 2012). Destacam-se os planos de Silva Paulet (1824) e de Adolfo Herbster (1875 e 1888), sendo este último responsável por estabelecer os limites atuais da região central da cidade (IPLANFOR, 2015). O tecido urbano começou a se consolidar com a implementação desses planos, enquanto a criação de vias conectando o núcleo central aos distritos e vilas vizinhas desempenhou um papel crucial no desenvolvimento da cidade (Accioly, 2008).

No início do século XX, Fortaleza tinha cerca de 49 mil habitantes, impulsionada pelo crescimento econômico e pelo fluxo migratório vindo do sertão devido às grandes secas. Em 1920, a população já alcançava 100 mil habitantes, acompanhada por melhorias na infraestrutura urbana. Durante as primeiras décadas do século XX, o planejamento urbano foi marcado pelos ideais sanitaristas e higienistas, com reformas voltadas para o embelezamento da cidade e a remodelação do espaço urbano, priorizando a fluidez e a estética. Planos urbanísticos, como os propostos por Nestor Figueiredo (1933) e Saboya Ribeiro (1948), foram elaborados nesse período, embora não tenham sido implementados.

No final da década de 1930, uma mudança significativa ocorreu com a transferência do porto para a Enseada do Mucuripe, desativando o porto central e realocando as atividades logísticas portuárias para essa nova região (Costa, 2005). A inauguração do novo porto e a

industrialização do Ceará impulsionaram a criação de novos polos industriais em Fortaleza, promovendo a transferência de atividades industriais do centro para os subúrbios e, conseqüentemente, o deslocamento da população de baixa renda para essas áreas.

Figura 7: Evolução da ocupação urbana em Fortaleza.



Fonte: Autoria própria. (2025).

Até o início da década de 1960, Accioly (2008) aponta que a presença industrial em Fortaleza era modesta. Indústrias oleaginosas concentravam-se na zona oeste, próximas à ferrovia e a áreas residenciais populares. Pequenas e médias indústrias alimentícias estavam distribuídas pela cidade, com maior concentração no Centro e em Parangaba. Já as antigas indústrias têxteis situavam-se no centro e arredores, enquanto moinhos de trigo e depósitos de combustíveis ficavam no bairro Mucuripe.

O primeiro polo industrial, estabelecido ao longo da Avenida Francisco Sá, na Zona Oeste, contribuiu para o adensamento populacional da região. Outros distritos industriais de destaque foram Parangaba, Antônio Bezerra e Mucuripe (Amora, 1978; Façanha *et al.*, 2021). No final da década de 1960, um novo distrito industrial foi implantado nos limites entre Fortaleza e Maranguape (atual Maracanaú), atraído pela infraestrutura rodoviária, disponibilidade de terrenos a baixo custo e incentivos fiscais (Amora, 1978). Esse processo favoreceu a descentralização industrial e logística, contribuindo para a conurbação com

municípios vizinhos ao sul da capital.

Nesse período, a estrutura demográfica da cidade se transformou rapidamente. Accioly (2008) destaca que os fluxos migratórios do sertão, impulsionados pela seca, foram determinantes para a ocupação de áreas periféricas, muitas delas ambientalmente frágeis e próximas a infraestruturas de transporte e empregos. Além disso, conforme Diógenes e Paiva (2014), a política habitacional do governo federal teve um papel central na conurbação e dispersão urbana, com a construção de grandes conjuntos habitacionais nas bordas do município, estimulando o espraiamento urbano e a expansão da área ocupada.

3.2 Plano Diretor como instrumento da política urbana

Os planos diretores desempenham um papel fundamental no planejamento urbano das cidades brasileiras, atuando como a principal diretriz para a regulação do desenvolvimento urbano. Villaça (1999) os define como um instrumento que, a partir de um diagnóstico científico da realidade urbana local e regional, engloba um conjunto de propostas para o desenvolvimento socioeconômico futuro e a organização espacial dos usos do solo e da estrutura urbana. Esses planos possuem caráter legal, sendo instituídos por lei municipal. No entanto, o autor alerta que, ao longo do tempo, os planos passaram a restringir-se à esfera físico-territorial dos municípios, muitas vezes limitando-se a aspectos como permissões de uso, zoneamento e índices de ocupação urbana. Villaça (2005) também aponta que há uma certa ilusão em torno desses instrumentos, pois as propostas contidas nos documentos raramente são efetivamente implementadas ao longo de sua vigência e, em muitos casos, são ignoradas pelo próprio poder público.

A ideia de um instrumento de planejamento amplo, que contemple soluções e diretrizes para os principais problemas urbanos, existe no Brasil desde pelo menos a década de 1930. Com o avanço das discussões sobre a reforma urbana no período prévio ao golpe militar de 1964, esse instrumento ganhou relevância no contexto social urbano. Foi nesse período que surgiram os primeiros planos diretores em algumas capitais brasileiras, como Fortaleza, que instituiu seu Plano Diretor em 1963. No entanto, foi apenas com a abertura democrática e a promulgação da Constituição Federal de 1988 que os planos diretores se consolidaram como base da política urbana local, tornando-se obrigatórios para cidades com mais de 20 mil habitantes. Esse processo foi reforçado pelo Estatuto da Cidade (2001), instituído pela Lei Federal nº 10.257, que regulamenta os aspectos básicos da formulação desses instrumentos legais e os define como a base da política de desenvolvimento e expansão urbana (Brasil, 2001).

O produto dos planos urbanos no Brasil, e especificamente em Fortaleza, está

relacionado a diversos fatores locais, nacionais e ideológicos. Embora as periodizações variem, a classificação temporal dos planos reflete as experiências e os paradigmas de planejamento vigentes em cada período. Nem sempre um plano se enquadra completamente em uma tipologia específica, podendo conter elementos de abordagens anteriores ou influências externas. Para esta análise, utilizamos as periodizações propostas por Jazar e Ultramari (2018), que se baseiam nas análises de Villaça (1999) e Leme (1999), assim como a classificação de Accioly (2008), fundamentada em Leme (1999) e Ribeiro e Cardoso (1996), para categorizar os planos diretores de Fortaleza entre o final do século XIX e o início do século XXI.

Desde as últimas décadas do século XIX, grandes cidades brasileiras passaram por reformas estruturais voltadas à modernização e ao embelezamento de seus núcleos urbanos. Inspiradas nas reformas urbanas europeias, essas intervenções priorizavam a fluidez e a estética dos espaços públicos, com a abertura de novas vias e melhorias na infraestrutura viária e paisagística (Leme, 1999). Foi nesse contexto que as cidades começaram a se expandir para além de seus centros históricos, sendo contempladas por planos de expansão e códigos de postura (Accioly, 2008).

Posteriormente, os planos de conjunto passaram a planejar a cidade de maneira mais abrangente, interligando o centro às áreas em expansão por meio da criação de sistemas viários (Villaça, 1999; Leme, 1999). Esses planos incorporaram diretrizes de zoneamento e uso do solo, projetando cidades organizadas a partir de um sistema viário hierarquizado, adequado à circulação de automóveis, alinhando-se ao ideal do urbanismo moderno, que enfatizava a racionalização do espaço urbano por meio do ajustamento das exigências de circulação, do zoneamento funcional rigidamente estabelecido e da estruturação do território em função das vias de transporte.

Entre as décadas de 1950 e 1970, consolidaram-se os chamados planos físico-territoriais, alinhados ao ideário nacional-desenvolvimentista, que incorporaram o planejamento como um processo metodológico interdisciplinar e cientificamente rigoroso, buscando soluções técnicas racionalizadas e administrativas (Accioly, 2008). A visão de uma "cidade bela" deu lugar à de uma "cidade eficiente" (Jazar & Ultramari, 2018). Esses planos priorizavam padrões radiais, disposições geométricas, e a preservação de características naturais, além de conceber o bairro como unidade básica da cidade, estruturado por unidades de vizinhança. No zoneamento, buscava-se separar as áreas industriais das residenciais, evitando a interferência do setor produtivo em zonas de moradia.

Entre meados da década de 1960 e o início da década de 1970, foram criados os chamados Planos de Desenvolvimento Local Integrados, formulados a partir de um

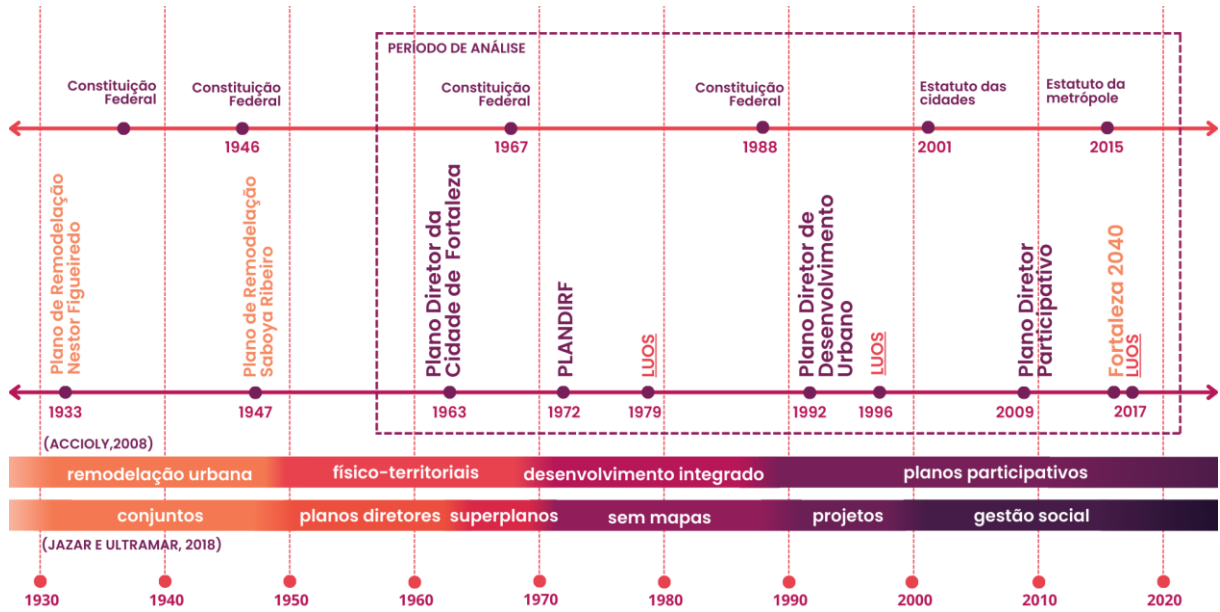
planejamento centralizado na esfera federal e orientados pelos interesses do regime militar. Esses planos tinham como foco a modernização das cidades e o controle social (Accioly, 2008), servindo muitas vezes como justificativa para grandes obras de infraestrutura, especialmente no setor de transportes (Cruz, 2011). Conhecidos como "superplanos", apresentavam alta complexidade, baixa viabilidade de execução e pouca conexão com a realidade local (Jazar & Ultramari, 2018).

Com a Constituição Federal de 1988, novas práticas de planejamento passaram a ser valorizadas, incorporando a participação social no processo de formulação dos planos urbanos. Influenciado pelo contexto econômico, social e cultural do período, o planejamento urbano passou a integrar aspectos redistributivos e gerenciais (Accioly, 2008). Além disso, absorveu influências do planejamento estratégico internacional, alinhando-se ao modelo neoliberal em crescimento na época (Jazar & Ultramari, 2018). Esse modelo de gestão urbana social ganhou ainda mais força com o Estatuto da Cidade (2001), que reforçou a necessidade de elaboração participativa dos planos diretores e estabeleceu instrumentos complementares para a gestão urbana.

3.3 Materiais e Métodos

Esta seção apresenta os materiais e métodos utilizados na avaliação proposta. A delimitação do período de análise e dos documentos examinados considerou a evolução urbana de Fortaleza. Seu recorte temporal abrange de 1960 até o presente (Figura 8), período marcado pelo crescimento populacional e pela consolidação da estrutura urbana da cidade. Esse intervalo inclui o Plano Diretor de 1963, o primeiro a apresentar diretrizes abrangentes para o planejamento urbano, incluindo propostas para o uso do solo logístico. A escolha desse período também é fundamentada em pesquisas anteriores sobre planejamento urbano e transportes em Fortaleza, como Cavalcante (2023), Accioly (2008), Lopes *et al.* (2020) e Muniz (2006). Assim, a análise contempla todos os planos diretores desde a década de 1960 que foram implementados ou adquiriram status legal, além de suas regulamentações.

Figura 8: Recorte temporal dos documentos analisados.



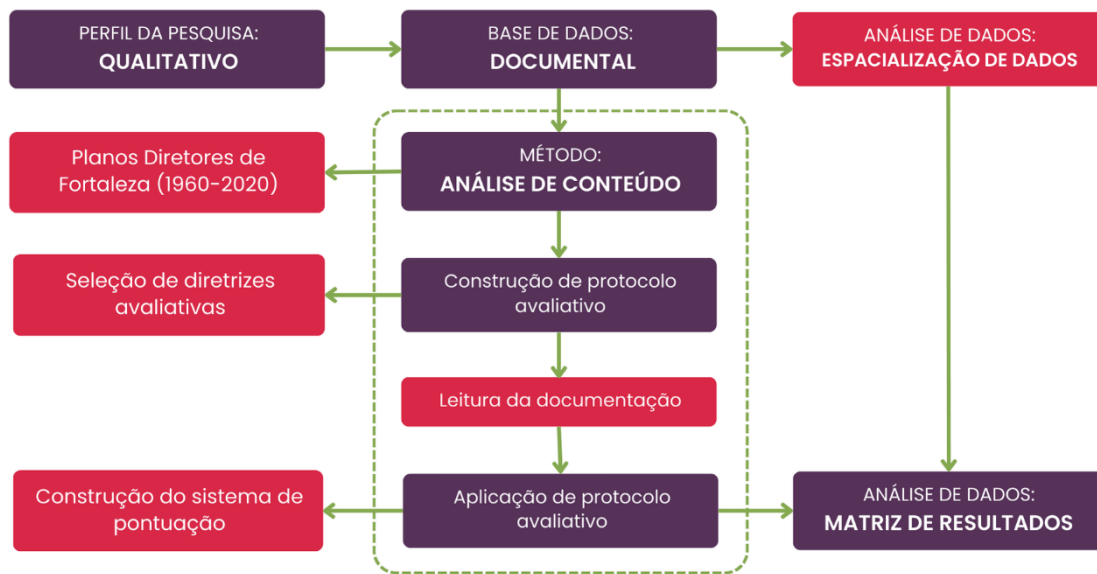
Fonte: Autoria Própria (2024)

O método adotado busca identificar as diretrizes dos planos diretores para o planejamento urbano e o uso do solo logístico, analisando sua orientação para proximidade ou expansão logística. A análise concentra-se na presença dessas diretrizes nos documentos, sem medir sua efetividade ou grau de implementação.

A abordagem metodológica é qualitativa e documental, voltada para a análise de conteúdo e contexto dos planos, servindo como base para a avaliação. O objetivo é compreender os fundamentos conceituais das políticas propostas, identificando paradigmas e objetivos que orientam as decisões de planejamento. Além disso, são considerados fatores contextuais, como o cenário político, os marcos legais e a articulação entre as esferas governamentais que influenciam a formulação dessas diretrizes. A análise também examina a espacialização das propostas no território, buscando evidências concretas de sua aplicação.

A avaliação qualitativa será estruturada com base na Tabela 1, que reúne diretrizes de uso do solo logístico extraídas da revisão de literatura e organizada a partir da tabela avaliativa utilizada por Cavalcante (2023). As diretrizes foram definidas com base em critérios objetivos e possuem caráter físico, dividindo-se em três categorias. Evita-se, assim, o uso de conceitos multidimensionais que possam gerar interpretações ambíguas ou incompatíveis com a evolução do conhecimento técnico.

Figura 9: Fluxograma metodológico de avaliação.



Fonte: Os autores (2025)

As perguntas avaliativas foram formuladas para que respostas positivas indiquem proximidade logística. Essa metodologia baseia-se em abordagens aplicadas na análise de planos urbanos, que utilizam a presença ou ausência de características-chave (Horney *et al.*, 2016; Steven *et al.*, 2017). A análise documental foi realizada a partir da leitura dos planos diretores e da identificação de evidências textuais referentes às diretrizes e a sua espacialização no território.

A coleta de dados para a avaliação foi realizada em duas etapas adaptando o método de avaliação da qualidade de planos (Stevens & Senbel, 2017; Tang *et al.*, 2010; Guyadeen *et al.*, 2023): primeiramente, na construção de um protocolo escrito contendo diretrizes a serem consultada nos planos, e (2) aplicar o protocolo de leitura dos planos a fim de que seja atribuída uma pontuação para cada item listado, para refletir o quanto este item é representado nas propostas do plano. O sistema de pontuação foi montado em três escalas, sendo 0 = item ausente, 1 = item presente, mas vagamente abordado e 2 = para item totalmente abordado. Para análise dos resultados, os valores atribuídos a cada diretriz foram somados e divididos pela pontuação máxima possível, gerando um índice padronizado por categoria, variando de 0 a 1. A média ponderada das avaliações das categorias resultou no índice final de cada plano. Com isso, será construída uma matriz que relaciona a adoção das diretrizes em cada plano diretor. Essa matriz permitirá identificar quais planos priorizaram medidas de expansão em detrimento da proximidade logística, possibilitando a observação da evolução dessas diretrizes ao longo do tempo.

3.4 Plano Diretor da Cidade de Fortaleza (1963)

Em 1963, foi formulado o Plano Diretor da Cidade de Fortaleza (PDCF), elaborado sob a supervisão do urbanista carioca Hélio Modesto e encomendado pela gestão do prefeito Coelho Neto. O plano vigorou por nove anos e abrangeu outras duas gestões municipais. Esse foi o primeiro plano formulado após os malsucedidos Planos de Remodelação Urbana de Nestor Figueiredo (1933) e Saboya Ribeiro (1947). O documento foi elaborado a partir de uma visão globalizante da cidade, compreendendo-a em sua totalidade e substituindo ações pontuais e setoriais, o que reflete o período dos planos físico-territoriais no planejamento urbano brasileiro (Accioly, 2008). Os autores do plano acreditavam que ele se legitimaria com base na racionalidade administrativa e no papel centralizador do Estado na execução das propostas.

O plano tinha como pilares a organização da cidade a partir da circulação e do zoneamento, com o objetivo de romper com a conformação mononuclear da cidade e estabelecer novas funções socioespaciais e funcionais (Accioly, 2008). Isso se reflete na formulação do sistema viário, estruturado a partir de uma visão rodoviária, adotando uma estrutura radial-concêntrica sobre uma malha ortogonal, articulando as diversas zonas da cidade e hierarquizando os fluxos por meio de vias radiais e anéis de circulação.

Por sua vez, o zoneamento urbano articulava o uso do solo ao sistema viário, descentralizando a cidade em torno dos anéis de circulação, com diferentes tipologias e densidades em torno de novas unidades de vizinhança, incentivando centralidades locais. As atividades urbanas eram reguladas de acordo com sua disposição e uso do solo, sendo classificadas em seis categorias básicas: residencial, comercial, recreativo, institucional, industrial e misto. A construtibilidade era controlada por parâmetros como altura, parcela de terra e espaçamento.

3.4.1 Uso do solo e localização logística no PDCF (1963)

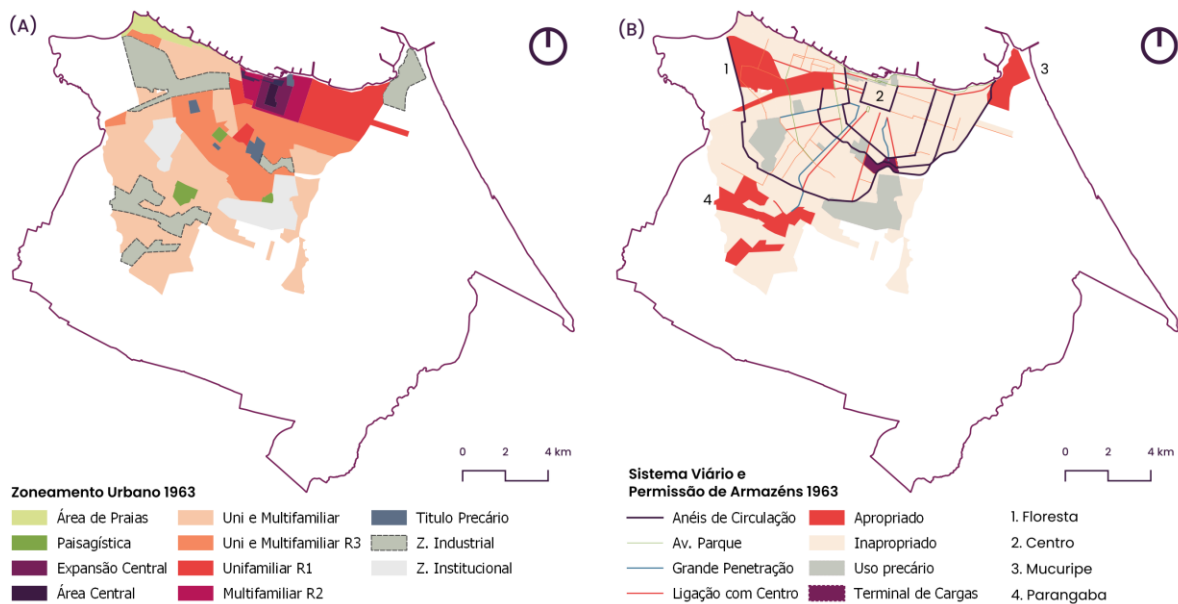
O PDCF, em seu documento final, propõe diretrizes para organizar as localizações logísticas em Fortaleza, abordando-as principalmente nas seções de circulação e zoneamento, além dos quadros finais com índices e parâmetros de ocupação. As propostas focam, em geral, no transporte de cargas, na localização de armazéns e atacadistas, e nas problemáticas urbanas geradas por essas atividades. O plano também destaca o crescimento relevante das movimentações de cargas urbanas no aeroporto, no porto do Mucuripe e nas rodovias que chegam a Fortaleza.

A principal proposta nesse aspecto é a criação de uma estação de transporte de cargas e

de um centro de abastecimento, localizados nas proximidades do Km1 da BR-116, próximos a outras infraestruturas de transporte, como a futura rodoviária municipal. A escolha do local é justificada pela conexão intraurbana e pela acessibilidade rodoviária aos fluxos exurbanos, facilitada pela proximidade à BR-116 e pela grande disponibilidade de terrenos vazios a baixo custo, com cerca de 20 hectares reservados para esse fim (Fortaleza, 1963). Também é sugerido que essas instalações sejam equipadas com estacionamento para caminhões, docas e oficinas.

Em relação ao zoneamento logístico proposto, o PDCF posiciona instalações como armazéns e depósitos dentro da categoria de uso industrial. Conseqüentemente, as zonas industriais também permitem o uso logístico. São propostas quatro zonas industriais distribuídas nas bordas oeste, sul e leste da cidade, respectivamente nas regiões da Floresta (Barra do Ceará), Parangaba e Mucuripe, além de uma quarta zona nas proximidades do início da BR-116. Essas áreas já se configuravam como polos industriais e abrigavam indústrias de diversos setores (Ver figura 10).

Figura 10: Zoneamento Urbano no PDCF e permissão de uso logístico.



Fonte: Autoria própria (2025).

A localização dessas zonas industriais, além da preexistência espontânea, foi baseada em fatores como acesso a transportes, serviços básicos e proximidade ao mercado de trabalho. As atividades industriais são classificadas de acordo com o grau de externalidades (poluição atmosférica e sonora), número de trabalhadores e área ocupada. Essas zonas estão próximas a rodovias importantes, ao porto (Mucuripe) e a eixos ferroviários, como nas regiões da Floresta e Parangaba. Além disso, o plano considera a proximidade dos empregos, como as vilas operárias existentes na época, incentivando o adensamento populacional nas proximidades

dessas zonas industriais, com a proposição de zonas residenciais uni e multifamiliares, vilas e conjuntos habitacionais. A Tabela 1, apresenta a aplicação da avaliação referente ao PDCF.

Tabela 1: Análise das diretrizes no PDCF (1963).

Categoria	Pergunta	Resposta	Evidência textual	
ZONEAMENTO	Z1	O plano reserva zonas para uso do solo logístico?	1	O plano propõe a criação de zonas industriais nas localizações dos polos já existentes e reservando maior quantidade de terra para esse uso prevendo sua expansão e crescimento no consumo de terras pelas instalações. No entanto as áreas não são destinadas a usos industriais gerais (Fortaleza, 1963, pag. 40).
	Z2	O plano preserva as zonas logísticas proposta no plano anterior?	1	O plano apresenta um estudo da localização das atividades industriais e propõe a regulamentação das zonas já existentes, apenas com melhores parâmetros de ocupação em relação ao seu porte e produção externalidades. (Fortaleza, 1963, pág. 38-40)
	Z3	O plano preserva e facilita atividades logísticas em zonas centrais	0	"O mercado e o comércio atacadista de sua vizinhança serão declarados "uso a título precário" e, como tal, não se permitirão melhorias ou reformas em suas instalações. Logo que existam condições, deverão ser transferidos para, outros locais. [...] As lojas de venda por atacado e os depósitos de produtos alimentícios que, atualmente, se localizam nas proximidades do Mercado Central, serão declaradas " uso a título precário " e terão que encontrar nova localização nas imediações do Centro de Abastecimento." (Fortaleza, 1963, pág. 43)
	Z4	O plano permite o uso misto do solo com atividades logísticas?	0	O plano apresenta diversas ações que separam as atividades logísticas das demais, como retirada do comércio atacadista das zonas centrais, a não permissão de uso em zonas não industriais e a não permissão de outros usos em zonas industriais.
	Z5	O plano considera o contexto metropolitano na proposição do uso do solo logístico?	0	
OCUPAÇÃO	O1	O plano adota medidas para mitigar os impactos da ocupação do lote logístico?	1	(Fortaleza, 1963, pp. 64-70)
	O2	O plano exige vagas de carga e descarga para instalações logísticas?	0	
LOCALIZAÇÃO	L1	O plano localiza as atividades logísticas considerando o valor do solo?	2	O plano propõe a instalação do centro de abastecimento e áreas reservadas para o comércio atacadista nas proximidades do Km1 da BR116, justifica a escolha do local da seguinte forma: "A existência nesse local de terrenos ainda não construídos e, por isso mesmo, menos valorizados, torna mais fácil a reserva de uma área, A superfície necessária é de aproximadamente 20 hectares, com previsões para expansão." (Fortaleza, 1963, pág. 43).
	L2	O plano localiza as atividades logísticas próximo a infraestrutura viária de alta capacidade?	2	Propõe-se situar a Estação Rodoviária numa área, nas proximidades da chegada da BR-13 (BR-116), devido à possibilidade de aproveitamento da futura Av. Canal para conexão com a BR-222. A Estação Rodoviária de Cargas poderá ficar em suas proximidades (pelas mesmas razões de acessibilidade [...]). Tendo em vista as condições de acessibilidade dessas áreas, nelas deverá ser localizado, também, o Centro de Abastecimento. (Fortaleza, 1963, pág. 15)
	L3	O plano localiza as atividades logísticas próximo ao mercado consumidor?	0	O plano não expressa claramente a intenção de aproximar os armazéns do mercado consumidor. As zonas adotadas, em contraste, incentivam o deslocamento do comércio atacadista do centro da cidade onde está localizado o comércio varejista, seu principal consumidor. (Fortaleza, 1963, pág. 43)
	L4	O plano localiza as atividades logísticas próximo a mão de obra?	2	Nas proximidades das zonas industriais, da zona portuária, do Centro de Abastecimento, de outros locais com características semelhantes, e dos centros de bairros, será facilitada a concentração de habitações unifamiliares ou multifamiliares, em prédios com o máximo de um pavimento (Fortaleza, 1963, pág. 31).

Fonte: Autoria própria (2025).

As atividades comerciais são divididas entre atacado e varejo, com os comércios

varejistas localizados principalmente na região central da cidade e distribuídos de maneira irregular no restante da cidade. Quanto ao setor atacadista, suas localizações estavam diretamente ligadas aos mercados municipais, como o Mercado Central e o de São Sebastião, na região central. Entretanto, essas áreas geravam perturbações ao tráfego e careciam de instalações adequadas, funcionando de forma precária.

Por isso, o plano propõe a realocação desses estabelecimentos atacadistas da região central, principalmente aqueles próximos aos mercados, declarando esses locais como de “uso precário”, o que impediria futuras melhorias e ampliações, além de impor um prazo para sua retirada. O plano também propõe a retirada do Mercado Central de sua localização original e a alteração dos usos de outros mercados municipais, impedindo o uso atacadista nesses locais.

Dessa forma, o zoneamento propõe que as atividades varejistas sejam concentradas na região central e nos centros dos bairros. Já o comércio atacadista seria realocado para o centro de distribuição e abastecimento proposto, que agregaria as funções de estocagem, com depósitos gerais, lojas de atacado e infraestrutura adequada para o transporte de cargas.

3.5 Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Fortaleza (1972)

O plano diretor de 1972 foi formulado pela equipe do urbanista paulista Jorge Wilhelm, sob um viés de planejamento estruturalista e orientado pelo SERFHAU (Serviço Federal de Habitação e Urbanismo). Nesse período, as ações de planejamento urbano começaram a adotar estratégias específicas para o desenvolvimento das metrópoles nacionais, baseadas em um pensamento tecnocrático e sistêmico, com diagnósticos determinísticos que visavam a racionalidade técnica. Esses planos tinham como objetivo fortalecer a centralização do poder e o controle do território pelo regime militar (Accioly, 2008).

O plano pretendia abarcar a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), que na época era composta por Fortaleza e seus municípios limítrofes. Muitas das propostas transcenderam os limites municipais, buscando a integração regional da metrópole. Uma das principais estratégias era incentivar a descentralização de atividades e empregos para micro polos de equilíbrio nos municípios periféricos, promovendo a expansão urbana e a migração industrial (Muniz, 2006). O PLANDIRF, portanto, promoveu a expansão territorial e a separação das atividades urbanas em uma hierarquia de usos do solo, organizada a partir do sistema viário de corredores de adensamento que conectariam o núcleo da cidade aos polos urbanos e suburbanos periféricos, consolidando a estrutura radiocêntrica da cidade.

O PLANDIRF foi elaborado com propostas voltadas para o horizonte do ano de 1990, com previsões de revisão de conteúdo a cada cinco anos. Em 1975, ocorreram alterações na Lei

de Uso do Solo, e em 1979, foi introduzido o Plano Diretor Físico de Fortaleza, modificado pela equipe técnica municipal. Este plano tornou-se o principal documento de diretrizes e legislação até 1992, quando foi aprovado o plano diretor subsequente. Assim, o plano somou dezenove anos de vigência, abrangendo seis gestões municipais. Durante esse período, a população de Fortaleza cresceu de cerca de 870 mil habitantes em 1970 para 1,765 milhões em 1991.

3.5.1 Uso do solo e localização logística no PLANDIRF (1973 e 1979)

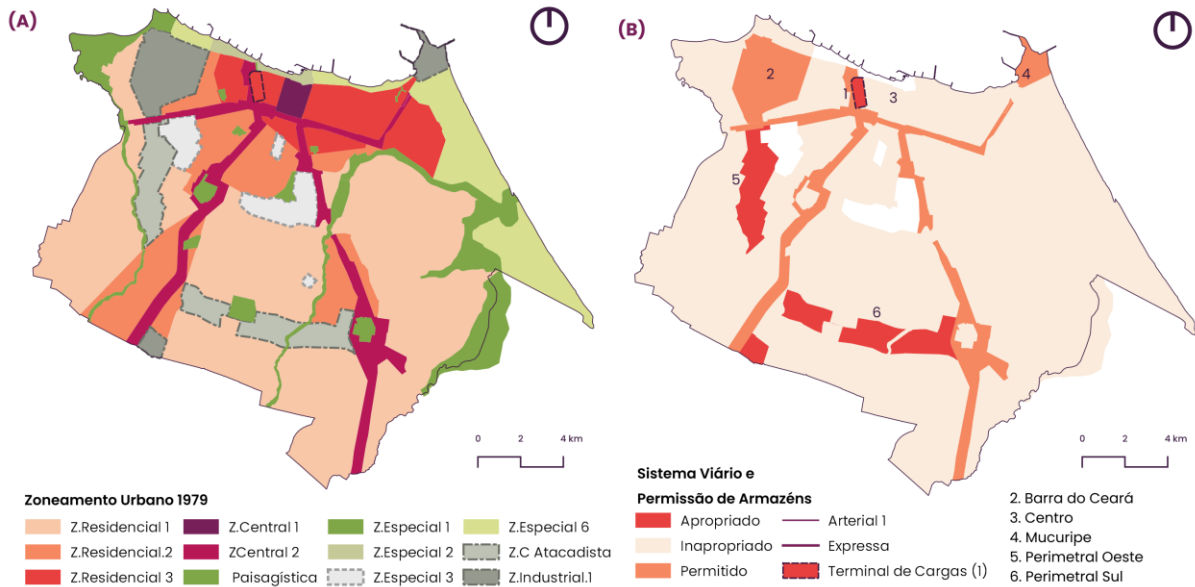
A distribuição dos usos do solo no PLANDIRF foi proposta com base nos aspectos de localização, dimensionamento e características das áreas e atividades, enquanto o sistema viário foi organizado por meio da hierarquização, traçado e dimensionamento da rede viária básica. As diretrizes centrais para o uso do solo incluíam o adensamento de atividades, a flexibilidade e coexistência de usos predominantes e auxiliares, e a promoção do adensamento vertical onde a infraestrutura urbana fosse adequada. Também se buscou harmonizar a ocupação industrial com as demais funções urbanas, levando em consideração a distribuição dos empregos e as condições ambientais das zonas (PLANDIRF, 1972).

O zoneamento do solo dividia a cidade em áreas com diferentes níveis de adensamento de atividades. Foram propostos polos e corredores de adensamento (ZC1 e ZC2, ver figura 11), onde se incentiva o adensamento populacional e de atividades diversas, a partir de eixos radiais que conectam o núcleo urbano às regiões periféricas e cidades vizinhas. Essas áreas estavam localizadas ao longo das vias expressas propostas na classificação viária e no futuro eixo de transporte de massa. Além dos corredores de adensamento, foram previstas zonas especiais (ZE 1-7) que incluíam áreas de preservação natural e áreas institucionais. As zonas residenciais (ZR1, ZR2, ZR3) foram distribuídas conforme a proximidade ao centro urbano e aos corredores, variando em tipologia construtiva e, conseqüentemente, a densidade populacional.

No diagnóstico de 1972, foi identificada a concentração de comércios atacadistas, depósitos e armazéns na área central, especialmente nos setores próximos ao antigo porto da cidade. Essa concentração gerava transtornos no tráfego urbano e na ocupação de espaços públicos. Para mitigar esses impactos, propôs-se a criação de um terminal de cargas para onde essas atividades seriam transferidas, retirando-as do núcleo central da cidade e reduzindo os impactos. O novo terminal foi proposto para concentrar atividades de transporte de cargas e comércio atacadista. Um perímetro foi delimitado nos limites oeste do bairro Centro, escolhido por atender a necessidades específicas para a instalação e funcionamento do terminal, como a presença de vastas áreas desocupadas com valores imobiliários baixos, fácil acesso a rodovias

regionais e zonas industriais, integração com o ramal ferroviário e facilidades para expansão do perímetro. O plano também sugeria a criação de companhias que agrupassem empresas menores para gerenciar a instalação e operação do novo terminal (PLANDIRF, 1972).

Figura 11: Zoneamento e permissão de armazéns no PLANDIRF (1979).



Fonte: Autoria própria (2025).

No diagnóstico de 1972, foi identificada a concentração de comércios atacadistas, depósitos e armazéns na área central, especialmente nos setores próximos ao antigo porto da cidade. Essa concentração gerava transtornos no tráfego urbano e na ocupação de espaços públicos. Para mitigar esses impactos, propôs-se a criação de um terminal de cargas para onde essas atividades seriam transferidas, retirando-as do núcleo central da cidade e reduzindo os impactos. O novo terminal foi proposto para concentrar atividades de transporte de cargas e comércio atacadista. Um perímetro foi delimitado nos limites oeste do bairro Centro, escolhido por atender a necessidades específicas para a instalação e funcionamento do terminal, como a presença de vastas áreas desocupadas com valores imobiliários baixos, fácil acesso a rodovias regionais e zonas industriais, integração com o ramal ferroviário e facilidades para expansão do perímetro. O plano também sugeria a criação de companhias que agrupassem empresas menores para gerenciar a instalação e operação do novo terminal (PLANDIRF, 1972).

Na Lei de Uso do Solo de 1979, os usos logísticos foram direcionados para duas zonas principais: zonas industriais (ZI) e zonas de comércio atacadista (ZCA). Embora as atividades atacadistas, incluindo armazéns e depósitos, sejam permitidas em zonas e corredores de adensamento, há maiores incentivos para essas atividades nas ZCAs, localizadas ao longo da Av. Perimetral, classificada como via arterial 1, conectando circularmente os principais eixos

de entrada e saída da cidade (BR-222, BR-116 e CE-065).

Tabela 2: Análise das diretrizes no PLANDIRF (1972).

Categoria	Pergunta	Resposta	Evidência textual	
ZONEAMENTO	Z1	O plano reserva zonas para uso do solo logístico?	2	Proposição de um perímetro urbano para instalação de um novo terminal de cargas (Plandirf, 1972, pág 245). Proposição de uma zona de comércio atacadista (Lei 5122A/1979)
	Z2	O plano preserva as zonas logísticas proposta no plano anterior?	2	Duas das quatro zonas industriais propostas no PDCF(1963) foram preservadas no Plandirf (Barra do Ceará e Mucuripe), e mais uma zona industrial proposta no limite sul da cidade.
	Z3	O plano preserva e facilita atividades logísticas em zonas centrais	0	As diretrizes do plano propõem a retirada de atividades de transporte de cargas e atacadistas do núcleo central. (Plandirf, 1972, pág 142, 245)
	Z4	O plano permite o uso misto do solo com atividades logísticas?	2	Embora seja incentivada a ocupação nas zonas reservadas para esse fim, são permitidos comércios atacadistas em corredores de adensamento, onde são permitidos uma maior diversidade de usos (Lei 5122A/1979, pág 19)
	Z5	O plano considera o contexto metropolitano na proposição do uso do solo logístico?	0	
OCUPAÇÃO	O1	O plano adota medidas para mitigar os impactos da ocupação do lote logístico?	1	(Lei 5122A/1979, pág 70)
	O2	O plano exige vagas de carga e descarga para instalações logísticas?	1	Para as categorias CA, CG deverá ter uma vaga para cada 200,00m2 (duzentos metros quadrados) de área construída, sendo obrigatório pátio para carga e descarga de caminhões. (Lei 5122A/1979, pág 70)
LOCALIZAÇÃO	L1	O plano localiza as atividades logísticas considerando o valor do solo?	2	Sobre a proposição do terminal de carga: "Trata-se de uma área relativamente vazia, fácil de ser ocupada, além de ter valor imobiliário relativamente baixo." (Plandirf, 1972, pág 245)
	L2	O plano localiza as atividades logísticas próximo a infraestrutura viária de alta capacidade?	2	Sobre a proposição do terminal de carga: "Possui completo sistema de vias, ligando o terminal a rodovias regionais, e aos demais centros geradores de transporte de carga (porto e zonas industriais)" (Plandirf, 1972, pág 245)
	L3	O plano localiza as atividades logísticas próximo ao mercado consumidor?	2	O plano posiciona os perímetros de localização em zonas onde havia densidade populacional elevada e em corredores de adensamento proposto (Lei 5122A/1979, pág 16).
	L4	O plano localiza as atividades logísticas próximo a mão de obra?	2	O plano posiciona os perímetros de localização em zonas onde havia densidade populacional elevada e em corredores de adensamento proposto (Lei 5122A/1979, pág 16).

Fonte: Autoria própria (2025).

As zonas industriais (ZI), foram situadas em três extremos da cidade: sul, noroeste e nordeste. Nessas áreas, usos industriais e logísticos já eram incentivados desde o PDCF (1963), sendo parte dessas zonas novas propostas e parte preservadas desde o último plano diretor. No entanto, não é permitida a localização de atacados, armazéns e depósitos nas demais zonas propostas para a cidade, especialmente no núcleo central, que historicamente concentra essas atividades. Essa restrição também se aplica às zonas residenciais, que ocupam a maior parte da cidade, nas quais não são permitidos usos que gerem grandes volumes de tráfego ou outros incômodos incompatíveis com o uso residencial.

Os parâmetros de ocupação dos lotes foram apresentados em tabelas, relacionando parâmetros construtivos com usos e suas permissões nas zonas. Para os usos de comércio

atacadista, especificaram-se maiores recuos frontais e laterais quando implantados em corredores de adensamento, contribuindo para a redução dos impactos na vizinhança quanto à movimentação e ruídos. Para vagas de carga e descarga, estabeleceu-se que todas as edificações acima de 200 m² deveriam possuir docas de carga e descarga, evitando a ocupação da via e transtornos no tráfego.

3.6 Plano de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza - PDDUFor (1992)

Em 1992, foi aprovado um novo Plano Diretor para Fortaleza, elaborado pela equipe técnica municipal no contexto de redemocratização do país. Alinhado aos ideais de planejamento introduzidos pela Constituição de 1988, o plano buscava incorporar os direitos urbanos conquistados e promover o planejamento participativo, estimulando parcerias entre os setores público e privado. Essa abordagem rompia com a racionalidade técnica dominante no planejamento urbano até então (Accioly, 2008). O PDDUFor foi planejado para vigorar por dez anos, porém, o plano subsequente só foi aprovado em 2009, resultando em um intervalo de dezessete anos e atravessando seis gestões municipais.

Sancionado pela Lei nº 7.061/1992, o PDDUFor foi dividido em quatro seções e anexos. O diagnóstico do plano destacou o desenvolvimento desigual e excludente de Fortaleza, evidenciando disparidades socioespaciais entre as regiões e deficiências estruturais. Esse cenário foi atribuído ao monopólio estatal e à sua incapacidade de distribuir recursos de forma equitativa.

Os objetivos do plano concentravam-se em redistribuir os benefícios da urbanização, assegurar o caráter social da propriedade e transformar as relações de poder, com o Estado desempenhando o papel de mediador. Esses objetivos foram organizados em três frentes: fundiária, ambiental e político-administrativa. A frente fundiária abordava o acesso à terra e à infraestrutura urbana; a ambiental tratava da proteção ambiental; e a político-administrativa propunha a descentralização das decisões governamentais. A Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei nº 7.987/1996) regulamentou o plano.

A proposta física do PDDUFor restringia-se ao âmbito municipal, sem considerar a região metropolitana. Em termos de organização espacial, a cidade foi dividida em três macrozonas (Urbanizada, Adensável e de Transição), subdivididas em microzonas de densidade. O sistema viário foi classificado em vias expressas, arteriais (I e II), coletoras, comerciais e locais, conforme a capacidade viária. A permissão de usos do solo foi vinculada à hierarquia viária: o uso de um lote depende da via em que está situado, do porte do equipamento e da capacidade viária. Assim, o zoneamento apenas define os índices e densidades construtivas,

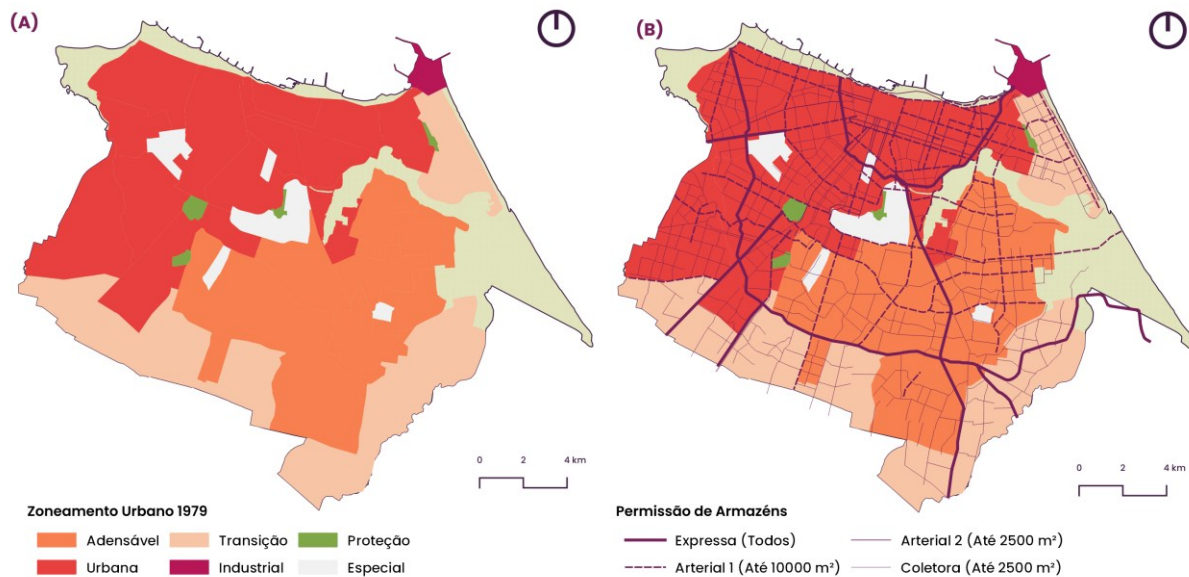
de modo que a localização e a densidade dos usos estão diretamente relacionadas à capacidade de escoamento do tráfego.

3.6.1 Uso do solo e localização logística no PDDUFor (1992)

No que diz respeito ao uso logístico do solo, o plano estabelece cinco diretrizes para o transporte de carga, incluindo o aproveitamento de pátios ferroviários existentes e a construção de um novo pátio ferroviário de carga na periferia. Prevê também dois terminais rodoviários de carga em áreas periféricas, conectados a vias regionais, embora a localização exata desses terminais não seja especificada. As permissões de uso seguem o mesmo critério das demais atividades, sendo autorizadas conforme o porte da instalação e a adequação viária. O uso logístico é amplamente permitido, desde que em vias adequadas (Ver figura 12). Contudo, há restrições à instalação de empresas de carga e atacadistas no centro, bem como limitações quanto à circulação de veículos de carga em determinadas regiões e horários.

Para a ocupação de lotes por instalações logísticas, o plano define parâmetros construtivos específicos, como maiores recuos em comparação a outros usos, visando mitigar os impactos. Exige-se também a disponibilidade de vagas para carga e descarga em depósitos, armazéns e atacadistas com área superior a 250 m².

Figura 12: Zoneamento e permissões de uso no PDDUFor (1992).



Fonte: Autoria própria (2025).

Apesar de considerar a infraestrutura viária como fator crucial na localização de instalações logísticas, o PDDUFor não aborda aspectos como o valor do solo, proximidade ao mercado consumidor e mão de obra, que são fatores essenciais para uma estratégia de localização mais eficaz. As permissões de uso estão espalhadas pela cidade, podendo ser

instaladas dependendo da via em que se encontra, não apresentando estratégias de localização.

Tabela 3: Análise das diretrizes no PDDUFor (1992).

Categoria	Pergunta	Resposta	Evidência textual	
ZONEAMENTO	Z1	O plano reserva zonas para uso do solo logístico?	0	
	Z2	O plano preserva as zonas logísticas proposta no plano anterior?	0	
	Z3	O plano preserva e facilita atividades logísticas em zonas centrais	0	V- localizar o comércio atacadista em áreas adequadas do ponto de vista de sua expansão, adequação ao sistema viário e da carga, com acesso atração de cargas; distribuição aos pontos de interna emissão de e VI- estabelecer normas que impeçam a instalação de empresas transportadoras e expansão do comércio atacadista na área central induzindo sua implantação em áreas adequadas; (Fortaleza, 1992, p 70,71)
	Z4	O plano permite o uso misto do solo com atividades logísticas?	1	Lei Nº. 7.987/ 1996, pág 207, 208)
	Z5	O plano considera o contexto metropolitano na proposição do uso do solo logístico?	0	
OCUPAÇÃO	O1	O plano adota medidas para mitigar os impactos da ocupação do lote logístico?	2	Lei Nº. 7.987/ 1996, pág 185)
	O2	O plano exige vagas de carga e descarga para instalações logísticas?	2	Lei Nº. 7.987/ 1996, pág 206
LOCALIZAÇÃO	L1	O plano localiza as atividades logísticas considerando o valor do solo?	0	
	L2	O plano localiza as atividades logísticas próximo a infraestrutura viária de alta capacidade?	1	O plano vincula atividades de armazéns de maior a vias de maior capacidades mas no entanto não considera nenhuma estratégia logística para escolher as localizações (Lei Nº. 7.987/ 1996, pág 207, 208)
	L3	O plano localiza as atividades logísticas próximo ao mercado consumidor?	0	
	L4	O plano localiza as atividades logísticas próximo a mão de obra?	0	

Fonte: Autoria própria (2025).

3.7 Plano Diretor Participativo de Fortaleza - PDP-For (2009)

Após dezessete anos de vigência do PDDU-For e oito anos de preparação e elaboração do novo plano diretor, em 2009 foi aprovado o Plano Diretor Participativo de Fortaleza (PDP-For), sob a Lei Complementar 062/2009. O contexto político da década de 2000, com o avanço do movimento social urbano e a criação do Ministério das Cidades (2003), influenciou a incorporação do planejamento participativo e dos instrumentos urbanísticos contidos no Estatuto das Cidades (2001). Diferente dos planos anteriores, o PDP-For incluiu parâmetros de zoneamento já na sua aprovação, sem depender de uma futura LUOS, que só foi aprovada em 2017.

O PDP-For teve como principais objetivos a integração social, ambiental e territorial de Fortaleza e sua Região Metropolitana, além de promover princípios e práticas de gestão democrática e equitativa do meio urbano. O plano divide a cidade em duas grandes macrozonas:

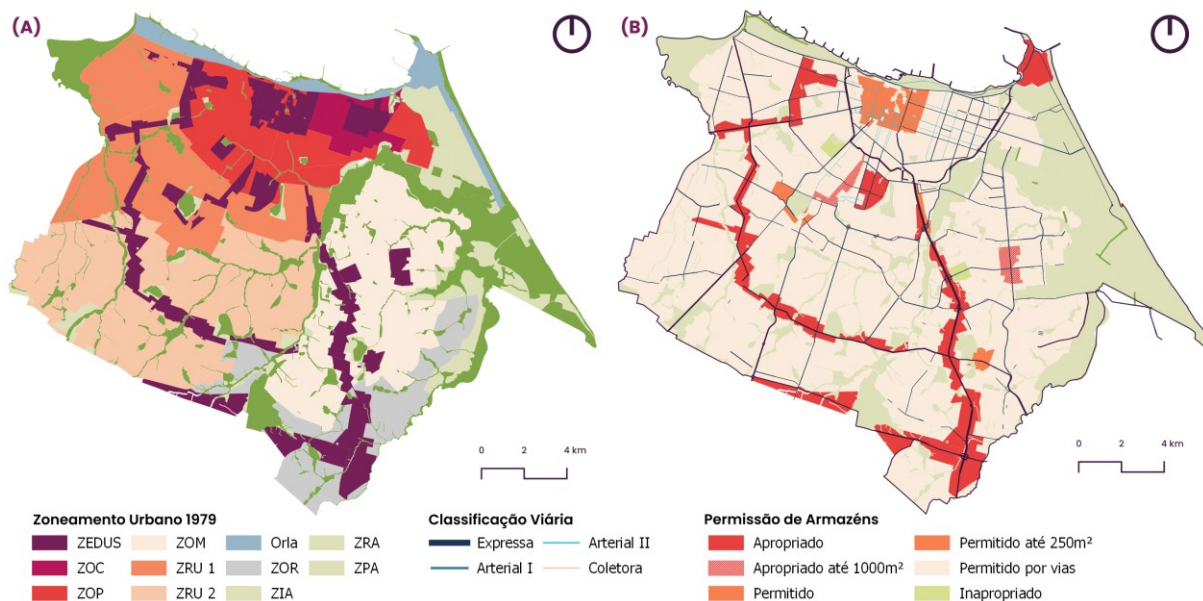
a primeira, destinada à proteção ambiental, com restrições de ocupação e foco na preservação; e a segunda, voltada para a ocupação urbana, abrangendo zonas de ocupação diferenciadas pela infraestrutura existente e pelo potencial para maiores ou menores densidades construtivas e populacionais.

Além das macrozonas, o plano apresenta zonas especiais, que tratam de regiões com características específicas e que se sobrepõem à macrozona de ocupação. Essas zonas especiais incluem áreas reservadas para a regularização da moradia popular, a preservação patrimonial e histórica, e a ocupação institucional. Dentre elas, destacam-se as zonas de dinamização urbanística e socioeconômica (ZEDUS), criadas para intensificar atividades econômicas em trechos específicos do território, e que foram acrescidas e regulamentadas na LUOS (Lei 236/2017).

3.7.1 Uso do solo e localização logística no PDP-For (2009)

As permissões de uso do solo são definidas, em geral, pelo tipo e porte da ocupação, conforme a capacidade viária da área. As zonas são responsáveis por ordenar a densidade de ocupação de cada região. Contudo, essa diretriz não se aplica às zonas especiais. Nessas áreas, uma vez permitida a atividade, ela pode ser instalada em qualquer lote do perímetro da zona, independentemente da classificação viária. Dessa forma, zonas especiais como as ZEDUS incentivam a instalação de determinadas atividades em regiões específicas (Ver Figura 13).

Figura 13: Zoneamento e permissão de armazéns no PDP-For (2009).



Fonte: Autoria própria (2025).

Em relação ao uso logístico do solo, o plano não apresenta diretrizes explícitas para a

logística urbana. As propostas estão diluídas em permissões de uso e parâmetros de ocupação. É permitido o funcionamento de armazéns em vias expressas, arteriais e coletoras, de forma dispersa pela cidade, competindo com outros usos do solo por lotes amplos e adequados. Embora não sejam delimitadas zonas específicas para a ocupação logística, algumas ZEDUS permitem, com poucas restrições, a localização de armazéns, ordenando apenas em função do tamanho da instalação, o que configura um incentivo para abrigar atividades logísticas. Parte dessas zonas especiais está localizada em áreas com maior vocação logística, como o anel formado pela Avenida Perimetral e o eixo da BR-166, já mencionado em outros planos diretores, como o PLANDIRF (1972).

Tabela 4: Análise das diretrizes no PDP-For (2009).

Categoria	Pergunta	Resposta	Evidência textual	
ZONEAMENTO	Z1	O plano reserva zonas para uso do solo logístico?	1	Art. 50 - São diretrizes da política de desenvolvimento econômico: {...} II - delimitar participativamente as Zonas Especiais de Dinamização Urbanística e Socioeconômica (ZEDUS), e promover sua consolidação como núcleos de atividades produtivas, respeitando a potencialidade de cada área; (Fortaleza, 2009, pág 26)
	Z2	O plano preserva as zonas logísticas proposta no plano anterior?	1	(Ver Figura 13)
	Z3	O plano preserva e facilita atividades logísticas em zonas centrais	1	
	Z4	O plano permite o uso misto do solo com atividades logísticas?	2	Art. 64. A adequabilidade das atividades em todo o Município de Fortaleza se dará em função do zoneamento e da classificação viária, observando-se: I - Nas Zonas Especiais [...], a adequabilidade das atividades se dará em função do zoneamento; II - A adequabilidade das atividades em Zonas não citadas no inciso anterior, se dará em função da classificação viária.
	Z5	O plano considera o contexto metropolitano na proposição do uso do solo logístico?	0	
OCUPAÇÃO	O1	O plano adota medidas para mitigar os impactos da ocupação do lote logístico?	2	(Lei 236/2017, tabela 8.3)
	O2	O plano exige vagas de carga e descarga para instalações logísticas?	2	Comércio Atacadista - Ca Até 1000 - 1 vaga/ 1001 a 2.500 - 2 vagas / Acima de 2.500 RIST(1) (Lei 236/2017, anexo 8.3)
LOCALIZAÇÃO	L1	O plano localiza as atividades logísticas considerando o valor do solo?	0	
	L2	O plano localiza as atividades logísticas próximo a infraestrutura viária de alta capacidade?	2	O plano vincula atividades de armazéns de maior a vias de maior capacidades mas no entanto não considera nenhuma estratégia logística para escolher as localizações (Lei 236/2017, tabela 8.3) (Ver Figura 13)
	L3	O plano localiza as atividades logísticas próximo ao mercado consumidor?	0	
	L4	O plano localiza as atividades logísticas próximo a mão de obra?	0	

Fonte: Autoria própria (2025).

O plano não menciona estratégias claras de políticas de localização logística em cooperação com a região metropolitana, o que pode levar cidades vizinhas a atrair instalações maiores e aumentar as distâncias percorridas nas entregas. Na região central de Fortaleza, são

permitidas e incentivadas instalações de armazéns, porém com restrição de área máxima de 250 m², o que pode dificultar operações logísticas mais complexas. O uso de espaços logísticos é permitido em conjunto com outras atividades, desde que também sejam permitidas em cada via ou zona especial.

Os parâmetros de ocupação exigem que todas as atividades atacadistas e de armazenagem possuam vagas de carga e descarga, para evitar que essas operações ocorram no meio-fio. No entanto, essa exigência se aplica apenas a novas construções. Além disso, todas as edificações, independentemente do porte, da via ou da zona, devem apresentar recuos, a fim de mitigar os impactos das atividades nos lotes vizinhos.

Quanto à localização, o PDP-For não apresenta diretrizes claras sobre o valor do solo para instalações logísticas, nem sobre a proximidade do mercado consumidor ou da mão de obra. As diretrizes de acessibilidade à infraestrutura viária de maior capacidade, contudo, estão explicitadas na LUOS, que associa o porte de grandes armazéns a vias de maior capacidade. Essa estratégia de zoneamento também é visível na alocação de ZEDUS, que são adequadas para armazéns de variados tamanhos.

3.8 Considerações a respeito da adoção de diretrizes de proximidade logística nos planos diretores de Fortaleza

Os resultados da avaliação qualitativa estão sintetizados na Tabela 6, que apresenta a adesão dos planos diretores às diretrizes de proximidade logística comprovadas. Apenas uma diretriz não foi incorporada em nenhum plano ao longo das décadas: (Z5) políticas e planos de zoneamento regional e metropolitano. Apesar das menções à integração metropolitana, essa ausência pode estar relacionada às limitações jurisdicionais dos planos diretores, que abrangem apenas o território municipal. Outra diretriz pouco contemplada é (Z3) o uso misto de pequenas instalações logísticas, dificultado em todos os planos, o que pode levar ao deslocamento desnecessário de instalações de baixo impacto. Por outro lado, (L2) a acessibilidade à infraestrutura viária de alta capacidade foi implementada em todos os planos, destacando-se como um dos principais critérios locacionais para instalações logísticas, especialmente as de maior porte.

A análise comparativa revelou que o PLANDIRF (1972) apresentou a maior pontuação de adesão às diretrizes (0,77), refletindo seu detalhamento e embasamento. Esse plano delimita zonas específicas para comércio atacadista e armazéns, priorizando áreas ao longo da Avenida Perimetral e justificando a escolha com base em requisitos locais. Em contrapartida, o PDDU-For (1992) obteve a menor pontuação (0,32) e foi o único a não definir zonas logísticas. Seu

zoneamento flexibilizou permissões de uso, vinculando-as apenas à infraestrutura urbana, o que pode contribuir para dispersar as atividades logísticas pelo território. Com isso, os armazéns passam a competir por terrenos apenas em vias arteriais e expressas, onde o alto valor do solo tende a deslocá-los para áreas periféricas à procura de menor custo e concorrência por terrenos.

Tabela 5: Tabela avaliativa e síntese dos resultados

Categoria	Pergunta	PDCF (1963)	Plandirf (1972)	PDDU-For (1992)	PDP-For (2009)
Zoneamento	Z1 O plano reserva zonas para uso do solo logístico?	2	2	0	1
	Z2 O plano preserva as zonas logísticas proposta no plano anterior?	2	2	0	1
	Z3 O plano preserva e facilita atividades logísticas em zonas centrais	0	0	0	1
	Z4 O plano permite o uso misto do solo com atividades logísticas?	0	2	1	2
	Z5 O plano considera o contexto metropolitano na proposição do uso do solo logístico?	0	0	0	0
Pontuação zoneamento		0,40	0,60	0,10	0,50
Ocupação	O1 O plano adota medidas para mitigar os impactos da ocupação do lote logístico?	2	1	2	2
	O2 O plano exige vagas de carga e descarga para instalações logísticas?	0	1	2	2
Pontuação ocupação		0,50	0,75	1,00	1,00
Localização	L1 O plano localiza as atividades logísticas considerando o valor do solo?	2	2	0	0
	L2 O plano localiza as atividades logísticas próximo a infraestrutura viária de alta capacidade?	2	2	2	2
	L3 O plano localiza as atividades logísticas próximo ao mercado consumidor?	0	2	0	1
	L4 O plano localiza as atividades logísticas próximo a mão de obra?	2	2	0	0
Pontuação localização		0,75	1,00	0,25	0,13
Pontuação de adoção das diretrizes nos planos		0,54	0,77	0,32	0,46

Fonte: Os Autores (2025).

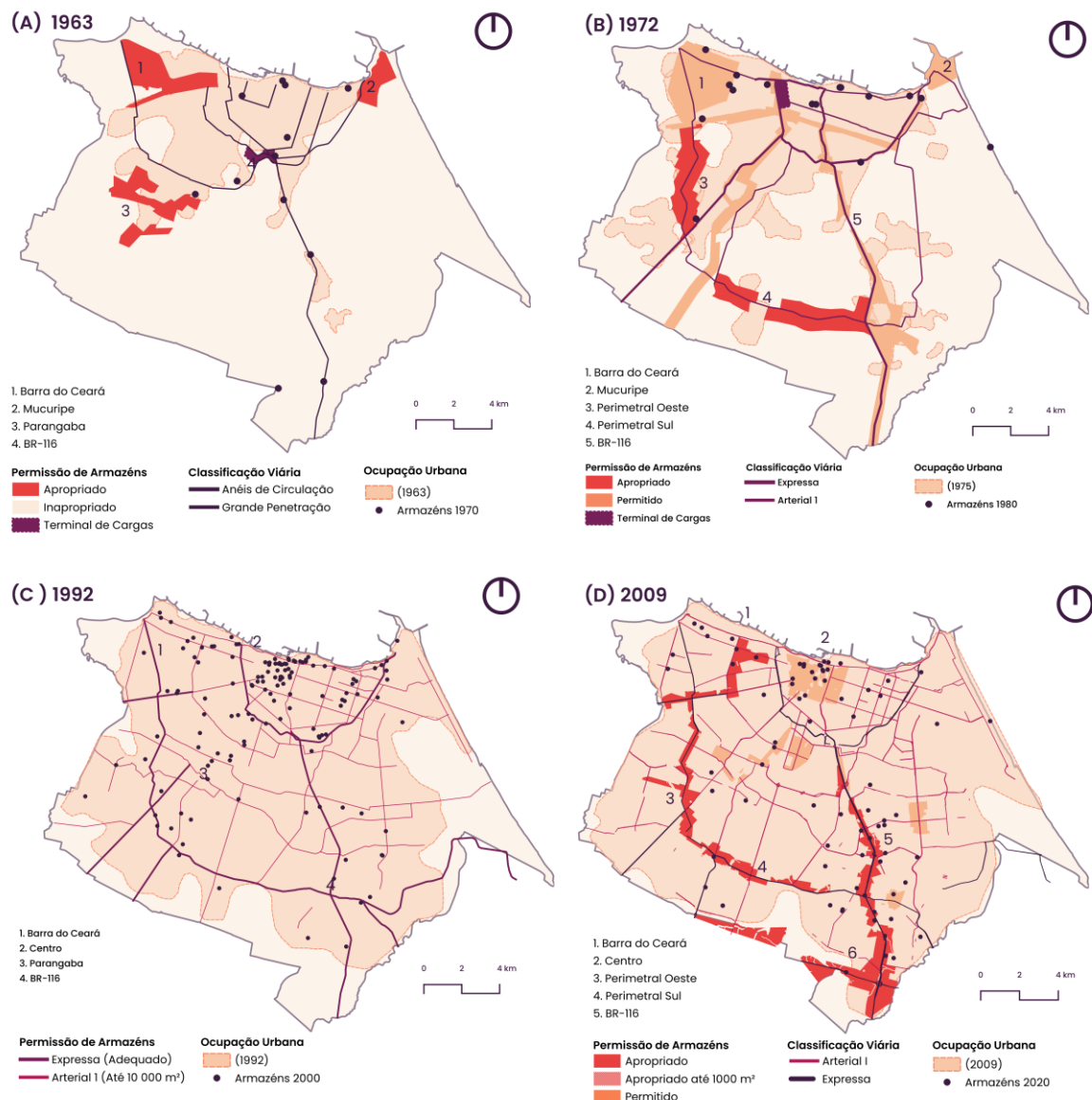
Nos planos mais recentes, observa-se uma tendência de não explicitar claramente as diretrizes locais para zonas logísticas, o que pode comprometer a acessibilidade das instalações e reduzir a aderência das propostas pelos operadores logísticos. Em contrapartida, esses planos impõem requisitos mais rigorosos para a ocupação de terrenos logísticos, buscando mitigar externalidades no ambiente.

A espacialização das propostas evidencia um padrão recorrente de alocação das zonas logísticas nas bordas da cidade, conforme demonstrado na Figura 2. Estas áreas estão integradas em grandes eixos viários e infraestruturas de transporte, facilitando o escoamento de

mercadorias. Além disso, zonas industriais continuamente recebiam usos logísticos devido à compatibilidade operacional.

Apesar das restrições impostas ao longo dos planos diretores, as atividades de armazenamento persistiram no centro histórico, contrariando as diretrizes de distanciamento. Isso sugere que a proximidade ao mercado consumidor é um fator determinante na localização dos armazéns e que diretrizes de afastamento generalistas podem ser contraproducentes. Além disso, embora a proximidade a eixos viários de alta capacidade sejam relevantes, terrenos lindeiros a essas vias podem ter maior valor do solo comparado a quarteirões posteriores, indicando que as permissões de uso baseadas exclusivamente na capacidade viária podem não considerar a acessibilidade econômica e a disponibilidade de terrenos.

Figura 14: Expansão urbana, zoneamento logístico e localização de armazéns.



Fonte: Autoria própria (2025).

Ao longo das décadas, setores como a BR-116 e a Avenida Perimetral foram consistentemente indicados para zonas logísticas, o que explica a concentração de armazéns nesses limites urbanos. Mais recentemente, o Quarto Anel Viário também atraiu essas atividades. No entanto, essa concentração em áreas periféricas pode ter aumentado a distância e o tempo de entrega para as regiões centrais. Além disso, muitas dessas áreas apresentam baixos índices de desenvolvimento humano (IDH), expondo questões vulneráveis às externalidades negativas do setor logístico.

3.9 Considerações Finais

Esta pesquisa contribui para a compreensão das mudanças na localização de instalações logísticas urbanas, analisando a adoção de políticas de uso do solo em Fortaleza ao longo dos anos. A análise dos planos diretores ajudou a reconstruir a evolução dessas políticas, identificar tendências e sua espacialização no território.

Os planos urbanos demonstram uma abordagem recorrente de incentivo à instalação logística em áreas com alta acessibilidade rodoviária, mas um desincentivo contínuo à permanência dessas operações nas regiões centrais. Embora a região central ainda concentre grande parte da demanda logística, os planos priorizam a remoção ou restrição de novos armazéns e atacadistas nessas áreas. Essa estratégia busca reduzir impactos viários, mas pode aumentar distâncias de deslocamento e custos operacionais, sem considerar plenamente as necessidades do setor logístico (Sakai *et al.*, 2019).

Enquanto os planos das décadas de 1960 e 1970 apresentavam diretrizes embasadas para justificar escolhas de localização logística, os documentos mais recentes tratam do tema de forma menos explícita, restringindo-se as permissões de uso e leis de ocupação do solo. A falta de diretrizes claras e a ausência de coordenação metropolitana dificultaram o planejamento integrado, podendo levar à migração das atividades logísticas para municípios vizinhos com regulamentações mais flexíveis. Assim, os resultados apontam para a necessidade de diretrizes mais consistentes, ancoradas em diagnósticos detalhados e fundamentação técnica.

Embora as diretrizes dos planos diretores no Brasil não necessariamente resultem no cumprimento total das decisões locais do setor de armazéns, a análise dessas políticas revela as estratégias do poder público e sua influência nas dinâmicas da logística urbana. O georreferenciamento das permissões de uso possibilitou identificar áreas incentivadas para a intensificação dessas atividades, enriquecendo a análise sobre a expansão logística.

Esta pesquisa focou exclusivamente nas propostas contidas nos planos diretores, sem avaliar sua implementação ao longo do tempo. Futuros estudos devem investigar os impactos

efetivos dessas políticas na acessibilidade das entregas, combinando abordagens espaciais e históricas. Além disso, recomenda-se uma análise de políticas de uso logístico do solo em cidades de diferentes tamanhos e contextos para compreender particularidades e semelhanças, ampliando a compreensão desse processo. Em síntese, a regulação do uso do solo desempenha um papel central na localização de instalações logísticas urbanas. Para evitar distanciamentos excessivos e suas externalidades associadas, é essencial que os planos diretores adotem propostas consistentes e técnicas fundamentadas para esse subsistema urbano.

4 CARACTERIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA ACESSIBILIDADE AOS ARMAZÉNS EM FORTALEZA A PARTIR DAS DIRETRIZES DOS PLANOS DIRETORES

4.1 Introdução

Assim como já explicitado nos capítulos anteriores, os sistemas logísticos são componentes essenciais para a vida urbana. Sua importância tem crescido cada vez mais com as mudanças nos padrões de consumo, proporcionadas pelo aumento do comércio eletrônico e das entregas domiciliares instantâneas (Xiao *et al.*, 2021; Holguin-Veras *et al.*, 2017). Essas novas dinâmicas têm levado à reorganização das cadeias logísticas, incluindo a reestruturação das instalações e suas localizações no contexto urbano, a fim de melhor suprir as necessidades dos consumidores urbanos (Hesse e Rodrigue, 2004; Holguin-Veras *et al.*, 2017).

Nesse cenário, a localização de armazéns, tem assumido relevância já que essas instalações são importantes pontos de origem e destino de cargas nas cidades (Aljohani e Thompson, 2020). Considerar a proximidade aos potenciais destinos de entrega um elemento crucial no funcionamento do frete urbano, maximizando os tempos de entrega e minimizando custos (Buldeo Rai *et al.*, 2022; Bowen, 2008), contrapondo-se à tendência observada nas últimas décadas de distanciamento (Dablanc e Rakotonarivo, 2010). Simultaneamente, políticas de planejamento urbano voltadas para a proximidade espacial e temporal têm ganhado força em diversas cidades ao redor do mundo, como as iniciativas das cidades de 15 minutos e do cronourbanismo, onde é possível alcançar necessidades cotidianas em até 15 minutos de viagem a pé ou de bicicleta (Moreno *et al.*, 2021; Allam *et al.*, 2022).

Considerar a proximidade entre as origens e destinos nos fluxos urbanos, especialmente no contexto do Transporte Urbano de Cargas (TUC), pode reduzir as distâncias e os tempos de entrega. Isso contribui para a diminuição dos custos logísticos da última milha, que é a etapa mais cara e menos eficiente do TUC (Houde *et al.*, 2018; Gevaers, Van de Voorde & Vanelslander, 2009). Além disso, também promove a redução de externalidades ambientais negativas, como emissões de poluentes e congestionamentos (Dablanc e Ross, 2012; Wygonik *et al.*, 2014). Entretanto, a localização de armazéns em áreas mais densas e acessíveis das cidades enfrenta desafios impostos por códigos e regulamentos de uso do solo urbano. Essas regulações urbanísticas frequentemente desestimulam ou até impedem a instalação de armazéns em regiões centrais (Xiao *et al.*, 2021; Dablanc, 2018; Holguin-Veras *et al.*, 2021).

Os padrões de acessibilidade no contexto do TUC estão intrinsecamente relacionados às características gerais de acessibilidade de uma cidade. Esses padrões resultam da interação entre fatores sociais e econômicos e decisões de planejamento que definem diretrizes

estruturantes do espaço urbano (Hull *et al.*, 2012). Decisões de planejamento, como as diretrizes presentes em planos diretores e nas leis de uso e ocupação do solo, tanto atuais quanto passadas, moldam os padrões espaciais e de acessibilidade de cargas (Buldeo Rai *et al.*, 2022). Nesse sentido, considerar a evolução da forma urbana e as decisões de planejamento urbano ao longo dos anos pode contribuir para uma compreensão mais precisa dos padrões de acessibilidade no transporte de cargas. Isso, por sua vez, permite avaliar os impactos dessas decisões nas escolhas locais e na acessibilidade tanto para operadores logísticos quanto para o poder público.

Para isso, é necessário analisar quais diretrizes voltadas para a localização de instalações logísticas foram adotadas nos planos urbanos de uma cidade, buscando compreender seus impactos no TUC. Contudo, ainda há uma lacuna significativa de estudos sobre acessibilidade no contexto da logística urbana (Van Wee, 2016; Gonzalez-Feliu *et al.*, 2018). Pinheiro *et al.* (2025) destacam que novos esforços devem fornecer insights de acessibilidade para formuladores de políticas públicas, especialmente no desenvolvimento de localizações logísticas urbanas. Até o momento, não foram identificados estudos que analisem a evolução da acessibilidade de carga com base no histórico de políticas de localização adotadas.

Grande parte dos estudos sobre expansão logística utiliza medidas centrográficas para avaliar o nível de expansão, sem considerar adequadamente medidas de tempo para avaliar acessibilidade e expansão logística. Uma exceção é Woudsman *et al.* (2008), que utilizam modelagem espacial autorregressiva para analisar a relação entre a eficiência do sistema de transportes e as localizações logísticas. Ainda assim, aspectos relacionados ao planejamento do uso do solo ainda são pouco abordados em estudos sobre acessibilidade de carga e expansão logística (Raimbault, Heitz e Dablanc, 2018).

Assim como os planos urbanos podem incentivar ou permitir a expansão urbana, instrumentos semelhantes podem ter promovido e agravado o fenômeno da expansão logística ao longo do tempo. Isso ocorreu por meio da imposição de restrições em áreas urbanas centrais e do incentivo a localizações cada vez mais distantes, sem considerar requisitos para uma localização eficiente de armazéns logísticos (Holguin-Veras *et al.*, 2021). Diante disso, este capítulo busca responder à seguinte questão de pesquisa: *Qual o impacto da localização dos armazéns logísticos na acessibilidade a armazéns ao longo dos anos em Fortaleza?*

Portanto, o objetivo deste capítulo é caracterizar a mudança de acessibilidade do frete urbano a partir da adoção de diretrizes nos planos diretores de Fortaleza. Dessa forma, busca-se investigar como os planos diretores de Fortaleza, produzidos entre as décadas de 1960 e 2020, têm contribuído para o distanciamento dos armazéns logísticos, aumentando os tempos de entrega das viagens originadas dessas instalações e diminuindo as oportunidades acessíveis

à população e aos comércios varejistas.

Para isso, serão simulados cenários de acessibilidade dos armazéns logísticos, utilizando uma medida de acessibilidade baseada em localização e considerando os tempos de entrega em cada década analisada. Dois cenários serão avaliados para cada plano diretor: um cenário observado, com as localizações em funcionamento no ano base, e outro cenário simulado, considerando as localizações propostas pelo plano vigente no ano base. Além dos tempos de entrega, será analisada a quantidade de varejos acessíveis em cada cenário, buscando avaliar tanto os tempos de viagem quanto as oportunidades acessíveis. Essa análise pretende compreender se as localizações propostas nos planos diretores, caso fossem integralmente adotadas pelos operadores logísticos, resultariam em tempos de entrega mais elevados em Fortaleza e, conseqüentemente, em menor acessibilidade às oportunidades de entrega, evidenciando localizações menos eficientes do ponto de vista das oportunidades alcançáveis.

O restante do capítulo está estruturado da seguinte forma: primeiramente, são apresentados o estado da arte do planejamento baseado em proximidade, com ênfase na relação entre proximidade espaço-temporal e acessibilidade no contexto urbano, bem como medidas de acessibilidade aplicadas ao transporte urbano de cargas e à localização de armazéns. Em seguida, são detalhados os materiais utilizados para gerar os cenários, incluindo dados sobre a localização de armazéns urbanos, a forma urbana em diferentes períodos analisados e informações dos planos diretores. Além disso, é descrito o método adotado para o desenvolvimento das análises. Posteriormente, os cenários gerados são aplicados ao estudo de caso, e os resultados são analisados. Por fim, são apresentadas as discussões finais e as implicações do estudo para as políticas públicas.

4.2 Planejamento por proximidade

As problemáticas relacionadas à urbanização têm se agravado à medida que a população mundial que vive em cidades aumenta. Historicamente, os assentamentos urbanos eram tradicionalmente construídos de forma compacta e orientada à vizinhança, onde serviços e atividades diárias estavam facilmente acessíveis. Com a introdução dos automóveis nas cidades e a conseqüente possibilidade de alcançar lugares mais distantes, a proximidade perdeu importância, o que transformou a forma urbana. Esse processo levou à expansão urbana e ao aumento do consumo energético necessário para realizar deslocamentos, resultando em mais tráfego e congestionamento (Hall, 2019).

Diante do agravamento dessas questões, as cidades têm buscado reconsiderar modelos de planejamento baseados no transporte que privilegiam grandes deslocamentos. Nesse

contexto, cresce o interesse em promover a sustentabilidade urbana, criando ambientes onde as comodidades sejam acessíveis por meio de deslocamentos menores. Modelos de planejamento fundamentados na proximidade visam tornar as cidades mais acessíveis, promovendo um modelo policêntrico em que oportunidades e comodidades urbanas estejam mais próximas, valorizando os bairros como unidades básicas das cidades (Pozoukidou e Chatziyiannaki, 2021). Além disso, esses modelos estão alinhados ao paradigma do cronourbanismo, que considera os aspectos temporais das dinâmicas urbanas (Megahead *et al.*, 2025; Osman e Mulicek, 2017; Ferrer-Ortiz *et al.*, 2022; Neutens *et al.*, 2010).

Nesse cenário, o conceito de cidades de 15 minutos (Moreno *et al.*, 2021) reforça a prioridade do acesso local dos cidadãos às principais comodidades como elemento central do planejamento urbano (Papadopoulos *et al.*, 2023). A ideia central é que a maioria das necessidades diárias no nível local, como as de um bairro, sejam atendidas por meios de transporte ativos em até 15 minutos. Isso reduziria a necessidade de longos deslocamentos urbanos, já que as atividades estariam mais próximas, diminuindo o tempo de viagem, a distância percorrida e a energia empregada nos deslocamentos. Consequentemente, haveria também uma redução nas emissões de poluentes (Allam *et al.*, 2022; Moreno *et al.*, 2021; Pozoukidou e Chatziyiannaki, 2021).

Entretanto, o paradigma das cidades de 15 minutos (ou de qualquer tempo delimitado) é aplicado, na maioria dos casos, a estudos relacionados ao transporte de pessoas, especialmente por meio de modais ativos. Contudo, a ideia de um planejamento urbano orientado pela proximidade, em que atividades sejam realizadas dentro de um limite de tempo reduzido, pode ser ampliada para o transporte urbano de carga (TUC). Embora estudos que apliquem explicitamente o conceito de cidades de 15 minutos ao frete urbano ainda não sejam encontrados, algumas pesquisas já avançam na proposta do que é denominado "logística de proximidade". Essa abordagem contrapõe-se à expansão logística e defende o desenvolvimento de instalações logísticas em áreas urbanas densas e de uso misto (Rai *et al.*, 2022).

A logística de proximidade assume papel ainda mais relevante no contexto do comércio eletrônico, onde a logística de última milha é intensamente demandada por entregas fragmentadas, que geram mais viagens em comparação ao comércio tradicional, além de representarem cerca de 52% dos custos das entregas, concentrando custos econômicos e ambientais. Estudos indicam que a proximidade logística pode reduzir as distâncias e os tempos de entrega, além de diminuir os custos das viagens e as emissões de poluentes (Houde *et al.*, 2018; Rivera-Gonzalez e Amaral, 2024; Sakai *et al.*, 2019).

4.2.1 Medidas de acessibilidade

A acessibilidade, nesse contexto, é um fator determinante e pode ser definida como a capacidade dos sistemas de uso do solo e transportes em facilitar a movimentação de pessoas e mercadorias, integrando aspectos do uso do solo, transporte e componentes individuais e temporais (Van Wee *et al.*, 2013). Assim, a acessibilidade desempenha um papel crucial na dinâmica urbana, uma vez que grande parte das interações nas cidades ocorre devido aos deslocamentos de pessoas ou cargas. Nas últimas décadas, a literatura sobre acessibilidade avançou significativamente, tanto no desenvolvimento de teorias quanto em métodos. Entretanto, a maioria dos estudos foca na perspectiva dos passageiros, enquanto poucos investigam a relação da acessibilidade com o transporte de cargas, um campo emergente com grande potencial de pesquisa (Van Wee, 2016; Gonzalez-Feliu *et al.*, 2018; Levinson e King, 2020).

Apesar das diferenças na operacionalização dos conceitos de acessibilidade para pessoas e cargas, ela pode ser dividida em quatro componentes principais (Geurs e Van Wee, 2004), definidos no contexto do transporte urbano de cargas (TUC) da seguinte maneira (Pinheiro *et al.*, 2025): o componente de uso do solo abrange a quantidade, qualidade e distribuição espacial da oferta e demanda por oportunidades, incluindo a interação entre oferta e demanda, como a competição por atividades e serviços. Este componente está associado à proximidade geográfica entre oportunidades, ou à espacialização da demanda e oferta de serviços e pessoas. O componente de transportes mede a facilidade ou dificuldade dos deslocamentos entre origens e destinos, considerando os meios e a infraestrutura de transporte disponíveis, incluindo a conectividade espacial e temporal da rede de transporte. Já o componente individual reflete as necessidades, habilidades e oportunidades dos agentes que realizam as viagens, como passageiros ou, no caso do TUC, tomadores de decisão envolvidos no transporte de mercadorias. Por fim, o componente temporal representa as restrições relacionadas à disponibilidade das oportunidades em diferentes momentos ou os limites de tempo para alcançá-las.

Portanto, a acessibilidade, seja de indivíduos ou serviços, é influenciada pela distribuição espacial do uso do solo, pelos meios de transporte e infraestruturas disponíveis, pela disponibilidade temporal e pelas capacidades socioeconômicas dos serviços ou indivíduos (Cheng *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2025). Esses componentes interagem de diferentes formas e podem ser mensurados por meio de métricas ou indicadores de acessibilidade. Tais indicadores são classificados por Geurs e Van Wee (2004) em quatro categorias: medidas baseadas em infraestrutura, que avaliam o desempenho ou nível de serviço das infraestruturas de transporte,

como congestionamento ou tempo de viagem, além da proximidade a infraestruturas rodoviárias de grande capacidade, no contexto do TUC (Thiemermann e Grob, 2023; Sakai *et al.*, 2016; Yuan, 2021; Sakai *et al.*, 2020; Aljohani e Thompson, 2020). Medidas baseadas em localização analisam a acessibilidade geográfica de um local em nível macro, como oportunidades alcançáveis dentro de um limite de tempo. Na análise de acessibilidade logística, essas medidas podem ser aplicadas para avaliar a proximidade entre instalações logísticas e destinos, como oportunidades de entregas de armazéns para varejistas (Aljohani e Thompson, 2020). Medidas baseadas em pessoas ou no componente individual refletem limitações e oportunidades de indivíduos ou tomadores de decisão, considerando restrições e preferências locais, como restrições temporais de entrega e tráfego no TUC, ou necessidades específicas de um armazém. Por fim, medidas baseadas em utilidade analisam os benefícios econômicos de alcançar uma oportunidade e sua vantagem em relação a outras.

Diversos modelos e indicadores de acessibilidade foram desenvolvidos, utilizando diferentes tipos de dados e métodos, com a maioria voltada para a acessibilidade de passageiros. Análises de acessibilidade baseadas em oportunidades e tempo tem sido desenvolvidas em trabalhos utilizando roteamentos em linguagem R e em SIG, utilizando principalmente algoritmos de roteamento (Pereira *et al.*, 2021).

Mais recentemente, Pinheiro *et al.* (2025b) desenvolveu um indicador de acessibilidade espacial multiescalar, englobando os quatro componentes de acessibilidade para o TUC, especialmente para decisões locais de armazéns. O modelo considera variáveis relacionadas ao componente de transporte, como densidade de rodovias, congestionamento e proximidade a vias expressas, além de variáveis do componente de uso do solo, como densidade de varejistas e empregos, e do componente temporal, como densidade de restrições de caminhões. Os resultados foram comparados com indicadores de densidade de armazéns, densidade populacional e valor do solo. Algumas dessas variáveis são identificadas no capítulo dois desta dissertação como diretrizes importantes para a localização logística no planejamento urbano.

No contexto do planejamento baseado em proximidade para acessibilidade no transporte de cargas, os modelos baseados em localização se destacam por considerarem a geografia como fator-chave. Halden *et al.* (2000) estimaram valores de acessibilidade a partir de isócronas relacionadas à distância, tempo e custo de viagem, assim como Choudhry e Qian (2023) utilizam dados de GPS para geração de isócronas. Gonzalez-Feliu *et al.* (2014) calcularam a acessibilidade considerando o custo com base na distância percorrida e na duração das viagens de caminhão. Kocatepe *et al.* (2019) utilizaram sistemas de informação geográfica (GIS) para

avaliar o valor do tempo de viagem na acessibilidade a armazéns. Outros estudos empregaram modelos gravitacionais para calcular a acessibilidade (Thomas *et al.*, 2003; Lim e Thill, 2008; Thill e Lim, 2010; Crainic *et al.*, 2010; Van den Heuvel *et al.*, 2014). Rivera-Gonzalez e Amaral (2024) compararam métricas baseadas em isócronas e gravidade em diferentes horários do dia para Nova York, sugerindo o uso complementar dessas métricas.

Grande parte dessas medidas, sejam direcionadas a pessoas ou cargas, requer uma quantidade substancial de dados como insumo para as análises. Alguns dados são de acesso aberto, enquanto outros dependem de informações locais fornecidas por autoridades ou estudos regionais. Para análises históricas, os dados são ainda mais restritos, limitando a disponibilidade de métodos aplicáveis. Geurs e Van Wee (2004) destacam que indicadores de acessibilidade devem ser formulados com base teórica sólida, fácil operacionalização de dados e modelos, boa interpretabilidade e comunicabilidade dos resultados, além de serem úteis como ferramentas de avaliação de políticas públicas.

4.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo investiga os impactos das políticas de localização logística na acessibilidade a armazéns em Fortaleza. Para isso, o método proposto estima, com base em duas métricas de acessibilidade (tempo mínimo de viagem e oportunidades cumulativas), os efeitos das decisões de zoneamento e uso do solo logístico estabelecidas nos planos diretores de Fortaleza sobre o Transporte Urbano de Cargas (TUC). Essa abordagem permite considerar a expansão logística a partir da variação dos tempos de entrega dos armazéns ao longo do tempo, analisando a influência das localizações e das permissões de uso logístico do solo sobre os tempos de viagem e as oportunidades de armazéns acessíveis em cada região.

4.3.1 Dados

Os dados utilizados nesta pesquisa podem ser classificados em três categorias: (a) localização logística; (b) rede viária urbana; e (c) zoneamento logístico adotado. Para analisar a localização dos armazéns, foi necessário obter uma base de dados que permitisse essa identificação. A partir do banco de dados da Receita Federal (BRF, 2024), foi extraída uma lista com todas as empresas em funcionamento na cidade de Fortaleza durante o período de análise. O tratamento e a filtragem dos dados seguiram as seguintes etapas: (1) filtragem de registros por CNAE, separando atividades de armazenagem e varejo; (2) filtragem por período de funcionamento, considerando apenas empresas ativas durante o ano base; e (3) geolocalização dos armazéns e varejos com base em seus endereços. Esse processo permitiu obter

separadamente o tipo de empresa em funcionamento em cada ano base.

Após a filtragem dos dados de localização, foi necessário obter a malha viária correspondente a cada ano base. Para isso, utilizamos aerolevantamentos fotogramétricos fornecidos pela Prefeitura de Fortaleza (Fortaleza, 2024), abrangendo os anos de 1963, 1972, 1992, 2010 e 2016. Esses mapas foram utilizados para o tratamento da malha viária da cidade, baseado na rede do OpenStreetMap atual e editado no software QGIS, considerando os aerolevantamentos e as definições contidas nos planos diretores. Foram tratados os nós, velocidades regulamentares e tipologias das vias para obter uma representação da rede mais próxima de cada ano base definido. Por fim, utilizamos informações de zoneamento e permissão de uso logístico do solo, extraídas dos planos diretores analisados. Essas informações foram utilizadas como base para a localização planejada de armazéns.

As informações geradas foram agregadas em unidades espaciais básicas. Para isso, o município foi dividido em uma grade hexagonal com células de 0,88 km² de área e uma diagonal curta de 1000 metros, com aresta de 530 metros. Essa escolha visa mitigar o Problema da Unidade de Área Modificável (MAUP), influenciando os resultados e reduzindo imprecisões (Pinheiro, Gonzalez-Feliu e Bertoni, 2025; Birch *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2019). Essa grade atende a três necessidades principais: (a) fácil reprodutibilidade, pois foi extraída de um índice espacial amplamente utilizado em análises de transporte e facilmente replicado (UBER, 2018); (b) adequação ao contexto evolutivo do espaço urbano; e (c) boa equivalência com outras unidades espaciais utilizadas em Fortaleza, já que equivale as medianas das áreas das zonas de tráfego e metade da mediana das áreas dos bairros.

4.3.2 Formulação de cenários de análise

Analisamos a evolução da localização dos armazéns ao longo de seis décadas (1970-2020), utilizando o primeiro ano de cada década como ano base. As análises são conduzidas por meio de dois cenários distintos: (i) o cenário observado, que considera as localizações dos armazéns em funcionamento, e (ii) o cenário planejado, que reflete as localizações propostas nos planos diretores vigentes. Em cada cenário, são aplicadas duas métricas: uma que calcula o tempo mínimo de viagem de cada célula hexagonal até o armazém mais próximo e outra acumula o número de oportunidades (armazéns) capazes de realizar uma viagem de até 15 minutos a cada hexágono. Dessa forma, é possível comparar as diferenças de acessibilidade entre os cenários e identificar as regiões em que o cenário planejado poderia melhorar ou piorar a acessibilidade, ou seja, os impactos caso as diretrizes de localização propostas nos planos diretores fossem rigorosamente seguidas.

Para a construção de cada ano base dos cenários, foram utilizados os dados apresentados no Quadro 2. No cenário observado, utilizamos as localizações dos armazéns em funcionamento no respectivo ano base, agregadas em células hexagonais. Para o cenário planejado, empregamos a rede viária mais próxima ao ano base e as localizações logísticas propostas nos planos diretores vigentes, suas localizações foram selecionadas com base nas zonas identificadas nos planos diretores como apropriadas para instalação de armazéns, sem restrições específicas. Assim, partimos do pressuposto de que os planos incentivam a instalação de armazéns nessas zonas. Para garantir a comparabilidade, a mesma quantidade de armazéns observados foi redistribuída para a célula hexagonal mais próxima dentro das zonas permitidas, respeitando a lógica de proximidade e interesse de localização, mas adequando-se às permissões de uso do solo.

Quadro 2: Dados utilizados para geração de cenários.

Ano base	Armazém observados	Zonas planejadas	Rede viária utilizada	Plano diretor vigente
1970	1970	1963	1972	PDCF (1963)
1980	1980	1972	1979	Plandirf (1972)
1990	1990	1972	1992	Plandirf (1972)
2000	2000	1992	2001	PDDU (1992)
2010	2010	1992	2006	PDDU (1992)
2020	2020	2009	2016	PDP-For (2009)

Fonte: Autoria própria (2025).

As análises dos cenários foram realizadas em duas etapas. Primeiramente, comparou-se a acessibilidade das zonas aos armazéns no mesmo ano base, utilizando as duas métricas mencionadas, para identificar diferenças nos ganhos de acessibilidade entre o cenário planejado e o observado. Essas diferenças foram classificadas em quintis para as métricas de acessibilidade, enquanto para as análises perdas e ganhos de acessibilidade, formuladas a partir da diferença entre os cenários, foram separadas três classes para perdas e três para os ganhos. Posteriormente, avaliou-se a evolução dos ganhos de acessibilidade em oportunidades cumulativas no cenário planejado e observado ao longo dos diferentes anos base, permitindo compreender a dinâmica de evolução da acessibilidade e identificar mudanças nas estratégias de localização adotadas pelos planos diretores em diferentes períodos e regiões da cidade.

Foram utilizadas técnicas de análise e estatística espacial nos cenários observado e planejado para oportunidades cumulativas. Utilizando o Índice de Moral Local Univariado e mapas de Indicadores Local de Associação Espacial (LISA), gerado utilizando o software Geoda. Foram identificados e separados clusters de alta e baixa densidade de oportunidades e

comparados com clusters de alta densidade de varejos, a fim de verificar se áreas com concentração de comércio varejista foram beneficiadas por aumentos de acessibilidade.

4.3.3 Análises de acessibilidade

Nesta seção, detalha-se o método empregado para estimar o indicador de acessibilidade utilizado no estudo, composto por duas medidas: tempo mínimo de viagem e oportunidades cumulativas. Ambas as medidas foram calculadas com base nos dados apresentados na subseção anterior. As análises foram realizadas utilizando o pacote computacional *r5r*, uma ferramenta de roteamento em linguagem R de código aberto (Pereira *et al.*, 2021). Esse método tem sido amplamente empregado em pesquisas sobre acessibilidade, especialmente no contexto da mobilidade de pessoas. No presente estudo, foi adaptado para avaliar a acessibilidade a armazéns no território urbano, permitindo a comparação entre as localizações observadas e planejadas.

Inicialmente, foram geradas matrizes de tempo de viagem entre todas as células da grade hexagonal, utilizando seus centroides como pontos de origem e destino. Os tempos de viagem foram calculados considerando o caminho mais rápido entre cada par de pontos. Com base nessa matriz, foram derivadas as duas métricas de acessibilidade: tempo mínimo de viagem e oportunidades cumulativas.

A primeira métrica, tempo mínimo de viagem, representa o menor tempo necessário para que um caminhão de entregas partindo de um armazém chegue a determinado hexágono da cidade. Essa medida reflete a proximidade temporal e a cobertura dos armazéns nas diferentes regiões urbanas. Ou seja, um determinado destino, como um estabelecimento atacadista ou varejista, localizado em um hexágono específico, terá um valor correspondente ao tempo necessário para receber entregas do armazém mais próximo. Essa abordagem é fundamental para identificar áreas da cidade onde as entregas podem ocorrer de forma rápida. Além disso, regiões com tempos de entrega elevados representam um desafio logístico, pois implicam rotas mais longas e custos operacionais mais altos.

A segunda métrica, oportunidades cumulativas passiva, quantifica o número de armazéns capazes de realizar entregas em determinado hexágono dentro do período de tempo. No estudo, esse limite foi estabelecido em 15 minutos. Essa medida permite identificar as regiões da cidade com maior acesso a diferentes armazéns, proporcionando mais oportunidades de entrega na distribuição de mercadorias. Regiões com alta acessibilidade a armazéns tendem a receber entregas de forma mais rápida e econômica, já possuem diferentes opções de armazéns próximos à disposição. Ademais, áreas com elevada concentração de

estabelecimentos varejistas e atacadistas devem possuir boa acessibilidade a armazéns para otimizar a logística de distribuição e reduzir custos operacionais (Bowen, 2008).

4.4 Resultados

Esta seção apresenta e discute os resultados obtidos a partir da aplicação do método nos cenários formulados. Os resultados são organizados da seguinte maneira: (a) análise exploratória da localização de varejos e armazéns para compreensão dos padrões observados; (b) análise da acessibilidade considerando as medidas de tempo mínimo de entrega e oportunidades cumulativas de entrega a partir dos armazéns nos cenários observados e planejados ao longo do período analisado; (c) comparação dos ganhos de acessibilidade no cenário planejado com base nos planos diretores; (d) análise espacial da relação entre os ganhos de acessibilidade e a localização dos estabelecimentos varejistas.

4.4.1 Análise exploratória

A Figura 14 apresenta a distribuição de varejos e armazéns nas zonas hexagonais ao longo do período analisado, em mapas classificados por quintis. Inicialmente, observa-se a evolução do padrão de localização dos varejos na cidade, com um aumento na concentração na região central a partir da década de 1970. Entre as décadas de 1980 e 2000, essa expansão se estendeu para as regiões Oeste e Sudeste, refletindo a distribuição populacional, historicamente mais densa nessas áreas. A partir da década de 2010, a concentração de varejos se intensifica em pontos específicos dessas mesmas regiões, enquanto o número total de estabelecimentos diminui e sua distribuição espacial se torna menos homogênea.

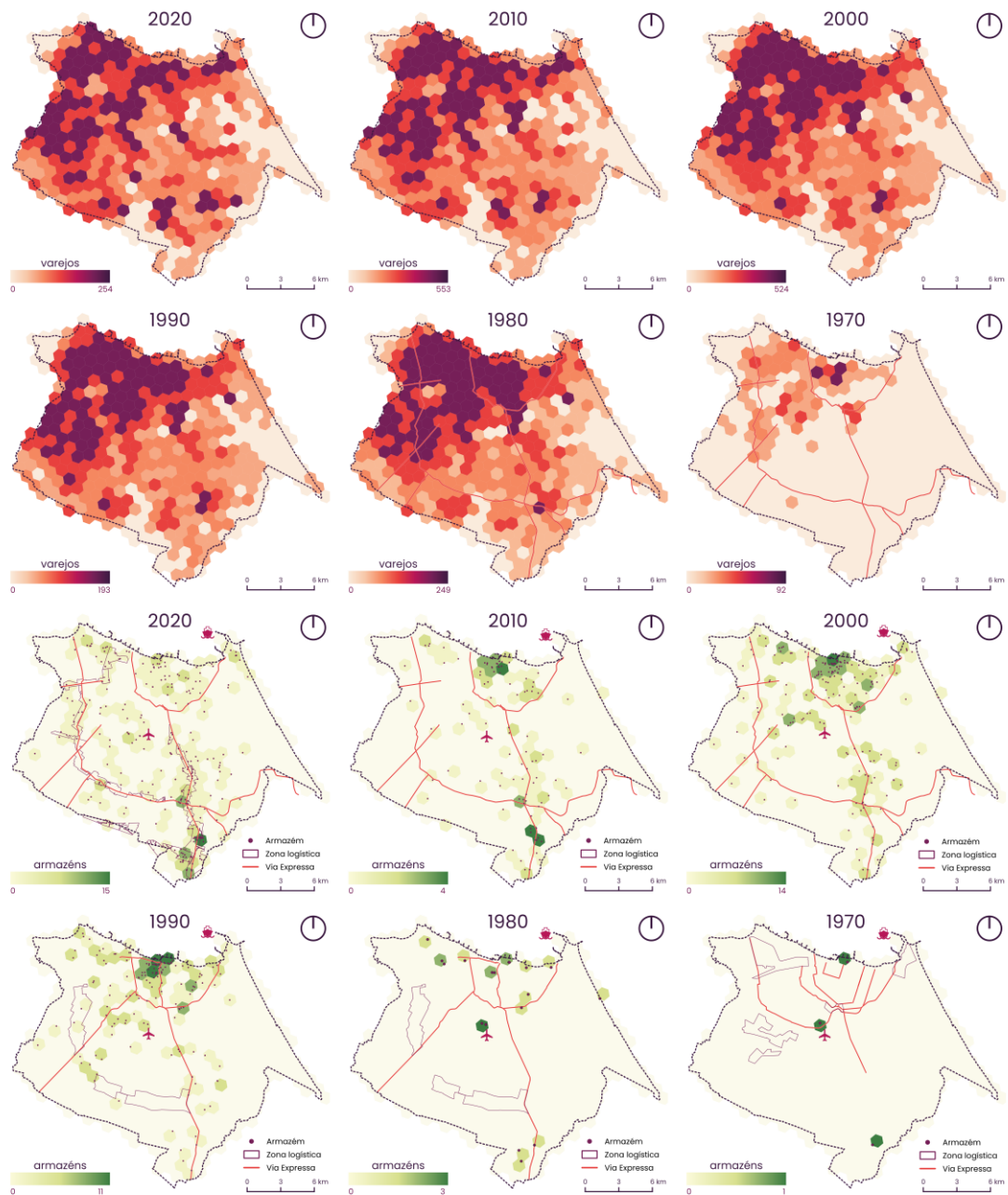
Por outro lado, o padrão de localização dos armazéns apresenta maior variabilidade ao longo do tempo, com mudanças em cada cenário analisado. No entanto, nota-se uma concentração significativa em duas regiões específicas: a área interna ao primeiro anel viário, onde se localiza o centro da cidade e a principal concentração de atividades econômicas, e ao longo do eixo da BR-116, rodovia de grande fluxo e principal via de acesso à cidade. Além disso, parte dessa concentração ocorre em regiões designadas como zonas ou vias onde a atividade logística é incentivada pelos planos diretores.

Tabela 6: Relação de armazéns existentes e presentes em zonas logísticas.

Armazéns	2020	2010	2000	1990	1980	1970
Zona	33% (84)	18% (17)	15% (24)	8% (12)	10% (2)	0
Buffer 1km	57% (149)	47% (46)	41% (76)	29% (20)	4% (20)	0
Total	257	96	185	148	19	3

Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 15: Distribuição de varejos e armazéns (1970- 2020)



Fonte: Autoria própria (2025).

Em 2020, 33% dos armazéns estavam situados nessas zonas, enquanto 57% encontravam-se a uma distância de até 1.000 metros de uma ZEDUS. E conforme apresentado na Tabela 6, esse percentual vem crescendo nas últimas décadas, demonstrando que as zonas logísticas tem conseguido atrair armazéns para se instalarem em seu perímetro por adotarem localizações que cumprem certas necessidades de localização (Pinheiro *et al.* 2025). No entanto, isso não necessariamente significa que essas localizações tem contribuído para melhora nas oportunidades de entrega a partir de armazéns.

Essa distribuição reflete três fatores-chave identificados na revisão de literatura: a

influência das zonas onde o uso logístico do solo é permitido e incentivado, a proximidade de atividades comerciais, especialmente varejistas, e a acessibilidade a infraestruturas de transporte de alta capacidade, como ferrovias, portos, aeroportos e, principalmente, vias expressas como a BR-116 (Sakai *et al.*, 2016; Pinheiro *et al.*, 2025).

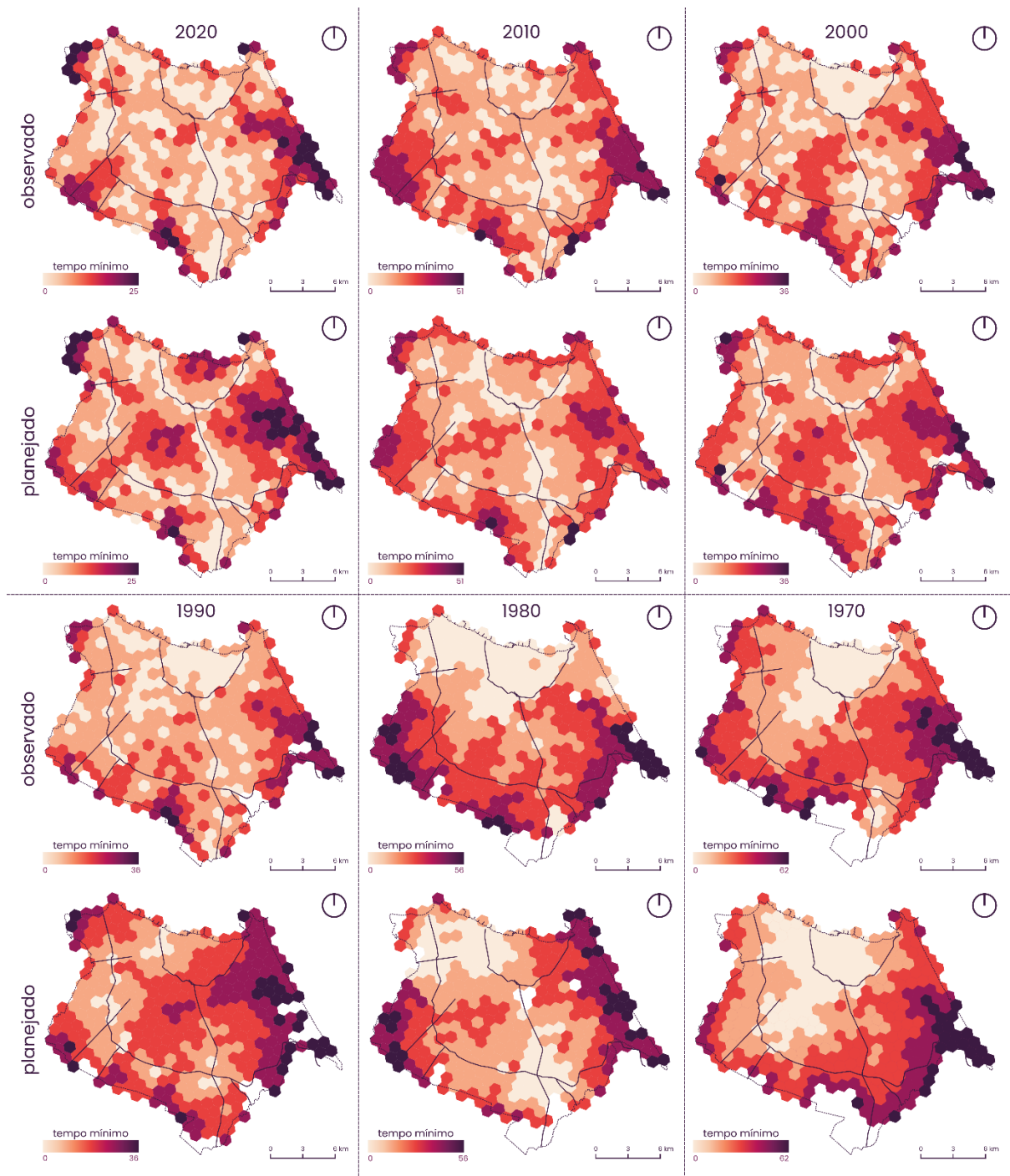
A análise da relação espacial de acessibilidade entre varejos e armazéns é fundamental para compreender o grau de eficiência da localização dos armazéns em relação aos destinos das entregas. Embora varejos e armazéns apresentem necessidades e padrões de localização distintos, sua proximidade deve ser considerada, uma vez que ambos desempenham papéis interdependentes na cadeia de suprimentos. Assim, essa relação será utilizada para avaliar os níveis de acessibilidade em diferentes regiões da cidade, permitindo inferir o quão bem cada área é atendida pelos armazéns.

4.4.2 Análise da acessibilidade a armazéns baseado em tempo

Para compreender as diferenças de acessibilidade aos armazéns das diversas regiões da cidade, foram calculadas métricas de tempo mínimo de entrega a partir do armazém mais próximo e oportunidades cumulativas de entrega em cada hexágono, para se obter a quantidade de diferentes armazéns que conseguem alcançar cada célula dentro de um limite de tempo. Essas métricas foram geradas para dois cenários, observado e planejado, ao longo do período analisado. A métrica de tempo mínimo de viagem indica o quão rapidamente uma determinada área pode ser atendida por um armazém, refletindo assim a proximidade dessas instalações e o desempenho das viagens realizadas na rede viária. Regiões com presença de armazéns e suas proximidades apresentam menores tempos de entrega, mesmo que não possuam alta densidade dessas instalações.

Conforme apresentado na Figura 15, o tempo mínimo de viagem apresenta diferentes padrões de distribuição espacial ao longo do tempo. Em 1970, o quintil com os menores valores estava concentrado dentro do primeiro anel viário, estendendo-se em direção sudoeste até as proximidades da Parangaba, região que possuía um polo industrial e representava uma centralidade importante nesse período. Em 1980, essa distribuição se deslocou para o oeste, abrangendo a região industrial em formação nas proximidades da Barra do Ceará. Entre 1990 e 2000, os padrões se tornaram mais dispersos e concentrados em pontos específicos do território. Até então, os maiores tempos de viagem se distribuíam nas bordas da cidade, devido à ausência de armazéns e ao baixo desempenho da rede viária, ainda em formação nessas áreas.

Figura 16: Acessibilidade de tempo mínimo de viagem a partir de armazéns nos cenários observado e planejado (1970-2020).



Fonte: Autoria própria (2025)

Além do interior do primeiro anel viário, as regiões ao longo da BR-116 reduziram seus tempos de viagem e, nas últimas três décadas, consolidaram-se como áreas de alta acessibilidade. Por outro lado, a partir de 2010, a região interna do primeiro anel viário

apresentou um aumento nos tempos de viagem, impactando diretamente as entregas destinadas à sua importante zona comercial.

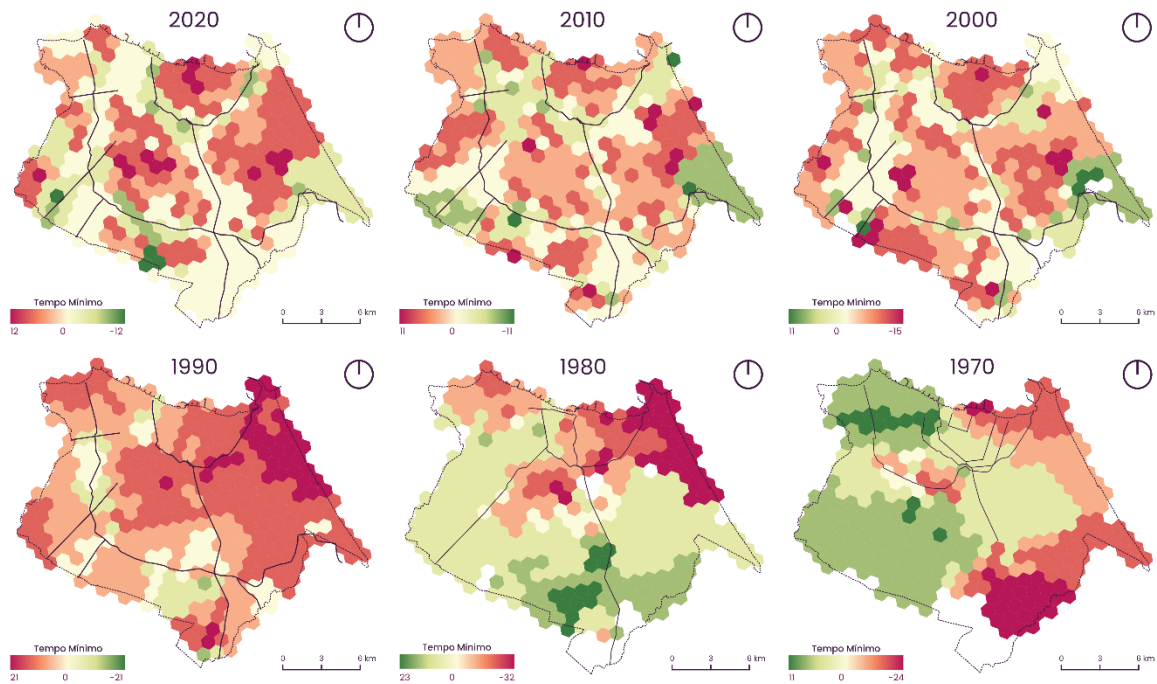
No cenário planejado, as regiões com menores tempos de viagem estão associadas não apenas à localização dos armazéns contidas nas zonas designadas pelos planos diretores para sua instalação. Em 1970, assim como no cenário observado, a concentração dos menores tempos de viagem se estendia do primeiro anel viário até Parangaba, continuando para áreas mais periféricas da cidade. Em 1980, surgiu uma nova concentração na região sul da BR-116, nas proximidades de Messejana, e, em 1990, na região sudoeste da cidade, nas proximidades da Avenida Perimetral. Observa-se, ainda, o deslocamento da concentração do primeiro anel viário para a região oeste. Essas mudanças refletem o incentivo do plano diretor vigente à época (PLANDIRF, 1972), que buscava descentralizar a localização dos armazéns, redistribuindo-os para áreas mais afastadas, especialmente ao longo da Avenida Perimetral, construída após a formulação do plano para criar um anel viário na periferia da cidade.

Com a implementação do plano diretor seguinte, em 1992 (PDDU-For), que estabelecia diretrizes de localização logística estruturadas com base na capacidade viária, as regiões ao longo da BR-116 e do primeiro anel viário passaram a concentrar os menores tempos de viagem, consolidando a importância desses eixos viários na distribuição do TUC. Esses incentivos locais tiveram reflexo direto no cenário observado, uma vez que ambos os cenários apresentaram tendências de localização semelhantes durante esse período.

A Figura 17 apresenta os ganhos e perdas de tempo de viagem ao comparar o cenário planejado com o observado, isto é, identifica quais regiões da cidade teriam ganhos ou perdas de acessibilidade caso o cenário planejado tivesse sido estritamente seguido. Esta análise não busca avaliar a evolução da acessibilidade ao longo do tempo, mas se concentra na comparação entre os cenários planejado e observado. Dessa forma, observa-se que, em todos os anos analisados, há uma redução significativa da acessibilidade na região interna ao primeiro anel viário, reflexo de políticas de localização logística que desincentivavam a instalação de armazéns nessa área. Por outro lado, há uma concentração de acessibilidade ao longo de eixos viários de alta capacidade. No entanto, embora essas áreas se beneficiem de maior conectividade, o aumento do tempo de viagem para regiões situadas entre esses eixos resulta na diminuição da acessibilidade em algumas áreas.

Figura 17: Comparação dos ganhos e perdas de tempo de viagem considerando o cenário

planejado (1970-2020)



Fonte: Autoria própria (2025).

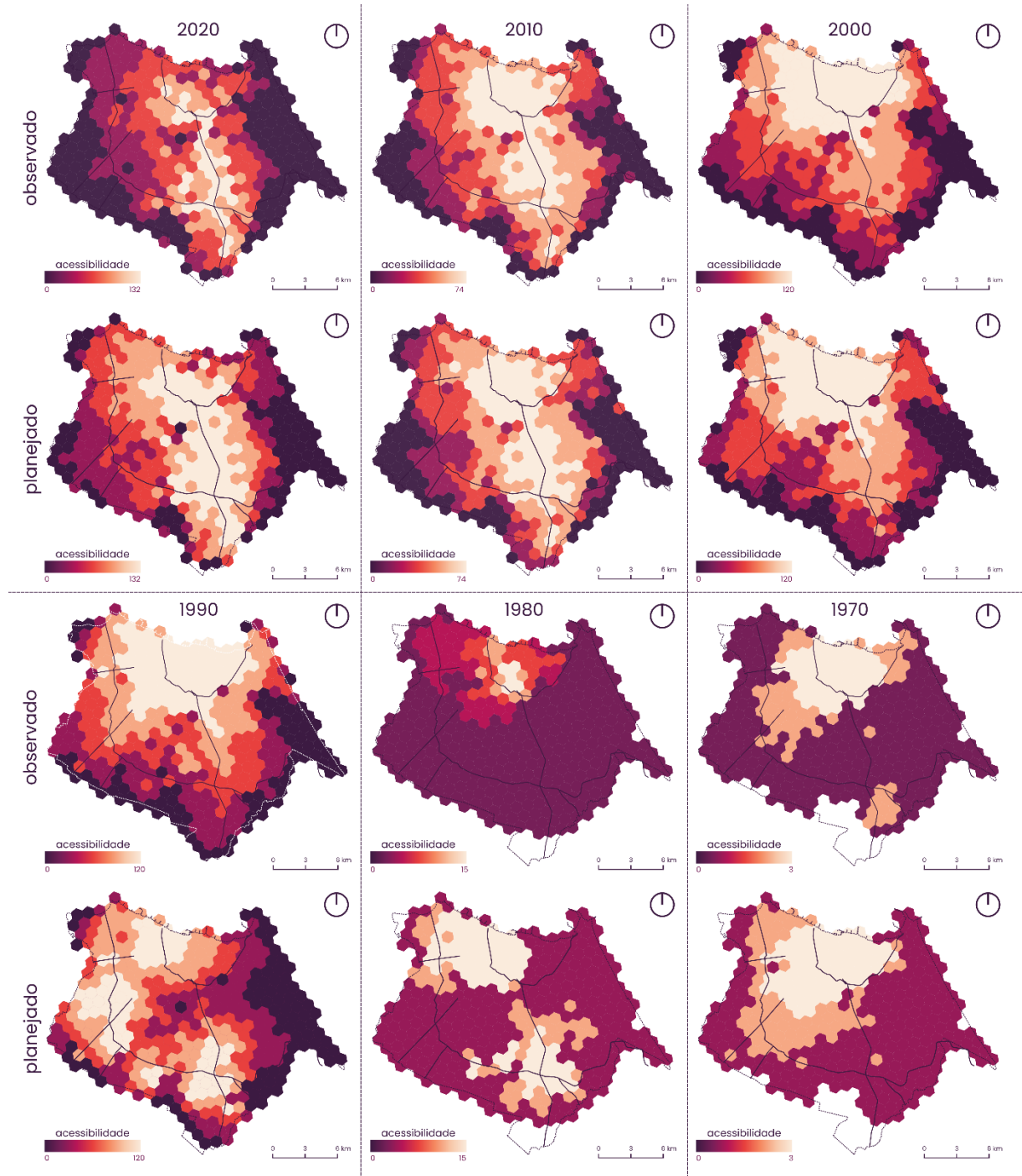
4.4.3 Análise da acessibilidade a armazéns baseada em oportunidades

A medida de oportunidades cumulativas representa o número de armazéns capazes de atender uma determinada região em um tempo de viagem de até 15 minutos. Dessa forma, além da proximidade temporal dos armazéns, a densidade dessas instalações no entorno também é um fator relevante. Receptores de carga, como os varejos, localizados em regiões com alta acessibilidade, possuem maior disponibilidade de diferentes armazéns para atendimento.

A Figura 17 apresenta os níveis de acessibilidade nos cenários observado e planejado para cada ano-base do período analisado. No cenário observado, entre 1970 e 1990, verifica-se uma significativa concentração do quintil de maior acessibilidade na região do primeiro anel viário, que gradualmente se expande para as regiões oeste e sudoeste da cidade, com os níveis de acessibilidade decrescendo a partir dessas áreas. Esse padrão reflete a importância das zonas centrais e a concentração de armazéns nessas localidades, bem como a presença desses estabelecimentos no polo industrial da Barra do Ceará (Nordeste) e na densa região periférica ao sudoeste da cidade.

Esse padrão se altera a partir dos anos 2000, com a diminuição da acessibilidade nas regiões oeste e sudeste e o aumento da acessibilidade nas áreas lindeiras à BR-116. Esse processo culmina, em 2020, com a expressiva redução da acessibilidade dentro do primeiro anel viário e a consolidação da BR-116 como um eixo logístico de maior importância.

Figura 18: Acessibilidade em oportunidades cumulativas a armazéns nos cenários observado e planejado (1970-2020).



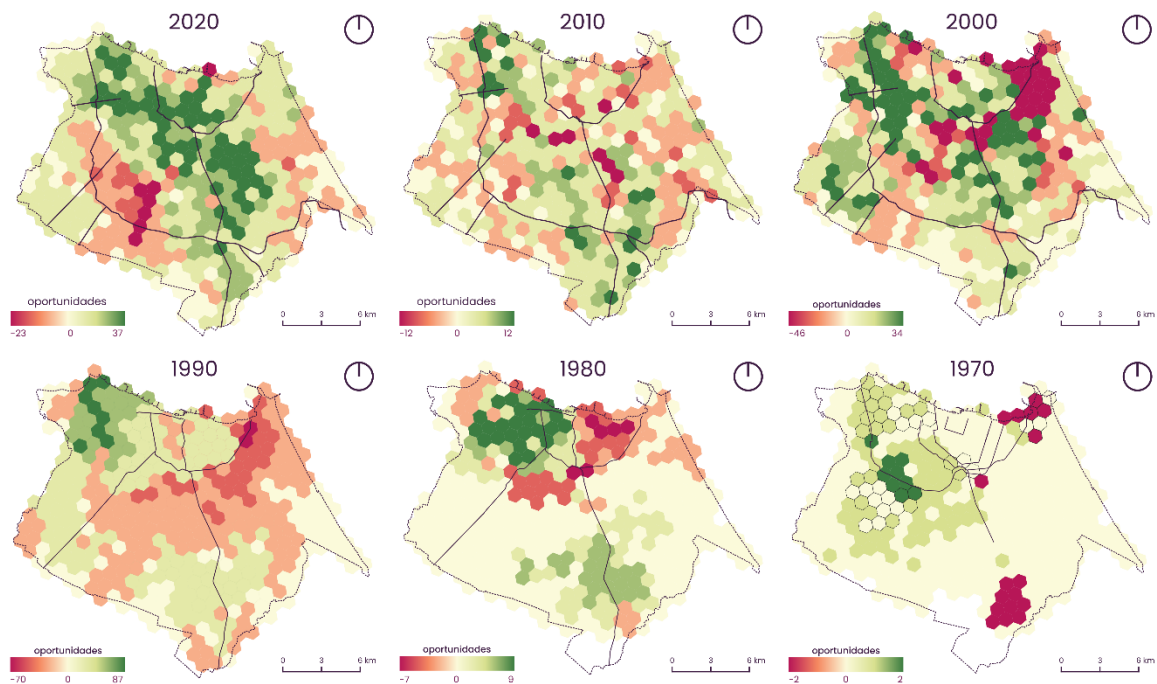
Fonte: Autoria própria (2025).

Nos cenários planejados, a distribuição da acessibilidade entre 1970 e 1990 segue uma lógica semelhante à observada. No entanto, em 1990, verifica-se uma concentração planejada de acessibilidade na porção sul da BR-116, nas proximidades do bairro Messejana (Sudeste) e do encontro da Avenida Perimetral com a BR-116. Esse padrão reflete o incentivo dado pelo Plano Diretor (PLANDIRF, 1972) à descentralização das atividades logísticas e à localização

de armazéns em regiões periféricas conectadas pela Avenida Perimetral.

A partir dos anos 2000, o padrão de acessibilidade planejada se aproxima ainda mais do cenário observado, com uma concentração na região do primeiro anel viário e na região oeste. Nas décadas seguintes, tanto no cenário observado quanto no planejado, observa-se a redução da acessibilidade na região central e no setor oeste, acompanhada de uma migração constante para áreas lindeiras à BR-116. A semelhança entre os cenários planejado e observado evidencia a influência das diretrizes dos planos diretores sobre as escolhas locacionais dos operadores logísticos. A crescente aglomeração ao longo da BR-116 indica que regiões próximas a vias expressas de alta capacidade, que conectam áreas centrais a regiões externas da cidade, exercem forte atração para a instalação de armazéns logísticos. Por sua vez, a descentralização da acessibilidade, reflete a necessidade de armazéns maiores por amplos terrenos, baixo valor e menos problemáticas operacionais como restrições de circulação e congestionamentos. Além disso, está intimamente ligada a políticas de afastamento e restrições de localização na região central da cidade, apontadas em todos os planos diretores analisados.

Figura 19: Comparação dos ganhos e perdas de acessibilidade em oportunidades cumulativas considerando o cenário planejado (1970-2020).



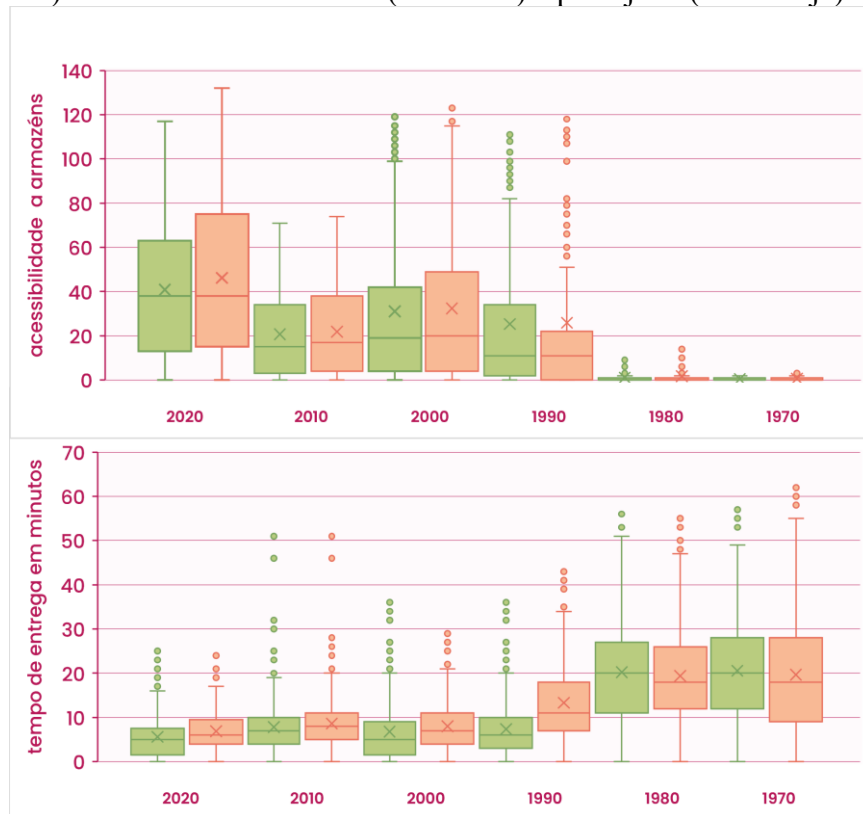
Fonte: Autoria própria (2025).

A Figura 19 apresenta os ganhos e perdas de acessibilidade ao comparar os cenários planejado e observado, ou seja, quais regiões ganhariam ou perderiam acessibilidade caso o cenário planejado tivesse sido seguido estritamente. Entre 1970 e 1990, observa-se um contraste significativo entre as regiões oeste e leste do primeiro anel viário. Os ganhos de acessibilidade

no cenário planejado concentram-se na região oeste, enquanto a acessibilidade diminui na região leste, refletindo os incentivos dos planos diretores para a alocação das atividades logísticas. Essas regiões apresentam diferenças socioeconômicas marcantes, com maior concentração de população de baixa renda e presença industrial na região oeste, em contraste com a região leste, onde predominam grupos de alta renda e elevados índices de desenvolvimento humano (IDH), além de terrenos de alto valor imobiliário.

Nas décadas seguintes (2000-2020), esses padrões tornam-se menos concentrados, mas ainda perceptíveis, com ganhos de acessibilidade distribuídos ao longo do eixo noroeste-sudeste. Destaca-se a expressiva concentração de ganhos ao longo da BR-116 nesse período, refletindo a importância desse eixo para a logística urbana.

Figura 20: Gráfico boxplot dos níveis de acessibilidade: oportunidades (superior) e tempo mínimo (inferior) com cenários observado (em verde) e planejado (em laranja).



Fonte: Autoria própria (2025).

A distribuição dos valores de acessibilidade para as duas métricas analisadas está representada na Figura 20 por meio de um gráfico boxplot. Para a métrica de oportunidades cumulativas, observa-se um aumento dos valores a partir da década de 1990, com as medianas situando-se próximas a 20 oportunidades entre 1990 e 2010, tanto no cenário observado quanto no planejado. De modo geral, os dados indicam uma melhora na acessibilidade ao longo das décadas analisadas. As médias gerais dos cenários são bastante próximas, evidenciando baixa

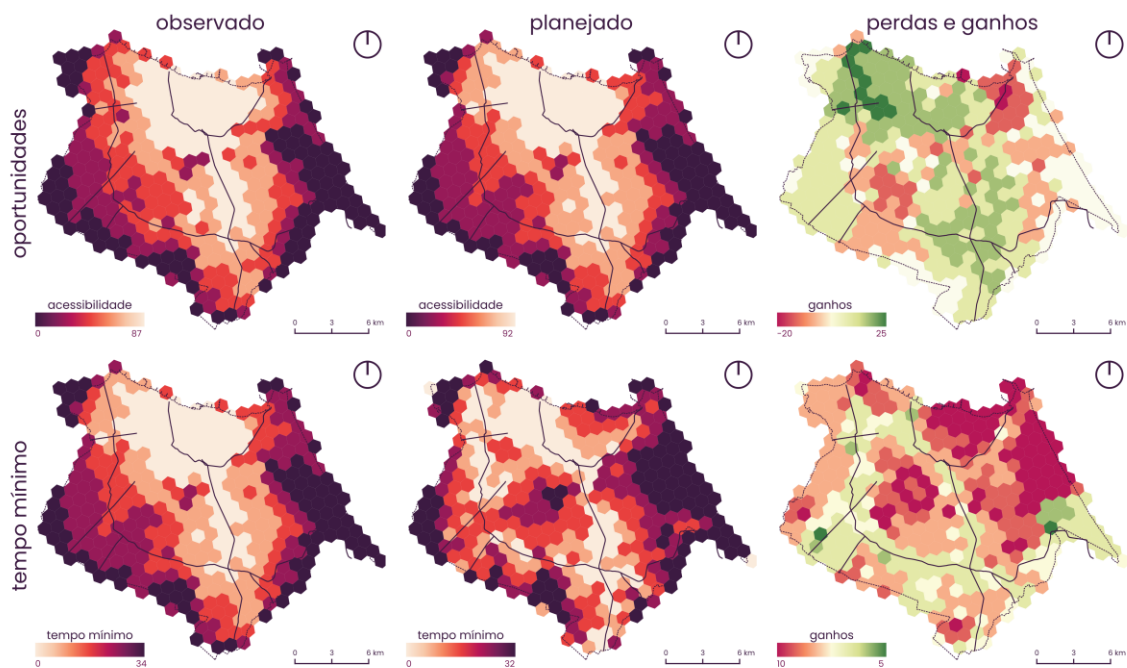
diferença na acessibilidade geral entre eles. No entanto, há um número maior de observações com níveis mais elevados de acessibilidade no cenário planejado, sugerindo ganhos, ainda que modestos, em relação ao cenário observado.

Quanto à distribuição dos valores de tempo mínimo de viagem, verifica-se uma diminuição ao longo dos anos, com valores mais elevados nas décadas de 1970 e 1980, seguidos de uma estabilização entre 2000 e 2020. As médias dos cenários planejados são superiores às do cenário observado, indicando que, com base nessa métrica, o cenário planejado resultaria em tempos de viagem maiores em comparação com o observado.

4.4.4 Acessibilidade média acumulada entre 1970 e 2020.

Para compreender a evolução da acessibilidade no período analisado, a Figura 21 apresenta as médias ponderadas para cada cenário, identificando as regiões que mais ganharam e perderam acessibilidade entre 1970 e 2020. Em relação à acessibilidade por oportunidades, os dois cenários exibem padrões bastante similares, com ganhos concentrados no primeiro anel viário, no setor oeste adjacente a essa região e ao longo da BR-116. No entanto, ao comparar quantitativamente os ganhos e perdas de acessibilidade em cada hexágono, observa-se uma distribuição equilibrada de ganhos em toda a cidade, com exceção do lado leste do primeiro anel viário e da região da Avenida Perimetral. As maiores melhorias ocorrem na região oeste e ao longo da BR-116.

Figura 21: Média ponderada linear dos cenários observado e planejado (1970-2020).



Fonte: Autoria própria (2025).

Quanto à métrica de tempo mínimo, o cenário observado segue um padrão semelhante ao da acessibilidade por oportunidades, com os menores tempos de viagem concentrados no primeiro anel viário, na região oeste e ao longo da BR-116. No entanto, no cenário planejado, os ganhos estão mais concentrados ao longo das principais vias da cidade, como os trechos oeste e sul da Avenida Perimetral, toda a extensão da BR-116 e a região do primeiro anel viário. Essas mesmas áreas destacam-se como aquelas que mais reduziram seus tempos de entrega, em contraste com a região leste e interior do primeiro anel viário, além das áreas intermediárias entre esse anel e a Av. Perimetral, mais distantes das principais vias expressas da cidade.

4.4.5 Análise espacial da relação entre acessibilidade a armazéns e localização de varejos

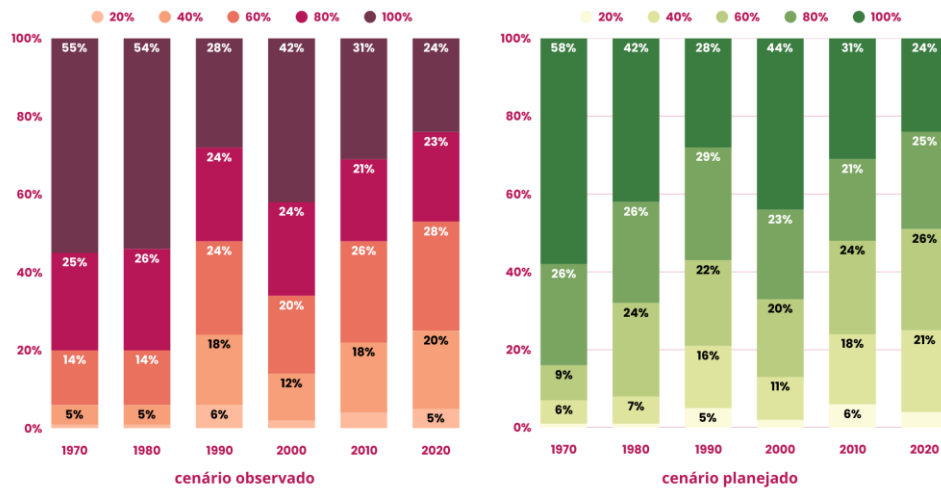
O planejamento da acessibilidade a armazéns deve considerar múltiplos fatores, conforme discutido no Capítulo 2. No entanto, é fundamental que esses ganhos sejam direcionados para regiões com maior demanda de entregas. Nesta pesquisa, a localização e densidade de varejos serão utilizadas como referência para avaliar se os ganhos de acessibilidade ocorrem em locais onde essa melhoria é mais necessária. Assim, esta análise busca compreender em que medida os varejos distribuídos pela cidade foram beneficiados pelos ganhos de acessibilidade ao longo do período analisado.

O gráfico apresentado na Figura 22 exhibe o percentual de varejos atendidos em cada quintil de acessibilidade, tanto para o cenário planejado quanto para o observado. Os dados indicam que os hexágonos dentro do quintil com melhor acessibilidade atendem cada vez menos varejos. Em 1970, esse percentual era de 55%, caindo para 28% em 1990 e atingindo apenas 24% em 2020. Ou seja, enquanto em 1970, 55% dos varejos da cidade estavam localizados nas áreas de maior acessibilidade, esse percentual reduziu para 24% em 2020. Esse resultado sugere que as regiões com melhor acessibilidade a armazéns estão concentradas em locais com menor densidade de varejos, o que pode aumentar o tempo de entrega e reduzir a disponibilidade de armazéns próximos para atender esses estabelecimentos.

Ao analisar o cenário planejado, observa-se que, a partir de 1990, a quantidade de varejos atendidos pelo quintil de maior acessibilidade é semelhante entre os cenários planejado e observado. Isso indica que as políticas de uso logístico do solo adotadas nos planos diretores e simuladas no cenário planejado não melhorariam o atendimento aos varejos em relação ao cenário observado. Assim, as diferenças de ganhos e perdas apontadas nos mapas anteriores refletem mudanças espaciais, mas, no conjunto, não alteram significativamente o atendimento aos varejos. No entanto, essas políticas podem ter impactado a distribuição da acessibilidade ao longo das décadas, resultando em uma piora progressiva na acessibilidade de varejos aos

armazéns, especialmente por não priorizar áreas de maior densidade varejista.

Figura 22: Percentual de varejos por quintil de acessibilidade observada e planejada.



Fonte: Autoria própria (2025).

Para entender como os varejos são beneficiados pelas mudanças espaciais na localização dos armazéns e pelas variações nos padrões de acessibilidade analisados, a Figura 23 apresenta os resultados da análise espacial utilizando o Índice de Moran Univariado. Nesse índice, os resultados de acessibilidade por oportunidades são agrupados em clusters, seguindo o padrão: HH (high-high) para regiões de alta acessibilidade cercadas por áreas igualmente acessíveis; LL (low-low) para regiões de baixa acessibilidade cercadas por áreas de baixa acessibilidade; LH (low-high) para regiões de baixa acessibilidade cercadas por áreas de alta acessibilidade; e HL (high-low) para regiões de alta acessibilidade cercadas por áreas de baixa acessibilidade. A figura também destaca, em ano-base, o agrupamento HH extraído do Índice de Moran Univariado para a variável de densidade de varejos, indicando, com a envoltória destacada de um polígono, a região com maior concentração de varejos na cidade e servindo para analisar como essas regiões foram beneficiadas pelo aumento de acessibilidade nos cenários analisados.

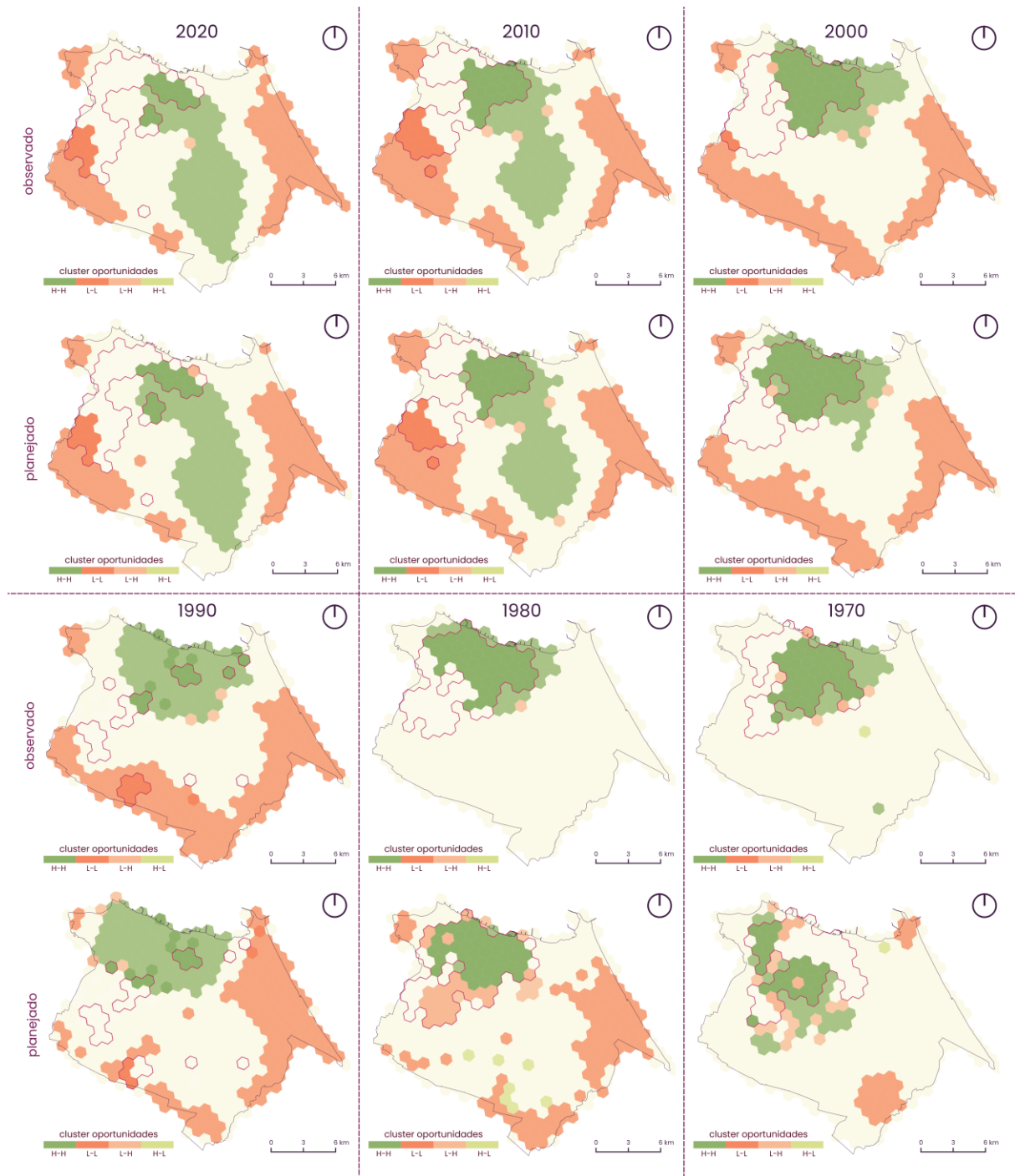
Tabela 7: Percentual de hexágonos coincidentes de HH para varejos em HH e LL de acessibilidade.

	<i>HH em observado</i>	<i>LL em observado</i>	<i>HH em planejado</i>	<i>LL em planejado</i>
2020	21%	14%	24%	16%
2010	38%	22%	37%	20%
2000	53%	4%	60%	0%
1990	31%	21%	24%	10%
1980	59%	0%	53%	30%
1970	57%	1%	43%	10%

Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 23: Mapas LISA com clusters univariados para acessibilidade por oportunidade nos cenários observado e planejado (1970-2020) e cluster HH para densidade de Varejos (1970-

2020).



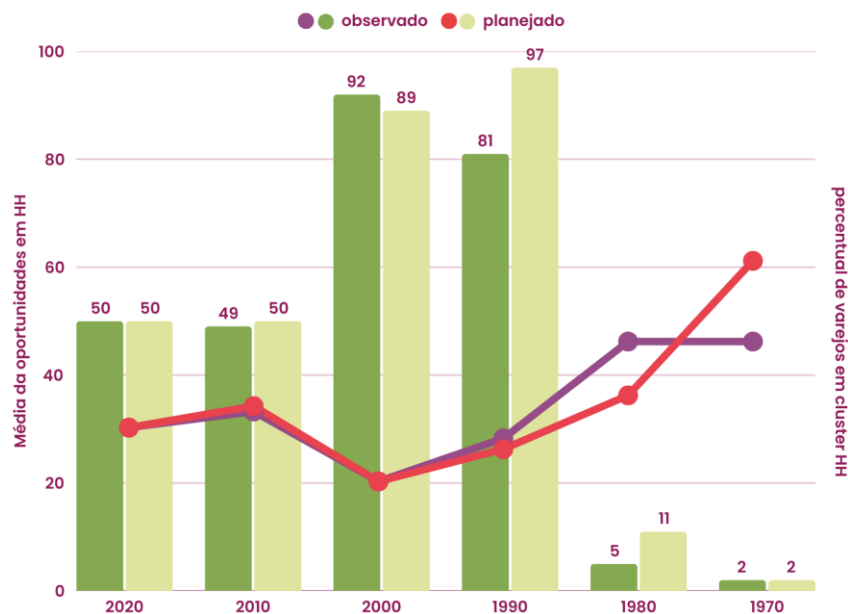
Fonte: Autoria própria (2025).

Os resultados indicam maior coincidência de zonas HH para densidade de varejos e HH para alta acessibilidade entre 1970 e 2000, com uma queda em 1990 (Tabela 7). Em 2020, observa-se o menor percentual de coincidência, o que indica que as áreas de maior acessibilidade não coincidem com as de maior densidade de varejos, em conformidade com os dados da Figura 22, que mostram que o quintil de maior acessibilidade abriga apenas 24% dos varejos. Essa piora na quantidade de varejos atendidos sugere que os ganhos de acessibilidade

a armazéns estão sendo subutilizados, localizando-se em regiões com baixa densidade varejista.

Em relação ao cluster LL, a distribuição espacial da baixa acessibilidade permanece semelhante em ambos os cenários, com maior concentração nas regiões leste, sul e sudoeste da cidade. Embora essas áreas estejam nas bordas da cidade, parte da região oeste apresenta alta densidade varejista, evidenciando a necessidade de melhorias na acessibilidade para garantir melhor atendimento a essas concentrações de varejos. Em 2020, cerca de 14% dos clusters HH de varejos coincidem com zonas de baixa acessibilidade (LL), percentual que foi de 22% em 2010.

Figura 24: Média da acessibilidade por oportunidades cumulativas no cluster HH (em barras) e percentual do total de varejos presentes no cluster HH (em linhas).



Fonte: Autoria própria (2025).

Durante o período de 1970 a 2020, o cenário planejado, embora apresente menores médias de acessibilidade dentro do cluster HH, concentra altos percentuais de varejos nesse cluster (Figura 24). Esses percentuais caem nas décadas de 1990 e 2000, mesmo com maior média de acessibilidade dentro do cluster, sugerindo que a alta acessibilidade nessas décadas não atendeu adequadamente uma parcela significativa dos varejos. Entre 2010 e 2020, as zonas HH atendem cerca de 30% dos varejos da cidade. Entretanto, ao comparar com os valores observados nas décadas de 1970 e 1980, observa-se que esses percentuais eram significativamente mais altos, alcançando 60% dos varejos. Além disso, os cenários observados mostraram-se mais eficientes no atendimento aos varejos entre 1970 e 1990. Entre 2000 e 2020, os valores dos cenários planejado e observado se igualam.

4.5 Considerações Finais

Este estudo buscou caracterizar as mudanças na acessibilidade a armazéns para compreender sua evolução espacial a partir das políticas de uso do solo logístico adotadas nos Planos Diretores de Fortaleza. Para isso, foram geradas métricas de acessibilidade por tempo mínimo de viagem e oportunidades cumulativas para dois cenários: o observado, que reflete a localização real dos armazéns, e o planejado, que representa a localização incentivada pelos planos diretores. A análise foi realizada ao longo de seis décadas (1970 a 2020), permitindo capturar a evolução desses cenários. Os achados deste estudo contribuem para uma melhor compreensão da acessibilidade no contexto do Transporte Urbano de Cargas (TUC), associando as análises ao histórico das políticas adotadas e destacando a importância do planejamento adequado do uso do solo na regulação das localizações logísticas.

A partir da análise exploratória da distribuição de varejos e armazéns, observou-se a diferença espacial entre essas instalações e suas necessidades distintas. Enquanto os varejos tendem a se localizar em áreas de maior densidade populacional, os armazéns são influenciados pela acessibilidade a rodovias de alta capacidade, pelo baixo valor do solo e pelas regulações de uso do solo (Pinheiro et al., 2025b). Essa desconexão espacial pode dificultar o atendimento dos varejos por bons níveis de acessibilidade a armazéns. Assim, os planos de uso do solo devem considerar esse fator e avaliar criticamente os incentivos à localização de armazéns em regiões distantes das concentrações varejistas.

A análise dos cenários propostos revelou diferentes padrões de acessibilidade ao longo do tempo. Entre 1970 e 2000, a maior concentração de acessibilidade estava no interior do primeiro anel viário, região que abriga o centro histórico e uma alta concentração comercial. No entanto, nas décadas mais recentes, esse padrão deslocou-se em direção à BR-116, principal eixo viário da cidade, caracterizado por menor valor do solo e menos restrições de uso. Essa tendência reflete o interesse dos operadores logísticos por localizações mais favoráveis às suas necessidades operacionais.

Essa mudança também foi fortemente influenciada pelos Planos Diretores, conforme evidenciado tanto nas políticas expressas nesses documentos quanto nos resultados dos cenários planejados, que indicam a expansão para regiões periféricas ao longo da Avenida Perimetral e da BR-116. Historicamente, os planos buscaram deslocar os armazéns do centro da cidade para mitigar externalidades negativas nessas áreas. O PDCF (1963) e o Plandirf (1972) designaram áreas nas bordas urbanas para atividades logísticas. A partir do PDDU-For (1992), a localização de armazéns passou a ser direcionada para vias expressas de alta capacidade, culminando no distanciamento progressivo dessas instalações e sua consolidação na BR-116, especialmente

após a instituição das ZEDUS no PDP-For (2009).

Outro padrão relevante identificado foi o elevado ganho de acessibilidade acumulada na região oeste e a baixa acessibilidade na região leste. Essa diferença também está presente na distribuição da população de baixa renda (predominantemente na região oeste) e de alta renda (concentrada na região leste). Historicamente, a região leste não recebeu zonas logísticas, o que pode explicar a baixa presença de armazéns, apesar da disponibilidade de terrenos. Além disso, o alto valor do solo nessa região pode ter desestimulado a instalação dessas infraestruturas, reforçando uma distribuição socioespacial desigual das externalidades logísticas (Yuan, 2018).

Outro resultado importante é a pequena diferença entre os cenários observados e planejados ao longo dos anos-base. Embora existam variações numéricas e espaciais entre os cenários, as análises quantitativas indicam que as médias geral de acessibilidade são semelhantes na maioria dos anos. Também não foram observadas diferenças significativas no atendimento a varejos por quintil de acessibilidade, sugerindo que, apesar das diferenças espaciais, os ganhos de acessibilidade são similares e oferecem o mesmo nível de serviço aos varejos.

A relação entre os ganhos de acessibilidade e os varejos atendidos foi analisada para compreender os impactos das mudanças espaciais. A análise espacial dos clusters univariados mostrou que, ao longo dos anos, a proporção de varejos atendidos por regiões de alta acessibilidade tem diminuído. Isso indica que as melhorias de acessibilidade não têm sido direcionadas para regiões com maior concentração varejista, resultando em uma acessibilidade subutilizada.

Dessa forma, este estudo contribui para preencher uma importante lacuna na literatura sobre o planejamento do uso logístico do solo, ao analisar os padrões de acessibilidade aos armazéns como ferramenta para compreender a evolução das localizações logísticas e sua relação com as políticas de planejamento urbano e as perspectivas da expansão logística. Os resultados apontam uma forte influência dessas políticas a longo prazo, no deslocamento dos níveis de acessibilidade para regiões mais distantes da área central, cada vez mais vinculadas a vias de alta capacidade. Esse processo dissocia das necessidades operacionais dos armazéns logísticos de proximidade aos destinos, resultando em uma distribuição desigual de acessibilidade na cidade e na redução do número de varejos beneficiados por níveis elevados de acessibilidade.

Metodologicamente, este estudo é inovador ao adaptar análises de acessibilidade utilizando técnicas comumente aplicadas ao transporte de pessoas, para o contexto do transporte de cargas. A utilização de métricas de tempo mínimo de viagem e de oportunidades cumulativas

contribui para a análise das localizações logísticas e para o planejamento baseado na proximidade. Além disso, uma abordagem de longa temporalidade permitiu compreender características que se desenvolveram ao longo de décadas, como a expansão logística. Isso evidencia a necessidade de abordagens que integrem políticas de planejamento urbano e logístico para uma compreensão mais ampla das dimensões espaciais no contexto do TUC.

Do ponto de vista político, as descobertas desta pesquisa têm implicações relevantes. O método de análise proposto é de fácil aplicação e requer apenas três bases de dados (localização de armazéns e varejos, rede viária e permissões de uso do solo) , o que facilita sua adoção por planejadores urbanos no processo de tomada de decisão. Esse método permite a avaliação dos efeitos de políticas de zoneamento, bem como de incentivos e restrições à instalação de armazéns.

Além disso, a pesquisa oferece insights detalhados sobre o uso de diretrizes de localização em planos diretores, associando os níveis de acessibilidade a padrões espaço-temporais, à distribuição equitativa das externalidades e à prestação de serviços aos varejistas. Essa abordagem permite que planejadores urbanos identifiquem os impactos de políticas de localização e proponham estratégias para conter o processo de expansão logística e mitigar seus efeitos sobre o sistema logístico urbano. Também possibilita a identificação de regiões onde a distribuição de mercadorias exige maior atenção, direcionando políticas e investimentos para maximizar os níveis de acessibilidade.

Os resultados desta pesquisa podem ser utilizados tanto pelo poder público quanto por operadores logísticos na escolha da localização de instalações logísticas, como armazéns. Parte dessas descobertas podem ser incorporada na formulação de planos de uso do solo e regulamentações adicionais, planejando equilibrar as demandas locacionais dos armazéns, reduzir externalidades e garantir ganhos de acessibilidade adequados às regiões de maior demanda por entregas. De modo geral, destaca-se a necessidade de uma abordagem integrada entre planejamento urbano e logístico, considerando as dinâmicas territoriais, socioeconômicas e políticas do contexto urbano, de forma a maximizar os ganhos de acessibilidade e minimizar externalidades, promovendo uma distribuição mais equitativa desses impactos.

5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo central analisar a influência dos planos diretores de Fortaleza na localização dos armazéns logísticos, buscando compreender como as políticas de uso do solo urbano impactam o fenômeno da expansão logística e suas implicações para o transporte urbano de mercadorias (TUC). A pesquisa foi estruturada em três etapas sequenciais, cada uma equivale a um objetivo específico se complementando para fornecer uma visão abrangente do tema. A primeira etapa identificou na literatura as diretrizes de planejamento urbano que influenciam a expansão logística, a segunda analisou a aplicação dessas diretrizes nos planos diretores de Fortaleza, e a terceira caracterizou a evolução da acessibilidade aos armazéns ao longo do tempo, utilizando métricas acessibilidade cumulativa para o TUC. A pergunta central de pesquisa surgiu da observação de que, embora a expansão logística seja um fenômeno amplamente estudado, poucos trabalhos investigaram de forma direta como políticas de uso do solo, como planos diretores e zoneamentos, impactam o distanciamento dessas instalações dos núcleos urbanos.

No segundo capítulo, buscava-se responder a primeira questão de pesquisa: Quais são as diretrizes do planejamento do uso do solo influenciam a expansão logística? Dessa forma, a realização revisão sistemática da literatura permitiu identificar as principais diretrizes de planejamento que contribuem para o agravamento do espraiamento logístico. Revelou que a expansão logística é resultado de uma complexa interação entre políticas de planejamento urbano do solo. Por isso, os resultados foram classificados em três categorias de diretrizes: zoneamento, parâmetros de ocupação do solo e facilidades de localização.

As restrições de uso do solo para instalações logísticas em áreas centrais têm incentivado a migração dessas atividades para regiões periféricas, gerando externalidades negativas, como o aumento das distâncias percorridas por caminhões e a elevação das emissões de poluentes. Além disso, estratégias de design sensível ao entorno, como a criação de buffers e a exigência de vagas específicas para carga e descarga, mostraram-se essenciais para minimizar os impactos negativos das instalações logísticas nas dentro do tecido urbano. Essas medidas não apenas reduzem ruídos e poluição, mas também contribuem para a aceitação dessas instalações em suas proximidades por parte da população. Outro fator crítico identificado foi a importância da acessibilidade à malha viária, da proximidade ao mercado consumidor e da disponibilidade de mão de obra na escolha de localizações para instalações logísticas. O alto custo dos terrenos urbanos tem sido um obstáculo significativo para a viabilidade de empreendimentos logísticos em áreas centrais, o que tem incentivado sua migração para regiões suburbanas, onde os custos são menores.

No terceiro capítulo, buscou alcançar a segunda questão de pesquisa: “De que forma os planos diretores de Fortaleza têm abordado diretrizes para o uso logístico do solo?” por meio de uma análise documental qualitativa conduzida a partir dos documentos dos Planos Diretores de Fortaleza (1963, 1972, 1992, 2009), visando investigar e avaliar seu conteúdo. Essa avaliação utilizou diretrizes consolidadas na revisão de literatura, utilizando-as como indicadores qualitativos na formulação de propostas para uso logístico do solo nos planos urbanos. A análise dos Planos Diretores de Fortaleza evidenciou uma abordagem recorrente de incentivo à instalação logística em áreas com alta acessibilidade rodoviária, mas um desincentivo contínuo à permanência dessas operações nas regiões centrais. Embora a região central ainda concentre grande parte da demanda logística, os planos priorizam a remoção ou restrição de novos armazéns e atacadistas nessas áreas. Essa estratégia busca reduzir impactos viários, mas pode aumentar distâncias de deslocamento e custos operacionais, se não considerar plenamente as necessidades do setor logístico. Além disso, a falta de diretrizes claras e a ausência de coordenação metropolitana dificultaram o planejamento integrado, podendo levar à migração das atividades logísticas para municípios vizinhos com regulamentações mais flexíveis. Desta forma, planos urbanos de uma região metropolitana devem buscar colaborar entre si, para evitar dualidade e efeitos adversos nos diferentes territórios.

Os resultados apontam para a necessidade de diretrizes mais consistentes, ancoradas em diagnósticos detalhados e fundamentação técnica. Além disso, a análise dos planos diretores revelou que, embora as diretrizes dos planos no Brasil não necessariamente resultem no cumprimento das decisões locais do setor de armazéns, elas refletem as estratégias do poder público e sua influência nas dinâmicas logísticas urbanas. O georreferenciamento das permissões de uso possibilitou identificar que os planos diretores comumente zonearam regiões periféricas para abrigar atividades logísticas incentivando o seu afastamento e intensificando externalidades em populações vulneráveis, além de contribuir para o agravamento da expansão urbana por impulsionar a ocupação de regiões as bordas da cidade.

O quarto capítulo, respondeu a seguinte questão de pesquisa: “Qual o impacto da localização dos armazéns logísticos na acessibilidade a armazéns ao longo dos anos em Fortaleza?”. A análise da evolução da acessibilidade aos armazéns em Fortaleza ao longo de seis décadas revelou diferentes padrões de acessibilidade ao longo do tempo. Entre 1970 e 2000, a maior concentração de acessibilidade estava no interior do primeiro anel viário, região que abriga o centro histórico e uma alta concentração comercial. No entanto, nas décadas mais recentes, esse padrão deslocou-se em direção à BR-116, principal eixo viário da cidade, caracterizado por menor valor do solo e menos restrições de uso. Essa tendência reflete o

interesse dos operadores logísticos por localizações mais favoráveis às suas necessidades operacionais. No entanto, esse distanciamento já era observado nas simulações de resultados planejadores anteriores, indicando o efeito que políticas propostas tem ao longo do tempo na construção gradativa contextos urbanos propícios para o afastamento dessas instalações.

A análise dos cenários planejados revelou ainda que, apesar das diferenças espaciais, os ganhos de acessibilidade são similares aos cenários observados e oferecem o mesmo nível de serviço aos varejos, quando analisado no mesmo ano base. No entanto, mesmo com o aumento das oportunidades de armazéns, a proporção de varejos atendidos por regiões de alta acessibilidade tem diminuído ao longo dos anos, indicando que as melhorias de acessibilidade não têm sido direcionadas para regiões com maior concentração varejista. Essa desconexão espacial pode dificultar o atendimento dos varejos por bons níveis de acessibilidade a armazéns, reforçando a necessidade de políticas de uso do solo que considerem a proximidade entre origem e destino.

As descobertas dos três capítulos estão interligadas e contribuem para uma compreensão mais ampla do fenômeno da expansão logística e suas implicações para o planejamento urbano. A revisão sistemática da literatura no segundo capítulo forneceu as bases teóricas para a análise dos planos diretores de Fortaleza no terceiro capítulo, que, por sua vez, contextualizou a evolução da acessibilidade aos armazéns no quarto capítulo. Juntos, esses estudos destacam a importância de políticas públicas integradas e coordenadas para mitigar os impactos negativos da expansão logística e promover um desenvolvimento logístico nas cidades de forma mais sustentável.

As implicações para políticas públicas são significativas. A adoção de uma abordagem regional e metropolitana no planejamento, que promova a integração entre municípios, é essencial para reduzir a competição por investimentos e garantir uma distribuição mais equilibrada das instalações logísticas. A criação de zonas logísticas estratégicas, com boa acessibilidade à infraestrutura de transportes e proximidade ao mercado consumidor, também se podem ser eficazes em reduzir distâncias de entrega e impactos ambientais.

Com isso, esse estudo defende a importância de reintegrar políticas de uso logístico solo mais robustas, compreendendo a complexidade desse subsistema urbano na dinâmica das cidades. Isso poderá ser possível se planejadores urbanos passarem a incorporar diretrizes de proximidade logística, bem fundamentadas no contexto urbano local. Pelo contrário, o fenômeno de expansão logística pode se agravar produzindo externalidades ainda maiores para a qualidade de vida local e aumentando os custos das operações logísticas.

Apesar dos avanços alcançados, algumas lacunas importantes permanecem e devem ser

exploradas em pesquisas futuras. Embora os impactos ambientais da expansão logística tenham sido amplamente discutidos, os impactos sociais, especialmente em comunidades vulneráveis, ainda carecem de maior atenção. É necessário investigar como as políticas de uso do solo podem ser ajustadas para reduzir a desigualdade espacial e social gerada pela localização de armazéns e expansão logística. Além disso, embora cidades como Paris e Nova Iorque tenham implementado estratégias inovadoras de zoneamento, ainda há pouca evidência sobre a eficácia dessas políticas a longo prazo. Futuros estudos devem avaliar o impacto dessas medidas na redução das externalidades negativas e na promoção de um desenvolvimento urbano mais sustentável. Também é recomendado que análises como as que foram realizadas nesta dissertação, possam ser aplicadas em diferentes cidades, considerando seus diferentes contextos histórico. Estudos comparativos entre cidades do Norte e Sul global podem fornecer evidências de diferentes padrões de acessibilidade e suas respectivas implicações.

Por fim, a falta de integração entre as políticas de uso do solo e o planejamento logístico regional é uma lacuna significativa que precisa ser abordada. Desta forma, uma limitação deste estudo foi considerar apenas o território de Fortaleza como estudo de caso, desconsiderando o contexto metropolitano pela indisponibilidade de dados para aplicação do método. No entanto, os fenômenos abordados tem forte apelo regional, e devem ser futuramente analisados neste contexto.

Outra importante questão a ser abordada em futuras pesquisa é a criação de um indicador amplo que aborde a localização de armazéns e a acessibilidade das viagens de carga. Neste estudo, adaptamos métodos de acessibilidade de pessoas para o contexto do TUC. No entanto, ainda é necessário a construção de indicadores mais precisos que capturem simultaneamente diferentes dinâmicas espaciais e variáveis.

Em síntese, este estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre a expansão logística e suas implicações para o planejamento urbano. A revisão sistemática da literatura e as análises dos planos diretores de Fortaleza permitiram identificar as principais diretrizes de planejamento que influenciam a localização das instalações logísticas, destacando a necessidade de políticas públicas integradas e coordenadas. As descobertas oferecem insights valiosos para planejadores urbanos e formuladores de políticas, apontando caminhos para um desenvolvimento urbano mais sustentável e equitativo. No entanto, as lacunas identificadas indicam que ainda há muito a ser explorado, especialmente no que diz respeito aos impactos sociais da expansão logística e à eficácia das políticas de zoneamento e planejamento colaborativo. Pesquisas futuras nesses temas serão essenciais para aprofundar o entendimento e propor soluções mais efetivas para os desafios da logística urbana.

REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, Vera Mamede. **Planejamento, planos diretores e expansão urbana: Fortaleza 1960-1992**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2008.
- ALJOHANI, Khalid; THOMPSON, Russell G. Impacts of logistics sprawl on the urban environment and logistics: Taxonomy and review of literature. **Journal of Transport Geography**, v. 57, p. 255-263, 2016.
- ALLAM, Zaheer et al. The 15-minute city offers a new framework for sustainability, liveability, and health. **The Lancet Planetary Health**, v. 6, n. 3, p. e181-e183, 2022.
- ALLEN, J.; BROWNE, M.; CHERRETT, T. Investigating relationships between road freight transport, facility location, logistics management and urban form. **Journal of transport geography**, v. 24, p. 45–57, 2012.
- AMORA, Zenilde Baima. **Transformações da indústria de Fortaleza face à política de industrialização do Nordeste**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1978.
- ANDRADE, Margarida Júlia Farias de Salles. **Fortaleza em perspectiva histórica: poder público e iniciativa privada na apropriação e produção material da cidade (1810-1933)**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2012.
- ANDREOLI, Derik; GOODCHILD, Anne; VITASEK, Kate. The rise of mega distribution centers and the impact on logistical uncertainty. **Transportation letters**, v. 2, n. 2, p. 75–88, 2010.
- BENJELLOUN, Abderrahim; CRAINIC, Teodor Gabriel. Trends, challenges, and perspectives in city logistics. 2009. Disponível em: <https://www.agir.ro/buletine/501.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2024.
- BIRCH, Colin P. D.; OOM, Sander P.; BEECHAM, Jonathan A. Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment and simulation in ecology. **Ecological modelling**, v. 206, n. 3–4, p. 347–359, 2007.
- BOWEN, John T., Jr. Moving places: the geography of warehousing in the US. **Journal of transport geography**, v. 16, n. 6, p. 379–387, 2008.
- BRAGA, Carlos Kaue Vieira *et al.* TD 2767 - Impactos da expansão do metrô de Fortaleza sobre o acesso a oportunidades de emprego, saúde e educação. **Texto para Discussão**, p. 1–50, 2022.
- BRASIL, Receita Federal Do. **Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica - CNPJ**. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/cadastro-nacional-da-pessoa-juridica---cnpj>. Acesso em: 23 jan. 2025.
- BULDEO RAI, Heleen *et al.* ‘Proximity logistics’: Characterizing the development of logistics facilities in dense, mixed-use urban areas around the world. **Transportation research. Part A, Policy and practice**, v. 166, p. 41–61, 2022.

BULDEO RAI, Heleen. Urban warehouses as good neighbors: Findings from a New York City case study. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 19, n. 100823, p. 1-10, 2023.

BURKE, Jeremy *et al.* Geospatial analysis framework for evaluating urban design typologies in relation with the 15-minute city standards. **Journal of business research**, v. 151, p. 651-667, 2022.

CASCETTA, E. **Transportation System Analysis: Models and Applications**. 2nd ed. New York: Springer, 2009. v. 29.

CAVACANTE, Camila Bandeira. **Crítica ao planejamento urbano e de transportes em Fortaleza à luz do paradigma do planejamento da acessibilidade e mobilidade na urbe sustentável**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2023.

CHARTERS-GABANEK, Kamilah; RAIMBAULT, Nicolas; HALL, Peter V. Logistics and urban planning: A review of literature. **Journal of planning education and research**, 2024.

CHENG, Long *et al.* Investigating walking accessibility to recreational amenities for elderly people in Nanjing, China. **Transportation research. Part D, Transport and environment**, v. 76, p. 85-99, 2019.

CHOUDHRY, Arnav; QIAN, Sean. Inferring truck activities using privacy-preserving truck trajectories data. **Journal of intelligent and connected vehicles**, v. 6, n. 1, p. 1-18, 2023.

CHOUDHRY, Arnav; QIAN, Sean. Quantification of truck accessibility in urban last-mile deliveries using GPS probe data. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 186, n. 103536, p. 103536, 2024.

CIDELL, Julie. Concentration and decentralization: The new geography of freight distribution in US metropolitan areas. **Journal of transport geography**, v. 18, n. 3, p. 363-371, 2010.

CIDELL, Julie. Distribution centers among the rooftops: The global logistics network meets the suburban spatial imaginary: Distribution centers in suburban Chicago. **International journal of urban and regional research**, v. 35, n. 4, p. 832-851, 2011.

CIDELL, Julie. The role of major infrastructure in subregional economic development: an empirical study of airports and cities. **Journal of Economic Geography**, v. 15, n. 6, p. 1125-1144, 2015.

COSTA, Sabrina Studart Fontenele. Praia de Iracema e a revitalização de seu patrimônio histórico. **Pós Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, v. 0, n. 18, p. 48, 2005.

CRAINIC, Teodor Gabriel *et al.* Two-Echelon Vehicle Routing Problem: A satellite location analysis. **Procedia, social and behavioral sciences**, v. 2, n. 3, p. 5944-5955, 2010.

CRAINIC, Teodor Gabriel; RICCIARDI, Nicoletta; STORCHI, Giovanni. Advanced freight transportation systems for congested urban areas. **Transportation research. Part C, Emerging technologies**, v. 12, n. 2, p. 119-137, 2004.

DABLANC, Laetitia. E-commerce trends and implications for urban logistics. *In: GIULIANO, Genevieve (org.). **Urban logistics: Management, policy and innovation in a rapidly changing environment.*** Londres: Kogan Page, 2018. p. 167-189.

DABLANC, Laetitia. Land-use planning for a more sustainable urban freight. *In: **Handbook on City Logistics and Urban Freight.*** [S.l.]: Edward Elgar Publishing, 2023. p. 246–266.

DABLANC, Laetitia; BROWNE, Michael. Introduction to special section on logistics sprawl. **Journal of transport geography**, v. 88, n. 102390, p. 102390, 2020.

DABLANC, Laetitia; OGILVIE, Scott; GOODCHILD, Anne. Logistics sprawl: Differential warehousing development patterns in Los Angeles, California, and Seattle, Washington. **Transportation research record**, v. 2410, n. 1, p. 105–112, 2014.

DABLANC, Laetitia; RAKOTONARIVO, Dina. The impacts of logistics sprawl: How does the location of parcel transport terminals affect the energy efficiency of goods' movements in Paris and what can we do about it? **Procedia, social and behavioral sciences**, v. 2, n. 3, p. 6087–6096, 2010.

DABLANC, Laetitia; ROSS, Catherine. Atlanta: a mega logistics center in the Piedmont Atlantic Megaregion (PAM). **Journal of transport geography**, v. 24, p. 432–442, 2012.

DEBOOSERE, Robbin; EL-GENEIDY, Ahmed. Evaluating equity and accessibility to jobs by public transport across Canada. **Journal of transport geography**, v. 73, p. 54–63, 2018.

DIÓGENES, Beatriz Helena Nogueira; PAIVA, Ricardo Alexandre. O Processo Histórico de Metropolização de Fortaleza. *In: III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo-ENANPARQ: arquitetura, cidade e projeto: uma construção coletiva.* São Paulo: 2014. p. 1-20, 2014

DIZIAIN, Diana; RIPERT, Christophe; DABLANC, Laetitia. How can we Bring Logistics Back into Cities? The Case of Paris Metropolitan Area. **Procedia, social and behavioral sciences**, v. 39, p. 267–281, 2012.

DOLATI NEGHBADI, Parisa; EVRARD SAMUEL, Karine; ESPINOUSE, Marie-Laure. Systematic literature review on city logistics: overview, classification and analysis. **International journal of production research**, v. 57, n. 3, p. 865–887, 2019.

DUARTE, F. **Planejamento urbano.** Curitiba: Editora Ibex, 2013.

BRASIL. Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. Institui o Estatuto da MetrÓpole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, 13 jan. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113089.htm. Acesso em: 15 jul. 2024.

FERRER-ORTIZ, Carles *et al.* Barcelona under the 15-Minute City lens: Mapping the accessibility and proximity potential based on pedestrian travel times. **Smart Cities**, v. 5, n. 1, p. 146–161, 2022.

FORTALEZA. **Plano Diretor da Cidade de Fortaleza 1963**. Fortaleza: [s.n.], 1963. Disponível em: <https://sapl.fortaleza.ce.leg.br/norma/10809>. Acesso em: 8 maio 2024.

FORTALEZA. **Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Serviço Federal de Habitação e Urbanismo, 1972.

FORTALEZA. Plano Diretor Físico de Fortaleza. Fortaleza: **Diário Oficial do Município**, 1979. Disponível em: <https://sapl.fortaleza.ce.leg.br/norma/4264>. Acesso em: 21 set. 2024.

FORTALEZA. Lei Ordinária nº 7.987, 1996. Dispõe sobre a Lei de Uso e Ocupação do Solo - LUOS. **Diário Oficial do Município de Fortaleza**, Fortaleza, ano 5, n. 1234, p. 1-5, 16 jul. 1996.

FORTALEZA. Lei Complementar nº 236, 2017. Institui a Lei de Uso e Ocupação do Solo - LUOS. **Diário Oficial do Município de Fortaleza**, Fortaleza, ano 26, n. 5678, p. 1-15, 12 ago. 2017. Disponível em: <https://sapl.fortaleza.ce.leg.br/ta/350/text?>. Acesso em: 15 ago. 2024.

FORTALEZA. Prefeitura Municipal. **Cartografias do Município de Fortaleza**. Fortaleza, 2024. Disponível em: <https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/infocidade/498-cartografias>. Acesso em: 23 jan. 2025.

FORTALEZA. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza - PDDU-FOr**. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 1992. Disponível em: <https://sapl.fortaleza.ce.leg.br/norma/780>. Acesso em: 15 ago. 2024.

FORTALEZA. Lei Complementar nº 62, 2009. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza. **Diário Oficial do Município de Fortaleza**, Fortaleza, ano 18, n. 3456, p. 1-25, 3 fev. 2009. Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/catalogodeservico/pdp_com_alteracoes_da_lc_0108.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

GEURS, Karst T.; VAN WEE, Bert. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. **Journal of transport geography**, v. 12, n. 2, p. 127–140, 2004.

GEVAERS, Roel; VOORDE, E.; VANELSLANDER, T. **Characteristics of innovations in last-mile logistics - using best practices, case studies and making the link with green and sustainable logistics**. Antuérpia: University of Antwerp, 2009.

GIULIANO, Genevieve; KANG, Sanggyun. Spatial dynamics of the logistics industry: Evidence from California. **Journal of transport geography**, v. 66, p. 248–258, 2018.

GONZALEZ-FELIU, Jesus; SALANOVA GRAU, Josep-Maria; BEZIAT, Adrien. A location-based accessibility analysis to estimate the suitability of urban consolidation facilities. **International journal of urban sciences**, v. 18, n. 2, p. 166–185, 2014.

GONZÁLEZ-FELIU, Jesus; PALACIOS-ARGÜELLO, Laura Vanessa; SUÁREZ-NÚÑEZ, Carlos. The relations between freight trip generation and gravity accessibility: An exploratory analysis. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRANSPORTATION AND LOGISTICS, 5., 2018, Barcelona. **Proceedings** [...]. Barcelona: Universitat Politècnica de

Catalunya, 2018. p. 45-60.

GUERIN, Leonardo et al. The geography of warehouses in the São Paulo Metropolitan Region and contributing factors to this spatial distribution. **Journal of Transport Geography**, v. 91, n. 102976, p. 1-12, 2021.

GUYADEEN, Dave *et al.* Evaluating the quality of municipal strategic plans. **Evaluation and program planning**, v. 96, n. 102186, p. 102186, 2023.

HALDEN, D. et al. **Accessibility: Review of measuring techniques and their application**. Londres: Transport Research Laboratory, 2000.

HALL, P. Seaports and maritime transport geography in prospect: More of the same for the next 25 years? **Journal of transport geography**, v. 81, n. C, p. 102594, 2019.

HALL, Peter; HESSE, Markus (org.). **Cities, regions and flows**. Londres: Routledge, 2012.

HEITZ, Adeline *et al.* Spatial patterns of logistics facilities in Gothenburg, Sweden. **Journal of transport geography**, v. 88, n. 102191, p. 102191, 2020.

HEITZ, Adeline. The logistics dualization in question: Evidence from the Paris metropolitan area. **Cities (London, England)**, v. 119, n. 103407, p. 103407, 2021.

HEITZ, Adeline; DABLANC, Laetitia. Logistics spatial patterns in Paris: Rise of Paris basin as logistics megaregion. **Transportation research record**, v. 2477, n. 1, p. 76–84, 2015.

HESSE, Markus. *LAND FOR LOGISTICS: LOCATIONAL DYNAMICS, REAL ESTATE MARKETS AND POLITICAL REGULATION OF REGIONAL DISTRIBUTION COMPLEXES*. **Tijdschrift voor economische en sociale geografie [Journal of economic and social geography]**, v. 95, n. 2, p. 162–173, 2004.

HESSE, Markus; RODRIGUE, Jean-Paul. The transport geography of logistics and freight distribution. **Journal of transport geography**, v. 12, n. 3, p. 171–184, 2004.

HOLGUÍN-VERAS, José et al. Using commodity flow survey microdata and other establishment data to estimate the generation of freight, freight trips, and service trips: Guidebook. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2016. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/read/24602/chapter/1>. Acesso em: 3 out. 2024.

HOLGUIN-VERAS, Jose *et al.* Freight-Efficient Land Uses: Methodology, strategies, and tools. **Sustainability**, v. 13, n. 6, p. 3059, 2021.

HOLGUÍN-VERAS, José *et al.* **Planning freight-efficient land uses: Methodology, strategies, and tools**. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2022.

HORNEY, Jennifer; NGUYEN, Mai; BERKE, Philip. Assessing the Quality of Rural Hazard Mitigation Plans in the Southeastern United States. **Journal of Planning Education and Research**, v. 37, n. 1, 2016.

HOUDE, Jean-Francois; NEWBERRY, Peter. **Economies of density in E-commerce: A study**

of Amazon's fulfillment center network. 2018. Disponível em: https://files.webservices.illinois.edu/6984/amazon_tax_fall18-cleaned.pdf. Acesso em: 8 jan. 2025.

HOUDE, Jean-François; NEWBERRY, Peter; SEIM, Katja. **Nexus tax laws and economies of density in E-commerce: A study of Amazon's fulfillment center network**. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2017.

HOUDE, Jean-François; NEWBERRY, Peter; SEIM, Katja. Nexus tax laws and economies of density in E-commerce: A study of Amazon's fulfillment center network. **Econometrica: journal of the Econometric Society**, v. 91, n. 1, p. 147–190, 2023.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2024. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101728>. Acesso em: 5 jul. 2024.

IPLANFOR. **REVISTA FORTALEZA HOJE**. Fortaleza: IPLANFOR, v. 1, n. 1, 2023.

JAZAR, Manoela Massuchetto; ULTRAMARI, Clovis. PERIODIZAÇÕES E IDEALIZAÇÕES DA CIDADE BRASILEIRA: 1875-2015. **Revista brasileira de gestão e desenvolvimento regional**, v. 14, n. 5, 2018.

KANG, Sanggyun. Why do warehouses decentralize more in certain metropolitan areas? **Journal of transport geography**, v. 88, n. 102330, p. 102330, 2020.

KARNER, Alex; PEREIRA, Rafael H. M.; FARBER, Steven. Correction to: Advances and pitfalls in measuring transportation equity Transportation. **Transportation**, v. 51, n. 3, p. 1179–1179, 2024.

KIN, Bram *et al.* Integrating logistics into urban planning: best practices from Paris and Rotterdam. **European planning studies**, v. 32, n. 1, p. 24–44, 2024.

KOCATEPE, Ayberk *et al.* Measuring the accessibility of critical facilities in the presence of hurricane-related roadway closures and an approach for predicting future roadway disruptions. **Natural hazards (Dordrecht, Netherlands)**, v. 95, n. 3, p. 615–635, 2019.

LEIGH, Nancey Green; HOELZEL, Nathanael Z. Smart growth's blind side: Sustainable cities need productive urban industrial land. **Journal of the American Planning Association. American Planning Association**, v. 78, n. 1, p. 87–103, 2012.

LEME, Maria Cristina Da. A Formação do pensamento urbanístico no Brasil, 1895-1965. *In*: LEME, Maria Cristina (org.). **Urbanismo no Brasil: estudos e perspectivas**. São Paulo: Studio Nobel; FAUUSP; FUPAM, 2005. p. 45-78.

LEVINSON, David; KING, David. **Transport Access Manual: A Guide for Measuring Connection between People and Places**. Sydney: Committee of the Transport Access Manual, 2020.

LIM, Hyunwoo; PARK, Minyoung. Modeling the spatial dimensions of warehouse rent determinants: A case study of Seoul Metropolitan Area, South Korea. **Sustainability**, v. 12, n.

1, p. 259, 2019.

LIM, Hyunwoo; THILL, Jean-Claude. Intermodal freight transportation and regional accessibility in the United States. **Environment & planning A**, v. 40, n. 8, p. 2006–2025, 2008.

LINDSEY, Christopher *et al.* Industrial space demand and freight transportation activity: exploring the connection. **Journal of transport geography**, v. 37, p. 93–101, 2014.

LOPES, André Soares *et al.* Convergence of planning practices towards LUT integration: Seeking evidences in a developing country. **Land use policy**, v. 99, n. 104842, p. 104842, 2020.

MEGAHED, Gehad *et al.* Chrono-urbanism and liveable urban forms: A morphological analysis of alternative x-minute city models in Rosetta City. **Cities (London, England)**, v. 167, n. 106313, p. 106313, 2025.

MERCHÁN, Daniel E.; BLANCO, Edgar E.; BATEMAN, Alexis H. Urban metrics for urban logistics: Building an atlas for urban freight policy makers. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN URBAN PLANNING AND URBAN MANAGEMENT*, 14., 2015, Cambridge. **Proceedings** [...]. Cambridge: MIT Press, 2015. p. 230-245.

MOHAI, Paul; PELLOW, David; ROBERTS, J. Timmons. Environmental justice. **Annual review of environment and resources**, v. 34, n. 1, p. 405–430, 2009.

MORENO, Carlos *et al.* Introducing the “15-minute city”: Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. **Smart Cities**, v. 4, n. 1, p. 93–111, 2021.

MUNIZ, Maria Águeda Pontes Caminha. **O Plano Diretor como instrumento de gestão da cidade: o caso da cidade de Fortaleza/CE**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.

NAHATA, Kushal. **Managing the complexities of last-mile delivery**. 2022. Disponível em: <https://www.forbes.com/councils/forbesbusinesscouncil/2022/09/02/managing-the-complexities-of-last-mile-delivery/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

NEUTENS, Tijs *et al.* Equity of urban service delivery: A comparison of different accessibility measures. **Environment & planning A**, v. 42, n. 7, p. 1613–1635, 2010.

OLIVEIRA CRUZ, Dayana Aparecida Marques de. As faces do planejamento urbano. **Pegada**, v. 12, n. 2, p. 100-115, 2012.

OPENSTREETMAP. **OpenStreetMap**. 2025. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/export#map=11/-3.7827/-38.3430>. Acesso em: 23 jan. 2025.

OSMAN, Robert; MULÍČEK, Ondřej. Urban chronopolis: Ensemble of rhythmized dislocated places. **Geoforum; journal of physical, human, and regional geosciences**, v. 85, p. 46–57, 2017.

PAPADOPOULOS, Efthymis; SDOUKOPOULOS, Alexandros; POLITIS, Ioannis. Measuring compliance with the 15-minute city concept: State-of-the-art, major components and

further requirements. **Sustainable cities and society**, v. 99, n. 104875, p. 104875, 2023.

PEREIRA, Rafael H. M. Future accessibility impacts of transport policy scenarios: Equity and sensitivity to travel time thresholds for Bus Rapid Transit expansion in Rio de Janeiro. **Journal of transport geography**, v. 74, p. 321–332, 2019.

PEREIRA, Rafael H. M. et al. R5r: Rapid realistic routing on multimodal transport networks with R⁵ in R. **Findings**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 1-15, 2021.

PEREIRA, Rafael Henrique Moraes *et al.* TD 2800 - Estimativas de acessibilidade a empregos e serviços públicos via transporte ativo, público e privado nas vinte maiores cidades do Brasil no período 2017-2019. **Texto para Discussão**, p. 1–36, 2022.

PINHEIRO, Carlos David Pedrosa; GONZALEZ FELIU, Jesus; BERTONCINI, Bruno Vieira. Addressing spatial heterogeneity and MAUP in urban transport geography: A multi-scale analysis of accessibility and warehouse location. **Journal of transport geography**, v. 123, n. 104078, p. 104078, 2025a.

PINHEIRO, Carlos David Pedrosa; GONZALEZ FELIU, Jesus; BERTONCINI, Bruno Vieira. A novel comprehensive spatial accessibility indicator to capture the latent nature of accessibility in logistic warehouses. **Research in transportation economics**, v. 109, n. 101517, p. 101517, 2025b.

POZOUKIDOU, Georgia; CHATZIYIANNAKI, Zoi. 15-minute city: Decomposing the new urban planning utopia. **Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 928, 2021.

RAIMBAULT, Nicolas et al. Urban planning policies for logistics facilities: a comparison between US metropolitan areas and the Paris region. **Urban logistics. Management, policy and innovation in a rapidly changing environment**, p. pp 82-108, 2018.

RAIMBAULT, Nicolas. From regional planning to port regionalization and urban logistics. The inland port and the governance of logistics development in the Paris region. **Journal of transport geography**, v. 78, p. 205–213, 2019.

RAIMBAULT, Nicolas. Planning and financing logistics spaces. *In: International Encyclopedia of Transportation*. [S.l.]: Elsevier, 2021. p. 35–40.

RAIMBAULT, Nicolas. Outer-suburban politics and the financialisation of the logistics real estate industry: The emergence of financialised coalitions in the Paris region. **Urban studies (Edinburgh, Scotland)**, v. 59, n. 7, p. 1481–1498, 2022.

RIVERA-GONZALEZ, Carlos; AMARAL, Julia C. Assessment of freight accessibility in New York City: A spatial-temporal approach. **Journal of transport geography**, v. 114, n. 103777, p. 103777, 2024.

SAKAI, Takanori; BEZIAT, Adrien; HEITZ, Adeline. Location factors for logistics facilities: Location choice modeling considering activity categories. **Journal of transport geography**, v. 85, n. 102710, p. 102710, 2020.

SAKAI, Takanori; KAWAMURA, Kazuya; HYODO, Tetsuro. Locational dynamics of

logistics facilities: Evidence from Tokyo. **Journal of transport geography**, v. 46, p. 10–19, 2015.

SAKAI, Takanori; KAWAMURA, Kazuya; HYODO, Tetsuro. Logistics facility distribution in Tokyo metropolitan area: Experiences and policy lessons. **Transportation research procedia**, v. 12, p. 263–277, 2016.

SAKAI, Takanori; KAWAMURA, Kazuya; HYODO, Tetsuro. Evaluation of the spatial pattern of logistics facilities using urban logistics land-use and traffic simulator. **Journal of transport geography**, v. 74, p. 145–160, 2019.

SOUZA, Marcelo José. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

STEVEN, Mark R.; LYLES, Ward; BERKE, Philip R. Measuring and Reporting Intercoder Reliability in Plan Quality Evaluation Research. **Journal of Planning Education and Research**, v. 34, 2014.

STEVENS, Mark R.; SENBEL, Maged. Are municipal land use plans keeping pace with global climate change? **Land use policy**, v. 68, p. 1–14, 2017.

STRALE, Mathieu. Logistics sprawl in the Brussels metropolitan area: Toward a socio-geographic typology. **Journal of transport geography**, v. 88, n. 102372, p. 102372, 2020.

TANG, Zhenghong *et al.* Moving from agenda to action: evaluating local climate change action plans. **Journal of environmental planning and management**, v. 53, n. 1, p. 41–62, 2010.

THIEMERMANN, Andre; GROSS, Florian. Evaluation of land parcels for potential logistics use at regional level. **Transportation research procedia**, v. 72, p. 240–247, 2023.

THILL, Jean-Claude; LIM, Hyunwoo. Intermodal containerized shipping in foreign trade and regional accessibility advantages. **Journal of transport geography**, v. 18, n. 4, p. 530–547, 2010.

THOMAS, Isabelle *et al.* Accessibility to freight transport networks in Belgium: a geographical approach. **Tijdschrift voor economische en sociale geografie [Journal of economic and social geography]**, v. 94, n. 4, p. 424–438, 2003.

TODESCO, Paolo; HAEFELI, Ivt Ethz Prof Dr. **Logistics sprawl in the region Zurich**. 2016. Disponível em: https://www.strc.ethz.ch/2016/Todesco_EtAl.pdf. Acesso em: 20 maio 2024.

TOMASIELLO, Diego Bogado *et al.* A time interval metric for cumulative opportunity accessibility. **Applied geography (Sevenoaks, England)**, v. 157, n. 103007, p. 103007, 2023.

UBER. **H3: Uber's Hexagonal Hierarchical Spatial Index**. 2018. Disponível em: <https://www.uber.com/blog/h3>. Acesso em: 28 jan. 2025.

VAN DEN HEUVEL, Frank P. *et al.* Relationship between freight accessibility and logistics employment in US counties. **Transportation research. Part A, Policy and practice**, v. 59, p. 91–105, 2014.

VAN WEE, Bert. Accessible accessibility research challenges. **Journal of transport geography**, v. 51, p. 9–16, 2016.

VAN WEE, Bert; BANISTER, David. How to write a literature review paper? **Transport reviews**, v. 36, n. 2, p. 278–288, 2016.

VAN WEE, Bert; BANISTER, David. Literature review papers: the search and selection process. **Journal of Decision System**, v. 33, n. 4, p. 559–565, 2024.

VAN WEE, Bert; GEURS, Karst; CHORUS, Caspar. Information, communication, travel behavior and accessibility. **Journal of transport and land use**, v. 6, n. 3, p. 1–16, 2013.

VILLAÇA, Flávio. Dilemas do plano diretor. *In*: CEPAM. **O município no século XXI: cenários e perspectivas**. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima-CEPAM, 1999. p. 237-247.

VILLAÇA, Flávio José. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. *In*: **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001. p. 89-112.

VOOGT, James. How researchers measure urban heat islands. *In*: ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. **Heat island effect**. Washington, D.C.: Environmental Protection Agency, 2014. p. 1-15. Disponível em: https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2014-07/documents/epa_how_to_measure_a_uhi.pdf. Acesso em: 29 out. 2025.

WILLBERG, Elias; FINK, Christoph; TOIVONEN, Tuuli. The 15-minute city for all? – Measuring individual and temporal variations in walking accessibility. **Journal of transport geography**, v. 106, n. 103521, p. 103521, 2023.

WOUDSMA, Clarence *et al.* Logistics land use and the city: A spatial–temporal modeling approach. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 44, n. 2, p. 277–297, 2008.

WOUDSMA, Clarence; JAKUBICEK, Paul. Logistics land use patterns in metropolitan Canada. **Journal of transport geography**, v. 88, n. 102381, p. 102381, 2020.

WYGONIK, Erica *et al.* Smart growth and goods movement: emerging research agendas. **Journal of urbanism**, v. 8, n. 2, p. 115–132, 2015.

XIAO, Zuopeng *et al.* New paradigm of logistics space reorganization: E-commerce, land use, and supply chain management. **Transportation research interdisciplinary perspectives**, v. 9, n. 100300, p. 100300, 2021.

YANG, Bo; LI, Shujuan. Green infrastructure design for stormwater runoff and water quality: Empirical evidence from large watershed-scale community developments. **Water**, v. 5, n. 4, p. 2038–2057, 2013.

YUAN, Quan. Environmental justice in warehousing location: State of the art. **Journal of planning literature**, v. 33, n. 3, p. 287–298, 2018.

YUAN, Quan. Does context matter in environmental justice patterns? Evidence on warehousing location from four metro areas in California. **Land use policy**, v. 82, p. 328–338, 2019.

YUAN, Quan. Location of warehouses and environmental justice. **Journal of planning education and research**, v. 41, n. 3, p. 282–293, 2021.

ZHANG, Shanqi *et al.* Assessing the (in)equality of an x-minute city accounting for human mobility patterns. **Transportation research. Part A, Policy and practice**, v. 192, n. 104354, p. 104354, 2025.